



Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü
İşletme Anabilim Dalı
Üretim Yönetimi ve Sayısal Yöntemler Bilim Dalı

**PROJE YÖNETİMİNDE DİJİTAL DÖNÜŞÜM SÜREÇLERİ İÇİN BİR BULANIK
ÇKKV MODELİ ÖNERİSİ**

Nur LİMONCUOĞLU EREN

Yüksek Lisans Tezi

Ankara, 2022

PROJE YÖNETİMİNDE DİJİTAL DÖNÜŞÜM SÜREÇLERİ İÇİN BİR BULANIK
ÇKKV MODELİ ÖNERİSİ

Nur LİMONCUOĞLU EREN

Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü
İşletme Anabilim Dalı
Üretim Yönetimi ve Sayısal Yöntemler Bilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Ankara, 2022

KABUL VE ONAY

Nur LİMONCUOĞLU EREN tarafından hazırlanan "Proje Yönetiminde Dijital Dönüşüm Süreçleri İçin Bir Bulanık ÇKKV Modeli Önerisi" başlıklı bu çalışma, 05.01.2021 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda başarılı bulunarak jürimiz tarafından Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Fazıl GÖKGÖZ (Başkan)

Dr. Öğr. Üyesi Bülent Çekiç (Danışman)

Prof. Dr. Mine ÖMÜRGÖNÜLŞEN (Üye)

Doç. Dr. Kazım Barış Atıcı (Üye)

Dr. Öğr. Üyesi Onur Koyuncu (Üye)

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

Prof.Dr. Uğur ÖMÜRGÖNÜLŞEN
Enstitü Müdürü

YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI

Enstitü tarafından onaylanan lisansüstü tezimin tamamını veya herhangi bir kısmını, basılı (kağıt) ve elektronik formatta arşivleme ve aşağıda verilen koşullarla kullanıma açma iznini Hacettepe Üniversitesine verdiğimi bildiririm. Bu izinle Üniversiteye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikri mülkiyet haklarım bende kalacak, tezimin tamamının ya da bir bölümünün gelecekteki çalışmalarda (makale, kitap, lisans ve patent vb.) kullanım hakları bana ait olacaktır.

Tezin kendi orijinal çalışmam olduğunu, başkalarının haklarını ihlal etmediğimi ve tezimin tek yetkili sahibi olduğumu beyan ve taahhüt ederim. Tezimde yer alan telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izin alınarak kullanılması zorunlu metinleri yazılı izin alınarak 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 haricince YÖK Ulusal Tez Merkezi / H.Ü. Kütüphaneleri Açık Erişim Sisteminde erişime açılır.

- o Enstitü / Fakülte yönetim kurulu kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihinden itibaren 2 yıl ertelenmiştir. ⁽¹⁾
- o Enstitü / Fakülte yönetim kurulunun gerekçeli kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihinden itibaren ay ertelenmiştir. ⁽²⁾
- o Tezimle ilgili gizlilik kararı verilmiştir. ⁽³⁾

04/ 02/ 2022

Nur LİMONCUOĞLU EREN

"*Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge*"

- (1) *Madde 6. 1. Lisansüstü teze ilgili patent başvurusu yapılması veya patent alma sürecinin devam etmesi durumunda, tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulu iki yıl süre ile tezin erişime açılmasının ertelenmesine karar verebilir.*
- (2) *Madde 6. 2. Yeni teknik, materyal ve metotların kullanıldığı, henüz makaleye dönüşmemiş veya patent gibi yöntemlerle korunmamış ve internetten paylaşılması durumunda 3. şahıslara veya kurumlara haksız kazanç imkanı oluşturabilecek bilgi ve bulguları içeren tezler hakkında tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulunun gerekçeli kararı ile altı ayı aşmamak üzere tezin erişime açılması engellenebilir.*
- (3) *Madde 7. 1. Ulusal çıkarları veya güvenliği ilgilendiren, emniyet, istihbarat, savunma ve güvenlik, sağlık vb. konulara ilişkin lisansüstü tezlerle ilgili gizlilik kararı, tezin yapıldığı kurum tarafından verilir *. Kurum ve kuruluşlarla yapılan işbirliği protokolü çerçevesinde hazırlanan lisansüstü tezlere ilişkin gizlilik kararı ise, ilgili kurum ve kuruluşun önerisi ile enstitü veya fakültenin uygun görüşü üzerine üniversite yönetim kurulu tarafından verilir. Gizlilik kararı verilen tezler Yükseköğretim Kuruluna bildirilir.*

Madde 7.2. Gizlilik kararı verilen tezler gizlilik süresince enstitü veya fakülte tarafından gizlilik kuralları çerçevesinde muhafaza edilir, gizlilik kararının kaldırılması halinde Tez Otomasyon Sistemine yüklenir.

*** Tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulu tarafından karar verilir.**

ETİK BEYAN

Bu çalışmadaki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu, kullandığım verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı, yararlandığım kaynaklara bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu, tezimin kaynak gösterilen durumlar dışında özgün olduğunu, **Dr. Öğr. Üyesi Bülent ÇEKİÇ** danışmanlığında tarafımdan üretildiğini ve Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Tez Yazım Yönergesine göre yazıldığını beyan ederim.

Nur LİMONCUOĞLU EREN

Babama...

TEŞEKKÜR

Hayatım boyunca aldığım her kararda yanımda bulunan ve varlıklarını her zaman her yerde hissettiren babam Nurullah LİMONCUOĞLU'na, annem Yıldız LİMONCUOĞLU'na ve kardeşim MERT LİMONCUOĞLU'na teşekkür ederim.

Beni her koşulda destekleyen eşim Erkin EREN'e çalışmam süresince gösterdiği sabır ve çalışmamı bitirmem için verdiği motivasyondan dolayı minnetarım. Her yanımda olduklarını ve beni her konuda destekledikleri için Gülizar EREN'e ve Yaşar EREN'e ayrıca teşekkür etmek isterim.

Sn. Cem MENTEN'e sağladığı kaynaklardan ve verdiği destekten dolayı teşekkür ederim. Bu çalışmanın gerçekleşmesinde bana yol gösteren ve tezin her aşamasında yanımda bulunan Sn. Dr. Öğr. Üyesi Bülent ÇEKİÇ'e yardımlarından dolayı teşekkürlerimi ve saygılarımı sunarım.

ÖZET

EREN LİMONCUOĞLU Nur. Proje Yönetiminde Dijital Dönüşüm Süreçleri İçin Bir Bulanık ÇKKV Modeli Önerisi, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 2022.

Dijital dönüşüm süreci şirketlerin iş yapma şekillerini yeniden düşünmelerine yol açmaktadır. Dijitalleşme tüm iş alanlarında olduğu gibi proje yönetiminde de değişikliklere yol açmıştır. Günümüzün proje yöneticileri, ekiplerini ve proje yönetim süreçlerini, rekabet edebilmek ve her zamankinden daha hızlı bir şekilde teslimat yapabilmek için, dijital ortama taşınmaları gerekmektedir. Bu çalışmanın temel amacı Endüstri 4.0 temelli dijital dönüşüm teknolojilerinin, proje yöneticileri için getirdiği yenilikleri göz önünde bulundurarak, proje yönetimi süreçlerinde dijital dönüşüm için ihtiyaç duyulan faktörler üzerinde önceliklendirme yapmaktır. Bu amaç doğrultusunda, araştırma analizleri çerçevesinde Bulanık Delphi, Tereddütlü Bulanık SWARA ve Bulanık PROMETHEE yöntemlerinin entegre edildiği kapsamlı bir Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) uygulaması sunulmaktadır. Öncelikle, literatür araştırması sonucu 23 adet proje yönetimi başarı kriteri elde edilmiştir. Bulanık Delphi yöntemi ile bu 23 kriterden 21'i değerlendirme kriteri olarak belirlenmiştir. Sonrasında, Tereddütlü Bulanık SWARA yöntemi ile değerlendirme kriterlerinin göreceli önem ağırlıkları hesaplanmıştır. Son olarak, Bulanık PROMETHEE yöntemi ile ağırlıkları belirlenmiş 21 adet potansiyel başarı kriteri ile Endüstri 4.0 teknolojileri ile ilişkili 12 adet proje alternatifi sıralanmıştır.

Anahtar Sözcükler

Dijital Dönüşüm, Proje Yönetiminde Başarı Kriterleri, Çok Kriterli Karar Verme, Bulanık Mantık, DELPHI, SWARA, PROMETHEE.

ABSTRACT

EREN LİMONCUOĞLU Nur. A Fuzzy MCDM Model Suggestion for Digital Transformation Processes in Project Management, Master Thesis, Ankara, 2022.

The digital transformation process is propelling companies to rethink the way they do business. Digitization has led to changes in project management as well as in all business areas. Today's project managers need to digitize their teams and project management processes to stay competitive and deliver faster than ever before. The main purpose of this study is to prioritize the factors needed for digital transformation in project management processes, taking into account the innovations brought by Industry 4.0-based digital transformation technologies for project managers. For this purpose, a comprehensive Multi-Criteria Decision Making (MCDM) application is presented in which Fuzzy Delphi, Hesitant Fuzzy SWARA, and Fuzzy PROMETHEE methods are integrated within the framework of research analysis. First of all, 23 project management success criteria were obtained as a result of the literature research. With the fuzzy Delphi method, 21 of these 23 criteria were determined as evaluation criteria. Afterward, the relative importance weights of the evaluation criteria were calculated using the Hesitant Fuzzy SWARA method. Finally, 21 potential success criteria, whose weights were determined by the Fuzzy PROMETHEE method, and 12 project alternatives related to Industry 4.0 technologies were sorted.

Keywords

Digital Transformation, Success Criteria in Project Management, Multi-Criteria Decision Making, Fuzzy Logic, DELPHI, SWARA, PROMETHEE.

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY	i
YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI.....	ii
ETİK BEYAN	iii
ÖZET	vi
ABSTRACT.....	vii
KISALTMALAR DİZİNİ.....	x
SİMGELER DİZİNİ	xi
TABLO DİZİNİ	xii
GİRİŞ.....	1
1. BÖLÜM: ENDÜSTRİ DEVRİMLERİ VE PROJE YÖNETİMİ	4
1.1. ENDÜSTRİ 4.0 VE DİJİTAL DÖNÜŞÜM	5
1.2. PROJE YÖNETİMİ	6
1.2.1. Proje Yönetiminin Tarihçesi	8
1.2.2. Proje Yönetiminde Endüstri 4.0	9
2. BÖLÜM: LİTERATÜR TARAMASI	19
2.1. PROJELERDE BAŞARI FAKTÖRLERİNİN BELİRLENMESİ.....	19
2.2. DİJİTAL DÖNÜŞÜMDE BAŞARI FAKTÖRLERİ.....	25
2.3. PROJE YÖNETİMİNDE DİJİTAL DÖNÜŞÜMDE PROJE BAŞARI FAKTÖRLERİ	27
3. BÖLÜM: METODOLOJİ.....	29
3.1. ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİ	29
3.1.1. Bulanık Mantık	30
3.2. BULANIK KARAR VERME YÖNTEMLERİ.....	36
3.2.1. Delphi Yöntemi.....	36
3.2.2. SWARA Yöntemi	39
3.2.3. PROMETHEE Yöntemi.....	43

4. BÖLÜM: PROBLEM TANIMI VE ÇÖZÜMÜ	51
4.1. PROBLEMİN TANIMLANMASI	51
4.1.1. Bulanık Delphi Yönteminin Uygulanması	51
4.1.2. Tereddütlü Bulanık SWARA Yönteminin Uygulanması	53
4.1.3. Bulanık PROMETHEE Yönteminin Uygulanması	56
SONUÇ VE TARTIŞMA.....	61
KAYNAKÇA.....	67
EK 1. UZMANLARIN BULANIK DELPHİ YÖNTEMİNİN İLK AŞAMASINDA KRİTERLERİ DEĞERLENDİRİRKEN BELİRTTİĞİ GÖRÜŞLER.....	83
EK 2. TEREDDÜTLÜ FUZZY SWARA YÖNTEMİNDE UZMANLAR TARAFINDAN KRİTERLER İÇİN DİLSEL TERİM KULLANILARAK BELİRTİLEN ÖNEM AĞIRLIKLARI	85
EK 3. BULANIK PROMETHEE YÖNTEMİNDE UZMANLARIN DİLSEL İFADELERİNE KARŞILIK GELEN BULANIKSAYILAR.....	86
EK 4. BULANIK SAYILARIN KESİN SAYILARA DÖNÜŞTÜRÜLMESİ	88
EK 5. ORJİNALLİK RAPORU	96
EK 6. ETİK KOMİSYON MUAFİYET FORMU	98

KISALTMALAR DİZİNİ

AHP	:	Analytic Hierarchy Process
BIM	:	Building Information Modelling
ÇKKV	:	Çok Kriterli Karar Verme Metodu
COA	:	Center of Area
COPRAS	:	Alternatiflerin Bulanık Kompleks Oransal Değerlendirmesi
DEA	:	Veri Zarflama Analizi
EDAS	:	Ortalama çözümden uzaklığa dayalı değerlendirme
GTM	:	Ground Theory Method
KOBİ	:	Küçük ve Orta Büyüklüklü İşletme
MABAC	:	Multi Attributive Border Approximation Area Comparison
MULTIMOORA	:	Oran Analizine Dayalı Çoklu Amaç Optimizasyonu Artı Tam Çarpım Formu
GAIA	:	Geometrical Analysis for Interactive Aid
GVA	:	Brüt Katma Değer
PMI	:	Project Management Institute
PMBOK	:	Project Management Body Of Knowledge
PPMIS	:	Project and Portfolio Management Information Systems
PY	:	Proje Yöneticisi
PERT	:	Program Evaluation and Review Technique
PROMETHEE	:	The Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation
SAW	:	Simple Additive Weighting
SMART	:	Basit Çok Nitelikli Derecelendirme Tekniği
SWARA	:	Step-Wise Weight Assessment Ratio Analysis
TFN	:	Üçgensel Bulanık Sayılar
TOPSIS	:	Technique for the Order Preference by Similarity to Ideal Solution
OWA	:	Ordered Weighting Averaging
VMI	:	Vendor- Managed inventory
ZOGP	:	Zero- One Goal Programming

SİMGELER DİZİNİ

a_{ij}	i.Alternatifin j.Kriter Bazından Performans Değeri
w_j	k. Kriterin Önem Ağırlığı
λ_{max}	En Büyük Özdeğer
C_i^*	Pozitif İdeal Çözüme Benzerlik
A^*	Pozitif İdeal Çözüm
A^-	Negatif İdeal Çözüm
S_i^*	Pozitif İdeal Çözüme Uzaklık
S_i^-	Negatif İdeal Çözüme Uzaklık
$\mu(x)$	Üyelik Fonksiyonu
P_L^i	Kötümser değer minimumu
P_M^i	Kötümser değer geometrik ortalaması
P_U^i	Kötümser değer maximumu
O_L^i	İyimser değer minimumu
O_M^i	İyimser değer geometrik ortalaması
O_U^i	İyimser değer maximumu
\tilde{s}_j	uzmanın j kriteri için bulanık görüşü
\tilde{s}_j^l	j kriteri için uzman görüşünün alt limit değeri
\tilde{s}_j^m	j kriteri için uzman görüşünün orta noktası
\tilde{s}_j^u	j kriteri için uzman görüşünün üst limit değeri
G_i	Mutabakat anlamlılık değeri
τ	Eşik değer
\cup	Birleşim
\cap	Kesişim
q	Farksızlık eşiği
p	Tercih eşik değeri
Φ^+	Pozitif üstünlük değeri
Φ^-	Negatif üstünlük değeri

TABLO DİZİNİ

Tablo 1. Endüstri 4.0 Teknolojilerinin Proje Yönetimi Faktörlerinde Kullanılması.....	10
Tablo 2. Endüstri 4.0'da Proje Yönetimi Bilgi Alanları	15
Tablo 3. Proje Yönetiminde Kullanılan Endüstri 4.0 Teknolojileri	18
Tablo 4. Projelerin Başarısına Etki Eden Faktörler	23
Tablo 5. Dilsel Değişkenler ve Bulanık Sayılar	35
Tablo 6. PROMETHEE Yöntemi Tercih Fonksiyonları	44
Tablo 7. Bulanık Delphi Yönteminin Sonuçları	52
Tablo 8. Tereddütlü Bulanık Dilsel Terimler	53
Tablo 9. Tereddütlü Bulanık SWARA Yönetimi Çıktıları	54
Tablo 10. Tereddütlü Bulanık SWARA Yöntemi ile Ana Kriterlerin Görelî Önem Ağırlığı	55
Tablo 11. PROMETHEE Yönteminde Kullanılan Dilsel Değişkenler.....	57
Tablo 12. Alternatiflerin Dilsel Değişkenler ile Değerlendirilmesi.....	58
Tablo 13. Alternatiflerin Ortak Tercih İndeks Değerleri	59
Tablo 14. Üstünlük Değerleri ve Sıralama Sonuçları.....	59
Tablo 15. Alternatif Endüstri 4.0 Projelerinin Sıralanması	60

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Bulanık Kümeler Teorisi ve Klasik Küme Teorisi Arasındaki İlişki	31
Şekil 2. Üçgensel Bulanık Sayı	32
Şekil 3. Yamuksal Bulanık Sayı.....	33
Şekil 4. FDM Formunda TFS'ler.....	39
Şekil 5. PROMETHEE Pozitif ve Negatif Üstünlükleri	47
Şekil 6. Araştırma Çerçevesi	63

GİRİŞ

Gartner'ın Bilişim Teknolojileri Sözlüğü; dijitalleştirmeyi analogdan sayısala geçiş süreci, dijitalleşmeyi ise bir iş modelini değiştirmek ve değer üreten fırsatlar yaratmak için dijital teknolojilerin kullanılması olarak tanımlamaktadır. Dijital teknolojiler; firmaların, müşterilerine daha verimli, daha kaliteli ve daha sürdürülebilir hizmetler sunmasına olanak sağlamaktadırlar. Dijitalleşme; yeni organizasyonel prosedürler, iş modelleri veya ticari teklifler geliştirmek için dijitalleştirilmiş ürün veya sistemlerin kullanılması demektir (Brynjolfsson ve McAfee, 2014). Dijital Dönüşüm ise dijital teknolojilerin ve yeni iş modellerinin endüstrilere dahil edilmesine ek olarak müşterilere değer sağlayan değişiklikleri kapsamaktadır (Piccinini ve diğerleri 2015).

Birçok firma dijital dönüşümü, sadece kâğıt üzerindeki verilerin dijital ortama aktarmak olarak yorumlamaktadır. Aslında dijitalleşme bundan çok daha fazlasını ifade etmektedir. Dijitalleşmenin kuruluşlar üzerindeki en büyük etkisi, bilginin daha erişilebilir ve daha şeffaf olmasını sağlamaktır (Kuusisto, 2015). Dijital dönüşüm; işletmelerin, geleneksel fikirlerini ve iş modellerini yeniden düşünmeye teşvik etmekte ve şirket süreçlerinin daha esnek bir yapı kazanmasına olanak sağlamaktadır.

Dijital dönüşüm, işletmelerdeki değer zincirlerini değiştirmekte ve şirketlerin iş yapma şekillerini yeniden düşünmelerine neden olmaktadır. 2000 yılından beri Fortune 500 listesinde yer alan şirketlerin yarısından fazlasının yok olmasının temel nedeni dijitalleşmeye uyum sağlayamamasıdır. Dijital dönüşüm ortamında işletmelerinin başarılı olmak için mutlaka dijital dönüşümüne yönelmeleri gerekmektedir (Baur ve Wee, 2015). Günümüzde işletmeler dijitalleşmeye uyumlu hale gelebilmek için iş süreçlerini tekrar tasarlamaya başlamışlardır. Uluslararası kuruluşlar ve hükümetler, dijital dönüşümün etkilerine ilişkin stratejik öngörü çalışmaları geliştirmektedirler (Ebert ve Duarte, 2018).

Dijitalleşme, araştırmacılar tarafından "ikinci makine çağı" (Brynjolfsson ve McAfee, 2014) veya "bilgisayarlaştırma" (Bowles, 2014; Frey ve Osborne, 2017) olarak adlandırılırken Almanya'da "Endüstri 4.0" terimi kullanılmaktadır. Kuruluşların iç ve dış çevreleri dördüncü sanayi devrimi ile uyumlu hale geldikçe

gelecekteki proje ekipleri insanlardan ve insan olmayan sistemlerden oluşacaktır (Marnewick ve Marnewick, 2020).

Son yıllarda dijitalleşme, neredeyse tüm iş alanlarında olduğu gibi proje yönetiminde de değişikliklere yol açmıştır. Bu nedenle geleneksel proje yönetimi stratejilerinin de Endüstri 4.0'a uyumlu bir hale gelmesi gerekmektedir (Thee ve Kham, 2018). Endüstri 4.0'a uyumlu bir proje yönetimi metodoloji kullanan işletmelerin; üretkenliklerini artacak, toplam maliyetleri azaltacak ve bu durumda rekabette avantaj kazanacaklardır. İşletmeler, süreçlerini Endüstri 4.0'a uyumlu hale getirirken; Endüstri 4.0'ın proje yönetimi profesyonelleri için de getirdiği yenilikler göz önünde bulundurularak bu yenilikleri mutlaka şirketlerin proje yönetim süreçlerine dahil edilmesi gerekmektedir. Son yıllarda Endüstri 4.0 için nitelikli insan kaynağının yetiştirilmesi ve mevcut insan kaynağının geliştirilmesi amacıyla üniversiteler ve eğitim merkezleri tarafından proje yönetiminde dijital dönüşümü temel alan sertifika programları düzenlenmektedir. Aynı zamanda birçok şirket dijital dönüşüm ile ilgili çalışmalarına sistematik bir bakış kazandırmak amacıyla dijital dönüşüm departmanlarını oluşturulmaktadır.

Projelerin başarıyla tamamlanabilmesi için bazı kriterler bulunmaktadır. Venczel ve diğerlerine (2021) göre; projenin başında, proje başarı tanımının yapılması ve proje başarı faktörleri belirlenerek proje başarı modeli seçilmesi gerekmektedir. Başarı modelinin doğru bir şekilde seçilememesi ise projenin başarısız olma riskini arttırmaktadır. Bu doğrultuda uygun bir başarı modeli seçmek ise projenin başarılı olarak tamamlanma ihtimalini arttırmaktadır.

Çalışmada proje yöneticilerinin, rekabete ayak uydurmak ve her zamankinden daha hızlı teslimat yapmak için ekiplerini ve süreçlerini dijital ortama nasıl taşımaları gerektiğini tartışılacaktır. Çalışmanın iki tane temel amacı bulunmaktadır. İlk amaç; Endüstri 4.0'ın proje yönetimi profesyonelleri için getirdiği yenilikleri göz ederek, proje yönetiminin dijital dönüşümünde ihtiyaç duyulan başarı faktörler üzerine bir değerlendirme yapılacaktır. İkinci amaç ise uzman görüşleri doğrultusunda alternatif Endüstri 4.0 projeleri arasında proje başlatma önceliğini belirlemek olacaktır. Çalışmada Endüstri 4.0 kavramıyla birlikte dijital dönüşümün baskısı altına giren işletmelerin proje yönetim süreçlerine odaklanacaktır ve bu alanda literatürdeki ve pratikteki uygulamalar

değerlendirilecektir. Çalışmanın sonucunda literatürdeki çalışmalarda geleneksel proje yönetimde başarıya etki eden faktörlerin ne ölçüde dijital proje yönetim süreçlerine uyarlanabileceği ortaya çıkarılmaya çalışılacaktır. Aynı zamanda proje yönetim süreçlerinin dijitalleşmesi alanında pratik hayattaki problemler göz önünde bulundurularak etkin çözüm sunan bir model önerisi sunulmaya çalışılacaktır.

Çalışmanın ilk bölümünde Endüstri 4.0 ve proje yönetim kavramlarına yer verilerek bu kavramların tarihsel sürecinden bahsedilmiştir. Çalışmanın ikinci bölümünde Endüstri 4.0 ve proje yönetimi alanında literatürde yer alan araştırmalarına yer verilmiş ve geçmişte yapılan çalışmalar incelenerek geleneksel proje yönetim süreçlerinde kullanılan başarı kriterleri belirlenmiştir. Sonrasında problemin çözümünde kullanılan Bulanık Delphi Analizi, Tereddütlü Bulanık SWARA ve Bulanık PROMETHEE metotlarının uygulama adımları yer almaktadır. Çalışmanın dördüncü bölümünde literatürdeki geleneksel proje yönetimi başarı kriterleri Bulanık Delphi Yöntemi kullanılarak uzmanlar tarafından değerlendirilmiştir. Değerlendirmeden geçen başarı kriterlerine Tereddütlü Bulanık SWARA Yöntemi ile önem ağırlıkları verilmiştir. Çalışmanın beşinci bölümünde 12 adet alternatif Endüstri 4.0 projesine Bulanık PROMETHEE yöntemi ile önem sırası verilmiş ve proje uygulama sırası belirlenmiştir. Çalışmanın son bölümü tartışma ve sonuç bölümlerini içermektedir. Bu çalışmanın sonunda elde edilen veriler ile işletmelere ve proje yöneticilerine dijitalleşme sürecinde yardımcı olacak bir yol haritasını çıkarılması hedeflenmektedir.

1. BÖLÜM: ENDÜSTRİ DEVRİMLERİ ve PROJE YÖNETİMİ

18. yüzyılda başlayan endüstri devrimleri, o güne dek kullanılan üretim metotlarını tamamen değiştirerek tüm dünyayı etkilemiştir. Endüstri devrimlerinde, sanayilerde meydana gelen değişim; insanların kendileriyle, birbirleriyle ve dünyayla olan etkileşimlerini değiştirmiştir (Schwab ve Davis, 2018). Sanayi devrimleri öncesinde insan, hayvan ve tarım gibi faktörlere dayanan ekonomi; sanayi devrimlerin başlangıcı ile birlikte değişmiştir. Sanayi devrimleri sayesinde ortaya çıkan yeni buluşlar kitle üretimine olanak sağlamıştır (Drath ve Horch, 2014).

Birinci sanayi devrimi, 1760-1840 yılları arasında İngiltere'de gerçekleşmiştir. Bilimin gelişerek sanayi sektörüne uygulanması ile önce buhar motoru ve daha sonra da lokomotif icat edilmiştir (Möller, 2016). Buhar gücünün büyük ölçekli kullanımı; mal ve hizmetlerin üretiminde meydana gelen artışın yanı sıra nakliye ve dağıtımın verimliliğini arttırmıştır. Bu dönemdeki buluşlar sayesinde otomasyon, makineler aracılığıyla yapılabilir hale gelmiştir. Birinci sanayi devrimi döneminde yaşanan gelişmeler; tarım ve çiftçilik toplumundan imalat ve sanayi toplumuna geçişi mümkün kılarak (Lanteri, 2019; Park, 2018; Schwab ve Davis, 2018) zanaat ile ilgili işlere olan bağımlılığı azaltarak makinelerin endüstriyel süreçleri bir parçası haline gelmesini sağlamıştır (Möller, 2016). Demiryolların, kanalların ve köprülerin inşası insanlar arasında bağlantıların gelişmesinin önünü açmıştır. Sanayi üretimi ivme kazandıkça, fabrikalar kurulmaya başlamış ve daha fazla sayıda insan fabrikalarda iş bulmak için kırsal bölgelerden şehirlere göç etmiştir. Bu durum üretim tesislerinin kapasitelerinin artmasına yol açmış ve şirketlerde yeni idari pozisyonların kurulmasına ihtiyaç duyulmuştur (Lanteri, 2019; Park, 2018; Schwab ve Davis, 2018).

İkinci sanayi devrimi, 19.yüzyılın ortalarında Amerika Cincinnati'eki hayvan kesim yerlerinde başlamıştır (Drath ve Horch, 2014). Endüstri 2.0'da meydana gelen gelişmeler; büyük ölçekli üretim kavramının tanıtılması, otomatik hat üretiminin yaratılmasını ve üretim maliyetlerinin düşürülmesini kapsamaktadır (Santos, 2018). İkinci sanayi devriminde aynı zamanda fikri mülkiyetin korunmasına

yönelik telif hakkı yasaları ve yeni kurumsal ve yasal önlemler hayata geçirilmiştir (Lanteri, 2019; Park, 2018; Schwab ve Davis, 2018).

Üçüncü sanayi devrimi 1950'lerde; elektronik bileşenlerin, transistörlerin ve mikroşlemcilerin icadı sayesinde daha güçlü bilgisayarların yapılması ile ortaya çıkmıştır. Üçüncü sanayi devrimi aynı zamanda "Dijital Devrim" olarak da adlandırılmaktadır (Lanteri, 2019; Park, 2018; Schwab ve Davis, 2018). Süreçlerin bilgisayarlaşması ve robotlaştırma gibi daha yenilikçi teknolojilerin kullanımı, 20. yüzyılın sonunda, özellikle internetin ortaya çıkışıyla birlikte artarak bir büyümüştür. İnternet üzerinden yapılan veri aktarımı, dünya çapındaki ticari ilişkilerin ve vatandaş hareketliliğinin büyümesini sağlamıştır. Biyoteknoloji, genetik ve nükleer enerji gibi konular da bu dönemde ortaya çıkmıştır (Müller ve diğerleri, 2018).

21. yüzyılın başında siber-fiziksel sistemlerin geliştirilmesi, büyük "nesne" ağlarının oluşturulması ve teknolojiye yaşanan gelişmeler; endüstride yıkıcı bir dönüşüme neden olmuştur. Dördüncü sanayi devrimi; üretim ortamının sayısallaştırılması ve otomasyonu için yeni teknolojileri ve yeni dijital değer zincirlerinin yaratılmasını kapsamaktadır. Bunlara ek olarak sistemlerin gerçek zamanlı izlenmesine ve karar vermeye izin veren akıllı sistemlerin geliştirilmesi de dördüncü sanayi devriminin unsurları içindedir. Gelişmiş ülkeler günümüzde sanayide değer yaratmak için Endüstri 4.0 teknolojilerinden yararlanmaktadırlar. (Schwab, 2016).

1.1. ENDÜSTRİ 4.0 VE DİJİTAL DÖNÜŞÜM

Endüstri 4.0'ın başlangıcında, dijital teknolojilerin kullanımına güçlü bir vurgu yapılmıştır. Daha sonra kuruluşlar ve araştırmacılar dijital teknolojilerin teknolojik bir değişimden daha fazlası olduğunu fark etmişlerdir (Henriette ve diğerleri, 2015). Dijital dönüşüm; şirketlerin iş süreçlerini, operasyonel rutinlerini ve organizasyon yeteneklerini etkilemekte olup (Li ve diğerleri, 2018) yıllarda; şirketlerin iş yapma şekillerinin yanı sıra tüketicileri, tedarikçileri ve diğer paydaşları ile ilişki kurma biçiminde de devrim yaratmıştır (Matarazzo ve diğerleri, 2021). Dijitalleşme; gelişen teknolojinin yanı sıra strateji, insan, kültür, yetenek gelişimi ve liderlik gibi kavramları da kapsamaktadır (Goran ve diğerleri, 2017).

Dijital dönüşüm; Verhoef ve diğerleri (2021)'a göre, "bir şirketin daha fazla değer yaratmak veya yeni bir dijital iş modeli geliştirmek için dijital teknolojileri kullanması" olarak tanımlanmaktadır. PwC (2013)'a göre dijital dönüşüm, internet destekli yeni teknolojilerin iş dünyasının ve sosyal hayatın temeli haline gelmesi demektir. Hess ve diğerleri (2016)'a göre dijital dönüşüm, dijital teknolojilerin iş modellerini değiştirmesi ve değişen iş modelleri sonucunda; ürünlerin, örgütsel yapıların ve süreçlerin değiştirmesine olanak sağlanmasıdır. Dijital dönüşüm; müşteri deneyimini iyileştirmek, otomasyon yoluyla operasyonların verimliliğini artırmak ve temel iş süreçlerini geliştirmek için yeni dijital teknolojilerin kullanılmasını ifade etmektedir (Horlacher ve diğerleri, 2016).

Dijital dönüşüm sürecinin temelinde yeni teknolojilere yatırım yapmak ve mevcut sistemlerin yerine daha iyi sistemler getirmek bulunmaktadır. Bu aşamalar önemli olmasına rağmen bu tanım, dijital dönüşümün tamamını yansıtmamaktadır. Eğer bir kuruluş, diğer kuruluşlar ile rekabet etmek istiyorsa yalnızca değişiklikleri kendine entegre eden tarafta değil yenilikleri bulan tarafta da yer almak zorundadır. Bunu başarmak için de şirketlerin ileriye dönük plan yapmaları ve geleceklerini bu doğrultuda tasarımları gerekmektedir. Dijital dönüşüm stratejisi de bu noktada başlamaktadır (Albukhitan, 2020).

World Economic Forum'un 2018 yılında hazırlamış olduğu rapora göre; havacılığın, seyahatin ve turizmin dijitalleşmesinin gelecek on yıl içinde endüstri ve toplum için 1 trilyon dolar değerinde katkı sağlaması öngörülmektedir. Aynı zamanda dijitalleşmenin toplumsal da faydaları bulunmakta olup tüketiciler için maliyet ve zaman tasarrufu sağlayacak ve çevresel ayak izini azaltacaktır.

1.2. PROJE YÖNETİMİ

PMI PMBOK'a göre proje; kendine özgü bir ürün, hizmet ya da sonucu ortaya çıkaran geçici bir çabadır. Her projenin belli bir başlangıcı ve bitişi vardır. Projeler, kuruluşların stratejik amaçlarını ve hedeflerini gerçekleştirme araçlarıdır. Bir proje belirli bir hedefe ulaşmak için organizasyonu bir durumdan diğerine götürmeyi amaçlamaktadır. PMI (2017)'a göre, programlar, bir grup halinde yönetilen projelerdir. Programlar sayesinde tek tek yönetildiğinde fayda elde edilemeyen projelerin bir grup halinde koordineli bir şekilde yönetilmesi ile

fayda sağlanması hedeflenmektedir. Aynı zamanda bir programdaki bazı projeler, programın kendisi tamamlanmadan önce de kuruluşa fayda sağlayabilmektedir. Program yönetimi ayrıca projeler arasında kaynakların koordine edilmesine ve önceliklendirilmesine yarar sağlamaktadır. PMI (2014)'a göre; portföy, stratejik hedeflere ulaşmak için bir grup olarak yönetilen projeler, programlar, diğer portföyler ve operasyonlar olarak adlandırılmaktadır. Portföy yönetimi temelde proje ve program yönetiminden farklıdır. Proje ve program yönetimi, projeleri doğru bir şekilde yürütmek ve teslimatla ilgilidir. Bunun aksine, portföy yönetimi, projeleri bir yatırım portföyü olarak seçip yöneterek doğru zamanda doğru projeleri yapmaya odaklanmaktadır. İyi bir portföy yönetimi, projeleri bir kuruluşun stratejik yönüyle uyumlu hale getirerek, sınırlı kaynakları en iyi şekilde kullanarak ve projeler arasında sinerji oluşturarak iş değerini artırmaktadır (Oltmann, 2008). Bu kapsamda; proje, program ve portföy yönetimi birbirleri ile karşılaştırıldığı zaman farklı teknikler ve bakış açıları gerektirir.

PMI PMBOK, proje yönetimini proje gereksinimlerini karşılamak için bilgi, beceri, araç ve tekniklerin proje aktivitelerine uygulanması olarak tanımlamaktadır. Proje yönetiminin amacı, yapılan işe değer katmaktır (Morris, 2003). Anantatmula (2020)'a göre; proje yönetimi; muhasebe, karar bilimleri, ekonomi, finans ve yönetim gibi çeşitli akademik disiplinlerin bütünleşmesidir. Bu disiplinlerin bütünleştirilmesinde sistem yaklaşımı kullanılmaktadır. Aynı zamanda proje yönetimi, paydaş beklentilerini karşılamak için deneyim, bilgi, beceri, araç ve teknikleri verimli ve etkili bir şekilde kullanma sanatı ve bilimi olarak tanımlanmaktadır. Söderlund (2004)'a göre; modern proje yönetiminde, planlama odaklı tekniklerdeki nicel araştırmalar ile birlikte mühendislik bilimleri ve optimizasyon teorisi de yer almaktadır.

Proje yönetimi, organizasyon içinde kontrolden sorumlu bir yapıda olduğu için başlangıçta projenin doğru planlanmaması projenin ilerleyen aşamalarında kuruluş için ciddi sorunlara yol açabilmektedir (Esteves ve diğerleri, 2020a). Birçok kuruluş karmaşık projeleri yönetmek için yeterli olmayan proje yönetimi çözümlerini kullanmaktadır. Kuruluşların çoğu, gelişmiş proje yönetimi uygulamalarını kullanarak elde edilebileceği faydalardan habersizdir (Braglia ve Frosolini, 2014).

PMI Pulse of the Profession (2015) raporuna göre projelerin yüzde 80'ini veya daha fazlasını zamanında, bütçesinde ve belirlenen hedef içinde tamamlayarak yüksek performanslı olarak tanımlanan kuruluşlar; kanıtlanmış proje, program ve portföy yönetimi uygulamalarına bağlı kalmanın riskleri azalttığını, maliyetleri düşürdüğünü ve başarı oranlarını arttırdığını belirtmektedir. Proje yönetimi zihniyeti etrafında bir kültür inşa etmek kuruluşların sürdürülebilir bir rekabet avantajının kazanılmasını sağlamaktadır (Businesswire, 2016).

1.2.1. Proje Yönetiminin Tarihçesi

Son yıllarda yönetim bilimlerindeki alanlarından hiçbiri proje yönetimi kadar değişmemiştir. Proje yönetimi araçlara ve yöntemlere bağlı bir yaklaşımdan davranışsal ve teknik yeterlilik alanlarını da kapsayan bir yönetim disiplini haline geldi (Gemünden ve Schoper, 2015). Proje yönetimi anlayışı ilk çıktığı zamandan günümüze kadar zamanla gelişmiştir, ancak proje yönetimindeki temel amaç her zaman projeleri başarılı bir şekilde teslim etmek olmuştur.

Kwak (2003), modern proje yönetimi tarihini; 1958 öncesi, 1958-1979, 1980-1994 ve günümüz olmak üzere dört döneme ayırmıştır.

1940'larda nükleer bomba geliştirmek için ortaya çıkan Manhattan projesi birçok araştırmacı tarafından modern proje yönetiminin başlangıcı olarak görülmektedir. Shenhar ve Dvir (2007)'a göre Manhattan Projesi'nde; projeyi yönetmek için organizasyon, planlama ve yönlendirme ilkeleri kullanılmıştır.

1950 ve 1960 yılları arasında proje yönetimi; iş kırılım yapılarını, kazanılmış değer hesaplamalarını, PERT gibi araç ve teknikleri içermektedir (Morris ve Geraldı, 2011). 1969'da Proje Yönetim Enstitüsü'nün kurulması, proje yönetiminin bir mesleğe dönüştürmesi konusunda ilk büyük adım olmuştur. Proje yönetimi; artan standardizasyon, kavramların sürekli iyileştirilmesi ve bilgisayar yazılımının geliştirilmesiyle zamanla sanattan bilime dönüşmüştür (Kabeyi, 2019).

70'ler, 80'ler ve sonrasında proje ortamı giderek daha karmaşık hale gelmiştir. 1970'lerde bilgisayarların daha uygun fiyatlı hale gelmesiyle satın alınabilirliği artış gösterdi. Bu artış proje yönetimi yazılım şirketlerinin ortaya çıkmasını kolaylaştırmıştır (Seymour ve Hussein, 2014).

1980'li yıllarda bilgisayarlarda çalışan proje bilgi sistemleri tanıtıldı. Proje stratejisini teknolojiyi yöneten sponsorlarla uyumlu hale getirmek, paydaşları etkilemek, uygun bir iletişim platformu oluşturmak, liderlik, ekip çalışması gibi konulara önem verildi (Kabeyi, 2019).

Son 10 yılda proje yönetim alanında yapılan çalışmalara bakıldığı zaman bu alandaki çalışmaların proje yönetiminde olgunluk modeli, çevik portföy yönetimi ve sürdürülebilir proje yönetimi alanlarında yoğunlaştığı görülmektedir (Wawak ve Woźniak, 2020).

APM (2019a)'nın yayınladığı "The Golden Thread" raporu proje sektörünün ekonomik değerini gösteren bir çalışmayı içermektedir. Bu rapora göre; proje yönetimi mesleğinin yaptığı katkı, pazarlama (35,5 milyar sterlin), inşaat (113 milyar sterlin) ve finansal hizmetler (115,3 milyar sterlin) dahil olmak üzere çok sayıda diğer meslek ve sektörün tahmini brüt katma değerinden (GVA) daha ağır basmaktadır. Dünya çapında proje odaklı ekonomik faaliyetin değeri artmakta olup 2013'te ekonomik faaliyetlerin değeri 12 trilyon ABD doları iken 2027'de 20 milyar ABD dolarına çıkması öngörülmektedir. Bu sayede proje bazlı rollerde çalışan kişi sayısı artacaktır.

1.2.2. Proje Yönetiminde Endüstri 4.0

Lehmann (2010), proje yönetiminin zaman içindeki kavramsal gelişimi üzerine yaptığı araştırmasında geleneksel proje yönetimi ve yeni proje yönetimi olmak üzere iki ana yaklaşımı özetlemiştir. Bu iki yaklaşım arasındaki temel fark, proje yönetimi görünümünün mekanikten organiğe değişmesidir. Bu değişim, işletmelerin odaklarının değişmesine ek olarak teknolojik ilerlemelerden, küreselleşmeden ve müşteri odaklılığı gibi dış faktörlerden kaynaklanmaktadır. Yeni proje yönetimi yaklaşımına geçiş Whyte ve diğerleri (2016) tarafından yapılan araştırmalarda da desteklenmiştir. Bu araştırmalarda temel olarak; dijital olarak etkinleştirilmiş organizasyonlar, tüketici elektroniği ve yazılım geliştirme gibi gelişmekte olan endüstrilerin yükselişi nedeniyle yeni yaklaşımların proje yönetimi alanında etki olduğu belirtilmiştir.

Taner ve Biçer (2020), teknolojinin proje yönetimi faktörleri üzerindeki etkisini ortaya çıkarmak için bir analiz yapılmıştır. Çalışmasında teknolojik gelişmelerin

proje yönetimi faktörleri (organizasyon, koordinasyon, verimlilik, standardizasyon, kısıtlamalar) üzerindeki etkisine ilişkin bulguları elde edilmiştir. Endüstri 4.0 Teknolojilerinin Proje Yönetimi Faktörlerinde Kullanılması Tablo 1’de yer almaktadır.

Tablo 1. Endüstri 4.0 Teknolojilerinin Proje Yönetimi Faktörlerinde Kullanılması

Faktörler	Faktörlerde Yer Alacak Sorumluluklar	Geleneksel Proje Yönetimi	Modern Proje Yönetimi (Endüstri 4.0)
Organizasyon	Proje takımları gerçek zamanlı raporlar hazırlayabilir	X	✓
	Bulut bilişim sistemleriyle farklı birimlerdeki çalışanlarla sürekli iletişim kurabilme becerisi	X	✓
	Yönetim ekibiyle internet ve teknolojik araçlar sayesinde iletişim kurabilme	X	✓
	Sorunları ve sorunların çözümlerini gerçek zamanlı olarak tanımlayabilme	X	✓
Koordinasyon	Bilgisayar tabanlı araçlar ve simülasyon ile etkili iletişimin sağlanması	X	✓
	Nesnelerin internetinin ile gerçek zamanlı işçilik ve malzeme verilerine ulaşabilme	X	✓
	Büyük ve bulut sistemlerinin kullanımı ile proje paydaşları ile gerçek zamanlı koordinasyon sağlanması	X	✓
Verimlilik	Nesnelerin internet teknolojisi sayesinde üretim sürecindeki malzemelerin izlenebilmesi	X	✓
	Üretim süreçlerinde otonom robotların kullanılması sayesinde makine ve insan kaynaklarının sorunlardan kaçınılması	X	✓

	Simülasyon ve bilgisayar tabanlı araçların kullanımı ile mühendislik kaynaklı sorunların azalması	X	✓
Standardizasyon	Proje ve malzeme standartları hakkında bilgi içeren büyük veri ve bulut bilişim sistemlerinin kullanılması	X	✓
	Siber güvenlik sistemleri ve ürün standartları hakkındaki bilgilerin korunması	X	✓
	Simülasyon, katmanlı üretim sistemi ve artırılmış gerçeklik teknolojilerinin kullanılarak üretim standartlarının belirlenmesi	X	✓
Kısıtlar	Sistem entegrasyonu, bulut bilişim sistemleri ve katmanlı üretim sistemlerini kullanılması ile yönetim sürecinin dış etkenlerden daha az etkilenmesinin sağlanması	X	✓

Kaynak: (Taner ve Biçer, 2020)

Tabloda 1'de yer alan bilgiler incelendiği zaman Endüstri 4.0 teknolojilerinin geleneksel proje yönetimindeki sorunlara gerçek zamanlı çözümler getireceği ve iletişim alanında olumlu katkıları bulunacağı görülmektedir.

Endüstri 4.0'ın gelişiyle birlikte şirketler; büyüme ve gelişmesine yön veren yeni teknolojileri şirketlerinde değerlendirmek ve yeni senaryoya uyum sağlamak zorunda kalmıştır. Bu değişikliklerin bir sonucu olarak, proje yönetimi birçok şirketin dijital dönüşüm başarısı için kritik bir hale gelmiştir (Santos, 2018). Dijitalleşme, teknik süreçleri, organizasyonel formları ve yönetsel uygulamaları etkileyen, sektörler ve ülkeler arasında bir olgudur. Değişim için genellikle araç olarak kullanılan proje yönetimi, dijital dönüşümün yönlendirilmesinde ve uygulanmasında da önemli bir role sahiptir (Braun ve diğerleri, 2020).

Klasik proje yaklaşımında; projeler benzersiz görevleri, geçici organizasyonları ve stratejik yapı taşlarını içermektedir. Dördüncü sanayi devriminde işletmelerin, kalitelerini kaybetmeden daha fazla çeviklik kazanacak şekilde süreçlerini iyileştirmesi için proje yönetimi araçlarına yönlendirmelidirler (Esteves ve diğerleri, 2020). Bu nedenle geleneksel proje yönetimi stratejilerinin Endüstri 4.0'a uyarlanması gerekmektedir. Endüstri 4.0'da proje yöneticileri; nesnelere

interneti, sistem entegrasyonu, otonom sistemler, artırılmış gerçeklik, simülasyon, büyük veri, siber güvenlik ve bulut teknolojisinin gibi yeni teknolojiler ile karşılaşmaktadırlar (Thee ve Kham, 2018). Dijital yenilikler, projelerin maliyeti ve kalitesi üzerinde beklenenden daha az önemli bir etkiye sahip olsa bile dijital yeniliklerin benimsenmesi kuruluşların rekabet edebilmesi için gereklidir. (Morford, 2020)

İnşaat ve mühendislik alanında faaliyet gösteren Stoll şirketi, sosyal medya uygulamasında dijital dönüşümden faydalanarak şirketteki proje ve takım çalışmasını iyileştirmiştir (Klein, 2020). Slovenya merkezli bir sigorta şirketi olan Triglav Grup, 2013 yılında müşteri odaklı dijital dönüşüm projesini başlatmaya karar vermiştir. Proje kapsamında, şubelerine kendi tasarladıkları finans, bordro ve IT sistemlerini kurmuş ve bu sürecin yönetimini proje yönetim ofislerine devretmişlerdir. Triglav Grup'un proje yönetim ofisinin dijitalleşme konusundaki çalışmalarından sonra şirketin online satışlarında %160 artış meydana gelmiş ve işletme maliyetlerinde %15 azalmaya sağlanmıştır (PMI, 2019).

Literatürde, proje yönetimi alanında dijitalleşme ile ilgili çalışmalar incelendiği zaman çalışmaların özellikle 2017 senesinden sonra yoğunlaştığı görülmektedir. Khan (2020)'nin yapmış olduğu araştırmada; Endüstri 4.0 kavramlarının proje yönetimi, proje izleme ve kontrolü aşamalarında uygulanmasını konu almıştır. Morford (2020)'nin dijital dönüşümün proje yönetim ofislerine uygulanması üzerine çalışması bulunmaktadır. Simion ve diğerlerine (2018) göre, Endüstri 4.0'da proje yönetimi; dijitalleştirme, sanallaştırma, uluslararası olma, profesyonelleştirme, çevik proje yönetimi, proje-organizasyon ilişkisi gibi kavramları kapsamaktadır.

Marnewick ve Marnewick (2020), makalesinde Endüstri 4.0'da gelecekte proje ekip üyelerinden beklenenleri ve bu beklentileri karşılamak için gerekli olan yetkinliklere odaklanmıştır. Çalışmanın sonunda gelecekteki proje ekibi üyelerinin, eleştirel düşünme ve problem çözme becerilerine sahip olması gerekeceği belirtilmiştir. Çalışmada ek olarak yapay zekaya sahip robotların ekip üyeleri olarak tanıtılmasıyla birlikte gelecekteki proje ekiplerinin yapısının büyük ölçüde değişeceği vurgulanmaktadır.

Feise ve von Hatzfeldt (2019), bir bilgi teknolojileri şirketinde; dijitalleşmenin proje takımları üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Bajwa ve Deichmann (2018), bulut tabanlı proje yönetimi araçlarının proje yöneticileri tarafından benimsenme düzeyini araştırmıştır. Esteves ve diğerleri (2020), Endüstri 4.0'da proje yönetiminin önemini ve dördüncü sanayi devriminde proje yöneticilerinin sahip olması gereken yetenekleri incelemiştir. Blaskovics (2018), dijitalleşmenin proje yöneticileri üzerindeki etkilerini araştırmıştır. Barthel ve Hess (2019) yaptıkları çalışmada dijital dönüşüm projeler ile geleneksel proje yönetimleri arasındaki farkını incelemiş bu durumu dört nicel vaka çalışması üzerinde ele almışlardır. Pinto ve diğerleri (2021), dijital dönüşüm projelerinin analizini ve seçimini yapabilmek için kullanılması gereken senaryoları araştırmış ve Brezilyalı yedi telekomünikasyon operatöründe GTM (ground theory method)'i uygulamıştır. Kaya ve diğerleri (2014), İsveç'te ürün geliştirme çalışmalarındaki sapmaları yönetmek için yaygın olarak kullanılan "Digital Pulse Methodology" yönetimin şirketlerin küresel projelerini de kapsayıcı bir şekilde genişletmiştir. Milin ve Arsenijević (2012), proje yönetimde yazılım araçlarının kullanımı ile projelerin başarısı arasındaki bağlantıyı araştırmıştır. Yapılan araştırmaya katılanların %70'inden fazlasının çalışmalarında proje yönetimi için herhangi bir yazılım aracı kullanmadığı ancak bu durumun proje yönetim sürecinin kalitesini doğrudan düşürdüğünü ve proje üzerinde olumsuz etkileri olduğunu belirtmiştir. Ribeiro ve diğerleri (2021), Endüstri 4.0'da proje yöneticilerinin sahip olması gereken bilgi ve becerileri incelemiştir. Morford, (2020) proje bazlı şirketlerde dijitalleşme ve proje yönetiminin arasındaki ilişkiyi açıklamış ve dijitalleşmenin proje yönetim ofislerine uygulanması çalışmıştır. Taner ve Biçer (2020), Endüstri 4.0'da kullanılan teknolojilerin proje yönetimine etkileri alanında çalışma yapılmıştır. Marnewick ve Marnewick (2020) hazırladıkları makale çeşitli liderlik tarzlarına ve yeni teknolojilerin uygulanması için hangi liderlik tarzının daha uygun olduğuna odaklanmıştır. Ek olarak hazırladıkları makale, 4. Sanayi Devrimi sırasında proje ekiplerini yönetmek için en iyi yolun hangi olduğuna dair de katkıda bulunmaktadır.

Dijitalleşme ve buna bağlı olarak bilgi teknolojisindeki hızlı ilerlemeler; projeyi maliyet, zaman ve kalite gibi kriterlere uyumlu bir halde yürütülebilmek için

kullanılan çeşitli araç ve tekniklerde de değişikliklere yol açmıştır (Bajwa ve Deichmann, 2018). Bu durum proje yönetimi bilgi alanlarında da değişikliklere neden olmaktadır. Proje yönetimi bilgi alanları entegrasyon, kapsam, zaman, maliyet, kalite, kaynak, iletişimi, tedarik, paydaş ve risk yönetimi olmak üzere on bölüme ayrılmaktadır (PMBOK, 2017):

- 1) Proje entegrasyon yönetimi: Proje yönetimi süreç grupları içindeki çeşitli süreçleri ve proje yönetimi faaliyetlerini belirlemek, tanımlamak, birleştirmek, birleştirmek ve koordine etmek için süreçleri ve faaliyetleri içerir.
- 2) Proje kapsam yönetimi: Projenin başarılı bir şekilde tamamlanması için gerekli tüm işleri ve sadece gerekli işleri içermesini sağlamak için gerekli süreçleri içerir.
- 3) Proje zaman Yönetimi: Proje çizelgesi yönetimi, projenin zamanında tamamlanmasını yönetmek için gereken süreçleri içerir.
- 4) Proje maliyet yönetimi: Projenin onaylanmış bütçe dahilinde tamamlanabilmesi için planlama, tahmin, bütçeleme, finansman, finansman, yönetim ve maliyetleri kontrol etme ile ilgili süreçleri içerir.
- 5) Proje kalite yönetimi: Paydaşların beklentilerini karşılamak için proje ve ürün kalite gereksinimlerini planlama, yönetme ve kontrol etme ile ilgili organizasyonun kalite politikasını dahil etme süreçlerini içerir.
- 6) Proje kaynak yönetimi: Projenin başarılı bir şekilde tamamlanması için ihtiyaç duyulan kaynakları belirleme, edinme ve yönetme süreçlerini içerir.
- 7) Proje iletişim yönetimi: Proje bilgilerinin zamanında ve uygun şekilde planlanması, toplanması, oluşturulması, dağıtılması, depolanması, geri alınması, yönetimi, kontrolü, izlenmesi ve nihai olarak elden çıkarılmasını sağlamak için gereken süreçleri içerir.
- 8) Proje risk yönetimi: Bir projede risk yönetimi planlaması, tanımlama, analiz, müdahale planlaması, müdahale uygulaması ve risk izleme süreçlerini içerir.
- 9) Proje tedarik yönetimi: Proje ekibi dışından ihtiyaç duyulan ürünleri, hizmetleri veya sonuçları satın almak veya elde etmek için gerekli süreçleri içerir.

10) Proje paydaş yönetimi: Projeyi etkileyebilecek veya projeden etkilenebilecek kişileri, grupları veya kuruluşları belirlemek, paydaş beklentilerini ve bunların proje üzerindeki etkilerini analiz etmek ve paydaşların proje kararlarına etkin bir şekilde dahil edilmesi için uygun yönetim stratejileri geliştirmek için gerekli süreçleri içerir.

Simion ve diğerlerinin (2018), Endüstri 4.0 teknolojilerinin proje yönetimi bilgi alanlarından yedi tanesinde meydana getirdiği yeniliklerle ilgili çalışması bulunmaktadır. Tablo 2'de Endüstri 4.0'ın proje yönetimi bilgi alanlarında meydana getirdiği değişiklikler yer almaktadır.

Tablo 2. Endüstri 4.0'da Proje Yönetimi Bilgi Alanları

Proje Yönetimi Bilgi Alanları	Endüstri 4.0'ın proje yönetimine getirdiği yenilikler
Zaman Yönetimi	Projelerin gerçek zamanlı izlenebilmesi Proje raporları hazırlarken yaşanan zaman kayıplarını ortadan kaldırma
Maliyet Yönetimi	Maliyet ilerlemelerinin gerçek zamanlı takip edilebilmesi Proje maliyetleri tahmininde bulunabilme
Kalite Yönetimi	Kalite kontrol aşamasının otomatikleşmesi Proje kalite kontrol aşamasının dijitalleşmesi
Ekip Yönetimi	Sanal ekiplerin ortaya çıkması Kolektif zekâdan yararlanması
İletişim Yönetimi	Proje iletişim süreçlerinin hızlanması Projede insan-makine veya makine-makine iletişiminin kullanılması Proje raporlarının otomatik hazırlanması
Risk Yönetimi	Projenin yürütme aşamasında simülasyonundan yararlanılması Büyük veri sayesinde risklerinin tanımlanmasını ve analiz edilebilmesi
Tedarik ve Kaynak Yönetimi	Tedarik aşamasında etkili bilgi paylaşımı Tedarik zinciri süreçlerinin dijitalleşmesi

Kaynak: (Simion ve diğerleri, 2018)

Endüstri 4.0'ı karakterize eden on bir tane teknoloji bulunduğunu ifade etmiştir. Bu teknolojiler nesnelerin interneti, akıllı fabrikalar, siber fiziksel sistemler, üç boyutlu yazıcılar, büyük veri, bulut bilişim sistemi, siber güvenlik, sistem entegrasyonu, otonom robotlar, artırılmış gerçeklik ve simülasyondur. Bu teknolojilerin birlikte uyum içinde kullanılması şirketin dijital dönüşümü yakalaması için önemlidir. Bu teknolojiler şu şekilde tanımlanabilir (Ömürgönülşen, 2019):

- 1) Nesnelerin interneti, nesnelerin birbirleri ile iletişim kurması, etkileşime girmesi ve veri bulunması olarak tanımlanmaktadır. Nesnelerin birbirleriyle olan iletişimleri gerçek zamanlı veriler elde edilmektedir. Bu durumda gerçek zamanlı karar vermeyi mümkün hale getirecektir.
- 2) Akıllı fabrikalar, insanlar faktörünün önemli ölçüde kısıtlandığı ve üretimle ilgili verilen otomatik olarak elde edildiği ortamlardır. Akıllı fabrikalar sayesinde üretim süreçleri tamamen değişerek daha güvenli, daha düşük maliyetli ve çevre dostu sistemler meydana gelecektir. Bu fabrikalarda; makine öğrenimi, otomasyon, yapay zekâ gibi kavramlar üretim süreçleriyle entegre bir hale gelmektedirler.
- 3) Siber fiziksel sistemler, akıllı nesnelerin birbirleri ile iletişimi geçmesini sağlayan teknolojilerdir. Bu sistemlerin temel amacı gerçek zamanlı veri elde ederek ve veri aktarımı yaparak akıllı kontrol ve üretim sistemini oluşturmaktır. Siber fiziksel sistemler sensörler yardımıyla fiziksel ve sanal dünyayı birbirine bağlamaktadır.
- 4) Üç boyutlu yazıcılar, fiziksel bir nesnenin tabakalar halinde basılarak yaratılması sürecidir. Bu süreçte üç boyutlu dijital çizimler veya modeller kullanılmaktadır. Bu tip yazıcılar özellikle sınırlı sayıda üretilmesi gerekli olan özel ürünlerin üretiminde kullanılmaktadır. Aynı zamanda müşterinin talepleri en kısa sürede üretmek ve tasarım değişikliği yapmak daha kolay hale gelmektedir.
- 5) Büyük veri, veri kümelerinden anlamlı bilginin elde edilmek olarak tanımlanabilir. Büyük veri; hacim, hız, çeşitlilik, doğruluk ve değer olmak üzere beş tane bileşenden oluşmaktadır. Veri büyüklüğünün ve çeşitliliğinin artması ile birlikte büyük verilerin saklanması maliyetli bir hal

almıştır. Bu sorunun üstesinden gelmek için veri sıkıştırma ve boyut indirgeme gibi yöntemler kullanılmaktadır.

- 6) Bulut bilişim sistemleri büyük veri kavramı ile birlikte gelen veri saklama sorununa etkili bir şekilde çözüm üretmektedir. Bu teknoloji sayesinde işletmeler verilerini veri merkezleri yerine internet ortamında depolamaktadırlar. Bu sayede verilere istenildiği zaman ulaşılabilme imkânı sağlanmaktadır.
- 7) Siber güvenlik: Büyük veri ve bulut bilişim sistemlerinin avantajları ile birlikte verinin saklanmasında güvenlik sorunu da gündeme gelmiştir. Bu teknoloji sayesinde bilgisayar ağı saldırısına karşı önlem alınmaktadır.
- 8) Sistem entegrasyonu, sistemlerin kullanılabilirliğini arttırmak için birçok alt sistemin birbirleriyle entegre olarak çalışması olarak tanımlanmaktadır. Yatay, dikey ve uca dijital entegrasyon olmak üzere üç farklı çeşidi bulunmaktadır. Yatay entegrasyon, bilişim teknolojilerinin firma içindeki farklı aşamalara (tedarik, lojistik, üretim vb.) entegre edilmesini tanımlarken dikey entegrasyon hiyerarşik düzeylere (üretim yönetimi ve şirket planlama) entegre edilmesi olarak tanımlanabilir. Dikey entegrasyon ve yatay entegrasyon uçtan uca dijital entegrasyonun için zemin oluşturmaktadır. Uçtan uca entegrasyon, mühendislik sürecinin tamamı boyunca sağlanan entegrasyonun gerçek ve dijital dünyada bir ürünün tüm değer zinciri boyunca ve farklı firmalar arasında sağlanması olarak ifade etmektedir
- 9) Otonom robotlar, bilgisayar programı aracılığı ile çalışan ve programlanan görevleri yerine getiren makinelerdir. Üretiminde daha hızlı yapılabilmesi için fabrikaların üretim hatlarında robotlardan yararlanılmaktadır. Bu sayede iş gücü verimliliği artmakta ve insan kaynaklı hatalar azalmaktadır.
- 10) Arttırılmış gerçeklik, insanların duyularını etkileyecek verilerin bilgisayar aracılığı ile insanların algısına sunulması olarak adlandırılmaktadır. Bu teknoloji özellikle eğitim faaliyetlerinde kullanılmaktadır.
- 11) Simülasyon, matematiksel bir model aracılığı ile gerçek bir sistemin temsil edilmesi olarak tanımlanmaktadır. Deneyler modelin girdileri değiştirilerek defalarca tekrarlanır. 5000 tane simülasyon 5000 tane deney sonucu

demektir. Yalnız bu teknik optimizasyondan farklı olarak tek bir en iyi sonucu ortaya koymaz.

Dijital dönüşümde kullanılan teknolojiler, organizasyonlarda ilerleme sağlamaktadır. Aynı zamanda proje yönetimini optimize etmeye yardımcı olarak gerçek zamanlı karar vermeye ve proje üzerinde gerçekleştirilen faaliyetlerin daha iyi kontrol edilmesine de katkıda bulunmaktadır (Silva, 2017). Endüstri 4.0'da teknolojilerinin proje yönetimindeki kullanım alanların Tablo 3'de yer almaktadır.

Tablo 3. Proje Yönetiminde Kullanılan Endüstri 4.0 Teknolojileri

Kullanılan Teknoloji	Kullanım Alanları
Büyük Veri	Veri, Endüstri 4.0'ı harekete geçiren kavramdır. Veriler sayesinde yöneticilere gerçek zamanlı olarak üretim koşullarını, pazarın durumu ve süreçlerin nasıl optimize edileceğini gösterilmektedir. Proje yöneticisi üretimi iyileştirmek, sorunları tahmin etmek ve sürdürülebilir proje kararları alabilmek için doğru raporlara ihtiyaç duymaktadır.
Otomasyon ve Sensörler	Projenin yürütme aşaması süreç otomasyonuna göre optimize edilmektedir. Verilerin kullanımıyla tekrarlayan ve koşullu faaliyetler, makine öğrenimi yoluyla otomatikleştirilebilir. Bu sayede üretim hızını artırmış meydana gelir ve hatalar azalır.
Nesnelerin İnterneti	Projelerin üretim sürecindeki zekâ, her şeyi daha özerk hale getirmektedir. Nesnelerin interneti sayesinde üretim süresini kısaltmakta ve ürünlerin kalitesini artırmaktadır.
Üç Boyutlu Yazıcılar	Üç boyutlu yazıcılar, daha az atıkla özel parçaların işlenmesinde esneklik sağlamaktadır. Bu durum ise proje yöneticisine parçanın üretimi sırasında zaman ve esneklik avantajı yaratmaktadır.

Kaynak: (Esteves ve diğerleri, 2020b)

Tablo 3'de yer alan teknolojiler özellikle proje yöneticisine katkı sağlayarak yöneticinin projeyi daha yakın takip etmesine olanak sağlamaktadır.

2. BÖLÜM: LİTERATÜR TARAMASI

Bu bölümde, hangi faktörlerin projelerde başarıyı etki ettiğine yer verilerek bu alanda yapılan çalışmalar derlenecektir. Dijital dönüşüme etki eden faktörler ile proje yönetimine etki eden faktörler arasında bir ilişki kurulmaya çalışılacaktır.

2.1. PROJELERDE BAŞARI FAKTÖRLERİNİN BELİRLENMESİ

Proje başarısına etki eden faktörler proje yönetimi alanında tartışılan bir olgudur. Farklı proje türleri arasındaki başarı faktörlerinden bazıları ortak olmakla birlikte belirli projeler için geçerli olan benzersiz kriterler ve faktörler bulunmaktadır.

Kuruluşlar, proje yönetim alanında sergiledikleri düşük performans nedeniyle projelere ve programlara yatırdıkları her 1 milyar dolar için ortalama 109 milyon dolar harcamaktadırlar. PMI tarafından 2015 yılında hazırlanan Pulse of the Profession raporuna göre; yüksek performanslı kuruluşlar, düşük performanslı kuruluşlara göre on üç kat daha az para harcamaktadır. Aradaki farkın nedeni yüksek performans gösterenler şirketlerin temel proje ve program uygulamalarını benimsemesi ve kurumsal başarı sayesinde rekabet avantajı kazanması olarak gösterilmektedir (Businesswire, 2016).

Araştırmacılara göre proje başarısı farklı şekillerde tanımlanabilmektedir. Proje başarısı, birçok özelliği kapsayan karmaşık ve çok boyutlu bir kavram olarak kabul edilmiştir (Mir ve Pinnington, 2014). Projeler benzersizdir ve bu nedenden dolayı proje başarı kriterleri de bir projeden diğer projeye göre farklılık göstermektedir (Müller ve Turner, 2007)

Geleneksel proje yönetiminde proje başarısının ana göstergesi; zaman, bütçe ve kapsamın karşılanması olarak kabul edilmektedir. Günümüzde ise sadece bu üç kritere göre başarı değerlendirmesi yapmak yanıltıcı olabilir. Zaman ve bütçe kısıtlamalarını karşıladıkları için 'başarılı' olarak kabul edilen projeler müşteri ihtiyaç ve gereksinimlerini karşılamada başarısız olabilirler (Zabaleta ve diğerleri, 2016). Thomas ve Fernández (2008)'e göre proje başarısı için ortak bir yaklaşım tanımlamak mümkün olmamakla birlikte önemli olan hangi faktörlerin proje

başarısını en iyi şekilde temsil ettiğidir. Her bir projenin; başarı faktörleri belirleyen proje hedefi, proje paydaşları, proje çevresi ve riskleri gibi dikkate alınması gereken belirli özellikleri vardır (Cserhádi ve Szabó, 2014). Beleiu ve diğerlerine (2015) göre proje başarısı; önceden belirlenmiş zaman, maliyet ve performans koşullarına uygun olarak planlanan hedeflere ulaşılmasıdır. Kandelousi ve diğerlerine (2011)'e göre; proje başarı faktörleri, projelerin başarılı bir şekilde tamamlanma olasılıklarını arttırmakta olup bu faktörlerin ciddiye alınmaması projenin başarısız olmasına neden olabilir (Cserhádi ve Szabó, 2014). Kötü proje yönetimi ile projeleri tamamlamak mümkün olsa da uygulanan proje yönetimi uygulamaları ile proje başarısı arasındaki ilişki önemlidir (Venczel ve diğerleri, 2021). Proje başarı faktörleri tanımları son yıllarda sürekli değişerek daha stratejik ve bütüncül bir bakış açısına sahip olmuştur (Jugdev ve Müller, 2005). Ancak proje başarı faktörlerinin bu evrimi tek başına proje hedeflerinin başarılı bir şekilde uygulanmasını garanti edemez (Cserhádi ve Szabó, 2014). Projeye etki eden başarı faktörleri açısından birçok çalışma ve iyileştirme yapılmasına rağmen çok fazla sayıda projenin başarısız olduğunu bilinmektedir (Kutsch, 2008).

Projelerde başarı faktörlerinin tanımlanması ve belirlenmesi için literatürde 1988 yılından itibaren çalışmalar bulunmaktadır. Bu alanda yapılan ilk çalışmalarda (Pinto ve Slevin, 1998) bir projenin başarısını veya başarısızlığını etkileyen faktörleri ortaya çıkarmaya odaklanarak proje başarısı; bir plana bağlı kalma, projeyi maliyetleri belirlenmiş bir bütçe dahilinde tutma ve belirlenen hedeflere ulaşma olarak tanımlamıştır. (Belassi ve Tukul, 1996; Cooke-Davies, 2002; Gemuenden ve Lechler, 1997) proje başarı faktörlerini sınıflandırmaya ve başarı faktörleri için tutarlı bir model oluşturmaya çalışmıştır. Belassi ve Tukul (1996)'e göre proje başarı faktörleri; projeye ilgili faktörler, proje yöneticisi ve ekibiyle ilgili faktörler, organizasyonla ve dış çevreyle ilgili faktörlerdir. Gemuenden ve Lechler (1997), literatürde daha önce yapılan ampirik başarı faktörü çalışmalarının karşılaştırmalı analizine dayanarak, kavramsal bir başarı faktörü modelini geliştirmiştir. Bu çerçeveye ilgili olarak üst yönetimin ve proje ekibinin nitelikleri ile iletişimin proje başarısı üzerinde önemli bir etkisi olduğu ortaya çıkmıştır. Cooke-Davies (2002), başarı faktörlerini; proje yönetimi etkinliğinin başarısı,

proje başarısı ve tutarlı proje başarısı olmak üzere üç farklı düzeyde incelemiştir. Jugdev ve Müller (2005), proje başarısı için dört gerekli faktör önermiştir. Önerdiği faktörler; projeye başlamadan önce paydaşlarla başarı kriterleri üzerinde anlaşması, proje sahibi ve proje yöneticisi arasında iş birliğine dayalı bir çalışma ilişkisi, proje yöneticisinin özel durumlarda belirli bir esneklikle yetkilendirilmesi ve proje sahibinin projenin performansına olan ilgisidir.

Cserhádi ve Szabó (2014) yapmış olduğu çalışmada proje hedeflerinin uygulanması sırasında paydaşların memnuniyeti, proje liderliği, ortaklarla iletişim ve proje paydaşlarının faktör olarak önemi vurgulanmıştır. Aynı zamanda bu çalışmada proje yöneticilerinin gelecekte dikkatlerini teknik yönden ziyade insan ilişkilerine vermeleri gerektiği sonucu ortaya çıkmıştır. Ortaya çıkan sonuca göre, bir etkinliğin tanımlanması ve planlanması aşamalarında proje yönetimi yöntem ve teknikleri esastır. Ancak uygulama sırasında başarı; sosyal beceriler ve uygun iletişim ile sağlanabilir.

Unterhitzenberger ve Bryde (2019), projelerin başarısını etkileyen beş ana kategori ve kırk üç faktör için kavramsal bir çerçeve geliştirmiştir. Beş ana faktör şu şekilde sıralanabilir: Proje yönetimi eylemleri, projeye ilgili faktörler, dış çevre, proje prosedürleri ve insanla ilgili faktörlerdir (Chan ve diğerleri, 2004). Beş kategorinin tümü birbiriyle ilişkilidir. Bu durum beş faktörün proje performansı için hayati önem taşıdığı ve hiçbir faktörün tek başına başarıyı garanti edemeyeceği anlamına gelmektedir. Gündüz ve Yayha (2015) tarafından yapılan çalışmada inşaat sektöründe insan ve yönetimle ilgili faktörlerin önemini bir kez daha vurgulayan bir başarı faktörleri hiyerarşisi geliştirmiştir. Bununla birlikte, başarı faktörleri arasındaki ilişkilerin oldukça karmaşık olduğunu ve bunları aşırı basitleştirme eğilimi olduğunu da belirtmek önemlidir (Unterhitzenberger ve Bryde, 2019).

Naoum ve diğerleri (2000)'nin çalışmasının amacı, özellikle inşaat projelerinde uygulanan proje yönetim sisteminde başarıya ve başarısızlığa katkıda bulunan faktörleri belirlemektir. Elde edilen sonuçlara göre proje başarısı, proje yönetim ekibi tarafından yönlendirilen stratejik, yapısal, teknik ve yönetsel yönlerin kombinasyonu olarak açıklanmıştır. Bu faktörler şu şekilde açıklanmaktadır:

- 1) Stratejik alt sistem:(i) proje hedefi ve müşteri kriterlerinin oluşturulması; (ii) kapsam ve iş tanımının netliği.
- 2) Yapısal alt sistem: (i) müşterinin organizasyon yapısı; (ii) proje yöneticisi yetkisi ve etkisi ve (iii) proje ekibi çalışması
- 3) Teknik alt sistem: (i) planlama ve programlama teknikleri ve (ii) proje maliyet tahmini ve kontrolü.
- 4) Yönetimsel alt sistem: (i) proje yöneticisi özellikleri ve (ii) proje ekibinin karar verme sürecine katılım düzeyi.

Venczel ve diğerleri (2021), projelerdeki başarı faktörlerinin belirlenmesi için yaptıkları çalışmalar kapsamında; en az beş yıllık deneyime sahip ve en az üç projeyi tamamlamış proje yöneticileri ile görüşmüştür. Proje Yöneticilerinin geri bildirimlerine dayalı olarak araştırma anketi yapılmıştır. Ankette, proje entegrasyonu, proje iletişimi, proje kapsamı, proje takvimi, proje bütçesi, proje kaynakları, personel dalgalanması, projenin raporlanması ve izlenmesi, projeye direnç, proje kapsamı gibi başarı faktörleri belirlenmiştir.

Radujković ve Sjekavica (2017a) çalışmasında başarı faktörleri üç farklı kategoride gruplandırmıştır. Bu kategoriler şunlardır;

- 1) Proje yöneticisi ve proje ekibi üyelerinin davranışsal, teknik ve bağlamsal yetkinlikleri, proje yönetimi yetkinliğinin unsurları,
- 2) Organizasyonel kültür, yapı, yeterlilik, çevre
- 3) Proje yönetimi metodolojileri, yazılımlar, araçlar, teknikler, risk değerlendirme araçları, iletişim destek araçları

Baccarini (2008), proje yönetimindeki başarı faktörlerini beş kategoride özetlemiştir. Bu kategoriler; proje ekibi, etkin risk yönetimi, etkili satın alma, etkili paydaş yönetimi, gerçekçi bütçe ve proje planıdır (Zaied ve diğerleri, 2014).

Zabaleta ve diğerleri (2016), Kuzey İspanya'daki Bask Ülkesinde 121 proje yöneticisinin katılımıyla yapılan bir anket aracılığıyla bazı faktörlerin ile proje başarısı arasındaki bağlantıyı incelenmiştir. Çalışmanın sonucunda, proje başarısının en önemli faktörü proje yöneticisinin becerilerinin ve özellikleri olması olarak ortaya çıkmıştır.

PMI's Pulse of the Profession raporunda yer alan çok uluslu şirketlerde ve devlet kurumlarında çalışan 2800 proje lideri ve uygulayıcısının katılımı ile yapılan anket

sonucunda, en yüksek performansı gösteren kuruluşların iş modellerini ve yetenek yönetimi uygulamalarını proje yönetimi ilkeleriyle uyumlu hale getirme konusunda proaktif olduklarını ortaya çıkarmıştır. (Businesswire, 2016)' göre bu ilkeler şunlardır;

- 1) Proje yönetiminin değerini tam olarak anlamak
- 2) Aktif olarak çalışan yönetici sponsorlarına sahip olmak
- 3) Projeleri stratejiye uygun hale getirmek
- 4) Proje yönetimi yeteneğinin geliştirilmesi ve sürdürülmesi
- 5) İyi uyumlu ve etkili bir PMO oluşturmak
- 6) Kuruluş genelinde standartlaştırılmış proje yönetimi uygulamalarını kullanmak

Westerveld (2003), çalışmasında proje başarısını etkileyen proje dış faktörleri hesaba katarak kritik başarı faktörleri için bir çerçeve oluşturmuştur. Oluşturduğu bu çerçeveye göre proje başarısı için tek bir başarı faktörü yerine birçok faktörün göz önünde bulundurulması gerektiği belirtilmektedir.

Projelerde başarı faktörün konusunu temel alan geçmiş çalışmalar incelenmiştir. Bu çalışmalarda üzerinde durulan başarı faktörleri Tablo 4'de liste halinde yer almaktadır.

Tablo 4. Projelerin Başarısına Etki Eden Faktörler

Başarı Faktörleri	Alt Faktörler	Literatürde Yer Aldığı Çalışma
Proje Yöneticisi	Proje yöneticilerinin teknik alanlarla kıyasla insan ilişkilerinde ve sosyal becerilerde başarılı olması	(Cserháti ve Szabó, 2014)
	Proje yöneticisinin liderlik tarzı	(Yang, Huang ve Wu, 2011)
	Proje yöneticisinin becerilerinin ve özellikleri	(Zabaleta ve diğerleri, 2016)
	Proje ekibinin karar verme sürecine katılım düzeyi	(Naoum ve diğerleri, 2000)
	Proje yöneticisinin ekiple iletişimi	(Yang ve diğerleri, 2011)
Paydaşlar	Proje ekibi çalışması	(Naoum ve diğerleri, 2000)
	Paydaşların memnuniyeti	(Cserháti ve Szabó, 2014)

	Ortaklarla iletişim ve iş birliği	(Cserhádi ve Szabó, 2014)
	Etkili paydaş yönetimi	(Baccarini, 2020)
	Müşterinin organizasyon yapısı	(Naoum ve diğerleri, 2000)
Planlama	Projeye başlamadan önce paydaşlarla başarı kriterleri üzerinde anlaşması	(Jugdev ve Müller, 2005)
	Proje hedefi ve müşteri kriterlerinin oluşturulması	(Naoum ve diğerleri, 2000)
	Kapsam ve iş tanımının netliği	(Naoum ve diğerleri, 2000)
Üst Yönetim	Proje sahibi ve proje yöneticisi arasında iş birliğine dayalı bir çalışma ilişkisi	(Jugdev ve Müller, 2005)
	Proje sahibinin projenin performansına olan ilgisi	(Jugdev ve Müller, 2005)
	Proje yöneticisinin özel durumlarda belirli bir esneklikle yetkilendirilmesi	(Jugdev ve Müller, 2005)
	Gerçekçi bütçe	(Baccarini, 2020)
	Üst yönetimin desteği	(Kandelousi ve diğerleri, 2011)
	Organizasyonel kültür, yapı, yeterlilik, atmosfer,	(Kandelousi ve diğerleri, 2011)
Proje Ekibi	Proje yöneticisi ve proje ekibi üyelerinin davranışsal, teknik ve bağlamsal yetkinlikleri, proje yönetimi yetkinliğinin unsurları,	(Radujković ve Sjekavica, 2017b)
Proje yönetimi araçları	Proje yönetimi metodolojileri, yazılımlar, araçlar, teknikler, risk değerlendirme araçları, iletişim destek araçları.	(Radujković ve Sjekavica, 2017b)
Proje yönetimi	Planlama ve programlama teknikleri, proje maliyet tahmini ve kontrolü.	(Naoum ve diğerleri, 2000)
	Proje Yönetim Standartlarını Uygulamak	(Crawford, 2005)

Tablo 4’de yer alan faktörler incelendiği zaman çalışmaların üst yönetim, paydaşlar ve proje yöneticisi gibi insan kaynaklı faktörlerde yoğunlaştığı

görülmektedir. Tabloda yer alan çalışmalar geleneksel proje yönetiminde alanında yapılan araştırmaları kapsamaktadır. Dijital dönüşümde proje yönetimi başarısı için hangi faktörlerin daha önemli olduğu ile ilgili bir çalışma ile karşılaşılmamıştır.

2.2. DİJİTAL DÖNÜŞÜMDE BAŞARI FAKTÖRLERİ

Dijital dönüşüm; müşteri ilişkilerinde ve şirketlerin iç süreçleri değer yarattığı için herhangi bir sektörde faaliyet gösteren bütün şirketler için büyük önem taşıyan dünya çapında güncel bir konudur (Zaoui ve Souissi, 2020). Ancak organizasyonlar sadece dijital ortama geçmekle başarıya ulaşamazlar. Başarı, birçok teknolojiye ve başarı faktörlerine bağlıdır (Fairoos ve diğerleri, 2020; Zaoui ve Souissi, 2020).

McKinsey, dijital dönüşümün üzerine yıllarca yapılan anket araştırmasının sonuç raporunu 2018 yılında yayınladı. Yayımlanan rapor şirketlerin dijital dönüşüm başarısının yüzde otuzdan daha az olduğunu ortaya koyarak dijital dönüşüm kavramının aslında düşünüldüğünden daha da zor olduğunu göstermektedir. Ankete katılanların yüzde on altısı, kuruluşlarının dijital dönüşümü başarılı bir şekilde iyileştirmesine rağmen uzun vadede değişiklikleri sürdürmek için kendilerini geliştirmediklerini belirtmiştir. Çoğu kuruluş dijital dönüşüm süreçlerini adapte ederken başarısız olmaktadır. Bu başarısızlığın nedenleri, Endüstri 4.0 teknolojileri hakkında bilgi eksikliği ve değişen çevreyle birlikte gelen liderlik sorunu ve kurumsal liderlerin farkındalık yaratmaları için yeterli zamana sahip olmamasıdır (Fairoos ve diğerleri, 2020).

Literatürde dijitalleşme alanındaki başarı faktörleri ile çalışmalar bulunmaktadır. Morakanyane ve diğerleri (2020) araştırmasında, "Dijital örneklemeler, dijital yolculuklarında başarılı olmalarını sağlamak için ne yaparlar ve bunu nasıl yaparlar?" sorusuna yanıt aramaktadırlar. Bolatan ve Gözlü (2019), Endüstri 4.0 projelerine geçiş süreçlerinde kritik başarı faktörlerini tanımlamış olup Türkiye'de faaliyet gösteren 31 şirketi kapsayacak bir araştırma yapmıştır. Araştırmanın sonucunda büyük veri yönetimi, Endüstri 4.0'ın en önemli başarı faktörü olarak tespit edilmiştir. Akıllı fabrikalar ikinci en önemli başarı faktörü olarak

tanımlanırken en önemli üçüncü başarı faktörünün stratejik vizyon olduğu belirtilmiştir.

Moeuf ve diğerleri (2020) araştırmasında KOBİ'lerde Endüstri 4.0'ı uygulamak için riskleri, fırsatları ve kritik başarı faktörlerini belirlemeyi hedeflemiştir. Araştırmanın sonucunda eğitimin, başarılı olabilmek için birinci önceliğe sahip olması gerektiği ve bir Endüstri 4.0 projesinin başarısı için KOBİ'lerin dış uzmanlar tarafından desteklenmesi gerektiğinden bahsedilmektedir. Jonathan (2020)'nın kamu sektöründe dijital dönüşümde için gerekli olan başarı faktörlerini üzerine çalışması bulunmaktadır. Cichosz ve diğerleri (2020), lojistik hizmet sağlayıcılarında dijital dönüşümün engelleri, başarı faktörleri ve öncü uygulamaları ile ilgili araştırma yapmıştır. Osmundsen ve diğerlerine (2018) göre dijital dönüşümde başarılı olabilmek için yedi tane başarı faktörü bulunmakta olup bu faktörler; destekleyici ve çevik organizasyon kültürü, iyi yönetilen dönüşüm faaliyetleri, bilgiden yararlanmak, yöneticileri ve çalışanları dahil etmek, bilgi sistemi alanındaki kabiliyetleri arttırmak, dinamik yetkinlikleri geliştirmek, dijital iş stratejisini geliştirerek bilgi sistemlerin sürece dahil etmek olarak sıralanabilir. Errays ve Tourabi (2021), makalesinde işletmelerin dijital dönüşümünün başarısına katkıda bulunabilecek faktörleri anlamayı amaçlamıştır. Araştırma sonunda görüşmecilerin dijital dönüşümün uygulanmasına yönelik olumlu bir tutum sergiledikleri ortaya koymuştur. Dijital dönüşümün başarısının temel olarak içsel faktörlere (nitelikli personel, fon eksikliği, lider desteği, teknolojinin kabulü vb.) ve devlet desteği ile ilgili dışsal bir faktöre bağlı olduğu vurgulanmaktadır. Mc Kinsey'nin 2018 yılında yayınladığı çalışma sonuçları, şirketlerin başarılı dijital dönüşümleri diğerlerinden ayıran teknoloji destekli değişiklikleri tam olarak nasıl yapmaları gerektiğini göstermektedir. Araştırma, başarılı bir dönüşümün şansını artıracak bir dizi faktörü açıklamıştır. Bu faktörler beş kategoriye ayrılmaktadır.

- 1) Yerinde doğru, dijital anlayışlı liderlere sahip olmak
- 2) Geleceğin işgücü için yetenekler oluşturma
- 3) İnsanları yeni yöntemlerle çalışmaya teşvik etmek
- 4) Günlük araçları dijitalleştirmek
- 5) Dijital yöntemlerle iletişim kurmak.

Dijital dönüşümün önündeki engeller; dijital teknolojinin maliyeti, dijital dönüşümle ilişkili risk, destekleyici bir organizasyon kültürünün olmaması, dijital becerilerin eksikliği, veri yönetiminin zorluğu ve standardizasyon zorluğu olarak tanımlanabilir (Morford, 2020).

Literatürde yer alan dijital dönüşüm başarı faktörleri ile ilgili çalışmalar incelenmiştir. Araştırmaların sonuçlarında ağırlıklı olarak aşağıda yer alan başarı faktörleri tanımlanmaktadır.

- 1) Destekleyici ve çevik organizasyon kültürü
- 2) İyi yönetilen dönüşüm faaliyetleri
- 3) Bilgiden yararlanmak
- 4) Yöneticileri ve çalışanları dahil etmek
- 5) Bilgi sistemi alanındaki kabiliyetleri arttırmak
- 6) Dinamik yetkinlikleri geliştirmek
- 7) Dijital iş stratejisini geliştirerek bilgi sistemlerin sürece dahil etmek
- 8) Dijital bakış açısına sahip liderler
- 9) Geleceğin İşgücü için yetenekler oluşturmak
- 10) İnsanları yeni yöntemlerle çalışmaya teşvik etmek
- 11) Günlük araçları dijitalleştirmek
- 12) Geleneksel ve dijital yöntemlerle sık sık iletişim kurmak
- 13) Veri Yönetimi

2.3. PROJE YÖNETİMİNDE DİJİTAL DÖNÜŞÜMDE PROJE BAŞARI FAKTÖRLERİ

Capture (2021) tarafından proje yönetim süreçlerinde dijitalleşmenin kullanılması şirketlerde “başarıyı hızlandırıcı” olarak tanımlamıştır. Bir şirketin dijital dönüşümü, birbirini etkileyen birçok departman arasındaki projeler ile tanımlanmaktadır. Uygun yönetim araçları, karmaşıklığın üstesinden gelmeyi ve şirket genelinde dijitalleşmeyi stratejik olarak uygulamayı kolaylaştırmakta olup dijital dönüşümde profesyonel proje yönetimi için aşağıda yer alan aşamaların önemi vurgulanmaktadır:

- 1) Şirketin dijitalleşme stratejisi ile proje uygulamalarının bir araya gelmesi için stratejik öngörünün ve operasyonel mükemmelliğin hayata geçirilmesi

- 2) Mevcut bütçeleri ve insan kaynağını iyi şekilde kullanmak için kaynakların optimum şekilde kullanılması
- 3) Başarılı bir paydaş yönetimi için rakamlardan ve verilerden yararlanarak iletişim sanatını kullanılması
- 4) Yüksek performanslı bir proje organizasyonu geliştirmek en iyi uygulamaların seçilmesi
- 5) Düzenli analizler ile risk yönetiminin yapılması

3. BÖLÜM: METODOLOJİ

Bu bölümde çalışmada kullanılan çok kriterli karar verme yöntemlerine ve bulanık mantık teorisine yer verilecektir.

3.1. ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİ

Çok kriterli karar verme yöntemleri, 1960'lı yıllarda karar verme sürecine yardımcı olacak bazı tekniklere ihtiyaç duyulmasıyla birlikte gelişmeye başlamıştır (Genç ve Urfalıoğlu, 2013). Langemeyer ve diğerlerine (2016) göre çok kriterli karar analizi; karar verme süreçlerini şeffaf ve tutarlı bir şekilde yapılandırmak ve resmileştirmek için bir dizi yöntemden oluşan çok adımlı bir süreçtir. Bir problemin çözümü için birçok alternatif olduğu zaman en iyi maliyet kriterlerine, çevreye en düşük etkiye ve iyi enerji verimliliğine sahip en uygun alternatifi bulmak önemlidir. Böyle bir durumda alternatifleri karşılaştırmak için çok kriterli karar analiz yöntemleri kullanılmaktadır (Zlaugotne ve diğerleri, 2020).

Bir ÇKKV sürecinde izlenen ortak prensipler aşağıdaki gibidir (Majumder, 2015):

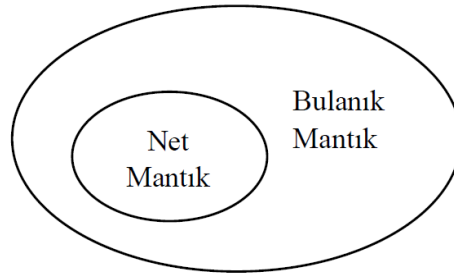
- **Kriterlerin Seçimi:** Seçilen kriterlerin; kararlar ile uyumlu olması, birbirlerinden bağımsız olması, aynı ölçekte temsil edilebilir olması, ölçülebilir olması ve alternatiflerle ilişkinin bulunmaması gerekmektedir.
- **Alternatiflerin Seçimi:** Seçilen alternatiflerin; ulaşılabilir ve uygulanabilir olması gerekmektedir.
- **Önem Derecesini Gösteren Ağırlıklandırma Yöntemlerinin Seçimi:** Ağırlıklandırmalar, farklı önem derecelerine veya dengeli önem derecesine sahip olabilirler.

ÇKKV metotları, birden fazla kriter içeren karar ve planlama problemlerinde kullanılmaktadır. Amaç, karar vericilere uygun bir çözüm sunmaktır. Bu tip problemlerde tek bir en iyi sonuç bulunmamakta olup karar vericilerin problem çözümlerinde kendi tercihlerini kullanmaları gerekebilir.

Çalışma sırasında uzmanların karar verirken yaşayabileceği kararsızlıklar göz önünde bulundurularak çok kriterli karar verme yöntemleri ile bulanık mantık teorisi bir arada kullanılmıştır.

3.1.1. Bulanık Mantık

Bulanık mantık, klasik mantıksal sistemlerin bir uzantısı olarak görülmekte olup belirsizlik ortamındaki bilgi temsili problemler ile başa çıkmak için etkili bir kavramsal çerçeve sunmaktadır (Zedeh, 1989). Bulanık analiz, belirsizlik ile ilgili problemlerin çözümü için bir yöntemi ifade etmekte olup mühendislik, planlama ve üretim gibi birçok uygulamada karar verme problemlerinde kullanılmaktadır (Coroiu, 2015). Bulanık mantık kavramı aslında klasik küme teorisinin bir genellemesidir ve bulanık küme teorisine dayanmaktadır. Klasik küme teorisi, bulanık kümeler teorisinin bir alt kümesi olup ikisi arasındaki ilişki Şekil 1’de gösterilmektedir (Dernoncourt, 2013).



Şekil 1. Bulanık Kümeler Teorisi ve Klasik Küme Teorisi Arasındaki İlişki

Bulanık küme teorisi, “kesin olmayan ve belirsiz verilerle ilgili birçok problemin çözülmesine izin veren” klasik küme teorisinin bir çeşidi olarak kabul edilmektedir (Balmat ve diğerleri, 2011). Bulanık mantığın yetersiz bilgiyi hesaba katmasından dolayı bulanık mantık kullanılan yöntemlerinin deterministik yöntemlerin sonuçlarına göre daha doğru olduğu görülmektedir (Adar ve Kılıç Delice, 2018). Bulanık mantık teorisinde, üyelik fonksiyonu aracılığıyla her bir elemana bir üyelik derecesi atanmaktadır. Üyelik dereceleri $[0,1]$ kapalı aralığında değerler almaktadır. Bir eleman için üyelik derecesi 1’e eşit ise bu elemanın kesinlikle kümenin elemanı olduğu söylenebilir. Benzer şekilde bir elemanın üyelik derecesi 0’a eşit ise bu elemanın kümenin elemanı olmadığı söylenebilir. Yani “1” değeri kesin olarak kümeye ait olmayı gösterirken “0” değeri ise kümeye ait olmamayı göstermektedir (Çitli, 2006).

3.1.1.1. Bulanık Sayılar

Bulanık sayı kavramı “8’e yakın” veya “3 civarında” gibi kesin olmayan sayısal nicelikleri tanımlamak için kullanılmaktadır. Bulanık sayıların tanımlanmasında kullanılan üyelik fonksiyonları $\mu_{\tilde{A}}(x)$ olarak gösterilir ve $[0,1]$ aralığında değer almaktadır. $\mu_{\tilde{A}}(x)$ değeri 1’e ne kadar yakın ise x elemanının da kümedeki üyelik derecesi artmaktadır (Çitli, 2006).

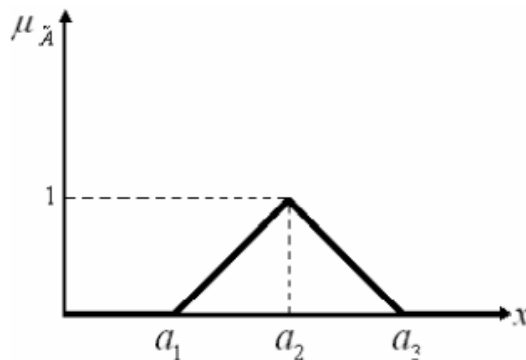
Nicel verilerin bulanık değerlerini karakterize etmek için üçgensel veya yamuk bulanık sayılar ile dilsel değişkenler kullanılmaktadır.

a) Üçgensel Bulanık Sayılar

Üçgensel Bulanık Sayılar, $A = (a_1, a_2, a_3)$ olarak ifade edilmektedir. a_1 parametresi en küçük değeri, a_2 parametresi alınabilecek en büyük değeri ve a_3 parametresi en geniş değeri temsil etmektedir. Üçgensel bulanık sayı Denklem 1’de gösterilmektedir.

$$\mu_{\tilde{A}}(x) = \begin{cases} 0, & x < a_1 \\ \frac{x - a_1}{a_2 - a_1}, & a_1 \leq x \leq a_2 \\ \frac{a_3 - x}{a_3 - a_2}, & a_2 \leq x \leq a_3 \\ 0, & x > a_3 \end{cases} \quad (1)$$

Üçgensel bulanık sayının yapısı Şekil 2’de gösterilmektedir.

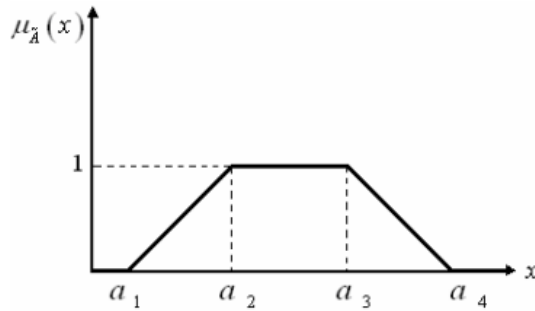


Şekil 2. Üçgensel Bulanık Sayı

b) Yamuk Bulanık Sayılar

Yamuk bulanık sayılar $A = (a_1, a_2, a_3, a_4)$ olarak gösterilmektedir. $[a_2, a_3]$ aralığı büyüklüğün kesin bir şekilde gösterildiği sayılar ile ifade edilirken a_1 ve a_4 sırasıyla alt ve üst sınırları ifade etmektedir. $A = (a_1, a_2, a_3, a_4)$, $a_1 < a_2 < a_3 < a_4$ olacak şekilde tanımlanacak olursa bu üyelik fonksiyonu Şekil 3'de yer alan yapıdadır (Kaufmann ve Gupta, 1988).

$$\mu_{\tilde{A}}(x) = \begin{cases} 0, & x < a_1 \\ \frac{x - a_1}{a_2 - a_1}, & a_1 \leq x \leq a_2 \\ 1, & a_2 \leq x \leq a_3 \\ \frac{a_4 - x}{a_4 - a_3}, & a_3 \leq x \leq a_4 \\ 0, & x > a_4 \end{cases} \quad (2)$$



Şekil 3. Yamuksal Bulanık Sayı

3.1.1.2. Bulanık Kümeler

Bulanık kavramı, olasılık dağılımları şeklinde tanımlanabilen belirsiz niceliklerin matematiği olarak adlandırılmaktadır. Bulanık kümeler teorisinin amacı, belirsizlik içeren veya tanımlaması güç kavramlara üyelik derecesi atayarak bu kavramları belirli hale getirmektir. Modern mantıkta bir kümenin elemanları ya kümenin elemanıdır ya da kümeye ait değildir. Bu tür elemanların meydana getirdiği kümelere kesin kümeler adı verilmektedir. Bulanık kümeler ise bu yaklaşımdan uzak bir görüşe sahiptir (Çitli, 2006).

Kesin kümelerde; A kümesinin üyelik fonksiyonu $x \in X$ ve $A \subseteq X$ olmak üzere aşağıdaki gibi ifade edilir. Üyelik fonksiyonu klasik kümelerde Denklem 3'de belirtildiği üzere 0 veya 1 olarak tanımlanmaktadır. Eleman kümeye aitse eleman 1 değeri alacaktır. Tersi durumda ise elemana 0 değeri alacaktır.

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 1, & x \in A \\ 0, & x \notin A \end{cases} \quad (3)$$

Bulanık kümelerde ise üyelik dereceleri Denklem 4'de gösterildiği $[0,1]$ aralığında değer almaktadır. $\mu_{\tilde{A}}(x)$ değeri 1'e ne kadar yaklaşırsa x elemanının kümedeki üyelik derecesi de o kadar artmaktadır.

$$\mu_{\tilde{A}}(x) : X \rightarrow [0,1] \quad (4)$$

\tilde{A} bulanık kümesi x elemanı ve $\mu_{\tilde{A}}(x)$ derecesinin bir kümesi olarak tanımlanabilir.

$$\tilde{A} = \{(x, \mu_{\tilde{A}}(x)) \mid x \in X\} \text{ veya } \tilde{A} = \frac{\mu_{\tilde{A}}(x_1)}{x_1} + \frac{\mu_{\tilde{A}}(x_2)}{x_2} + \dots + \frac{\mu_{\tilde{A}}(x_n)}{x_n} = \sum_{i=1}^n \frac{\mu_{\tilde{A}}(x_i)}{x_i} \quad (5)$$

$\mu_{\tilde{A}(x)}$ ve $\mu_{\tilde{B}(x)}$ üyelik fonksiyonları ile tanımlanması yapılan \tilde{A} ve \tilde{B} bulanık kümeleri kapsamındaki temel işlemler aşağıda yer almaktadır (Koçak, 2016).

a) Eşit Bulanık Kümeler:

$$\tilde{A} = \tilde{B} \Leftrightarrow \mu_{\tilde{A}}(x) = \mu_{\tilde{B}}(x) \quad \forall x \in U \quad (6)$$

b) Kapsama İşlemi:

$$\tilde{A} \subset \tilde{B} \Leftrightarrow \mu_{\tilde{A}}(x) \leq \mu_{\tilde{B}}(x) \quad \forall x \in U \quad (7)$$

c) Birleşim İşlemi:

$$\mu_{\tilde{A} \cup \tilde{B}}(x) = \max[\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(x)] \quad \forall x \in U \quad (8)$$

d) Kesişim İşlemi:

$$\mu_{\tilde{A} \cap \tilde{B}}(x) = \min[\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(x)] \quad \forall x \in U \quad (9)$$

e) Tümleyen İşlemi:

$$\mu_{\tilde{A}}(x) = 1 - \mu_{\tilde{A}}(x) \quad \forall x \in U \quad (10)$$

3.1.1.3. Tereddütlü Bulanık Kümeler

Karar verici kişilerin kriterlerin önemini belirlerken yaşayabileceği kararsızlıklar elemanın üyelik derecesinin belirlenmesini güçleştirmektedir (Başar, 2017). Tereddütlü Bulanık Sayılar (HFS), elemanların üyelik derecelerinin bir bulanık kümeye atanması sırasında ortaya çıkabilecek kararsızlıktan kaynaklanan belirsizliği modellemeyi amaçlayan bulanık kümelerin bir uzantısıdır (Rodriguez ve diğerleri, 2014). Tereddütlü Bulanık Sayılar ile karar verme yöntemi nitel kriterlerin değerlendirilmesinde; karar vericinin, içerdiği serbest içerikli terim kümesi ile insanın kararsız doğasına yakın ve esnek bir şekilde değerlendirmesini sağlamaktadır. Bu yöntem sayesinde uzmanların görüşlerini verdikleri zaman üyelik derecelerini tanımlarken yaşadığı kararsızlık göz önünde bulundurabilmektedir (Adar ve Kılıç Delice, 2018).

Zedeh (1989), bulanık küme teorisini, üyelik derecesinin sadece $[0,1]$ aralığında tanımlı olacağı şekilde modellenmiştir. Atanassov (1986) ise tereddütlü bulanık küme teorisine üyelik derecesinin yanı sıra üye olmama derecesini de ilave etmiştir. Tereddütlü bulanık küme teorisinde $[0,1]$ aralığında hem üyelik olma derecesi hem de üye olmama dereceleri yer almaktadır. Bu durum değerlendirildiği zaman Zedeh (1989)'in geleneksel bulanık küme teorisindeki üye olma ve üye olmama derecesinin toplamı 1'e eşittir. Tereddütlü bulanık küme teorisinde ise üye olma ve üye olmama derecelerinin toplamı 1'e eşit olmak zorunda değildir. Bu nedenle Atanassov (1986) derecelerin toplamını 1'e eşitlemek için tereddüt derecesi (hesitancy degree) adı verilen üçüncü bir parametre tanımlamıştır (Yıldırım, 2019). Tereddüt derecesi uzmanların bir elemanın, kümenin üyesi olma veya olmama dereceleri dışında kalan ve üyelik durumunun net olarak belirleyemediği koşullarda kullanılmasıdır. Tereddütlü

bulanık kümelerde tereddüt derecesi uzman tarafından 0 olarak ifade edildiği koşullarda küme, klasik bulanık küme olarak adlandırılmaktadır (Aydın, 2020).

Tereddütlü bulanık \tilde{A} kümesinde, üyelik derecesi $\mu_{\tilde{A}}(x)$ ve üye olmama derecesi $v_{\tilde{A}}(x)$ olarak tanımlanmaktadır.

$$\tilde{A} = \{ \langle x, \mu_{\tilde{A}}(x), v_{\tilde{A}}(x) \rangle \mid x \in X \} \quad (11)$$

$$\mu_{\tilde{A}}(x) : X \rightarrow [0,1] \quad , \quad v_{\tilde{A}}(x) : X \rightarrow [0,1] \quad (12)$$

$$0 \leq \mu_{\tilde{A}}(x) + v_{\tilde{A}}(x) \leq 1 \quad (13)$$

Sezgisel kümelerde tereddüt derecesi Denklem 14'deki gibi hesaplanmaktadır.

$$\mu_{\tilde{A}}(x) = 1 - \mu_{\tilde{A}}(x) - v_{\tilde{A}}(x) \quad \forall x \in X \quad (14)$$

3.1.1.4. Dilsel Değişkenler

Dilsel terimler, Bulanık kümeler ve üyelik fonksiyonu ile ilişkili değişkenleri temsil etmek için kullanılmaktadır. Dilsel terimler doğal cümlelerle ifade edilir ve üçgensel bulanık sayılara dönüştürülür (Sumrit, 2020). Üçgensel bulanık sayılar dilsel değerlendirmelerin belirsizliğini gidermek, kullanım ve hesaplama kolaylığı sağlamak için kullanılmaktadır (Kannan ve diğerleri, 2014). Dilsel değişkenler ve bulanık sayılar arasındaki ilişki Tablo 5'de gösterilmektedir.

Tablo 5. Dilsel Değişkenler ve Bulanık Sayılar

Dilsel Değişkenler	Bulanık Sayılar
Çok Düşük (ÇD)	(0, 0, 0.1)
Düşük (D)	(0, 0.1, 0.3)
Orta Derece Düşük (ODD)	(0.1, 0.3, 0.5)
Ortalama (O)	(0.3, 0.5, 0.7)
Orta Derece Yüksek (ODY)	(0.5, 0.7, 0.9)
Yüksek (Y)	(0.7, 0.9, 1.0)
Çok Yüksek (ÇY)	(0.9, 1.0, 1.0)

Kaynak: (Chen ve Hwang, 1992)

Tablo 5’de yer alan dilsel değişkenler (0,1) aralığındaki üçgensel bulanık sayılara denk gelmektedir. Bulanık sayılardaki ilk parametre dilsel değişkenin en düşük değeri, son parametre ise değişkenin en geniş değeri ifade etmektedir.

3.2. BULANIK KARAR VERME YÖNTEMLERİ

Bu bölümde ÇKVV yöntemleri ve bulanık mantık teorisinin bir arada uygulanmasından ve bulanık mantık ile birlikte ÇKVV yöntemlerinin klasik uygulama adımlarında meydana gelen farklılıktan bahsedilecektir. Çalışmada Bulanık Delphi, Tereddütlü Bulanık SWARA ve Bulanık PROMETHEE yaklaşımları kullanılmıştır.

3.2.1. Delphi Yöntemi

Delphi çok yönlü bir anket olup daha önceden oluşturulan sorular hakkında uzmanların görüşlerini toplamak için kullanılan bir prosedürdür (Hierro ve diğerleri, 2021). Delphi metodu, yapısal araştırmalara dayanır ve çoğunlukla uzman olan katılımcıların sezgisel ve mevcut bilgilerinden yararlanır. Delphi Metodu iyi yapılandırılmış bir iletişim tekniğidir ve ilk olarak 1940’larda Rand Corporation tarafından yöneylem araştırmasında geliştirilmiştir (Garai ve Roy, 2013).

Geleneksel Delphi yöntemi yaygın olarak etkili bir araç olarak kabul edilmesine ve çok çeşitli uygulamalarda kullanılmasına rağmen insan yargısının öznel bir kavram olarak kabul edilmesi nedeniyle uzmanların görüşlerindeki belirsizlikle ilgili sorunlar karşısında yeterli olmamaktadır. Uzmanlar, Delphi yöntemi ile gerçek hayatta kendilerine iletilen sorulara tam ve eksiksiz cevap veremezler. Bu nedenle her zaman doğru ve gerçekçi sonuçlar elde edilemez.

Proje yöneticileri gerçek hayat problemlerinde birbiriyle çelişen birden fazla hedefle uğraşmak zorundadırlar. Çoğu zaman çelişen bu hedefler ile ilgili bilgiler ya eksiktir ya da bulunmamaktadır. (Grisham, 2009)’a göre, Delphi yaklaşımı, proje yönetimi alanındaki problemlerini araştırmak için seçilebilecek en iyi yaklaşımdan biridir testlerin veya nicel analizin titizliğini sunmamasına rağmen

uzman görüşü alınması gereken konularda uygun bir bilimsel bir metodoloji sağlamaktadır.

3.2.1.1. Bulanık Delphi Yöntemi

Delphi yönteminde yıllar içinde çeşitli modifikasyonlar ve iyileştirmeler yapılmış olup en büyük değişimlerden birisi bulanık küme teorisinin tanıtılmasıyla meydana gelmiştir. Bulanık Delphi yöntemi, uzman görüşlerinde yer alan belirsizliği göz önünde bulundurmak ve yorumlamak için geliştirilmiştir (Hierro ve diğerleri, 2021). Bulanık Delphi Yönteminin uygulanması uzman görüşleri arasındaki belirsizliklerin çözülmesine katkı sağlayacaktır. Bulanık Delphi yönteminde uzmanlarla iletişim kurma şekli Delphi yöntemiyle aynıdır. Ancak Bulanık Delphi yönteminde daha iyi sonuçlara ulaşmak için kullanılan istatistiksel araç daha gelişmiş ve ayrıntılıdır.

Bulanık Delphi yönteminin klasik Delphi yöntemine göre avantajları bulunmaktadır. Klasik Delphi yöntemi, uzman görüşleri arasındaki tutarlılığını sağlamak için çok boyutlu araştırma zorunluluğu getirirken; bulanık Delphi yönetiminde tek bir araştırma sonuca ulaşmak için yeterli olmaktadır. Klasik Delphi yöntemi tüm uzmanların ortak bir fikir üzerinde uzlaşması için uzmanların fikirlerini değiştirmeye zorlarken Bulanık Delphi yöntemi her bir uzmanın fikirlerine karşı saygı göstermektedir ve her uzlaşma için farklı bir üyelik derecesi verir. Ayrıca klasik Delphi yönteminde tüm uzmanlardan veri toplanırken süreçlerdeki belirsizlikler hesaba katılmamaktadır. Bulanık Delphi yönteminde ise bu durumla karşılaşılmamaktadır (Turan ve Turan, 2019).

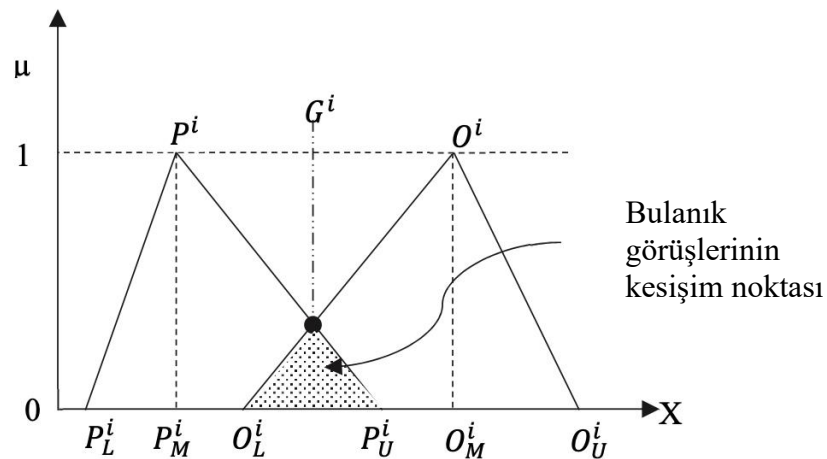
Bu çalışmada kriterleri belirlemek adına uzman görüşü alınarak Bulanık Delphi yöntemi uygulanmıştır. Yöntem, 1 ile 10 arasındaki sayılardan oluşan bir ölçektir (Sumrit, 2020). Uygulanan Bulanık Delphi Yönteminin adımları şu şekildedir:

Adım 1: Uzmanların görüş alınabilmesi için Bulanık Delphi tabanlı formlar düzenlemiştir. Her uzman, 1 ile 10 arasında değişen değerleri kullanarak her bir ölçüt (i^{th}) için hem en kötümser (minimum) hem de en iyimser (maksimum) görüşlerini belirtmiştir.

Adım 2: Adım 1'den elde edilen verileri incelenmiştir. Hem kötümser hem de iyimser gruplar için iki standart sapmanın dışında kalan görüşler çıkarılmıştır. Kalan verilerden her bir kriter (i^{th}) için kötümser grubun minimum (P_L^i), geometrik ortalama (P_M^i) ve maksimum (P_U^i) değerleri belirlenmiştir. Aynı şekilde her bir kriter (i^{th}) için iyimser grubun minimum (O_L^i), geometrik ortalama O_M^i ve maksimum (O_U^i) değerleri elde edilmiştir.

Adım 3: Her bir kriter (i^{th}) için üçgensel bulanık sayı kötümserlik değeri $P^i = (P_L^i, P_M^i, P_U^i)$ ve iyimser değerler $O^i = (O_L^i, O_M^i, O_U^i)$ belirlenmiştir.

Şekil 4'ye göre iki üçgensel bulanık sayının (P^i ve O^i) örtüşen alanı gri bölge olarak tanımlanmaktadır (Lee ve diğerleri, 2010). Gri bölge, fikir birliği anlamlılık değeri (G^i) ile uzman görüşlerini karşılaştırılarak her bir kriter için uzmanların kararlarının tutarlılığını doğrulamak için kullanılır. G^i ne kadar büyükse, uzmanların fikir birliği de o kadar yüksek olur.



Şekil 4. FDM Formunda TFS'ler

Adım 4: Uzmanların yargılarının tutarlılığını kontrol ederek ve her bir kriter (i^{th}) için konsensüs anlamlılık değeri (G^i) hesaplanır. Bu değer hesaplanırken aşağıdaki belirtilen üç koşula dikkate etmek gerekmektedir.

- **Koşul 1:** Kötümser değer (P^i) ve iyimser değerler (O^i) arasındaki eşleştirilmiş TFN'ler örtüşmez ($P_U^i \leq O_L^i$) ise bu durum bir fikir birliği olduğunu göstermektedir. Böyle bir durumda uzlaşma anlamlılık değeri Denklem 15 ile hesaplanmaktadır.

$$G^i = \frac{P_M^i + O_M^i}{2} \quad (15)$$

- *Koşul 2:* Kötümser değer (P^i) ve iyimser değerler (O^i) arasındaki eşleştirilmiş TFN'ler örtüşür ($P_U^i > O_L^i$) ve gri bölge aralık değeri ($Z^i = P_U^i - O_L^i$) $(M^i = O_M^i - P_M^i)$ durumları sağlanırsa kriterin fikir birliği anlamlılık değeri (G^i) Denklem 16 ile hesaplanmaktadır.

$$G^i = \frac{(P_U^i \times O_M^i) - (O_L^i + P_M^i)}{(P_U^i - P_M^i) + (O_M^i + O_L^i)} \quad (16)$$

- *Koşul 3:* Kötümser değer (P^i) ve iyimser değerler (O^i) arasındaki eşleştirilmiş TFN'ler çakışyorsa ($P_U^i > O_L^i$) ve gri bölge aralığı değeri ($Z^i = P_U^i - O_L^i$) $(M^i = O_M^i - P_M^i)$ durumu sağlanırsa uzman yargıları arasında tutarsızlıkların olduğu belirtilmektedir. Bu koşul meydana gelirse 1-4 arasındaki adımlar, her bir kriter üzerinde fikir birliğine varılana ve G^i yeniden hesaplanana kadar tekrarlanır.

Adım 5: Uygun kriterleri seçmek için eşik değerini (τ) ayarlanır. Uzlaşma anlamlılık değeri (G^i) ile eşik değeri (τ) arasında karşılaştırma yapılarak fikir birliği anlamlılık değerinin eşik değerinden ($G^i < \tau$) küçük olduğu değerlendirme kriterleri değerlendirme dışı bırakılır. Diğer kriterler ise kabul edilir. Çalışmada Pareto'nun "Faktörlerin %20'si, tüm faktörlerin %80'lik önem derecesini açıklar" kuralına Somsuk ve Laosirihongthong (2017)'e dayanarak eşik değer $\tau = 8$ olarak belirlenmiştir.

3.2.2. SWARA Yöntemi

SWARA yöntemi, karar vericilerin mevcut durumuna göre kriterler arasındaki öncelikleri belirlemesini sağlamaktadır. Bu yöntemin ana unsuru kriterlerin önemlerinin uzman görüşleriyle belirlenmesidir (Zolfani ve Sapauskas, 2013). Bu yöntemde uzmanın, kriterler arasında değerlendirmeler yapması ve ağırlıklarını belirlenmesi konusunda önemli bir rolü vardır. Her uzman, her bir

kriterin önemlerini değerlendirerek bütün kriterleri en önemliden en önemsiz doğru sıralamaktadırlar. Bir uzman değerlendirme sırasında kendi bilgi ve deneyimlerini kullanmaktadır (Keršulienė ve Turskis, 2011).

Bir karar verme sürecinde değerlendirmesi yapılacak kriterler tanımlandıktan aşağıda belirtilen SWARA yöntemi aşağıdaki adımlarından yararlanır (Veskovic ve diğerleri, 2018).

Adım 1: Değerlendirme kriterleri, en önemli kriter ilk sırada ve en az önemli kriter son sırada olacak şekilde her bir uzman tarafından sıralanır.

Adım 2: Ortalama değer s_j karşılaştırmalı önemini belirlenir. Her bir uzman ikinci sıradaki kriterden başlayarak kriterin bir önceki kriterden ne kadar önemli olduğu belirler.

Adım 3: k_j katsayısı Denklem 17'da yer aldığı şekilde hesaplanır.

$$k_j = \begin{cases} 1, & j = 1 \\ s_{j+1}, & j > 1 \end{cases} \quad (17)$$

Adım 4: Yeniden hesaplanan ağırlık q_j leri aşağıdaki Denklem 18'deki gibi belirlenir.

$$q_j = \begin{cases} 1, & j = 1 \\ \frac{q_{j-1}}{k_j}, & j > 1 \end{cases} \quad (18)$$

Adım 5: Toplamı bire eşit olan kriterlerin ağırlık değerleri Denklem 19'daki gibi hesaplanır.

$$w_j = \frac{q_j}{\sum_{k=1}^m q_k} \quad (19)$$

3.2.2.1 Bulanık SWARA Yöntemi

Bulanık SWARA metodu, uzmanların karar aşamasında yaşadığı zorlukların değerlendirerek sonuçları gerçeğe en yakın şekilde elde etmeyi sağlamaktadır. Bulanık SWARA yönteminin adımları, klasik SWARA yönteminin adımları ile benzerlik göstermekte olup iki yöntem arasındaki tek fark işlemler sırasında bulanık sayıların kullanılmasıdır (Piriştine, 2019).

Bulanık SWARA yönteminde aşağıdaki adımlar izlenir (Sumrit, 2020).

Adım 1: Değerlendirme kriterleri uzmanlar tarafından en önemli kriterden en önemsiz kriterine doğru sıralanır.

Adım 2: İkinci kriterden son kriterine kadar dilsel terim kullanarak j . kriterin önceki kriterine $(j-1)$ göre göreceli önem oranını (S_j) belirlenir. Uzmanların tamamından S_j değerleri toplandıktan sonra göreceli önem oranını (\tilde{S}_j) aritmetik ortalaması $(\tilde{S}_j = (\tilde{S}_j^l, \tilde{S}_j^m, \tilde{S}_j^u))$ bulanık sayılar kullanılarak hesaplanır.

Adım 3: Her bir değerlendirme kriteri için karşılaştırmalı önem katsayısı (\tilde{k}_j) Denklem 20 yardımıyla hesaplanır.

$$\tilde{k}_j = \begin{cases} 1, & j = 1 \\ \tilde{S}_{j+1}, & j > 1 \end{cases} \quad \tilde{k}_j = (\tilde{k}_j^l, \tilde{k}_j^m, \tilde{k}_j^u) \quad (20)$$

Adım 4: Her değerlendirme kriterinin ara ağırlığı (\tilde{q}_j) Denklem 21 ile hesaplanır.

$$\tilde{q}_j = \begin{cases} 1, & j = 1 \\ \frac{\tilde{q}_{j-1}}{\tilde{k}_j}, & j > 1 \end{cases} \quad \tilde{q}_j = (\tilde{q}_j^l, \tilde{q}_j^m, \tilde{q}_j^u) \quad (21)$$

Adım 5: Değerlendirme kriterlerinin göreceli önem ağırlıkları (\tilde{w}_j) Denklem 22 ile belirlenir.

$$\tilde{w}_j = \frac{\tilde{q}_j}{\sum_{k=1}^n \tilde{q}_k} \quad (22)$$

Adım 6: Alan Merkezi (COA) yöntemine dayalı olarak bulanık göreceli önem ağırlıklarını w_j bulanık olmayana (net değer) dönüştürülür.

$$w_j^{non} = \frac{(w_j^u - w_j^l) + (w_j^m - w_j^l) + (w_j^l)}{3} \quad (23)$$

3.2.3.2. Tereddütlü Bulanık SWARA Yöntemi

Adım 1: Uzman grubu belirlenir ve kriterler tanımlanır.

Adım 2: Uzmanlar görüşleri doğrultusunda kriterlerin önem sırası belirlenir ve uzmanlar tarafından belirlenen sıralamanın ortalaması alınır.

Adım 3: Uzmanlar, kriterlerin önemini dilsel ifadeler kullanılarak belirtir. Tereddütlü Bulanık SWARA yönteminde önem ağırlıkları belirlenirken birden fazla dilsel terim kullanılabilir. Her bir değerlendirme kriteri için dilsel terimler kullanılarak karşılaştırmalı önem katsayısı (\tilde{k}_j) Denklem 24'de belirtildiği şekilde hesaplanır.

$$\tilde{k}_j = \begin{cases} 1, & j = 1 \\ \tilde{s}_{j+1}, & j > 1 \end{cases} \quad (24)$$

Adım 4: Uzman görüşlerini bütünleştirmek için Denklem 25'de yer alan yığışım operatörü her bir kriter için kullanılır.

$$HFLWA(H_1, H_2, \dots, H_p) =_{k=1}^p \oplus (w_k H_k) = U_{S_{a_k}} \in H_k \left\{ S_{\sum_{k=1}^p w_k a_k} \right\} \quad (25)$$

Adım 5: Bütünleştirilmiş uzman görüşlerinde yer alan değerler kullanılarak kriter puanları hesaplanır ve dilsel terimler tek bir değere indirgenir. Kriter puanları aşağıda yer alan puan fonksiyonu ile hesaplanmaktadır.

$$\rho(H_s) = \frac{1}{L} \sum_{l=1}^L \frac{\varphi_l}{\#H-1} \quad (26)$$

Adım 6: Kriter katsayıları (k_j) diğer kriterler için hesaplanan puanlara 1 eklenerek hesaplanmaktadır.

$$\tilde{k}_j = \begin{cases} 1, & j = 1 \\ s_{j+1}, & j > 1 \end{cases} \quad (27)$$

Adım 7: Önem vektörü hesaplanır. En önemli önem vektörü (T_j) 1 olarak kabul edilerek diğer kriterler için hesaplanan puanlara 1 ilave edilir.

$$T_j = \begin{cases} 1, & j = 1 \\ \frac{T_{j-1}}{\tilde{k}_{ij}}, & j > 1 \end{cases} \quad (28)$$

Adım 8: Önem vektörü normalize edilerek kriter ağırlıkları hesaplanır. Normalizasyon işlemi Denklem 29 yardımıyla gerçekleştirilir.

$$w_j = \frac{T_j}{\sum_{k=1}^n T_k} \quad (29)$$

3.2.3. PROMETHEE Yöntemi

Brans tarafından 1982 yılında literatüre kazandırılan PROMETHEE yöntemi, çok kriterli karar verme yöntemlerinden biri olup mevcut alternatifler arasından en uygun alternatifi seçme sürecinde kullanılmaktadır (Aydın, 2020). PROMETHEE, PROMETHEE-I (alternatiflerin kısmi sıralandığı) ve PROMETHEE-II (alternatiflerin tam sıralandığı) olarak geliştirilmiştir. Bu değerlendirme, alternatiflerin kriter seviyesindeki üstünlüklerinin birleştirilmesi ile yapılmaktadır. PROMETHEE yöntemi GAIA düzlemi ile sonuçları karar vericiye görsel olarak sunduğu ve kısmi-tam sıralama ile karar vericiye farklı bakış açıları sunduğu için diğer ÇKVV yöntemlerine göre avantajları bulunmaktadır. Bu çalışmada alternatif Endüstri 4.0 projeleri arasından başlatma sırası belirlenmesi sırasında PROMETHEE yönteminden yararlanılacaktır.

PROMETHEE yedi aşamadan oluşmaktadır (Kabak ve Erdebilli, 2021):

Adım 1: Kriterler ağırlıkları için $w^T = [w_1, w_2, \dots, w_j, \dots, w_n]$ vektörü tanımlanır. Bu çalışmada tereddütlü bulanık SWARA yönteminin çıktıları PROMETHEE yöntemi için kriter ağırlıklarını oluşturmaktadır.

Adım 2: Her g_j kriteri için Tablo 6'da yer alan altı adet tercih fonksiyonundan bir tanesi tanımlanmaktadır.

Tablo 6. PROMETHEE Yöntemi Tercih Fonksiyonları

Tip	Parametre	Fonksiyon	Grafik, $p(x)$
Birinci Tip (Olağan)	-	$p(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 0 \\ 1, & x > 0 \end{cases}$	
İkinci Tip (U-tipi)	L	$p(x) = \begin{cases} 0, & x \leq l \\ 1, & x > l \end{cases}$	
Üçüncü Tip (V-tipi)	M	$p(x) = \begin{cases} x/m, & x \leq m \\ 1, & x > m \end{cases}$	
Dördüncü Tip (Seviyeli)	q, p	$p(x) = \begin{cases} 0, & x \leq q \\ 1/2, & q < x \leq q+p \\ 1, & x > q+p \end{cases}$	
Beşinci Tip (Lineer)	s, r	$p(x) = \begin{cases} 0, & x \leq s \\ (x-s)/r, & s < x \leq s+r \\ 1, & x > s+r \end{cases}$	
Altıncı Tip (Gaussian)	σ	$p(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 0 \\ 1 - e^{-\frac{x^2}{2\sigma^2}}, & x \geq 0 \end{cases}$	

Kaynak: (Brans ve Vincke, 1985)

Adım 3: Her bir kriter için ilgili kriterin tercih fonksiyonu kullanılarak her (a,b) alternatif çifti için ortak tercih fonksiyonu hesaplanmaktadır.

$$P_j(a,b) = F_j[g_j(a) - g_j(b)] \quad 0 \leq P_j(a,b) \leq 1 \quad \forall a,b \in \quad (30)$$

$$D = g_j(a) - g_j(b) \quad (31)$$

$$P_j(a,b) = F_j(d) \quad (32)$$

Tablo 6'da yer alan p ve q parametreleri sırasıyla kesin tercih eşik değeri ve farksızlık değeri olarak ifade edilmektedir. Farksızlık eşiği (q), karar vericinin göz ardı edebileceği en büyük sapma olarak tanımlanmaktadır. Tercih eşik değeri (p) ise yeterli olduğu düşünülen en düşük sapmadır. Tercih fonksiyonu, a alternatifinin b alternatifine kıyasla tercih edilme eğilimini belirtmektedir. Tercih edilme derecesi parametreleri d, p, q olarak tanımlanmaktadır. Tercih fonksiyonunu özellikleri şu şekildedir:

- $P(a, b) = 0$ ise a ve b arasında fark bulunmamaktadır.
- $P(a, b) \sim 0$ ise a'nın b'ye göre tercih edilmesi düşüktür.
- $P(a, b) \sim 1$ ise a'nın b'ye göre tercih edilmesi yüksektir.
- $P(a, b) = 1$ ise a, b'ye göre kesinlikle tercih edilir.

Adım 4: Her bir alternatif için çok kriterli tercih indeksi Denklem 33'de yer aldığı şekilde hesaplanmaktadır.

$$\pi(a, b) = \sum_{j=1}^n w_j \cdot P_j(a, b) \quad (33)$$

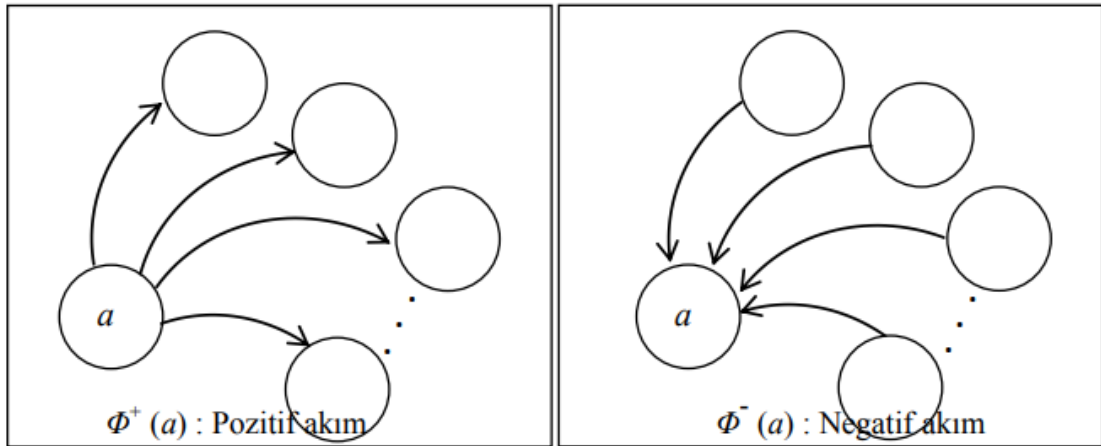
Adım 5: Pozitif üstünlük değeri hesaplanır. Pozitif üstünlük değeri, a alternatifinin A kümesindeki diğer alternatiflere olan üstünlüğünü tanımlamaktadır.

$$\Phi^+(a) = \frac{1}{n-1} \sum_{b \in A} \pi(a, b) \quad (34)$$

Adım 6: Negatif üstünlük değeri hesaplanır. Negatif üstünlük değeri, A kümesindeki diğer alternatiflerin a alternatifine olan üstünlüğünü tanımlamaktadır.

$$\Phi^{-}(a) = \frac{1}{n-1} \sum_{b \in A} \pi(b, a) \quad (35)$$

Eğer a alternatifinin pozitif üstünlük değeri yüksek ve negatif üstünlük değeri düşükse, a alternatifinin diğerlerine göre iyi bir seçim olduğu söylenebilmektedir. Pozitif ve negatif üstünlük değerleri görsel olarak Şekil 5'de yer almaktadır.



Kaynak: (Brans ve Mareschal, 2005)

Şekil 5. PROMETHEE Pozitif ve Negatif Üstünlükleri

Adım 7: PROMETHEE-I ile alternatiflerin kısmi sıralaması yapılmaktadır. Aşağıdaki üç farklı durumun bu adımda göz önünde bulundurulması gerekmektedir.

- Durum 1: Denklem 36, 37, 38'den biri gerçekleşirse; a alternatifi b alternatifinden daha üstündür ve bu durumda a , b'ye göre tercih edilmektedir.

$$\Phi^{+}(a) > \Phi^{+}(b) \text{ ve } \Phi^{-}(a) < \Phi^{-}(b) \quad (36)$$

$$\Phi^{+}(a) > \Phi^{+}(b) \text{ ve } \Phi^{-}(a) = \Phi^{-}(b) \quad (37)$$

$$\Phi^{+}(a) = \Phi^{+}(b) \text{ ve } \Phi^{-}(a) < \Phi^{-}(b) \quad (38)$$

- Durum 2: Denklem 39 gerçekleşirse; a ve b alternatifi arasında fark bulunmamaktadır.

$$\Phi^{+}(a) = \Phi^{+}(b) \text{ ve } \Phi^{-}(a) = \Phi^{-}(b) \quad (39)$$

- Durum 3: Denklem 40 ve 41'den biri gerçekleşirse a ve b alternatifleri birbirleri ile kıyaslanamaz.

$$\Phi^+(a_t) > \Phi^+(a_r) \text{ ve } \Phi^-(a_t) > \Phi^-(a_r) \quad (40)$$

$$\Phi^+(a_t) < \Phi^+(a_r) \text{ ve } \Phi^-(a_t) > \Phi^-(a_r) \quad (41)$$

Adım 8: PROMETHE-II'ye göre tam sıralama yapılarak her bir alternatif için üstünlük değerleri hesaplanır. $\Phi(a) = \Phi^+(a) - \Phi^-(a)$ olduğu durumda bütün alternatifler için net üstünlük değerleri için aşağıda yer alan durumlar göre göz önünde bulundurulur.

- $\Phi(a) > \Phi(b)$ ise a alternatifinin b alternatifinden üstün olduğu söylenebilir.
- $\Phi(a) = \Phi(b)$ ise iki alternatifinin de birbirinden farksız olduğu söylenebilir.

3.2.3.1. Bulanık PROMETHEE Yöntemi

PROMETHEE yönteminde gerçek hayattaki belirsizliklerin ve dilsel değişkenlerin göz önünde bulundurulabilmesi için Bulanık PROMETHEE yöntemi geliştirilmiştir. B-PROMETHEE yönetiminin adımları PROMETHEE yöntemi ile aynı olmakla birlikte parametrelerin bulanık sayılarla ifade edilmesi aşamasında klasik PROMETHEE yöntemi ile ayrılmaktadır. Bu durum nedeniyle tercih fonksiyonu ve diğer hesaplamaların güncellenmesi gerekmektedir. Bu fonksiyonda üçgensel bulanık sayı $x = \{m, a, b\}$ olarak gösterilmektedir. Aynı zamanda bu notasyon $x = \{m-a, m, m+b\}$ notasyonu ile eş değer gösterime sahiptir.

$x = \{m, a, b\}$ notasyonu $x=m$ olduğu zaman üyelik fonksiyonu $f(x)=1$ 'dir bu durumda kesinlikle bulanık kümeye ait olduğu söylenir. x 'nin, $(m-a)$ 'dan küçük ise ve $(m+b)$ 'den büyük değerleri için $f(x)=0$ olduğu yani x 'in bulanık kümeye ait olmadığı ifade edilir. Eğer $m-a < x < m+b$ ise x , bulanık kümeye aittir.

İlgili denklemdeki d değeri a ve b alternatifleri arasındaki farkı göstermektedir. $x = (n,c,d)$ olarak ifade edilmiştir.

$$P(a,b) = \left\{ \begin{array}{l} 0 \\ \frac{(n,c,d)-q}{p-q} \\ 1 \end{array} \right. , \quad \left. \begin{array}{l} n-c < q \\ q \leq n-c \text{ ve } n+d < p \\ n+d \geq p \end{array} \right\} \quad (42)$$

Bulanık sayılarla yapılan işlemler sonrasında tekrar bulanık sayılar elde edileceği için bulanık sayıların durulaştırılması gerekmektedir. Bu çalışmada

Yager indeksi yöntemi kullanılmıştır. Yager indeksine göre $x=(m,a,b)$ aşağıdaki denklem yardımıyla durulaştırılmaktadır.

$$F(m, a, b) = (3m-a+b)/3 \quad (43)$$

B-PROMETHEE yöntemindeki durulaşma işlemi sonrasında pozitif ve negatif üstünlük değerlerinin hesaplanması için PROMETHEE-I ve PROMETHEE-II adımları izlenmiştir.

3.3. DELPHI, SWARA ve PROMETHEE YÖNTEMLERİNİN KULLANILDIĞI ÇALIŞMALAR

Veskovic ve diğerleri (2018) çalışmasında, Bosna-Hersek'teki demiryolu yönetim modellerini incelemiştir. Yönetim modellerin değerlendirilmesi sırasında Delphi, SWARA ve MABAC yöntemlerinin içeren hibrit model uygulanmıştır. Çalışmanın ilk aşamasında Delphi Metodu kullanılarak 16 adet uzman tarafından ölçüt sıralaması belirlenmiştir. Daha sonra kriterlerin göreceli ağırlık değerlerini belirlemek için kullanılan SWARA Yönteminin uygulanmıştır. Üçüncü aşamada ise en uygun seçimin belirlenmesi için MABAC Metodu kullanılmıştır.

Alias ve diğerleri (2014) çalışmasında, proje performansını değerlendirmek amacıyla en iyi sonucu elde etmek ve uzman grubun görüşlerini almak için Bulanık Delphi Metotundan yararlanılmıştır. Makalede Bulanık Delphi ve ZOGP kombinasyonu en iyi alternatif projenin değerlendirmesini ve seçimi için kullanılmıştır.

Dağdeviren ve Eraslan (2008) çalışmasında gerçek hayattaki bir tedarikçi seçimi problemi ele alarak alternatif tedarikçilerin öncelik sıralamaları bulmak amacıyla PROMETHEE yöntemini kullanmıştır. Çalışmanın sonucunda alternatif tedarikçiler için kısmi ve tam öncelikler belirlenerek karar verme süreci ayrıntılı bir şekilde incelenmiştir.

Abbaspour ve diğerleri (2021), çalışmasında ilkokullardaki temel performans göstergelerini belirlemek ve önceliklendirmek için bulanık Delphi ve SWARA yöntemlerini kullanmıştır. Çalışmada öncelikle literatür araştırması ile gösterge

listesi oluşturulmuştur. Çalışmanın sonunda göstergelerin nihai ağırlıkları SWARA yöntemiyle belirlenmiştir.

Mehdiabadi ve diğerleri (2021), İran'da turistik bölgelerde yaşayan kişilerin memnuniyet düzeyleri ile ilgili bir çalışma yapmıştır. Kriterlerin belirlenmesi için teorik temeller ve meta-sentez yöntemi gözden geçirildikten sonra tarama için bulanık Delphi ve ağırlıklandırma için bulanık SWARA yöntemleri kullanılmıştır.

Balali ve diğerleri (2020) çalışmasında, İran'da bulunan mega hastane inşaat projelerindeki maliyet aşım faktörlerinin belirlenmesi ve sıralanması amaçlamıştır. Delphi ve SWARA yöntemleri kullanılarak uzman görüşleri doğrultusunda maliyet aşım faktörlerini kategorilendirilmiş ve maliyet aşım faktörlerinin ağırlıklandırılmıştır.

Banihashemi ve diğerleri (2021), makalesinde inşaat planlama projelerinde zaman, maliyet ve kalitenin dengesi ile ilgili bir çalışmayı konu almıştır. Bu çalışmada, her bir aktiviteyi gerçekleştirmek amacıyla en iyi alternatifi seçmek için bulanık çok kriterli karar verme yöntemlerinden yararlanılmıştır. İlk aşamada; zaman, maliyet ve kalitenin önem ağırlıklarını belirlemek için SWARA yöntemi uygulanmaktadır. İkinci aşamada aktivite uygulamalarını sıralamak ve seçmek için TOPSIS tekniği kullanılmıştır.

Sumrit (2020) çalışmasında sağlık kuruluşunda en iyi potansiyel tedarikçiyi seçmek için kapsamlı birçok kriterli karar verme metodunu uygulamıştır. Geliştirilen ÇKKV çerçevesinde tedarikçi seçimi için uygun değerlendirme kriterlerini belirleyebilmek amacıyla Bulanık Delphi yaklaşımından, değerlendirme kriterlerinin göreceli önem ağırlığını belirlenmesi için SWARA yönteminden ve en uygun tedarikçiyi karşılaştırmak, sıralamak ve seçmek için COPRAS yönteminden yararlanılmıştır.

Saraji ve diğerleri (2021) yükseköğretim kurumlarındaki çevrimiçi eğitiminin uygulamada karşı karşıya geldiği çeşitli zorluklar ile ilgili bir araştırma yapmıştır. Çalışmada, SWARA ve MULTIMOORA yöntemleri ile bir ÇKKV çerçevesi geliştirilmiştir. Analiz aşamasında SWARA prosedürleri uygulanmış ve çevrimiçi eğitiminin uygulama zorlukları değerlendirilmiştir. Sonrasında yükseköğretim kurumlarının tereddütlü bulanık kümelerde sıralanabilmesi için MULTIMOORA yaklaşımı kullanılmıştır.

Kayapinar Kaya ve Erginel (2020) makalesinde sürdürülebilir havalimanı kalitesini artırmak için tereddütlü bulanık SWARA ve tereddütlü bulanık sürdürülebilir kalite fonksiyon yayılımı yöntemlerini entegre eden bir yaklaşım sunmuştur. Çalışmanın ilk aşamasında tereddütlü SWARA yöntemi uygulanarak gereksinimler değerlendirilmiştir. Sonraki aşamada ise havalimanlarında uygulanmak üzere sürdürülebilir kalite yönetimini geliştirmek için sürdürülebilir tasarım gerekliliğine öncelik verilmiştir.

Şenkay ve Hekimoğlu (2013) çalışmasında işletme performansını artırmak için tedarikçi seçimini konu almıştır. Tedarikçi alternatiflerini göz önünde bulundururken PROMETHEE yönteminden faydalanmıştır. Çalışmada, beş adet alternatif tedarikçi firma beş adet değerlendirme kriterine göre değerlendirilmiştir. Bağcı ve Rençber (2014) makalesinde, 2006-2012 yılları arasındaki özel ve kamu bankaları arasında kârlılık performansları incelenmiştir. Bu karşılaştırma PROMETHEE yöntemi ile yapılmış olup değerlendirmeler 3 adet kamu bankası ve 10 adet özel banka üzerinde yapılmıştır.

Bottero ve diğerleri (2018) makalesinde kentsel dönüşüm ilgili karar verme sürecini desteklemek için bir değerlendirme modelinin geliştirilmesini konu almıştır. Çalışmada Kuzey İtalya'daki bir kentsel alanın alternatif yenileme stratejilerinin değerlendirilmesi için SWOT Analizi, Paydaş Analizi ve PROMETHEE yöntemini birleştiren bir metodolojik yaklaşım önerilmektedir. Makale ayrıca, karar probleminin yapılanmasını doğrulamak ve modelin kriterlerini değerlendirmek için düzenlenen bir uzmanlar panelinde yürütülen çalışmaları da anlatmaktadır.

Rani ve diğerleri (2020) çalışmasında tereddütlü bulanık kümeler kapsamında sürdürülebilir tedarikçiyi değerlendirmek ve seçmek için COPRAS yöntemine ve SWARA yaklaşımına dayalı yeni bir çerçeve önermiştir. Önerilen yöntemde uzmanların tercihlerine göre kriter ağırlıklarının belirlenmesi için tereddütlü bulanık SWARA yöntemi kullanılmıştır. Daha sonra, önerilen metodolojinin etkinliğini ve uygulanabilirliğini göstermek için tereddütlü bulanık mantığı altında bir vaka çalışması ele alınmıştır.

4. BÖLÜM: PROBLEM TANIMI ve ÇÖZÜMÜ

Bu bölümde problemin tanımlanmasına ile Bulanık Delphi, Tereddütlü Bulanık SWARA ve Bulanık PROMETHEE yöntemleriyle problemin çözümü yer almaktadır.

4.1. PROBLEMİN TANIMLANMASI

Literatür araştırması yapılırken proje yönetim süreçlerinin Endüstri 4.0'a uyumlu hale getirilmesi ile ilgili birçok çalışma ile karşılaşmıştır. Yapılan çalışmalarda ağırlıklı olarak Endüstri 4.0'da proje yöneticilerinin sahip olması gereken yetkinlikler ve Endüstri 4.0'da kullanılan teknolojilerin proje yönetimi alanındaki etkileri üzerinde durulmuştur. Literatür araştırması sırasında Endüstri 4.0 ve proje yönetimi başarı kriterlerini bir arada ele alan bir çalışma ile karşılaşmamıştır. Çalışmada şirketlerin proje yönetimi süreçlerini nasıl dijitalleştirirken başarı olma kriterlerinin neler olduğu belirlenmeye çalışılacaktır. Bu nedenle bu çalışmanın literatürdeki bir eksiği kapatılacağını düşünülmektedir.

Belirsiz ortamın proje yönetiminin doğası gereği ve Endüstri 4.0 teknolojilerinden yararlanmak şirketler için geçerli olduğu düşünülerek çalışmada yöntemlerin bulanık mantık ile kombinasyonu kullanılmış olup uzmanların görüşlerini daha kolay ifade edebilmesi için dilsel değişkenlerden yararlanılmıştır. Çalışmada, başarı kriteri alternatiflerinin değerlendirilmesi için Bulanık Delphi, kriterlere ağırlık verilmesi için Tereddütlü Bulanık SWARA ve alternatif projelerin öncelik sıralarının belirlenmesi için Bulanık PROMETHEE yöntemlerini birleştiren çoklu metodolojik yaklaşım kullanılmıştır.

4.1.1. Bulanık Delphi Yönteminin Uygulanması

Literatür araştırmasının sonucunda belirlenen ve Tablo 4'de yer alan 23 adet geleneksel proje yönetimi başarı kriterleri dijital dönüşüm alanında tecrübesi bulunan ve 5-15 sene arasında proje yöneticiliği yapan 15 uzmanın değerlendirilmesine sunulmuştur. Öncelikle uzmanlardan her bir kriter için en

kötümser ve en iyimser değere ilişkin 1-10 arasında puan vermeleri istenmiş olup uzmanlar tarafından verilen puanlar Ek 1’de yer almaktadır.

Daha sonra Bölüm 3.2.1.1’de bahsedildiği gibi Bulanık Delphi yaklaşımı uygulanmış olup her bir kriterin kötümser ve iyimser değerleri için tüm karar vericilerden toplanan değerlerin ortalama puanları hesaplanmıştır.

Ek 1’de yer alan tablodaki bulunan her bir kriter için uzmanlar tarafından verilen değerlerin kötümser değerinin minimum (P_L^i), geometrik ortalama (P_M^i) ve maksimum (P_U^i) ve her iyimser değerinin minimum (O_L^i), geometrik ortalama (O_M^i) ve maksimum (O_U^i) hesaplanmıştır. Bu aşamalar sonrasında uzman kararının tutarlılığını doğrulamak için M^i ve Z^i değerleri hesaplanmıştır. Kriterlerin iyimser ve kötümser değerleri Tablo 7’de yer almaktadır.

Ardından, her bir kriter için fikir birliğinin anlamlı değeri (G^i), kullanılarak kriterlerin taranması için hesaplanmıştır. Pareto 80/20 kuralına göre eşik değeri (τ) 8,0 olarak belirlenmiştir.

Tablo 7’de, uzlaş (konsensüs) anlamlı değeri olan, yirmi üç değerlendirme kriteri, eşik değerinden ($G^i < \tau$) daha düşük olduğu için iki kriter reddedilmiş ve geri kalan yirmi bir değerlendirme kriteri ($G^i \geq \tau$) kabul edilmiştir.

Bulanık Delphi Yöntemi sonucunda göre $G^i < 8$ ’in altında kalan iki kriter (Proje yöneticisinin liderlik tarzı önemlidir) ve 10.Kriter (Müşterinin organizasyonel yapısı önemlidir) değerlendirmeden çıkarılmıştır.

Tablo 7. Bulanık Delphi Yönteminin Sonuçları

Kriter	Pesimist (Kötümser) Değerler			Optimist (İyimser) Değerler			$M_i - Z_i$	Konsensüs Değeri	Karar
	P_L	P_M	P_U	O_L	O_M	O_U			
1	6	6,99	8	10	10,00	10	5,01	$8,50 \geq 8,00$	Kabul
2	5	5,79	7	10	10,00	10	7,21	$7,90 \leq 8,00$	Ret
3	6	6,73	8	10	10,00	10	5,27	$8,37 \geq 8,00$	Kabul
4	6	6,86	8	10	10,00	10	5,14	$8,43 \geq 8,00$	Kabul
5	6	6,86	8	10	10,00	10	5,14	$8,43 \geq 8,00$	Kabul
6	6	6,99	8	10	10,00	10	5,01	$8,50 \geq 8,00$	Kabul
7	6	6,73	8	10	10,00	10	5,27	$8,37 \geq 8,00$	Kabul
8	6	6,86	8	10	10,00	10	5,14	$8,43 \geq 8,00$	Kabul
9	6	6,48	8	10	10,00	10	5,52	$8,24 \geq 8,00$	Kabul
10	4	5,84	6	8	9,85	10	6,01	$7,85 \leq 8,00$	Ret

11	4	6,81	8	8	9,85	10	3,04	8,33 ≥ 8,00	Kabul
12	4	6,81	8	8	9,85	10	3,04	8,33 ≥ 8,00	Kabul
13	6	7,13	8	10	10,00	10	4,87	8,57 ≥ 8,00	Kabul
14	6	6,36	8	10	10,00	10	5,64	8,18 ≥ 8,00	Kabul
15	6	6,73	8	10	10,00	10	5,27	8,37 ≥ 8,00	Kabul
16	6	6,86	8	10	10,00	10	5,14	8,43 ≥ 8,00	Kabul
17	6	6,60	8	10	10,00	10	5,40	8,30 ≥ 8,00	Kabul
18	6	7,13	8	10	10,00	10	4,87	8,57 ≥ 8,00	Kabul
19	6	6,60	8	10	10,00	10	5,40	8,30 ≥ 8,00	Kabul
20	6	6,73	8	10	10,00	10	5,27	8,37 ≥ 8,00	Kabul
21	6	6,60	8	10	10,00	10	5,40	8,30 ≥ 8,00	Kabul
22	6	6,86	8	10	10,00	10	5,14	8,43 ≥ 8,00	Kabul
23	6	6,73	8	10	10,00	10	5,27	8,37 ≥ 8,00	Kabul

4.1.2. Tereddütlü Bulanık SWARA Yönteminin Uygulanması

Tereddütlü Bulanık SWARA Yönteminin uygulanma aşamasında uzmanlardan kriterleri ilk olarak kendilerine göre en önemliden en önemsiz doğru sıralamaları istenmiştir. Uzmanlar tarafından yapılan sıralamalara göre kriterlerin sıralama ortalamaları belirlenmiştir. Daha sonra aynı uzman grubundan Tablo 8’de yer alan s kümesinden tereddütlü bulanık dilsel terimleri kullanarak kriterin bir önceki kritere göre ne kadar önemli olduğu hakkında görüşlerini belirtmeleri istenmiştir. Karar vericilerden bazıları görüşlerini iki dilsel terim kullanarak ifade etmiştir.

Tablo 8. Tereddütlü Bulanık Dilsel Terimler

Dilsel Terimler	Önem Ağırlıkları
Oldukça Az Önemli	s0
Çok Güçlü Bir Şekilde Az Önemli	s1
Güçlü Bir Şekilde Az Önemli	s2
Çok Az Önemli	s3
Hafifçe Az Önemli	s4
Eşit Önem	s5
Hafifçe Daha Fazla Önemli	s6
Çok Daha Fazla Önemli	s7

Tablo 8'de yer alan dilsel terimler kullanılarak uzmanlar tarafından belirtilen önem ağırlıkları Ek 2'de yer almaktadır. Sonraki aşamada Bölüm 3.2.3.2'de Adım 3'ten itibaren yer alan denklemler kullanılarak her bir kriterin bulanık ağırlığı hesaplanmıştır. Yöntemin son aşamasında ise kriterlerin bulanık ağırlık verileri bulanık olmayan (kesin) sayılara dönüştürülmüştür. Önem vektörünün normalizasyon aşaması sonrasında Tablo 9'da yer alan kriter ağırlıklarına ulaşılmıştır.

Tablo 9. Tereddütlü Bulanık SWARA Yönetimi Çıktıları

Kriter	Bütünleşik Değer		Puan	Katsayı	Önem Vektörü	Kriter Ağırlığı
K16	-	-	-	1,0000	1,0000	0,485226
K7	6,73	0,9810	0,9810	1,9810	0,5048	0,244946
K11	6,40	0,9524	0,9524	1,9524	0,2586	0,125460
K5	6,60	0,9571	0,9571	1,9571	0,1321	0,064104
K8	5,40	0,8095	0,8095	1,8095	0,0730	0,035426
K18	5,53	0,8238	0,8238	1,8238	0,0400	0,019424
K1	5,53	0,8238	0,8238	1,8238	0,0219	0,010650
K10	5,33	0,7905	0,7905	1,7905	0,0123	0,005948
K13	4,80	0,7381	0,7381	1,7381	0,0071	0,003422
K3	4,73	0,7048	0,7048	1,7048	0,0041	0,002007
K6	4,33	0,6476	0,6476	1,6476	0,0025	0,001218
K17	4,20	0,6333	0,6333	1,6333	0,0015	0,000746
K14	4,33	0,6381	0,6381	1,6381	0,0009	0,000455
K4	3,73	0,5810	0,5810	1,5810	0,0006	0,000288
K15	2,67	0,4238	0,4238	1,4238	0,0004	0,000202
K12	2,60	0,4095	0,4095	1,4095	0,0003	0,000144
K9	2,20	0,3524	0,3524	1,3524	0,0002	0,000106
K21	1,93	0,3286	0,3286	1,3286	0,0002	0,000080
K19	2,00	0,3238	0,3238	1,3238	0,0001	0,000060

K2	1,87	0,3048	0,3048	1,3048	0,0001	0,000046
K20	1,27	0,1810	0,1810	1,1810	0,0001	0,000039

Tablo 9’da bir kriter için hesaplanan kriter ağırlıkları Tablo 10’da büyükten küçüğe doğru sıralanmıştır.

Tablo 10. Tereddütlü Bulanık SWARA Yöntemi ile Ana Kriterlerin Görelî Önem Ağırlığı

Kriter	Kriter Numaraları	Kriter Ağırlığı
Proje yöneticilerinin teknik alanlara kıyasla insan ilişkilerinde ve sosyal becerilerde başarılı olması önemlidir.	K1	0,01065
Proje yöneticisinin, yönetici becerileri ve nitelikleri önemlidir.	K2	0,000046
Proje ekibinin karar verme sürecine katılım düzeyi önemlidir.	K3	0,002007
Proje yöneticisinin ekiple iletişimi önemlidir.	K4	0,000288
Proje ekibinin takım çalışması önemlidir.	K5	0,064104
Paydaşların memnuniyeti önemlidir.	K6	0,001218
Ortaklarla iletişim ve iş birliği önemlidir.	K7	0,244946
Etkili paydaş yönetimi önemlidir.	K8	0,035426
Projeye başlamadan önce paydaşlarla başarı kriterleri üzerinde anlaşılması önemlidir.	K9	0,000106
Proje hedefi ve müşteri kriterlerinin oluşturulması önemlidir.	K10	0,005948
Kapsam ve iş tanımının netliği önemlidir.	K11	0,12546
Proje sahibi ve proje yöneticisi arasında iş birliğine dayalı bir çalışma ilişkisi önemlidir.	K12	0,000144
Proje sahibinin projenin performansına olan ilgisi önemlidir.	K13	0,003422

Proje yöneticisinin özel durumlarda belirli bir esneklikle yetkilendirilmesi önemlidir.	K14	0,000455
Gerçekçi bütçe önemlidir.	K15	0,000202
Üst yönetimin desteği önemlidir.	K16	0,485226
Organizasyonel kültür, yapı, yeterlilik ve çevre önemlidir.	K17	0,000746
Proje yöneticisi ve proje ekibi üyelerinin davranışsal, teknik ve bağlamsal yetkinlikleri ve proje yönetme yetkinliğinin unsurları önemlidir.	K18	0,019424
Proje yönetimi metodolojileri, yazılımlar, araçlar, teknikler, risk değerlendirme araçları ve iletişim destek araçları önemlidir.	K19	0,00006
Planlama ve programlama teknikleri, proje maliyet tahmini ve kontrolü önemlidir.	K20	0,000039
Proje yönetim standartlarını uygulamak önemlidir.	K21	0,00008

Tereddütlü Bulanık SWARA yöntemi sonucunda oluşturulan Tablo 10'de yer alan kriterlerin görece önem ağırlıklarının sıralama $K16 > K7 > K11 > K5 > K8 > K1 > K10 > K13 > K3 > K6 > K17 > K14 > K4 > K15 > K12 > K9 > K21 > K19 > K2$ olarak ortaya çıkmaktadır. Bu durumda uzman görüşleri doğrultusunda "Üst yönetimin desteği önemlidir." kriter en önemli kriter olarak belirlenirken en düşük öneme sahip kriter ise "Proje yöneticisinin, yönetici becerileri ve nitelikleri önemlidir." kriteri olmuştur.

Tereddütlü Bulanık SWARA yönteminde hesaplanan kriter ağırlıkları Bulanık PROMETHEE yönteminde yer alan kriterlerine ağırlık verilmesi için kullanılacaktır.

4.1.3. Bulanık PROMETHEE Yönteminin Uygulanması

Çalışmanın bu aşamasında Endüstri 4.0'ı karakterize eden on bir adet teknolojinin (nesnelerin interneti, akıllı fabrikalar, siber fiziksel sistemler, üç boyutlu yazıcılar, büyük veri, bulut bilişim sistemi, siber güvenlik, sistem

entegrasyonu, otonom robotlar, arttırılmış gerçeklik ve simülasyon) yer aldığı projeler arasında uygulama sıralaması belirlenecektir. Uygulama sıralamasının belirlenmesi sırasında Bulanık PROMETHEE yönteminden yararlanılmıştır. Uzmanlar tarafından değerlendirilen on iki adet Endüstri 4.0 projesi aşağıda yer almaktadır:

Proje 1: Proje yönetim süreçlerinde sistem entegrasyonunun kullanılması

Proje 2: Kullanıcıların eğitiminde arttırılmış gerçekliğin kullanılması

Proje 3: Projenin maliyet ve süre tahminlerinde yapay zekanın kullanılması

Proje 4: Kalifikasyon test prototiplerinin üretilmesinde üç boyutlu yazıcıların kullanılması

Proje 5: Paydaşlar arasında dosya paylaşımlarında bulut teknolojisinin kullanılması

Proje 6: Yarı mamül stok ambarının ve üretim hattında nesnelerin interneti teknolojinin kullanılması

Proje 7: Uçuş yazılımı testlerinde siber fiziksel sistemlerin kullanılması

Proje 8: Proje yönetim planlarının oluşturulmasında büyük verinin kullanılması

Proje 9: Montaj hatlarında otonom robotların kullanılması

Proje 10: Test faaliyetlerinden önce test edilecek sistemin simülasyonun yapılması

Proje 11: Seri üretimlerde akıllı fabrikaların hayata geçirilmesi

Proje 12: Proje verilerinin saklanmasında siber güvenlik sistemlerinin kullanılması

Tablo 11. PROMETHEE Yönteminde Kullanılan Dilsel Değişkenler

Dilsel Değişkenler	Dilsel Değişken Kısaltmaları	Bulanık Sayılar (m, a, b)		
Kesinlikle Katılmıyorum	KKA	0,00	0,00	0,15
Katılmıyorum	KA	0,15	0,15	0,15
Biraz Katılmıyorum	BKA	0,30	0,15	0,20
Fikrim Yok	FY	0,50	0,20	0,15
Biraz Katılıyorum	BK	0,65	0,15	0,15
Katılıyorum	K	0,80	0,15	0,20
Kesinlikle Katılıyorum	KK	1,00	0,20	0,00

Yöntemin ilk aşamasında 12 adet alternatif Endüstri 4.0 projesi için uzman görüşleri Tablo 11’de yer alan dilsel değişkenler aracılığı ile alınmıştır. Uzman görüşleri dilsel değişken kısaltmaları ile Tablo 12’de yer almaktadır.

Tablo 12. Alternatiflerin Dilsel Değişkenler ile Değerlendirilmesi

Alternatif	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12
K1	BKA	K	BKA	K	K	BKA	K	BK	KK	KK	BKA	KK
K2	KA	KA	BK	FY	BKA	K	FY	FY	KK	KA	KA	K
K3	KK	FY	BK	K	FY	BK	BK	BK	BK	K	BK	FY
K4	BK	BK	KKA	KK	KK	K	FY	KA	K	BK	KK	BKA
K5	KA	BK	KK	KK	BK	K	FY	KA	KKA	K	KKA	KK
K6	BK	KA	FY	KKA	BKA	K	BK	BKA	KKA	KKA	BK	KA
K7	KKA	K	BKA	KKA	K	BK	KKA	KKA	BK	KA	BK	BK
K8	BK	K	FY	K	KK	BK	BK	KK	BK	K	BK	K
K9	BKA	K	K	KK	KA	KKA	KKA	K	BK	FY	BK	KK
K10	FY	BKA	K	BK	KKA	KKA	KA	KKA	KKA	BK	KKA	BKA
K11	K	KKA	KKA	BKA	K	BKA	K	BKA	KA	BKA	FY	KA
K12	K	K	KA	K	FY	FY	K	BK	KKA	KKA	K	BKA
K13	FY	BKA	K	BKA	KKA	BKA	BKA	BK	FY	K	KA	KK
K14	BKA	FY	BK	BK	K	K	BK	KK	BK	KK	BK	K
K15	KK	BKA	KKA	KA	FY	KK	BKA	KK	KKA	KK	BK	FY
K16	KK	KK	KKA	K	BKA	KKA	KA	KK	FY	BKA	FY	BK
K17	FY	K	KK	BKA	BKA	BKA	KKA	BK	KKA	BKA	FY	KK
K18	BK	K	KA	BKA	BKA	BK	KA	BK	KKA	FY	BK	KA
K19	K	BK	FY	BK	K	KK	K	K	KK	BK	BK	K
K20	K	BKA	BKA	K	K	FY	KKA	FY	K	FY	FY	BKA
K21	BK	FY	BK	K	KKA	BKA	KK	KKA	KA	BKA	BKA	KKA

Tablo 12’de yer alan dilsel değişkenler Tablo 11’de yer alan bulanık sayılara dönüştürülmüştür. Ek 3’de uzmanların görüşlerinin bulanık sayılar ile ifade edilen halleri yer almaktadır.

Bulanık sayıları karşılaştırma yapabilmek için kesin sayılara dönüştürmek gerekmektedir. Dönüştürme yapabilmek için Denklem 43’de yer alan Yager indeksi kullanılmıştır. Bulanık sayıların kesin sayılara dönüştürülmüş halleri Ek 4’de yer almaktadır.

Tablo 6’daki tercih fonksiyonları göz önünde bulundurularak alternatif çiftlerinin ortak tercih fonksiyonları belirlenmiştir. Bu çalışmada literatürde en fazla kullanılan ve bu problemin türüne en uygun olan tercih fonksiyonu olduğu için Beşinci Tip (Doğrusal Fonksiyon) Tercih Fonksiyonu seçilmiştir. Beşinci Tip

Fonksiyonda yer alan farksızlık eşiğine (q) 0 değeri ve tercih eşik değerine (p) 0.7 değeri verilmiştir.

Denklem 33'deki yer alan formül yardımıyla her alternatif çifti için tercih indeksleri belirlenmiştir. Bu hesaplamada Tereddütlü Bulanık SWARA yöntemi sonucu bulunan Tablo 10'da yer alan kriter ağırlıkları kullanılmış ve Tablo 13'de yer alan tablo elde edilmiştir.

Tablo 13. Alternatiflerin Ortak Tercih İndeks Değerleri

	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12
A1	0,00	0,16	0,33	0,00	0,14	0,10	0,14	0,10	0,11	0,04	0,10	0,16
A2	0,08	0,00	0,50	0,07	0,07	0,08	0,08	0,01	0,08	0,07	0,09	0,00
A3	0,09	0,03	0,00	0,06	0,09	0,08	0,10	0,05	0,09	0,07	0,09	0,02
A4	0,02	0,17	0,53	0,00	0,15	0,07	0,08	0,06	0,05	0,04	0,07	0,17
A5	0,21	0,04	0,78	0,00	0,00	0,24	0,26	0,04	0,23	0,04	0,25	0,04
A6	0,01	0,11	0,25	0,11	0,01	0,00	0,06	0,01	0,03	0,11	0,11	0,00
A7	0,02	0,00	0,26	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00
A8	0,21	0,00	0,74	0,03	0,03	0,23	0,29	0,00	0,26	0,03	0,21	0,00
A9	0,02	0,14	0,29	0,11	0,01	0,05	0,04	0,05	0,00	0,14	0,15	0,04
A10	0,01	0,14	0,50	0,00	0,15	0,03	0,07	0,03	0,05	0,00	0,03	0,14
A11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00
A12	0,09	0,01	0,74	0,07	0,08	0,08	0,09	0,05	0,08	0,07	0,09	0,00

Kriterlerin pozitif ve negatif üstünlük değerleri hesaplanarak PROMETHEE-I (Kısmi Sıralama) sonuçları elde edilmiştir. Yöntemin son adımında PROMETHEE-I sonuçlarından yararlanılarak PROMETHEE-II (Tam Sıralama) değerleri hesaplanmıştır. Üstünlük değerleri ve sıralama sonuçları Tablo 14'de yer almaktadır.

Tablo 14. Üstünlük Değerleri ve Sıralama Sonuçları

	PROMETHEE - I (Kısmi Sıralama)		PROMETHEE-II (Tam Sıralama)			
	Φ^+	Sıralama	Φ^-	Sıralama	Φ_{net}	Sıralama
A1	0,126	5	0,068	7	0,058	5
A2	0,102	7	0,073	6	0,029	7
A3	0,071	10	0,448	1	-0,377	12
A4	0,128	4	0,042	8	0,087	3
A5	0,192	1	0,066	5	0,125	2
A6	0,073	9	0,089	4	-0,016	9

A7	0,028	11	0,116	1	-0,087	10
A8	0,186	2	0,035	5	0,150	1
A9	0,093	8	0,092	2	0,001	8
A10	0,105	6	0,055	2	0,050	6
A11	0,011	12	0,110	1	-0,098	11
A12	0,131	3	0,052	1	0,079	4

PROMETHEE-II yöntemleri sonrası ortaya çıkan proje öncelikleri Tablo 15’de yer almaktadır.

Tablo 15. Alternatif Endüstri 4.0 Projelerinin Sıralanması

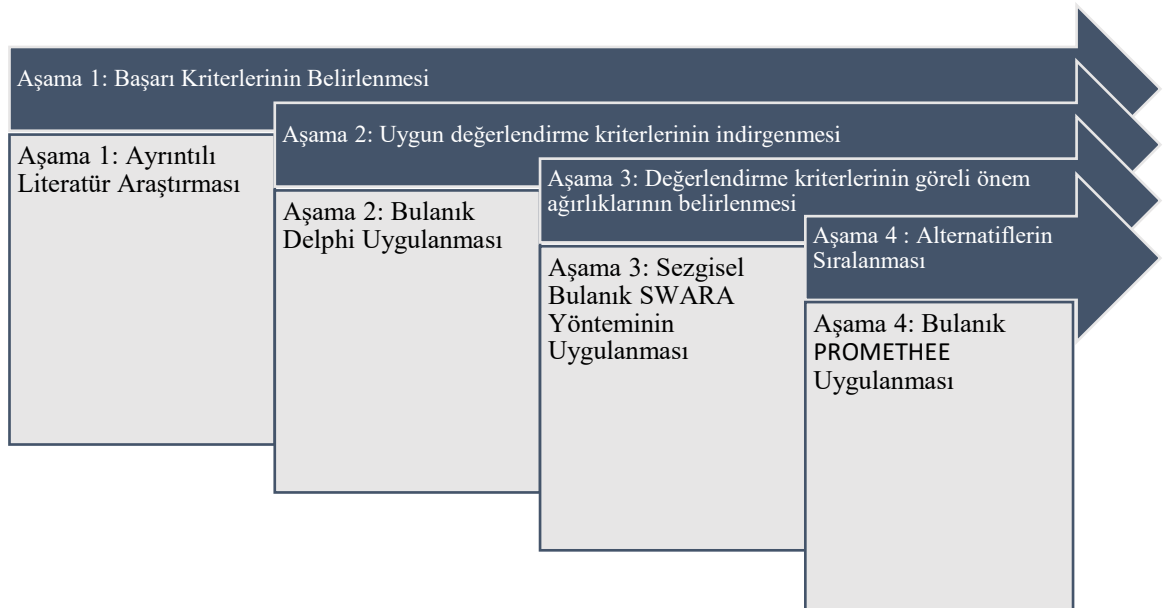
Proje Adı	Sıralama
Proje yönetim süreçlerinde sistem entegrasyonunun kullanılması	5
Kullanıcıların eğitiminde artırılmış gerçekliğin kullanılması	7
Projenin maliyet ve süre tahminlerinde yapay zekanın kullanılması	12
Kalifikasyon test prototiplerinin üretilmesinde üç boyutlu yazıcıların kullanılması	3
Paydaşlar arasında dosya paylaşımlarında bulut teknolojisinin kullanılması	2
Yarı mamul stok ambarının ve üretim hattında nesnelere interneti teknolojinin kullanılması	9
Uçuş yazılımı testlerinde siber fiziksel sistemlerin kullanılması	10
Proje yönetim planlarının oluşturulmasında büyük verinin kullanılması	1
Montaj hatlarında otonom robotların kullanılması	8
Test faaliyetlerinden önce test edilecek sistemin simülasyonunun yapılması	6
Seri üretimlerde akıllı fabrikaların hayata geçirilmesi	11
Proje verilerinin saklanmasında siber güvenlik sistemlerinin kullanılması	4

Tablo 15’deki sıralamaya göre “Proje yönetim planlarının oluşturulmasında büyük verinin kullanılması” birinci sırada yer alırken “Projenin maliyet ve süre tahminlerinde yapay zekanın kullanılması” sonuncu sırada hayata geçirilmesi gereken proje olmuştur.

SONUÇ ve TARTIŞMA

Çalışmada Bulanık Delphi, Tereddütlü Bulanık SWARA ve Bulanık PROMETHEE yöntemlerinin entegre edildiği bir araştırma çerçevesinde yararlanılmıştır. Bu çerçeve dört aşamadan oluşmakta olup aşamalar Şekil 6'da gösterilmektedir:

1. Kapsamlı literatür taramasından proje yönetimi başarı kriterlerinin çıkarılması
2. Bulanık Delphi uygulanarak uygun değerlendirme kriterlerinin taranması,
3. Tereddütlü Bulanık SWARA kullanılarak değerlendirme kriterlerinin göreceli önem ağırlıklarının belirlenmesi,
4. Potansiyel başarı kriterlerinin sıralanması ve Bulanık PROMETHEE kullanılarak en iyi alternatifin seçilmesidir.



Şekil 6. Araştırma Çerçevesi

Karmaşık sistemleri modellemek için kesin verilere ihtiyaç duyan matematiksel yöntemler, bilginin eksik ve net olmadığı durumlarda yetersiz kalmaktadırlar. Aynı zamanda konuşma dili sayesinde ortaya çıkan bilgiler de klasik karar verme süreçlerinde göz ardı edilmektedir. Dilsel ifadelerin özellikle belirsizliğin yüksek olduğu ortamlarda karar süreçlerine dahil edilmesi doğru sonuçlar almak için son derece önemlidir (Öztürk, 2011). Bulanık mantık ve dilsel değişkenler sayesinde uzmanların belirsizlik ortamında daha etkili karar vermelerine katkı sağlanmış olup çok kriterli karar verme tekniklerinin daha verimli bir şekilde kullanılması amaçlanmaktadır (Özdemir ve Kalınkara, 2020). Bu nedenlerden dolayı araştırma çerçevesinde belirtilen yöntemlerde bulanık mantıktan ve dilsel değişkenlerden yararlanılmıştır.

Çalışmada Delphi, SWARA ve PROMETHEE yöntemleri kullanılmış olup bu yöntemler aynı grupta bulunan diğer metotlara olan üstünlükleri nedeniyle tercih edilmiştir.

Delphi yöntemi, çeşitli uzmanların görüşlerini bir araya getirerek uzmanları fiziksel bir toplantıda bir araya getirilmeden uygulanabilmektedir. Katılımcıların yanıtları anonim olduğundan uzmanların görüşlerini belirtme açısından endişe duymalarına gerek bulunmamaktadır. Bunlara ek olarak Delphi yönteminin sonuçları alanında uzman katılımcılar tarafından üretildiği için Hasson ve diğerleri (2000) bu çalışmada da olduğu üzere sınırlı araştırma alanları ve bilgi eksikliği bulunan alanlarda kullanılmak için uygundur.

Literatürde ağırlık belirlemede kullanılan SWARA, AHP , ANP, Öz Vektör yöntemi, Birleşik Analiz, Entropi yöntemi birçok yöntem bulunmaktadır (Zolfani ve diğerleri, 2013). SWARA yöntemi yüksek düzeyde karar verme alanları için uygun olup literatürde ağırlık belirleme amacıyla kullanılan diğer yöntemler kıyasla birçok avantajı bulunmaktadır. SWARA yönteminde uzmanlar, diğer yöntemlere göre daha fazla öznel değerlendirme yapabilmekte ve kriter önceliklerinin belirlenmesi konusunda fazla inisiyatif alabilmektedirler. SWARA yöntemi sayesinde uzmanlar kendi istekleri doğrultusunda kriter ağırlıklarını ve önceliklerini belirleyebilmektedirler. SWARA metodundaki ikili karşılaştırma sayısı ANP ve AHP yöntemlerine göre daha azdır. Bu durum işlem süresini kısaltmaktadır. Ek olarak SWARA yöntemi Birleşik Analiz yöntemine göre en iyi

alternatifin seçilebilmesi için daha kapsamlı bir prosedür sunmaktadır (Çakır ve Kutlu Karabıyık, 2017). Bu nedenlerden dolayı SWARA yöntemi bu çalışma kapsamında bir grup uzmandan veri toplamak ve koordine etmek açısından literatürde yer alan benzer yöntemlere göre daha uygundur.

PROMETHEE yöntemi, insan zihninin çok sayıda çelişkili bakış açısıyla karşı karşıya kaldığı durumlarda TOPSIS, ELECTRE, VIKOR gibi mevcut yöntemlerle basitlik açısından kıyaslandığı zaman daha güçlü bir yapı sergilemektedir (Bogdanovic ve diğerleri, 2012). Yöntem, literatürdeki yer alan diğer önceliklendirme yöntemlerinin uygulanma aşamasındaki zorluklar göz önünde bulundurularak geliştirilmiştir Buna ek olarak PROMETHEE yöntemi alternatifleri farklı tercih fonksiyonları ile değerlendirerek hem kısmi hem de tam sıralama yapılmasına olanak sağlamaktadır (Şenkay ve Hekimoğlu, 2013).

Çalışmanın ilk aşamasında ayrıntılı bir literatür ile proje başarısını etkileyebilecek faktörler belirlenmeye çalışılmıştır. Literatürdeki çalışmalar doğrultusunda proje yönetiminde başarıyı etki edebilmek 23 adet kriter belirlenmiştir. Bu kriterler ile ilgili yapılan çalışmalarda “dijital dönüşüm” veya “Endüstri 4.0” ile ilgili kavramlarla karşılaşılmamıştır. Bu nedenle başarı kriterlerinin geleneksel proje yönetiminin başarılı olması için uygun olacağı varsayılmıştır ve bu kriterlerin Endüstri 4.0 içinde uyumlu olup olmadığının belirlenmesi amaçlanmıştır. Literatürdeki veri yetersizliği nedeniyle çalışmanın ikinci aşamasında Bulanık Delphi yöntemi kullanılarak dijital dönüşüm ve proje yöneticiliği alanında uzmanlığı bulunan 15 kişinin görüşü alınmıştır. Bulanık Delphi yöntemi sayesinde uzmanların görüşleri Klasik Delphi yöntemine göre daha kısa sürede ve belirsizlik ortamına daha uygun bir şekilde belirlenmiştir. 23 kriterden ikisi Pareto kuralı ile belirlenen eşik değerin altında kalarak değerlendirme dışı bırakılmıştır. Değerlendirme dışı bırakılan iki kriterin uzlaşma anlamlılık değerlerinin belirlenen eşik değere çok yakın bir değerde olduğu görülmüştür. Bu nedenle ortaya çıkan sonuç doğrultusunda literatürde yer alan ve geleneksel proje yönetimi başarı faktörleri varsayımı ile değerlendirilen faktörlerin dijital dönüşüme de kolaylıkla uyarlanabileceği söylenebilir.

Çalışmanın üçüncü aşamasında Tereddütlü Bulanık SWARA yöntemi kullanılmıştır. SWARA yönteminin tereddütlü bulanık mantık kullanılarak

uzmanların görüşlerini birden fazla dilsel değişken kullanarak belirtebilmeleri sağlanmıştır. Tereddütlü bulanık mantık kullanımı ile bulanık mantığa göre daha pratik hayatı daha iyi temsil eden sonuçlara ulaşılabileceği düşünülmektedir. Bu aşamada aynı uzmanlardan Bulanık Delphi yöntemi sonucunda değerlendirmeyi geçen 21 adet kriter için ağırlık verilmesi istenmiş ve kriterler kendi aralarında sıralanmıştır. Tereddütlü Bulanık SWARA yönteminde uzman görüşleri doğrultusunda “Üst yönetimin desteği önemlidir.” kriteri önem ağırlığı en fazla kriter olarak çıkmış ve bir projenin başarı ile tamamlanmasında “proje sponsorunun” önemi literatürdeki diğer çalışmalar gibi vurgulanmış olmuştur. Bu durumda proje paydaşları arasından en önemli paydaşın “proje sponsoru” olduğu söylenebilir. Üst yönetim, genellikle projeyi başlatan ve daha sonra projeden çekilen bir yapıdadır. Aslında bu sonuç dijital dönüşüm ile birlikte üst yönetimin projelerde daha destekleyici olması gerektiğini ve bu desteği projenin bütün aşamalarında göstermesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Tereddütlü Bulanık SWARA yönteminde en düşük öneme sahip kriter olan “Proje yöneticisinin, yönetici becerileri ve nitelikleri önemlidir.” olarak belirlenmiştir. Literatürde “dijital dönüşüm” ve “proje yöneticisi” kavramlarını bir arada bulunduğu çok fazla araştırma yer almaktadır. Yöntemin sonucu değerlendirilecek olursa proje yöneticisinin yönetici becerilerinin ve niteliklerinin diğer kriterler ile kıyaslandığı düşünüldüğü kadar önemli olmadığı sonucu ortaya çıkmıştır. Bu nedenle ileride bu alanda çalışma yapmayı planlayan araştırmacıların diğer kriterleri de göz önünde bulundurmaları önemlidir.

Çalışmanın son aşamasında ise uzmanlardan Endüstri 4.0 unsurlarının yer aldığı 12 adet alternatif projenin uygulamaya alınma sırasının belirlenmesi istenmiştir. Çalışmada PROMETHEE yönteminden yararlanılmış ve bu yöntemde de çalışmadaki diğer yöntemlerde olduğu gibi bulanık mantık göz önünde bulundurulmuştur. Tereddütlü bulanık SWARA yöntemi sonucunda bulunan kriter ağırlıkları PROMETHEE yönteminin kriter ağırlıklarını oluşturmaktadır. B-PROMETHEE yönetimi olarak da adlandırılan Bulanık PROMETHEE yönteminde uzmanlar dilsel terimler sayesinde görüşlerini belirtmişlerdir. Yöntemde dilsel terimlere karşılık gelen bulanık sayılar kullanılmıştır. Bütün kriterler için 5.Tip Tercih Fonksiyonu olarak tanımlanan “doğrusal” tercih fonksiyonu seçilmiştir.

Bulanık PROMETHEE yönteminin adımları takip edilerek PROMETHEE-I ve PROMETHEE-II yöntemleri ile alternatif projelerin uygulama sırası belirlenmiştir. Bulanık PROMETHEE yöntemi sonucunda ilk sırada uygulanması gereken Endüstri 4.0 projesi, “Proje yönetim planlarının oluşturulmasında büyük verinin kullanılması” olarak belirlenmiştir. (Esteves ve diğerleri, 2020b)’e göre başlangıçta projenin doğru planlanmaması projenin ilerleyen aşamalarında kuruluş için ciddi sorunlara yol açmakta ve projelerde eksik ve yanlış yapılan planlamalar şirketlerin hedeflerine ulaşmasını etkilemektedir. Bu projenin seçilmesi proje yöneticilerinin kararlarını en iyi şekilde vermek ve proje boyunca planlamayı düzgün bir şekilde yapabilmek için doğru, gerçek zamanlı ve sistematik veriye ulaşma isteğini göstermektedir. Aynı zaman bu sonuç Bolatan ve Gözlü (2019)’nın yapmış olduğu çalışmanın sonuçları ile benzerlik göstermektedir. Bolatan ve Gözlü (2019), dijital dönüşümde başarı kriterlerini belirlemek için 31 şirketi kapsayan bir araştırma yapmış ve çalışma sonucunda büyük veri yönetiminin şirketlerin dijital dönüşümde başarılı olabilmek için göz önünde bulundurmaları gereken ilk faktör olması gerektiğini belirtmişlerdir.

Bulanık PROMETHEE yönteminde uzmanlar tarafından en son sırada hayata geçirilmesi tercihe edilen proje “Projenin maliyet ve süre tahminlerinde yapay zekanın kullanılması” olarak ortaya çıkmıştır. Bu projenin seçilmesi ile birlikte Brett ve Erica’nın, 2017 yılındaki çalışması ile benzer bir sonuca ulaşmıştır. Brett ve Erica (2017)’nin yapmış olduğu bir ankete katılan şirketlerin %41’i iş gücünde bilişsel veya yapay zekâ teknolojilerinin bazı yönlerini zaten uygularken, %37’si pilot programlar yürütüyor. Ankete katılan yöneticilerin yalnızca %17’si, insanlar, robotlar ve yapay zekadan oluşan işbirlikçi bir işgücünü yönetmeye hazır olduklarını belirtmektedir.. Proje yöneticileri yapay zekadan yararlanmayı tercih etseler bile karar verme süreçlerinde tamamen yapay zekaların kontrolüne bırakmak istememektedirler. Bu durum, giderek daha yetenekli sistemlerin dünya çapında profesyonellerin yerini yavaş yavaş aldığı bir dünyada proje yöneticileri hala yeri doldurulamaz bir insani liderlik, uzmanların entegrasyonu ve etik davranış kombinasyonu sağladığını gösterebilir.

Çalışmanın bazı kısıtları ve iyileştirmeye açık alanları bulunmaktadır. Çalışmada boyunca on beş tane uzmanın görüşü alınmış olup genel kabul görmüş bir

sonuca varmak için görüş alınan uzman sayısını artırılması gerekmektedir. Aynı zamanda sektörler arasında proje yönetiminde dijitalleşmeye bakış açılarında farklı olması nedeniyle proje yönetiminde başarı kriterleri de sektörlere göre farklılık gösterebilir. Bu nedenle uzmanların çalıştığı sektörlerle de odaklanılarak başarı faktörlerinde ve alternatif Endüstri 4.0 projelerinin uygulama sıralaması belirlenirken sektörlerle göre değerlendirme yapılabilir.

Piccarozzi ve diğerlerinin (2018) belirttiği gibi Endüstri 4.0 ile yönetim süreci arasındaki etkileşimi inceleyen literatürün hala eksiktir. (Chepkasova, 2017)'e göre, dijitalleşme nispeten yeni bir çalışma alanı olduğundan dijital Dönüşüm projelerinin yönetimi konusunda sınırlı araştırmalar mevcuttur. Çalışmaların çoğu, yazılım geliştirme ve bilgi teknolojisi uygulaması ile ilgili projelere odaklanmıştır. Dijital dönüşüm projeleri işletmelerin ve kuruluşların operasyonlarını yürütme şeklini değiştirmeyi ve hatta iş modellerini etkilemeyi amaçlamaktadır (Earley, 2014). Bu nedenle çalışmanın, pazarda rekabet edebilmek ve müşteri memnuniyetini arttırmak için proje yönetim süreçlerini dijitalleştirmek isteyen firmalara bir yol haritası çıkarılması konusunda katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Aynı zamanda çalışma konusunun özgünlüğü nedeniyle çalışmanın literatürdeki önemli bir alandaki eksikliği kapatacağını öngörülmektedir.

KAYNAKÇA

- Abbaspour, A., Taymouri, Seyyed Rohollah Rahimian, H. ve Abdollahi, H. (2021). Identification and prioritization of key performance indicators in elementary schools by fuzzy delphi and SWARA methods. *Journal of School Administration*, 9(2), 455–489. https://jsa.uok.ac.ir/article_61291.html adresinden erişildi.
- Adar, T. ve Kılıç Delice, E. (2018). Banka sektöründe insan hata analizi için yeni bir bütünleşik yöntem: İFASS&ÇK-KBDTK. *Ergonomi*, 1(2), 108–122. doi:10.33439/ergonomi.482091
- Albukhitan, S. (2020). Developing digital transformation strategy for manufacturing. *Procedia Computer Science*, 170, 664–671. doi:10.1016/j.procs.2020.03.173
- Alias, S., Adna, N., Arsad, R., Soid, S. K. ve Ali, Z. M. (2014). Project evaluation and selection using fuzzy delphi method and zero - one goal programming. *AIP Conference Proceedings*, 1635(December), 512–519. doi:10.1063/1.4903630
- Anantatmula, V. S. (2020). Project management concepts. *Operations Management - Emerging Trend in the Digital Era* içinde (C. 32, ss. 137–144). IntechOpen. doi:10.5772/intechopen.93766
- APM. (2019a). Projecting The Future. *Association For Project Management*. 20 Haziran 2021 tarihinde https://www.apm.org.uk/media/36360/projecting_the_future_msgd_final.pdf adresinden erişildi.
- APM. (2019b). The fourth industrial revolution: Data, automation and artificial intelligence. *Management Association For Project*. 25 Haziran 2021 tarihinde <https://www.apm.org.uk/projecting-the-future/fourth-industrial-revolution/> adresinden erişildi.
- Atanassov, K. T. (1986). Intuitionistic fuzzy sets. *Fuzzy Sets and Systems*, 20(1), 87–96. doi:10.1016/S0165-0114(86)80034-3
- Aydın, S. (2020). *Yeni tip bulanık kümeler ile yatırım analiz teknikleri: yeşil tedarik zinciri yönetiminde bir uygulama*. <https://www.yok.gov.tr> adresinden erişildi.

- Baccarini, D. (2008). Critical success factors in construction engineering projects a case study. *AIPM09 refereed paper The Australian Institute of Project Management*.
- Baccarini, D. (2020). Critical success factors in construction projects. *International Journal of Recent Technology and Engineering* içinde (C. 8, ss. 1799–1804). doi:10.35940/ijrte.e6408.018520
- Bağcı, H. ve Rençber, Ö. F. (2014). Kamu bankaları ve halka açık özel bankaların promethee yöntemi ile kârlılıklarının analizi. *Aksaray Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 6(1), 38–47.
- Bajwa, A. L. I. ve Deichmann, R. (2018). *How digitalization influences project management*. Chalmers University Of Technology.
- Balali, A., Moehler, R. C. ve Valipour, A. (2020). Ranking cost overrun factors in the mega hospital construction projects using delphi-swara method: an Iranian case study. *International Journal of Construction Management*, 1–9. doi:10.1080/15623599.2020.1811465
- Balmat, J.-F., Lafont, F., Maifret, R. ve Pessel, N. (2011). A decision-making system to maritime risk assessment. *Ocean Engineering*, 38(1), 171–176. doi:10.1016/j.oceaneng.2010.10.012
- Banihashemi, S. A., Khalilzadeh, M., Antucheviciene, J. ve Šaparauskas, J. (2021). Trading off time–cost–quality in construction project scheduling problems with fuzzy swara–topsis approach. *Buildings*, 11(9), 387. doi:10.3390/buildings11090387
- Barthel, P. ve Hess, T. (2019). Are digital transformation projects special? *Proceedings of the 23rd Pacific Asia Conference on Information Systems: Secure ICT Platform for the 4th Industrial Revolution, PACIS 2019* içinde .
- Başar, A. (2017). Klasik ve sezgisel bulanık ikili karşılaştırma ile yazılım geliştirme projelerinin maliyet tahmini: uygulama örneği. *Bilişim Teknolojileri Dergisi*, 10(2)(Nisan), 129–129. doi:10.17671/gazibtd.309269
- Baur, C. ve Wee, D. (2015). Manufacturing's next act. *McKinsey&Company Operations*. 1 Ağustos 2021 tarihinde <https://www.mckinsey.com/business-functions/operations/our-insights/manufacturings-next-act> adresinden erişildi.

- Belassi, W. ve Tukul, O. I. (1996). A new framework for determining critical success/failure factors in projects. *International Journal of Project Management*, 14(3), 141–151. doi:10.1016/0263-7863(95)00064-X
- Beleiu, I., Crisan, E. ve Nistor, R. (2015). Main factors influencing project success. *Interdisciplinary Management Research*, 11, 59–72.
- Blaskovics, B. (2018). Aspects of digital project management. *Dynamic Relationships Management Journal*, 7(2), 25–37. doi:10.17708/DRMJ.2018.v07n02a03
- Bogdanovic, D., Nikolic, D. ve Ivana, I. (2012). Mining method selection by integrated AHP and PROMETHEE method. *Anais da Academia Brasileira de Ciencias*, 84(1), 219–233. doi:10.1590/S0001-37652012005000013
- Bolatan, G. I. S. ve Gözlü, S. (2019). Critical success factors in the transition processes to industry 4.0 projects. *Agile approaches for successfully managing and executing projects in the fourth industrial revolution* içinde (ss. 267–278). IGI Global. doi:10.4018/978-1-5225-7865-9.ch014
- Bottero, M., D'Alpaos, C. ve Oppio, A. (2018). Multicriteria evaluation of urban regeneration processes: an application of promethee method in northern Italy. *Advances in Operations Research*, 2018, 12. doi:10.1155/2018/9276075
- Bowles, J. (2014, 24 Temmuz). The computerisation of european jobs. *Bruegel*. 2 Aralık 2020 tarihinde <https://www.bruegel.org/2014/07/the-computerisation-of-european-jobs/> adresinden erişildi.
- Braglia, M. ve Frosolini, M. (2014). An integrated approach to implement project management information systems within the extended enterprise. *International Journal of Project Management*, 32(1), 18–29. doi:10.1016/j.ijproman.2012.12.003
- Brans, J. P. ve Vincke, P. (1985). A preference ranking organisation method: (The PROMETHEE method for multiple criteria decision-making). *Management Scienc*, 31(6), 647–656. <http://www.jstor.org/stable/2631441> adresinden erişildi.
- Braun, T., Ekstedt, E., Lundin, R. A. ve Sydow, J. (2020). Digital transformations of traditional PBOs and modern PNWs: changing management practices in

project society. *PMI*. 2 Şubat 2021 tarihinde <https://www.pmi.org/learning/library/digital-transformation-pbo-pnw-11997> adresinden erişildi.

Brett, W. ve Erica, V. (2017). Rewriting the rules for the digital age. *Global Human Capital Trends 2017*. 5 Nisan 2021 tarihinde <https://www2.deloitte.com/insights/us/en/focus/human-capital-trends/2017/redesigning-performance-management.html> adresinden erişildi.

Brynjolfsson, E. ve McAfee, A. (2014). *The Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies*. W W Norton (C. 16). W. W. Norton. doi:10.1080/15228053.2014.943094

Businesswire. (2016). Mastering fundamentals : Study confirms key performance factors critical to business success. *Project Management Institute*. 11 Ekim 2021 tarihinde <https://www.pmi.org/about/press-media/press-releases/mastering-the-fundamentals-study-confirms-key-performance-factors-critical-to-business-success> adresinden erişildi.

Çakır, E. ve Kutlu Karabıyık, B. (2017). Bütünleşik SWARA - COPRAS Yöntemi Kullanarak Bulut Depolama Hizmet Sağlayıcılarının Değerlendirilmesi. *Bilişim Teknolojileri Dergisi*, 417–434. doi:10.17671/gazibtd.296094

Capture. (2021). Success turbo: Project management for digital transformation. <https://ppm.capture.eu/article/blog/project-management-digital-transformation> adresinden erişildi.

Chan, A. P. C., Scott, D. ve Chan, A. P. L. (2004). Factors affecting the success of a construction project. *Journal of Construction Engineering and Management*, 130(1), 153–155. doi:10.1061/(ASCE)0733-9364(2004)130:1(153)

Chen, S. J. ve Hwang, C. L. (1992). Fuzzy multiple attribute decision making methods. *Fuzzy multiple attribute decision making* içinde (ss. 89–486). Berlin, Heidelberg.

Chepkasova, E. (2017). *Transformation in the era of digitalization: a study of organizations implementing digital transformation projects with integrated project management and change management*. <http://umu.diva->

- portal.org/smash/get/diva2:1071105/FULLTEXT01.pdf adresinden erişildi.
- Cichosz, M., Wallenburg, C. M. ve Knemeyer, A. M. (2020). Digital transformation at logistics service providers: barriers, success factors and leading practices. *International Journal of Logistics Management*, 31(2), 209–238. doi:10.1108/IJLM-08-2019-0229
- Çitli, N. (2006). *Bulanık çok kriterli karar verme*. <https://www.yok.gov.tr> adresinden erişildi.
- Cooke-Davies, T. (2002). The “real” success factors on projects. *International Journal of Project Management*, 20(3), 185–190. doi:10.1016/S0263-7863(01)00067-9
- Coroiu, A. M. (2015). Fuzzy methods in decision making process - a particular approach in manufacturing systems. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* içinde (C. 95). doi:10.1088/1757-899X/95/1/012154
- Crawford, L. (2005). Senior management perceptions of project management competence. *International Journal of Project Management*, 23(1), 7–16. doi:10.1016/j.ijproman.2004.06.005
- Cserhádi, G. ve Szabó, L. (2014). The relationship between success criteria and success factors in organisational event projects. *International Journal of Project Management*, 32(4), 613–624. doi:10.1016/j.ijproman.2013.08.008
- Dağdeviren, M. ve Eraslan, E. (2008). Promethee sıralama yöntemi ile tedarikçi seçimi. *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University*, 23(1), 69–75.
- Dernoncourt, F. (2013). Introduction to fuzzy logic. *Massachusetts Institute of Technology*, 21, 50–56. doi:10.2298/fuee0502319m
- Drath, R. ve Horch, A. (2014, Haziran). Industrie 4.0: Hit or hype? *IEEE industrial electronics magazine* 8(2), Cilt: 8, S, 56–58. doi:10.1109/MIE.2014.2312079
- Earley, S. (2014). The digital transformation: staying competitive. *IT Professional*, 16(2), 58–60. doi:10.1109/MITP.2014.24
- Ebert, C. ve Duarte, C. H. C. (2018). Digital transformation. *IEEE Software*, 35(4), 16–21. doi:10.1109/MS.2018.2801537
- Errays, N. A. ve Tourabi, A. (2021). Understanding of the success factors of

- digital transformation projects Essai de compréhension des facteurs de succès des projets de transformation numérique. *Moroccan Journal of Entrepreneurship, Innovation and Management (MJEIM)*, 6(1).
- Esteves, M. C., Rodrigues, T. V., Sanjulião, L.-R. K. A. F. ve Santos Filho, V. H. Dos. (2020b). Project management in industry 4.0: Technologies and skills supporting project managers. *Revista Mundi Engenharia, Tecnologia e Gestão*, 5(8), 1–15. doi:10.21575/25254782rmetg2020vol5n81426
- Fairoos, M. F. M., Niranga, W. A. M. ve Wickramarachchi, R. (2020). A review on improving performance through digital transformation: A study of best technologies and key success factors. *2nd African International Conference on Industrial Engineering and Operations Management (IEOM)* içinde (ss. 1–10). Harare.
- Feise, P. ve Hatzfeldt von, P. (2019). *The effects of digitalization on customer experience*. SSRN Electronic Journal. JÖNKÖPING University.
- Frey, C. B. ve Osborne, M. A. (2017). The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation? *Technological Forecasting and Social Change*, 114, 254–280. doi:10.1016/j.techfore.2016.08.019
- Garai, A. ve Roy, T. K. (2013). Weighted intuitionistic fuzzy delphi method. *Journal of Global Research in Computer Science*, 4(7), 42–38.
- Gemuenden, H. G. ve Lechler, T. (1997). Success factors of project management: the critical few-an empirical investigation. *Innovation in Technology Management. The Key to Global Leadership*. içinde (ss. 375–377). IEEE. doi:10.1109/PICMET.1997.653418
- Gemünden, H. G. ve Schoper, Y. (2015). Future trends in project management. *Conference: IRNOPAt: UCL The Bartlett London* içinde (ss. 1–28).
- Genç, T. ve Urfalıoğlu, F. (2013). Çok kriterli karar verme teknikleri ile Türkiye'nin ekonomik performansının Avrupa Birliği üye ülkeleri ile karşılaştırılması. *M.U. İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 35(2), 329–329. doi:10.14780/iibdergi.201324469
- Goran, J., LaBerge, L. ve Srinivasan, R. (2017). Culture for a digital age. *McKinsey & Company*. 1 Mart 2021 tarihinde <https://www.mckinsey.com/business-functions/mckinsey-digital/our->

insights/culture-for-a-digital-age adresinden erişildi.

- Grisham, T. (2009). The delphi technique: a method for testing complex and multifaceted topics. *International Journal of Managing Projects in Business*, 2(1), 112–130. doi:10.1108/17538370910930545
- Gündüz, M. ve Yayha, A. M. A. (2015). Analysis of project success factors in construction industry. *Technological and Economic Development of Economy*, 24(1), 67–80. doi:10.3846/20294913.2015.1074129
- Hashemkhani Zolfani, S., Zavadskas, E. K. ve Turskis, Z. (2013). Design of products with both international and local perspectives based on yin-yang balance theory and SWARA method. *Ekonomiska Istrazivanja*, 26(2), 153–166. doi:10.1080/1331677x.2013.11517613
- Hasson, F., Keeney, S. ve McKenna, H. (2000). Research guidelines for the delphi survey technique. *Journal of Advanced Nursing*, 32(4), 1008–1015. doi:10.1046/j.1365-2648.2000.t01-1-01567.x
- Henriette, E., Feki, M. ve Boughzala, I. (2015). The Shape of Digital Transformation: A Systematic Literature Review. *Conference: 9th Mediterranean Conference on Information Systems* içinde (ss. 1–13). Samos.
- Hess, T., Benlian, A., Matt, C. ve Wiesböck, F. (2016). Options for formulating a digital transformation strategy. *MIS Quarterly Executive*, 15(2), 123–139. doi:10.4324/9780429286797-7
- Horlacher, A., Klärner, P. ve Hess, T. (2016). Crossing boundaries: organization design parameters surrounding CDOs and their digital transformation activities. *Crossing Boundaries: Organization Design Parameters Surrounding CDOs and Their Digital Transformation Activities* içinde (ss. 1–10). San Diego: 22nd Americas Conference on Information Systems (AMCIS).
- Jonathan, G. M. (2020). Digital transformation in the public sector: Identifying critical success factors. *Lecture Notes in Business Information Processing* içinde (C. 381 LNBIP, ss. 223–235). Dubai. doi:10.1007/978-3-030-44322-1_17
- Jugdev, K. ve Müller, R. (2005). A Retrospective look at our Evolving

- Understanding of Project Success. *Project Management Journal*, 36(4), 19–31. doi:10.1177/875697280503600403
- Kabak, M. ve Erdebilli, B. (2021). *Bulanık çok kriterli karar verme yöntemleri - MS excel ve software çözümlü uygulamalar*. Nobel Akademik Yayınları.
- Kabeyi, M. J. B. (2019). Evolution of project management, monitoring and evaluation, with historical events and projects that have shaped the development of project management as a profession. *International Journal of Science and Research*, 8(12), 63–79. doi:10.21275/ART20202078
- Kandelousi, N. S., Ooi, J. . ve Abdollahi, A. . (2011). Key success factors for managing projects. *World Academy of Science, Engineering and Technology*, 59(11), 1826–1830.
- Kannan, D., Jabbour, A. B. L. de S. ve Jabbour, C. J. C. (2014). Selecting green suppliers based on GSCM practices: using fuzzy TOPSIS applied to a Brazilian electronics company. *European Journal of Operational Research*, 233(2), 432–447. doi:10.1016/j.ejor.2013.07.023
- Kaufmann, A. ve Gupta, M. M. (1988). *Fuzzy mathematical models in engineering and management science*. New York, USA: Elsevier Science Inc.
- Kaya, O., Bergsjö, D. ve Ćatić, A. (2014). Global project management using digital pulse methodology. *International Association for Management of Technology IAMOT içinde* (ss. 1–10). Washington DC.
- Kayapinar Kaya, S. ve Erginel, N. (2020). Futuristic airport: A sustainable airport design by integrating hesitant fuzzy SWARA and hesitant fuzzy sustainable quality function deployment. *Journal of Cleaner Production*, 275, 123880. doi:10.1016/j.jclepro.2020.123880
- Keršulienė, V. ve Turskis, Z. (2011). Integrated fuzzy multiple criteria decision making model for architect selection. *Technological and Economic Development of Economy*, 17(4), 645–666. doi:10.3846/20294913.2011.635718
- Khan, M. A. (2020). The impact of project management styles on digital transformation: a case study of an it services company. *International Journal of Project Management*, 4(1), 1–9. doi:10.47672/ijpm.487
- Klein, M. (2020). İşletmelerin dijital dönüşüm senaryoları- kavramsal bir model

- önerisi. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 19(74), 998.
doi:10.17755/esosder.676984
- Koçak, D. (2016). *Klasik ve bulanık çok kriterli karar verme yöntemleri ve uygulama*. Gazi Üniversitesi.
- Kutsch, E. (2008). The effect of intervening conditions on the management of project risk. *International Journal of Managing Projects in Business*, 1(4), 602–610. doi:10.1108/17538370810906282
- Kuusisto, M. (2015). *Effects of Digitalization on Organizations*. <https://core.ac.uk/download/pdf/250163817.pdf> adresinden erişildi.
- Kwak, H. Y. (2003). A brief history of project management. *The Story of Managing Projects* içinde (C. 1, ss. 1–10). Quorum Books. doi:10.1093/oxfordhb/9780199563142.003.0002
- Langemeyer, J., Gómez-Baggethun, E., Haase, D., Scheuer, S. ve Elmqvist, T. (2016). Bridging the gap between ecosystem service assessments and land-use planning through multi-criteria decision analysis. *Environmental Science and Policy*, 62, 45–56. doi:10.1016/j.envsci.2016.02.013
- Lanteri, A. (2019). *Clever: The six strategic drivers for the fourth industrial revolution*. Austin: Lioncrest Publishing.
- Lehmann, V. (2010). (2010). Connecting changes to projects using a historical perspective: Towards some new canvases. *International Journal of Project Management*, 28(4), 328-338.
- Li, L., Su, F., Zhang, W. ve Mao, J.-Y. (2018). No digital transformation by SME entrepreneurs: A capability perspective. *Information Systems Journal*, 28(6), 1129–1157. doi:10.1111/isj.12153
- Majumder, M. (2015). *Impact of urbanization on water shortage in face of climatic aberrations*. SpringerBriefs in Water Science and Technology. Singapore: Springer Singapore. doi:10.1007/978-981-4560-73-3
- Marnewick, A. L. ve Marnewick, C. (2020). The Ability of Project Managers to Implement Industry 4.0-Related Projects. *IEEE Access*, 8. doi:10.1109/ACCESS.2019.2961678
- Marnewick, C. ve Marnewick, A. L. (2020). The Demands of Industry 4.0 on Project Teams. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 67(3),

941–949. doi:10.1109/TEM.2019.2899350

- Matarazzo, M., Lara, P., Profumo, G. ve Quaglia, R. (2021). Digital transformation and customer value creation in made in Italy SMEs: A dynamic capabilities perspective. *Journal of Business Research*, 123, 642–656. doi:10.1016/j.jbusres.2020.10.033
- Mehdiabadi, A., Wanke, P. F., Khorshid, S., Spulbar, C. ve Birau, R. (2021). A new hybrid fuzzy model: satisfaction of residents in touristic areas toward tourism development. *Mathematical Problems in Engineering*, 2021, 1–21. doi:10.1155/2021/6650735
- Milin, D. ve Arsenijević, J. (2012). Knowledge, education, media. *Project management in digital economy*. içinde (ss. 1–299). Faculty of management Sremski Karlovci.
- Mir, F. A. ve Pinnington, A. H. (2014). Exploring the value of project management: Linking Project Management Performance and Project Success. *International Journal of Project Management*, 32(2), 202–217. doi:10.1016/j.ijproman.2013.05.012
- Moeuf, A., Lamouri, S., Pellerin, R., Tamayo-Giraldo, S., Tobon-Valencia, E. ve Eburdy, R. (2020). Identification of critical success factors, risks and opportunities of Industry 4.0 in SMEs. *International Journal of Production Research*, 58(5), 1384–1400. doi:10.1080/00207543.2019.1636323
- Möller, D. P. F. (2016). Digital manufacturing/industry 4.0. *Guide to computing fundamentals in cyber-physical systems* içinde (ss. 307–375). Springer. doi:10.1007/978-3-319-25178-3_7
- Morakanyane, R., O'Reilly, P. ve McAvoy, J. (2020). Determining digital transformation success factors. *Proceedings of the Annual Hawaii International Conference on System Sciences, 2020-Janua*, 4356–4365. doi:10.24251/hicss.2020.532
- Morford, K. (2020). *Implementing digital transformation through the project management office*. <https://www.proquest.com/openview/da5c844191fd345e39572fdc8837546e/1?pq-origsite=gscholar&cbl=18750&diss=y> adresinden erişildi.
- Morris, P. (2003). The irrelevance of project management as a professional

- discipline. *17th World Congress on Project Management* içinde (ss. 1–19).
Paper resented at the 17th World Congress on Project Management.
- Morris, P. ve Geraldi, J. (2011). Managing the institutional context for projects. *Project Management Journal*, 42(6), 20–32. doi:10.1002/pmj.20271
- Müller, J., Panarotto, M., Malmqvist, J. ve Isaksson, O. (2018). Lifecycle design and management of additive manufacturing technologies. *Procedia Manufacturing*, 19, 135–142. doi:10.1016/j.promfg.2018.01.019
- Müller, R. ve Turner, J. R. (2007). Matching the project manager's leadership style to project type. *International Journal of Project Management*, 25(1), 21–32. doi:10.1016/j.ijproman.2006.04.003
- Naoum, S., Fong, D. ve Walker, G. (2000). Critical success factors of project management. *CIB 2004 International Symposium on Globalization and Construction* içinde (ss. 827–838). : Bangkok, Thailand.
- Oltmann, J. (2008). Project portfolio management: How to do the right projects at the right time. *Paper presented at PMI® Global Congress 2008—North America, Denver, CO. Newtown Square, PA: Project Management Institute* içinde .
- Ömürgönülşen, M. (2019). Üretimde dijital dönüşüm. *Dijital Dönüşüm Ekseninde İşletme Uygulamaları* içinde (1. bs., ss. 129–130). Ankara: Detay Yayıncılık.
- Osmundsen, K., Iden, J. ve Bygstad, B. (2018). Digital transformation: Drivers, success factors and implications. *Mediterranean Conference on Information Systems Proceedings*, 12, 1–15. <https://aisel.aisnet.org/cgi/viewcontent.cgi?article=1004&context=mcis2018> adresinden erişildi.
- Özdemir, O. ve Kalıncara, Y. (2020). Bulanık mantık: 2000-2020 yılları arası tez ve makale çalışmalarına yönelik bir içerik analizi. *Acta INFOLOGICA*, 4(2), 155–174. doi:10.26650/acin.762872
- Öztürk, B. (2011). *Çok kriterli karar verme tekniklerinden bulanık TOPSIS ve bulanık analitik hiyerarşi süreci*. <https://tez.yok.gov.tr> adresinden erişildi.
- Park, S. C. (2018). The fourth industrial revolution and implications for innovative cluster policies. *AI & Society*, 33(4), 433-445. doi:10.1007/s00146-017-0777-5

- Piccarozzi, M., Aquilani, B. ve Gatti, C. (2018). Industry 4.0 in Management Studies: A Systematic Literature Review. *Sustainability*, 10(10), 1–24. doi:10.3390/su10103821
- Piccinini, E., Gregory, R. ve Kolbe, L. (2015). Changes in the producer-Consumer relationship – Towards digital transformation. *Wirtschaftsinformatik Proceedings* içinde . Osnabrück, Germany.
- Pinto, C. A., Alexandre, de A. A., Julio, B. F. F. ve Jadir, dos S. P. (2021). Evaluation and selection of scenario-based digital transformation projects. *International Journal of Advanced Engineering Research and Science (IJAERS)*, 8(2), 1–96. doi:10.22161/ijaers.82.12
- Pinto, J. K. ve Slevin, D. P. (1998). Critical success factors across the project life cycle. *Project Management Journal*, 19(3), 67–75.
- Piriştine, B. (2019). *Bulanık swara yöntemi ile işletmelerin kurumsallık düzeyinin belirlenmesi*. <https://tez.yok.gov.tr> adresinden erişildi.
- PMBOK. (2017). *Guide to the project management body of knowledge*. PMI. https://app.knovel.com/web/toc.v/cid:kpGPMBKPM1/viewerType:toc/root_slug:guide-project-management/url_slug:guide-project-management?b-q=pmi&sort_on=default&b-subscription=TRUE&b-group-by=true&b-search-type=tech-reference&b-sort-on=default&scrollto=pmi adresinden erişildi.
- PMI. (2014). *Standard for portfolio management* (4. bs.). Project Management Institute.
- PMI. (2017). *Standard for program management* (7. bs.). Project Management Institute.
- PMI. (2019). Dijitalin getirdiği primler. *Proje Yönetim Dünyası*, 19, 6. <https://www.pmi.org.tr/wp-content/uploads/pmitr-mart-2019-web.pdf> adresinden erişildi.
- PwC. (2013). Digitale transformation – der grösste wandel seit der industriellen revolution. *PricewaterhouseCoopers International*.
- Radujković, M. ve Sjekavica, M. (2017a). Project Management Success Factors. *Procedia Engineering*, 196(June), 607–615. doi:10.1016/j.proeng.2017.08.048
- Radujković, M. ve Sjekavica, M. (2017b). Development of a project management

- performance enhancement model by analysing risks, changes, and limitations. *Journal of the Croatian Association of Civil Engineers*, 69(02), 105–120. doi:10.14256/jce.1866.2016
- Rani, P., Mishra, A. R., Krishankumar, R., Mardani, A., Cavallaro, F., Soundarapandian Ravichandran, K. ve Balasubramanian, K. (2020). Hesitant fuzzy swara-complex proportional assessment approach for sustainable supplier selection. *Symmetry*, 12(7), 1152. doi:10.3390/sym12071152
- Ribeiro, A., Amaral, A. ve Barros, T. (2021). Project manager competencies in the context of the industry 4.0. *Procedia Computer Science*, 181(2019), 803–810. doi:10.1016/j.procs.2021.01.233
- Rodriguez, R. M., Martinez, L., Torra, V., Xu, Z. S. ve Herrera, F. (2014). Hesitant fuzzy sets: State of the art and future directions. *International Journal of intelligent Systems*, 29(2), 495–524. doi:10.1002/int
- Roldán López de Hierro, A. F., Sánchez, M., Puente-Fernández, D., Montoya-Juárez, R. ve Roldán, C. (2021). A fuzzy delphi consensus methodology based on a fuzzy ranking. *Mathematics*, 9(18). doi:10.3390/math9182323
- Santos, T. A. (2018). *As competências individuais em projetos da indústria 4.0*. Universidade nove de Julho.
- Saraji, M. K., Mardani, A., Köppen, M., Mishra, A. R. ve Rani, P. (2021). An extended hesitant fuzzy set using SWARA-MULTIMOORA approach to adapt online education for the control of the pandemic spread of COVID-19 in higher education institutions. *Artificial Intelligence Review*, 1-26. Advance online publication. doi:10.1007/s10462-021-10029-9
- Schwab, K. (2016). The Fourth Industrial Revolution. *World Economic Forum, Ed.* doi:10:1944835016 [7]
- Schwab, K. ve Davis, N. (2018). *Shaping the future of the fourth industrial revolution*. Portfolio Penguin.
- Şenkay, H. ve Hekimoğlu, H. (2013). Application of promethee method for multiple criteria. *Verimlilik Dergisi*, 2, 63–80.
- Seymour, T. ve Hussein, S. (2014). The history of project management. *International Journal of Management & Information Systems (IJMIS)*, 18(4),

233. doi:10.19030/ijmis.v18i4.8820

- Shenhar, A. J. ve Dvir, D. (2007). Project management research—the challenge and opportunity. *Project Management Journal*, 38(2), 93–99. doi:10.1177/875697280703800210
- Silva, D. G. Da. (2017). Indústria 4.0: conceito, tendências e desafios. *Universidade Tecnológica Federal do Paraná*, 1, 42. http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/8508/1/PG_COAUT_2017_2_02.pdf adresinden erişildi.
- Simion, P. C., Popa, C. S. ve Albu, C. (2018). Project management 4.0 – Project management in the digital era. *Proceedings of 12th International Conference on Project Management*, içinde (ss. 93–100). Bucharest, Romania.
- Söderlund, J. (2004). Building theories of project management: Past research, questions for the future. *International Journal of Project Management*, 22(3), 183–191. doi:10.1016/S0263-7863(03)00070-X
- Somsuk, N. ve Laosirihongthong, T. (2017). Prioritization of applicable drivers for green supply chain management implementation toward sustainability in Thailand. *International Journal of Sustainable Development and World Ecology*, 24(2), 175–191. doi:10.1080/13504509.2016.1187210
- Sumrit, D. (2020). Supplier selection for vendor-managed inventory in healthcare using fuzzy multi-criteria decision-making approach. *Decision Science Letters*, 9(2), 233–256. doi:10.5267/j.dsl.2019.10.002
- Taner, Z. ve Bicer, Z. (2020). Industry 4.0 impact on project management factors. *6th International Project and Construction Management Conference (e-IPCMC2020)* içinde (ss. 203–214).
- Thee, Z. W. ve Kham, S. M. (2018). Transformation of project Management in Industry 4.0. *12th International Conference on Project Management (ProMAC2018)* içinde (ss. 37–44).
- Thomas, G. ve Fernández, W. (2008). Success in IT projects: A matter of definition? *International Journal of Project Management*, 26(7), 733–742. doi:10.1016/j.ijproman.2008.06.003
- Turan, H. ve Turan, G. (2019). Bulanık DEMATEL, bulanık delphi ve bulanık SAW yöntemlerine başvurarak çalışanların memnuniyetini değerlendirme. *Toros*

Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 6(10), 46–76.

- Unterhitzenberger, C. ve Bryde, D. J. (2019). Organizational justice, project performance and the mediating effects of key success factors. *Project Management Journal*, 50(1), 57–70. doi:10.1177/8756972818808984
- Venczel, T. B., Berényi, L. ve Hriczó, K. (2021). Project management success factors. *Journal of Physics Conference Series*, 1935(1), 1–9. doi:10.1088/1742-6596/1935/1/012005
- Verhoef, P. C., Broekhuizen, T., Bart, Y., Bhattacharya, A., Qi, D. J., Fabian, N. ve Haenlein, M. (2021). Digital transformation: A multidisciplinary reflection and research agenda. *Journal of Business Research*, 122, 889–901. doi:10.1016/j.jbusres.2019.09.022.
- Veskovic, S., Stevic, Ž., Stojic, G., Vasiljevic, M. ve Milinkovic, S. (2018). Evaluation of the railway management model by using a new integrated model delphi-swara-mabac. *Decision Making: Applications in Management and Engineering*, 1(2), 34–50. doi:10.31181/dmame1802034v
- Wawak, S. ve Woźniak, K. (2020). Evolution of project management studies in the XXI century. *International Journal of Managing Projects in Business*, 13(4), 867–888. doi:10.1108/IJMPB-01-2020-0002
- Westerveld, E. (2003). The project excellence model: Linking success criteria and critical success factors. *International Journal of Project Management*, 21(6), 411–418. doi:10.1016/S0263-7863(02)00112-6
- Whyte, J., Stasis, A. ve Lindkvist, C. (2016). Managing change in the delivery of complex projects: Configuration management, asset information and ‘big data’. *International Journal of Project Management*, 34(2).
- World Economic Forum. (2018). Digital transformation initiative. *World Economic Forum*. 1 Haziran 2021 tarihinde <http://reports.weforum.org/digital-transformation%0Ahttp://reports.weforum.org/digital-transformation/wp-content/blogs.dir/94/mp/files/pages/files/dti-executive-summary-20180510.pdf> adresinden erişildi.
- Yang, L.-R., Huang, C.-F. ve Wu, K.-S. (2011). The association among project manager’s leadership style, teamwork and project success. *International Journal of Project Management*, 29(3), 258–267.

doi:10.1016/j.ijproman.2010.03.006

- Yıldırım, B. F. (2019). Kredi kartı platformlarının sezgisel bulanık TOPSIS yöntemi kullanılarak değerlendirilmesi. *BDDK Bankacılık ve Finansal Piyasalar*, 13(1), 37–58.
- Zabaleta, N., Ruiz, M. ve Elorza, U. (2016). Project management success factors in basque companies. *International Joint Conference* içinde (ss. 305–311). San Sebastián, Spain. doi:10.1007/978-3-319-58409-6_34
- Zaied, A., Nawara, G., Khater, M. ve Abd-Allah, A. (2014). An integrated framework for project management success factors. *Egyptian Journal for Engineering Sciences and Technology*, 17(3), 3–4. doi:10.21608/eijest.2014.97073
- Zaoui, F. ve Souissi, N. (2020). Roadmap for digital transformation: A literature review. *Procedia Computer Science*, 175, 621–628. doi:10.1016/j.procs.2020.07.090
- Zedeh, L. A. (1989). Knowledge representation in fuzzy logic. *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, 1(1), 89–100. doi:10.1109/69.43406
- Zlaugotne, B., Zihare, L., Balode, L., Kalnbalkite, A., Khabdullin, A. ve Blumberga, D. (2020). Multi criteria decision analysis methods comparison. *Environmental and Climate Technologies*, 24(1), 454–471. doi:10.2478/rtuct-2020-0028
- Zolfani, S. H. ve Saparauskas, J. (2013). New application of SWARA method in prioritizing sustainability assessment indicators of energy system. *Engineering Economics*, 24(5), 408–414. doi:10.5755/j01.ee.24.5.4526

EK 2. TEREDDÜTLÜ FUZZY SWARA YÖNTEMİNDE UZMANLAR TARAFINDAN KRİTERLER İÇİN DİLSEL TERİM KULLANILARAK BELİRTİLEN ÖNEM AĞIRLIKLARI

Kriter /Uzman	U1	U2	U3	U4	U5	U6	U7	U8	U9	U10	U11	U12	U13	U14	U15
K7	s7	s6	s7	s7	s7	s7	s6	s7	s7	s7	s7	s7	s7	s6	s7
K11	s7	s7	s7	s6	s7	s6	s7	s6	s7	s6	s7	s6	s7	s6	s7
K5	s6	s7	s7	s5	s7	s7	s6	s7	s6	s7	s7	s7	s6	s7	s7
K8	s6	s7	s3	s4	s7	s1	s2	s5	s5	s6	s7	s6	s6	s6	s6
K18	s6	s6	s7	s6	s6	s7	s6	s7	s6	s6	s5	s6	s4	s5	s2
K1	s6	s5	s6	s6	s7	s5	s6	s6	s6	s5	s6	s4	s5	s5	s6
K10	s5	s6	s6	s4	s5	s5	s6	s6	s7	s4	s7	s6	s5	s6	s6
K13	s5	s6	s5	s6	s5	s6	s4	s5	s4	s5	s5	s4	s5	s6	s7
K3	s4	s5	s4	s5	s5	s6	s4	s5	s5	s6	s5	s5	s5	s5	s4
K6	s4	s5	s5	s6	s4	s5	s4	s5	s4	s5	s3	s5	s4	s5	s5
K17	s5	s6	s4	s5	s5	s5	s6	s4	s5	s4	s5	s2	s3	s4	s4
K14	s5	s5	s4	s5	s5	s5	s0	s1	s4	s5	s4	s5	s4	s5	s6
K4	s4	s5	s4	s5	s2	s3	s4	s4	s5	s3	s6	s7	s6	s3	s4
K15	s2	s3	s2	s3	s3	s0	s1	s5	s6	s1	s2	s5	s6	s1	s1
K12	s3	s4	s2	s3	s2	s3	s4	s2	s3	s1	s5	s6	s1	s2	s2
K9	s2	s0	s1	s1	s6	s3	s4	s3	s4	s3	s4	s3	s1	s2	s2
K21	s0	s1	s1	s3	s4	s0	s1	s3	s2	s3	s1	s1	s5	s6	s1
K19	s1	s2	s4	s6	s2	s1	s4	s2	s0	s1	s3	s0	s1	s1	s2
K2	s3	s3	s1	s2	s2	s3	s1	s2	s2	s0	s1	s2	s3	s4	s3
K20	s1	s1	s2	s0	s1	s1	s2	s1	s2	s2	s3	s3	s4	s0	s1

K11	0,8	0	0	0,3	0,8	0,3	0,8	0,3	0,15	0,3	0,5	0,15
	0,15	0	0	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,2	0,15
	0,2	0,15	0,15	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,15	0,2	0,15	0,15
K12	0,8	0,8	0,15	0,8	0,5	0,5	0,8	0,65	0	0	0,8	0,3
	0,15	0,15	0,15	0,15	0,2	0,2	0,15	0,15	0	0	0,15	0,15
	0,2	0,2	0,15	0,2	0,15	0,15	0,2	0,15	0,15	0,15	0,2	0,2
K13	0,5	0,3	0,8	0,3	0	0,3	0,3	0,65	0,5	0,8	0,15	1
	0,2	0,15	0,15	0,15	0	0,15	0,15	0,15	0,2	0,15	0,15	0,2
	0,15	0,2	0,2	0,2	0,15	0,2	0,2	0,15	0,15	0,2	0,15	0
K14	0,3	0,5	0,65	0,65	0,8	0,8	0,65	1	0,65	1	0,65	0,8
	0,15	0,2	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,2	0,15	0,2	0,15	0,15
	0,2	0,15	0,15	0,15	0,2	0,2	0,15	0	0,15	0	0,15	0,2
K15	1	0,3	0	0,15	0,5	1	0,3	1	0	1	0,65	0,5
	0,2	0,15	0	0,15	0,2	0,2	0,15	0,2	0	0,2	0,15	0,2
	0	0,2	0,15	0,15	0,15	0	0,2	0	0,15	0	0,15	0,15
K16	1	1	0	0,8	0,3	0	0,15	1	0,5	0,3	0,5	0,65
	0,2	0,2	0	0,15	0,15	0	0,15	0,2	0,2	0,15	0,2	0,15
	0	0	0,15	0,2	0,2	0,15	0,15	0	0,15	0,2	0,15	0,15
K17	0,5	0,8	1	0,3	0,3	0,3	0	0,65	0	0,3	0,5	1
	0,2	0,15	0,2	0,15	0,15	0,15	0	0,15	0	0,15	0,2	0,2
	0,15	0,2	0	0,2	0,2	0,2	0,15	0,15	0,15	0,2	0,15	0
K18	0,65	0,8	0,15	0,3	0,3	0,65	0,15	0,65	0	0,5	0,65	0,15
	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0	0,2	0,15	0,15
	0,15	0,2	0,15	0,2	0,2	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
K19	0,8	0,65	0,5	0,65	0,8	1	0,8	0,8	1	0,65	0,65	0,8
	0,15	0,15	0,2	0,15	0,15	0,2	0,15	0,15	0,2	0,15	0,15	0,15
	0,2	0,15	0,15	0,15	0,2	0	0,2	0,2	0	0,15	0,15	0,2
K20	0,8	0,3	0,3	0,8	0,8	0,5	0	0,5	0,8	0,5	0,5	0,3
	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,2	0	0,2	0,15	0,2	0,2	0,15
	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,15	0,15	0,15	0,2	0,15	0,15	0,2
K21	0,65	0,5	0,65	0,8	0	0,3	1	0	0,15	0,3	0,3	0
	0,15	0,2	0,15	0,15	0	0,15	0,2	0	0,15	0,15	0,15	0
	0,15	0,15	0,15	0,2	0,15	0,2	0	0,15	0,15	0,2	0,2	0,15

EK 4. BULANIK SAYILARIN KESİN SAYILARA DÖNÜŞTÜRÜLMESİ

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12	K13	K14	K15	K16	K17	K18	K19	K20	K21
A1-A1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
A2-A1	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
A3-A1	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,38	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,48	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
A4-A1	1,00	0,48	0,00	0,40	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,48	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
A5-A1	1,00	0,00	0,00	0,40	1,00	0,00	1,00	0,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
A6-A1	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
A7-A1	1,00	0,48	0,00	0,00	0,48	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,48	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,40
A8-A1	0,48	0,48	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,40	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
A9-A1	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,48	0,00	0,00	0,00	0,00	0,48	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
A10-A1	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
A11-A1	0,00	0,00	0,00	0,40	0,00	0,00	1,00	0,00	0,48	0,00	0,00	0,00	0,00	0,48	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
A12-A1	1,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
A1-A2	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00
A2-A2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
A3-A2	0,00	1,00	0,00	0,00	0,40	0,48	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
A4-A2	0,00	0,48	1,00	0,40	0,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,48	0,38	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00
A5-A2	0,00	0,00	0,00	0,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00

A6-A2	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,38	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,40	0,00	0,00
A7-A2	0,00	0,48	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00
A8-A2	0,00	0,48	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,38	0,00	0,48	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
A9-A2	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,40	1,00	0,00
A10-A2	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,48	0,38	0,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
A11-A2	0,00	0,00	0,00	0,40	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,62	0,00	0,00	0,00	0,48	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
A12-A2	0,00	1,00	0,00	0,00	0,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
A1-A3	0,00	0,00	0,40	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	0,00
A2-A3	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,38	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00
A3-A3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
A4-A3	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,38	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00
A5-A3	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,48	0,00	0,00	0,62	0,38	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00
A6-A3	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,48	0,00	0,00	0,00	0,38	0,48	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00
A7-A3	1,00	0,00	0,00	0,62	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,38	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,40
A8-A3	0,48	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,38	1,00	0,00	0,40	1,00	1,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00
A9-A3	1,00	0,40	0,00	1,00	0,00	0,00	0,48	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,62	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00
A10-A3	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,38	0,00	0,00	0,40	1,00	0,38	0,00	0,48	0,00	0,00	0,00
A11-A3	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,48	0,00	0,00	0,00	0,62	1,00	0,00	0,00	1,00	0,62	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00
A12-A3	1,00	0,00	0,00	0,38	0,00	0,00	0,48	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,62	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00

A8-A5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	1,00	1,00	0,48	0,48	0,00	0,00	0,00
A9-A5	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,62	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
A10-A5	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,48	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,38
A11-A5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,48	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,48	0,00	0,00	0,38
A12-A5	0,00	1,00	0,00	0,00	0,40	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,38	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,48	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
A1-A6	0,00	0,00	0,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,38	0,62	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,48	0,48
A2-A6	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,38	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
A3-A6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,48
A4-A6	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00
A5-A6	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,40	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,38	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
A6-A6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
A7-A6	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00
A8-A6	0,48	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,40	1,00	0,00	0,00	0,00	0,48	0,00	0,00	1,00	0,48	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
A9-A6	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,62	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
A10-A6	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,62	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,38	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
A11-A6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,62	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
A12-A6	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,38	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
A1-A7	0,00	0,00	0,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,38	0,48	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,62	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00
A2-A7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,38	0,00	0,00

A10-A8	0,40	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,38
A11-A8	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,48	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,38
A12-A8	0,40	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,38	0,00	0,00	0,40	0,00	0,00	0,00	0,40	0,00	0,00	0,00	0,00
A1-A9	0,00	0,00	0,40	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,62	1,00	1,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,62	1,00	0,00	0,00	1,00
A2-A9	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,38	0,00	1,00	0,00	0,00	0,38	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,48
A3-A9	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,62	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00
A4-A9	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,40	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,38	0,38	0,00	0,00	1,00
A5-A9	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,38	0,00	0,40	0,00	0,00	1,00	0,62	0,00	0,00	0,62	0,00	0,38	0,38	0,00	0,00	0,00
A6-A9	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,62	0,00	0,00	1,00	0,00	0,38	1,00	0,00	0,00	0,00
A7-A9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,62	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,38	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00
A8-A9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,38	0,00	0,40	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,40	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00
A9-A9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
A10-A9	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,40	1,00	0,00	0,38	0,62	0,00	0,00	0,00
A11-A9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,48	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,62	1,00	0,00	0,00	0,00
A12-A9	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,40	0,38	0,00	0,38	1,00	0,00	0,62	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
A1-A10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,48
A2-A10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00
A3-A10	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,62	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,48
A4-A10	0,00	0,48	0,00	0,40	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00

EK 5. ORJİNALLİK RAPORU



HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
TEZ ÇALIŞMASI ETİK KOMİSYON MUAFİYETİ FORMU

HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI BAŞKANLIĞI'NA

Tarih: 02/02/2022

Tez Başlığı: **Proje Yönetiminde Dijital Dönüşüm Süreçleri İçin Bir Bulanık ÇKKV Modeli Önerisi**

Yukarıda başlığı gösterilen tez çalışmam:

1. İnsan ve hayvan üzerinde deney niteliği taşımamaktadır,
2. Biyolojik materyal (kan, idrar vb. biyolojik sıvılar ve numuneler) kullanılmasını gerektirmemektedir.
3. Beden bütünlüğüne müdahale içermemektedir.
4. Gözlemsel ve betimsel araştırma (anket, mülakat, ölçek/skala çalışmaları, dosya taramaları, veri kaynakları taraması, sistem-model geliştirme çalışmaları) niteliğinde değildir.

Hacettepe Üniversitesi Etik Kurullar ve Komisyonlarının Yönergelerini inceledim ve bunlara göre tez çalışmamın yürütülebilmesi için herhangi bir Etik Kurul/Komisyon'dan izin alınmasına gerek olmadığını; aksi durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Gereğini saygılarımla arz ederim.

02/02/2022

Adı Soyadı: Nur LİMONCUOĞLU EREN**Öğrenci No:** N18135337**Anabilim Dalı:** İŞLETME**Programı:** Üretim Yönetimi ve Sayısal Yöntemler

Statüsü: Yüksek Lisans Doktora Bütünleşik
 Doktora

DANIŞMAN GÖRÜŞÜ VE ONAYI

 Dr. Öğr. Üyesi Bülent ÇEKİÇ



**HACETTEPE UNIVERSITY
GRADUATE SCHOOL OF SOCIAL SCIENCES
ETHICS COMMISSION FORM FOR THESIS**

**HACETTEPE UNIVERSITY
GRADUATE SCHOOL OF SOCIAL SCIENCES
BUSINESS ADMINISTRATION DEPARTMENT**

Date: 02/02/2022

Thesis Title: **A Fuzzy MCDM Model Suggestion for Digital Transformation Processes in Project Management**

My thesis work related to the title above:

1. Does not perform experimentation on animals or people.
2. Does not necessitate the use of biological material (blood, urine, biological fluids and samples, etc.).
3. Does not involve any interference of the body's integrity.
4. Is not based on observational and descriptive research (survey, interview, measures/scales, data scanning, system-model development).

I declare, I have carefully read Hacettepe University's Ethics Regulations and the Commission's Guidelines, and in order to proceed with my thesis according to these regulations I do not have to get permission from the Ethics Board/Commission for anything; in any infringement of the regulations I accept all legal responsibility and I declare that all the information I have provided is true.

I respectfully submit this for approval.

02/02/2022

Name Surname: Nur LIMONCUOĞLU EREN

Student No: N18135337

Department: BUSINESS ADMINISTRATION

Program: Operations Management and Quantitative Methods

Status: MA Ph.D. Combined MA/Ph.D.

ADVISER COMMENTS AND APPROVAL

Asst. Prof. Dr. Bülent ÇEKİÇ

EK 6. ETİK KOMİSYON MUAFİYET FORMU

**HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
YÜKSEK LİSANS TEZ ÇALIŞMASI ORJİNALLİK RAPORU**

**HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI BAŞKANLIĞI'NA**

Tarih: 03/02/2022

Tez Başlığı : **Proje Yönetiminde Dijital Dönüşüm Süreçleri İçin Bir Bulanık ÇKKV Modeli Önerisi**

Yukarıda başlığı gösterilen tez çalışmamın a) Kapak sayfası, b) Giriş, c) Ana bölümler ve d) Sonuç kısımlarından oluşan toplam 67 sayfalık kısmına ilişkin, 02/02/2022 tarihinde şahsım/tez danışmanım tarafından Turnitin adlı intihal tespit programından aşağıda işaretlenmiş filtrelemeler uygulanarak alınmış olan orijinalite raporuna göre, tezin benzerlik oranı % 7'dir.

Uygulanan filtrelemeler:

- 1- Kabul/Onay ve Bildirim sayfaları hariç
- 2- Kaynakça hariç
- 3- Alıntılar hariç
- 4- Alıntılar dâhil
- 5- 5 kelimedenden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç

Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Tez Çalışması Orijinalite Raporu Alınması ve Kullanılması Uygulama Esasları'nı inceledim ve bu Uygulama Esasları'nda belirtilen azami benzerlik oranlarına göre tez çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Gereğini saygılarımla arz ederim.

03/02/2022

Adı Soyadı: Nur LİMONCUOĞLU EREN

Öğrenci No: N18135337

Anabilim Dalı: İŞLETME

Programı: Üretim Yönetimi ve Sayısal Yöntemler

DANIŞMAN ONAYI

Dr. Öğr. Üyesi Bülent ÇEKİÇ



**HACETTEPE UNIVERSITY
GRADUATE SCHOOL OF SOCIAL SCIENCES
MASTER'S THESIS ORIGINALITY REPORT**

**HACETTEPE UNIVERSITY
GRADUATE SCHOOL OF SOCIAL SCIENCES
BUSINESS ADMINISTRATION DEPARTMENT**

Date: 03/02/2022

Thesis Title : **A Fuzzy MCDM Model Suggestion for Digital Transformation Processes in Project Management**

According to the originality report obtained by myself/my thesis advisor by using the Turnitin plagiarism detection software and by applying the filtering options checked below on 02/02/2022 for the total of 67 pages including the a) Title Page, b) Introduction, c) Main Chapters, and d) Conclusion sections of my thesis entitled as above, the similarity index of my thesis is 7 %.

Filtering options applied:

5. Approval and Declaration sections excluded
6. Bibliography/Works Cited excluded
7. Quotes excluded
8. Quotes included
9. Match size up to 5 words excluded

I declare that I have carefully read Hacettepe University Graduate School of Social Sciences Guidelines for Obtaining and Using Thesis Originality Reports; that according to the maximum similarity index values specified in the Guidelines, my thesis does not include any form of plagiarism; that in any future detection of possible infringement of the regulations I accept all legal responsibility; and that all the information I have provided is correct to the best of my knowledge.

I respectfully submit this for approval.

03/02/2022

Name Surname: Nur LIMONCUOĞLU EREN

Student No: N18135337

Department: BUSINESS ADMINISTRATION

Program: Operations Management and Quantitative
Methods

ADVISOR APPROVAL

Asst. Prof. Dr. Bülent ÇEKİÇ