

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

**UZAKTAN EĞİTİMDE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK ANALİZİ: ÇOK-PAYDAŞLI
ÇOK-KRİTERLİ BULANIK KARAR VERME YAKLAŞIMI**

DOKTORA TEZİ

Hülya YILMAZ

Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Endüstri Mühendisliği Programı

ARALIK 2024

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

**UZAKTAN EĞİTİMDE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK ANALİZİ: ÇOK-PAYDAŞLI
ÇOK-KRİTERLİ BULANIK KARAR VERME YAKLAŞIMI**

DOKTORA TEZİ

**Hülya YILMAZ
(507192116)**

Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Endüstri Mühendisliği Programı

**Tez Danışmanı: Doç. Dr. Seda YANIK ÖZBAY
Eş Danışman: Prof. Dr. Cengiz KAHRAMAN**

ARALIK 2024

ISTANBUL TECHNICAL UNIVERSITY ★ GRADUATE SCHOOL

**SUSTAINABILITY ANALYSIS IN DISTANCE EDUCATION: A MULTI-
STAKEHOLDER MULTI-CRITERIA FUZZY DECISION MAKING
APPROACH**

Ph.D. THESIS

**Hülya YILMAZ
(507192116)**

Department of Industrial Engineering

Industrial Engineering Programme

**Thesis Advisor: Doç. Dr. Seda YANIK ÖZBAY
Thesis Co-Advisor: Prof. Dr. Cengiz KAHRAMAN**

DECEMBER 2024

İTÜ, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü'nün 507192116 numaralı Doktora Öğrencisi Hülya YILMAZ, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “UZAKTAN EĞİTİMDE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK ANALİZİ: ÇOK-PAYDAŞLI ÇOK-KRİTERLİ BULANIK KARAR VERME YAKLAŞIMI” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Doç. Dr. Seda YANIK ÖZBAY**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Eş Danışman : **Prof. Dr. Cengiz KAHRAMAN**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Prof. Dr. Yusuf İlker TOPÇU**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Selçuk ÇEBİ
Yıldız Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Gül Tekin TEMUR
Bahçeşehir Üniversitesi

Prof. Dr. Başar ÖZTAYŞI
İstanbul Teknik Üniversitesi

Doç. Dr. Saliha KARADAYI USTA
İstinye Üniversitesi

Teslim Tarihi : 15 Kasım 2024
Savunma Tarihi : 19 Aralık 2024





Eşime ve aileme,



ÖNSÖZ

Bu tezde, bulanık küme teorisi kullanılarak çok-paydaşlı çok kriterli karar verme (ÇKKV) yöntemlerinin genişletilmesi ve önerilen metodolojilerin uzaktan eğitimde sürdürülebilirlik analizi için uygulanabilirliğinin ortaya konulması amaçlanmıştır. Bu çalışma, İstanbul Teknik Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından 43759 numaralı proje kapsamında desteklenmiştir.

Akademik çalışmalarım boyunca yanımda olan, yol gösterici, sabırlı ve destekleyici yaklaşımıyla hem yüksek lisans hem de doktora tez danışmanım Doç. Dr. Seda YANIK ÖZBAY'a içtenlikle minnettarım ve sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Doktora çalışmalarımda bana rehberlik eden, engin bilgi ve tecrübeleriyle bana yol gösteren değerli doktora eş danışmanım Prof. Dr. Cengiz KAHRAMAN'a teşekkürlerimi sunarım. Kendisinden öğrendiğim bilgi, deneyim ve bakış açısı benim için büyük bir onur ve ayrıcalıktı. Tez izleme komitesinde yer alan değerli hocalarım Prof. Dr. Yusuf İlker TOPÇU, Prof. Dr. Selçuk ÇEBİ ve Prof. Dr. Gül Tekin TEMUR'a yol gösterici önerileri ve değerli katkıları için çok teşekkür ederim. Ayrıca, tez çalışmam sırasında sağladığı desteklerden dolayı Doç. Dr. Saliha KARADAYI USTA'ya özel bir teşekkür borçluyum.

Tez çalışmasındaki değerlendirme süreçlerine katkı sağlayarak sorularımı yanıtlayan ve gerekli verilerin temin edilmesine destek olan tüm uzmanlara ve katılımcılara içten teşekkürlerimi sunarım.

Son olarak, bana her zaman destek olan aileme ve bu zorlu çalışma süresince bana güç veren değerli eşime sonsuz teşekkür ederim. Tez çalışmamın, bu alanda çalışma yürüten herkese faydalı olmasını dilerim.

Aralık 2024

Hülya YILMAZ
(Endüstri Yüksek Mühendisi)



İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	ix
İÇİNDEKİLER	xi
KISALTMALAR	xiii
SEMBOLLER	xv
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xvii
ŞEKİL LİSTESİ.....	xix
ÖZET	xxi
SUMMARY	xxiii
1. GİRİŞ	1
1.1 Tezin Anlam ve Önemi	2
1.2 Tezin Amacı ve Kapsamı	3
1.3 Özgün Değer.....	5
2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI	9
2.1 Uzaktan Eğitimde Sürdürülebilirlik Üzerine Çalışmalar	9
2.2 Uzaktan Eğitimde Çok-Paydaşlı ve Çok-Kriterli Karar Verme Çalışmaları....	13
2.2.1 Klasik yaklaşımlar.....	14
2.2.2 Bulanık yaklaşımlar	15
3. YÖNTEMLER.....	19
3.1 Bulanık Kümeler	19
3.1.1 Nötrosofik kümeler	21
3.1.2 Resim bulanık kümeler	22
3.1.3 Küresel bulanık kümeler	23
3.1.4 Dairesel sezgisel bulanık kümeler.....	25
3.2 Çok-Kriterli Karar Verme Yöntemleri	27
3.2.1 Analitik hiyerarşi prosesi	27
3.2.2 Copeland	29
3.2.3 MACTOR.....	30
3.3 Kalite Fonksiyon Göçerimi	31
4. SÜRDÜRÜLEBİLİR UZAKTAN EĞİTİM TASARIMI: BULANIK AHP & KFG UYGULAMASI	35
4.1 Küresel Bulanık AHP & KFG Metodolojisi	37
4.2 Uygulama ve Bulgular.....	40
4.3 Sonuç ve Öneriler	47
5. UZAKTAN EĞİTİMDE VIDEO KONFERANS YAZILIM SEÇİM SÜRECİ: BULANIK MACTOR İLE ÇOK PAYDAŞLI ANALİZ.....	51
5.1 Resim Bulanık MACTOR Yöntemi	53
5.2 Uygulama ve Bulgular.....	55
5.3 Sonuç ve Öneriler	65

6. SÜRDÜRÜLEBİLİR UZAKTAN EĞİTİM KALİTESİNİ ETKİLEYEN KRİTERLERİN BULANIK AHP & COPELAND YAKLAŞIMI İLE ÖNCELİKLENDİRİLMESİ.....	67
6.1 Nötrosifik AHP & Copeland Metodolojisi.....	73
6.2 Uygulama ve Bulgular.....	75
6.3 Sonuç ve Öneriler.....	88
7. UZAKTAN EĞİTİMDE ÇOK PAYDAŞLI BAKIŞ AÇISIYLA SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK: FAKTÖR ANALİZİ VE BULANIK MACTOR SONUÇLARININ KARŞILAŞTIRMASI	91
7.1 Dairesel Sezgisel Bulanık MACTOR & FA Metodolojisi	93
7.2 Uygulama ve Bulgular.....	96
7.3 Sonuç ve Öneriler	110
8. TARTIŞMA VE SONUÇ.....	113
8.1 Uygulanan ÇKKV Yaklaşımlarının Farklı Bulanık Sayılara Göre Karşılaştırmaları	114
8.2 Pratik Çıkarımlar ve Yönetmel Öneriler	118
KAYNAKLAR.....	123
EKLER.....	139
ÖZGEÇMİŞ.....	145

KISALTMALAR

AHP	: Analitik Hiyerarşi Prosesi
ANP	: Analitik Ağ Prosesi
APAM	: Ağırlıklı Paydaş Amaç Matrisi
ARAS	: Additive Ratio Assessment
BWM	: Best Worst Method
CoCoSo	: Compromise Solution
CODAS	: COmbinative Distance-based Assessment
COPRAS	: Complex Proportional Assessment
CRITIC	: Criteria Importance Through Intercriteria Correlation
ÇKKV	: Çok-Kriterli Karar Verme
DDEM	: Doğrudan ve Dolaylı Etkiler Matrisi
DEMATEL	: Decision Making Trial and Evaluation Laboratory Model
DHM	: Doğrudan Etki Matrisi
DSBK	: Dairesel Sezgisel Bulanık Küme
DSBS	: Dairesel Sezgisel Bulanık Sayı
EDAS	: Evaluation Based on Distance from Average Solution
ELECTRE	: ELimination Et Choix Traduisant la REalité
FA	: Faktör Analizi
FMEA	: Failure Mode and Effects Analysis
FUCOM	: Full Consistency Method
GRA	: Gri İlişkisel Analiz
KAAO	: Küresel Ağırlıklı Aritmetik Ortalama
KBK	: Küresel Bulanık Küme
KBS	: Küresel Bulanık Sayı
KEM	: Korelasyon Etki Matrisi
KFG	: Kalite Fonksiyon Göçerimi
MABAC	: Multi-Attributive Border Approximation Area Comparison

MACTOR	: Matrix of Alliances and Conflicts: Tactics, Objectives, and Recommendations
MULTIMOORA	: Multi-objective Optimization by Ratio Analysis
NK	: Nötrosofik Küme
NS	: Nötrosofik Sayı
ORESTE	: Organization, Rangement Et Synthese De Donnes Relationnelles
PAM	: Paydaş Amaç Matrisi
PIPRECIA	: PIVot Pairwise RELative Criteria Importance Assessment
PPM	: Paydaş Paydaş Matrisi
PROMETHEE	: Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations
RAAO	: Resim Ağırlıklı Aritmetik Ortalama
RAGO	: Resim Ağırlıklı Geometrik Ortalama
RBK	: Resim Bulanık Küme
RBS	: Resim Bulanık Sayı
RI	: Rassal İndeks
SWARA	: Step-Wise Weight Assessment Ratio Analysis
TBA	: Temel Bileşenler Analizi
TI	: Tutarlılık İndeksi
TO	: Tutarlılık Oranı
TODIM	: Tomada de Decisão Iterativa Multicritério
TOPSIS	: Technique for Order Preference by Similarity to an Ideal Solution
VIKOR	: Vise Kriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje
WASPAS	: Weighted Aggregated Sum Product Assessment

SEMBOLLER

$\tilde{A}$	: Bulanık sayı
w_i	: Ağırlık
F	: Yanlışlık üyelik fonksiyonu
I	: Belirsizlik üyelik fonksiyonu
r	: Yarıçap
S	: Skor (durulaştırma) fonksiyonu
T	: Doğruluk üyelik fonksiyonu
$r_{\tilde{A}_p}$	: Üyeliği reddetme derecesi
μ	: Üye olma derecesi
π	: Kararsızlık derecesi
ϑ	: Üye olmama derecesi



ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 3.1 : AHP yönteminde kullanılan karşılaştırma ölçeği.....	28
Çizelge 4.1 : KFG uygulanan çalışmalardan örnekler.....	36
Çizelge 4.2 : Öİ'ler için dilsel değerlendirme ölçeği.....	38
Çizelge 4.3 : TG'ler arasındaki korelasyon için dilsel değerlendirme ölçeği.....	39
Çizelge 4.4 : Öİ ile TG arasındaki ilişkiler için dilsel değerlendirme ölçeği.....	40
Çizelge 4.5 : Öİ'lere ilişkin dilsel değerlendirmeler.....	43
Çizelge 4.6 : Öİ'lerin küresel ağırlıkları ve önem sıralamaları.....	43
Çizelge 4.7 : Korelasyon etki faktörü hesaplamaları.....	45
Çizelge 4.8 : Öİ ile TG arasındaki ilişki matrisi.....	46
Çizelge 4.9 : Öİ ile TG arasındaki birleştirilmiş ilişki matrisi.....	46
Çizelge 4.10 : TG'ler için küresel skorlar ve önem sıralamaları.....	46
Çizelge 5.1 : MACTOR yöntemini kullanan çalışmalardan örnekler.....	52
Çizelge 5.2 : Resim bulanık kümeleri kullanan çalışmalardan örnekler.....	53
Çizelge 5.3 : Resim bulanık kümeler için dilsel değişkenler.....	53
Çizelge 5.4 : Karar verici açısından resim bulanık sayılara dayalı paydaş paydaş matrisi.....	54
Çizelge 5.5 : Karar verici açısından resim bulanık sayılara dayalı paydaş amaç matrisi.....	54
Çizelge 5.6 : Uzaktan eğitim amaçlarını ele alan güncel çalışmalar.....	56
Çizelge 5.7 : Uzaktan eğitim paydaşlarını ele alan güncel çalışmalar.....	57
Çizelge 5.8 : Birleştirilmiş resim bulanık paydaş paydaş matrisi.....	57
Çizelge 5.9 : Paydaşlar için DDEM değerleri.....	58
Çizelge 5.10 : Paydaşlara ait gösterge değerleri.....	58
Çizelge 5.11 : Birleştirilmiş resim bulanık paydaş amaç matrisi.....	60
Çizelge 5.12 : Ağırlıklı paydaş amaç matrisi.....	60
Çizelge 5.13 : Amaçlar için mobilizasyon katsayıları.....	61
Çizelge 6.1 : Önceki çalışmalarda uzaktan eğitimde ele alınan iç paydaşlar.....	68
Çizelge 6.2 : Nötrosofik değerlere dayalı dilsel değişkenler.....	73
Çizelge 6.3 : Öğrenci bakış açısına göre kriterlere ilişkin karşılaştırma matrisi.....	77
Çizelge 6.4 : Akademik personel bakış açısına göre kriterlere ilişkin karşılaştırma matrisi.....	77
Çizelge 6.5 : IT personeli bakış açısına göre kriterlere ilişkin karşılaştırma matrisi.....	77
Çizelge 6.6 : Yönetici personel bakış açısına göre kriterlere ilişkin karşılaştırma matrisi.....	78
Çizelge 6.7 : Kriterler için ağırlıklar ve sıralamalar.....	78
Çizelge 6.8 : Öğrenci alt kriterleri için ağırlıklar ve sıralamalar.....	79
Çizelge 6.9 : Akademik personel alt kriterleri için ağırlıklar.....	80
Çizelge 6.10 : Akademik personel alt kriterleri için sıralamalar.....	80
Çizelge 6.11 : IT personeli alt kriterleri için ağırlıklar.....	81
Çizelge 6.12 : IT personeli alt kriterleri için sıralamalar.....	82

Çizelge 6.13 : Yönetici personel alt kriterleri için ağırlıklar.	82
Çizelge 6.14 : Yönetici personel alt kriterleri sıralamalar.	83
Çizelge 6.15 : Kriterler için Copeland skorları.	84
Çizelge 6.16 : Kriterlerlerin Copeland yöntemi ile elde edilen sıralamaları.	84
Çizelge 6.17 : Öğrenci alt kriterleri için Copeland skorları.	85
Çizelge 6.18 : Tüm alt kriterler için Copeland skorları.	85
Çizelge 6.19 : Alt kriterlerin iç paydaşlara göre öncelikleri.	86
Çizelge 7.1 : Sezgisel bulanık kümeler için dilsel değişkenler.....	94
Çizelge 7.2 : Karar verici açısından resim bulanık sayılara dayalı paydaş paydaş matrisi.....	94
Çizelge 7.3 : Karar verici açısından dairesel sezgisel bulanık sayılara dayalı paydaş amaç matrisi.	95
Çizelge 7.4 : Uzaktan eğitimde paydaşlar üzerine son çalışmalar.	98
Çizelge 7.5 : Çalışma kapsamındaki belirlenen kriterler.	100
Çizelge 7.6 : Açıklanan toplam varyans.	102
Çizelge 7.7 : Döndürülmüş bileşen matrisi.....	103
Çizelge 7.8 : Paydaşlar arası ilişki değerlendirmeleri için birleştirilmiş paydaş paydaş matrisi.....	104
Çizelge 7.9 : Güç dengesi ve güç dengesi katsayıları.....	104
Çizelge 7.10 : Paydaş-faktör değerlendirmeleri için birleştirilmiş paydaş amaç matrisi	106
Çizelge 7.11 : Mobilizasyon katsayıları ve faktörlerin sıralamaları.	108
Çizelge B.1 : Anket katılımcılarının demografik bilgileri.	143

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1 : Tez çalışması kapsamında önerilen yaklaşım.	5
Şekil 2.1 : Uzaktan eğitim ile ilgili çalışmalardaki anahtar kelimelerin birlikte bulunma haritası.	10
Şekil 2.2 : Uzaktan eğitimde ÇKKV ile ilgili çalışmalardaki anahtar kelimelerin birlikte bulunma haritası.	13
Şekil 3.1 : Bulanık küme uzantıları ve tarihsel gelişimi.	20
Şekil 3.2 : Kalite evi bileşenleri.	33
Şekil 4.1 : KFG’de Öİ’lerin ikili karşılaştırma örneği.	38
Şekil 4.2 : KFG’de TG’ler ve iyileşme yönleri örneği.	39
Şekil 4.3 : KFG’de Öİ ve TG arasındaki ilişki matrisi örneği.	40
Şekil 4.4 : TG’ler arasındaki korelasyonlar.	44
Şekil 4.5 : Uzaktan eğitim tasarımı kapsamında oluşturulan kalite evi.	49
Şekil 5.1 : Önerilen yöntemin adımları.	55
Şekil 5.2 : Paydaşların güç denge katsayıları	58
Şekil 5.3 : Paydaşların konum haritası	59
Şekil 5.4 : Paydaşların yakınsama grafiği.	61
Şekil 5.5 : Amaçlar arasındaki net uzaklık grafiği	62
Şekil 5.6 : Paydaşların amaçlara yakınsaması ve ayrışması	64
Şekil 6.1 : Çalışma kapsamındaki iç paydaşlar.	70
Şekil 6.2 : Bibliyometrik analiz sonucunda elde edilen ÇKKV tekniklerinin haritası.	71
Şekil 6.3 : Uzaktan eğitim ana kriterleri ve alt kriterleri.	76
Şekil 7.1 : Önerilen yaklaşımın adımları.	97
Şekil 7.2 : Çalışma kapsamındaki uzaktan eğitimde sürdürülebilirlik boyutları.	99
Şekil 7.3 : Paydaşların güç dengesi katsayılarının histogramı.	105
Şekil 7.4 : Paydaş etki ve bağımlılık haritası.	105
Şekil 7.5 : Paydaşların faktörlerle ilişkisinin yazışma haritası.	107
Şekil 7.6 : λ ’ye göre duyarlılık analizi.	109
Şekil 7.7 : Farklı MACTOR yöntemlerinin sıralama sonuçları.	110
Şekil 8.1 : Karşılaştırılan yöntemlere göre öğrenci ihtiyaçlarının sıralama sonuçları.	105
Şekil 8.2 : Karşılaştırılan yöntemlere göre tasarım gerekliliklerinin sıralama sonuçları.	116
Şekil 8.3 : Karşılaştırılan yöntemlere göre teknoloji aracı seçim amaçlarının sıralamaları.	109
Şekil 8.4 : Karşılaştırılan yöntemlere göre sürdürülebilirlik faktörlerinin sıralamaları.	110
Şekil A.1 : Uzaktan eğitimin sürdürülebilirliği anket formu.	140



UZAKTAN EĞİTİMDE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK ANALİZİ: ÇOK-PAYDAŞLI ÇOK-KRİTERLİ BULANIK KARAR VERME YAKLAŞIMI

ÖZET

Uzaktan eğitimin dinamik ve sürekli gelişen yapısı göz önüne alındığında, yükseköğretim kurumları, eğitim kalitesini koruma ve sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşma konusunda kritik bir öneme sahiptir. Bu hedeflere ulaşabilmek için, paydaşların farklı görüşlerini dikkate almak, doğru paydaşları belirlemek ve hedefleri açık bir şekilde tanımlamak gereklidir. Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemleri, paydaş katılımını artırarak belirsizlikleri yönetmeye ve etkin çözümler geliştirmeye olanak sağlamaktadır. Özellikle bulanık sayılarla yapılan analizler, paydaşların farklı ihtiyaç ve beklentilerindeki belirsizlikleri dikkate alarak daha doğru ve güvenilir sonuçlar elde edilmesine katkı sağlamaktadır. Bu bağlamda, uzaktan eğitimde sürdürülebilirliği sağlamak için bulanık ÇKKV yöntemlerini kullanmak önemli avantajlar sunmaktadır. Bu tez çalışmasında, uzaktan eğitim sürdürülebilirliğini çok-paydaşlı ve çok-kriterli bir bakış açısıyla ele almak amacıyla bulanık ÇKKV teknikleri ile sistematik bir çerçeve önerilmektedir.

İlk ÇKKV yaklaşımında, sürdürülebilir uzaktan eğitim tasarımına yönelik öğrenci ihtiyaçları ve bu ihtiyaçların karşılanabilmesi için gerekli tasarım gereklilikleri analiz edilmiştir. Bu amaçla, küresel bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) ile entegre edilen küresel bulanık Kalite Fonksiyon Göçerimi (KFG) metodolojisi, uzaktan eğitim tasarım sürecini analiz etmek üzere ilk kez uygulanmıştır. Bu yaklaşım, öğrencilerin beklentileri ile eğitim yöneticilerinin stratejik hedefleri arasında uyum sağlayarak, uzaktan eğitim sistemlerinin sürdürülebilirliğini artırmayı hedeflemiştir. Sonuçlar, öğrencilerin etkileşim ve iletişim ihtiyaçlarının karşılanması, ders geçmişine erişim ve izleme imkanının sağlanması öncelikli gereksinimler arasında yer aldığını ortaya koymuştur. Tasarım gereklilikleri olarak ise, teknolojik altyapının uygunluğu, yazılımın ders gereksinimlerini karşılaması, nitelikli personel desteği ve interaktif ders materyallerinin öncelikli olarak belirlenmiştir.

İkinci ÇKKV yaklaşımında, resim bulanık MACTOR (Matrix of Alliances and Conflicts: Tactics, Objectives, and Recommendations) yöntemi kullanılarak video konferans yazılımı seçimi sürecinde farklı paydaşların hedeflere katkıları değerlendirilmiştir. Resim bulanık sayılarla yapılan analizler, MACTOR yönteminin ele alamadığı belirsizliklerin yönetilmesinde daha esnek bir çerçeve sunmuştur. Bu yaklaşımla, hangi paydaşların kritik rollerde olduğu ve karar süreçlerine nasıl etki ettikleri belirlenmiş, video konferans araçları seçim sürecinde paydaşların rollerine dair kapsamlı bir inceleme yapılmıştır. Çalışmada, akademik personel, öğrenciler, IT personeli, yönetici personel ve teknoloji sağlayıcıları gibi paydaş grupları ele alınmış ve bu paydaşların süreçle ilgili farklı bakış açıları karşılaştırılmıştır. Sonuçlar, yönetici personelin ve teknoloji sağlayıcılarının sistemdeki en etkili paydaşlar olduğunu, akademik personelin ise diğer paydaşlara liderlik eden kritik paydaş olarak öne çıktığını ortaya koymuştur. Kesintisiz öğrenmenin sürdürülmesi, ders materyallerinin

yüklenmesi, sınavların ve ödevlerin yapılabilmesi, bu materyallerin toplanabilmesi ve derslerin bulutta kaydedilmesi, en öncelikli amaçlar olarak belirlenmiştir.

Üçüncü ÇKKV yaklaşımında, nütrosifik AHP-Copeland yaklaşımı kullanılarak iç paydaşların (öğrenciler, akademik personel, IT personeli ve yönetici personel) sürdürülebilirlik kriterlerine yönelik farklı bakış açıları analiz edilmiştir. Geleneksel AHP yöntemi, karar vericilerin kesin yargılarına dayanırken, nütrosifik kümeler doğruluk, yanlışlık ve belirsizlik üyeliklerini özerk olarak tanımlayarak daha esnek karar süreçlerine olanak tanımaktadır. Ayrıca, Copeland yöntemi ile nütrosifik AHP ilk defa entegre edilerek kriterlerin nihai sıralaması elde edilmiştir. Sonuçlar, öğrenci kriterinin ağırlığının genel olarak diğer kriterlerden daha yüksek olduğu, ardından akademik personel kriterinin geldiğini göstermiştir. Öğrenci alt kriterlerinden motivasyon ilk sırada, bilgisayar yetkinliği ise son sırada yer almaktadır. Akademik personel alt kriterlerinden, ilk sıradaki kriter paydaşlar açısından değişiklik gösterirken, değerlendirme yöntemi genellikle son sırada yer almaktadır. IT personeli alt kriterlerinden erişebilirlik, önemli bir kriter olarak öne çıkmaktadır. Yönetici personel alt kriterlerinden strateji belirleme ilk sırada yer alırken, hizmet maliyeti son sırada bulunmaktadır.

Son ÇKKV yaklaşımında, MACTOR yöntemi dairesel sezgisel bulanık sayılarla genişletilmiş ve faktör analizi (FA) ile birlikte yeni bir metodoloji geliştirilmiştir. Bu metodoloji, bulanık sayılarda daireselliği dikkate alarak karar alma süreçlerindeki belirsizlik ve eksik bilgi sorunlarına yönelik güvenilir ve etkili çözümler sunmaktadır. Ayrıca, etkili ve karşılaştırılabilir bir karar verme yaklaşımı sağlamak amacıyla çok değişkenli istatistiksel analiz yöntemi olan FA ile entegre edilmiştir. Bu yaklaşım, sürdürülebilir uzaktan eğitim amaçlarına katkıda bulunan paydaşlar arasındaki ilişkilerin analiz edilmesini, paydaşların bu amaçlara olan katkılarının belirlenmesini ve bilgi eksikliği durumunda etkili kararlar alınmasını hedeflemektedir. Çevresel, ekonomik, sosyal, teknik, kurumsal, pedagojik ve psikolojik faktörlere ulaşmada paydaş katkıları ve sürdürülebilir uzaktan eğitimin paydaşları arasındaki ilişkiler ortaya çıkarılmıştır. Sonuçlar, tüm paydaşlar açısından kurumsal faktörün önemini vurgulamış ve bu faktörün karar süreçleri üzerindeki kritik rolünü göstermiştir. Pedagojik ve psikolojik faktör bağlamında ise, öğrenciler ve akademik personel öne çıkmakta ve önemli roller üstlenmektedir. İdari personel ve hizmet sağlayıcılar ise çevresel ve ekonomik faktörlerle daha yakından ilgilidir. Teknik alanda ise, akreditasyon kuruluşları, IT personeli ve idari personel kritik roller üstlenmektedir.

Özetle, bu tez çalışması, uzaktan eğitimde sürdürülebilirlik analizini çok-paydaşlı çok-kriterli bulanık karar verme süreçleri çerçevesinde ele alarak farklı ÇKKV yaklaşımları sunmaktadır. Paydaşların farklı bakış açılarını entegre eden ve belirsizlikleri ele almayı amaçlayan bu yaklaşımlar, hem teorik hem de pratik anlamda literatüre önemli katkılar sağlamaktadır. Eğitim yöneticilerine stratejik planlama ve paydaş yönetimi konularında rehberlik ederek, uzaktan eğitim sistemlerinin sürdürülebilir olmasına katkı sağlayabilir.

SUSTAINABILITY ANALYSIS IN DISTANCE EDUCATION: A MULTI-STAKEHOLDER MULTI-CRITERIA FUZZY DECISION MAKING APPROACH

SUMMARY

One of the primary goals of higher education institutions is to ensure the sustainable and high-quality continuation of educational activities. With the rapid expansion of distance education systems, various studies have been conducted to explore ways to improve the quality of these systems. These studies help us better understand the opportunities offered by distance education and the challenges faced. Evaluating the quality of distance education is a complex process that requires the consideration of different stakeholders' perspectives. In this process, prioritizing the factors that influence quality based on stakeholders, improving teaching processes, and making more effective decisions in resource and time management can be achieved.

Given that distance education is dynamic and constantly evolving, maintaining quality while ensuring sustainability is of critical importance for higher education institutions. Achieving these goals requires taking into account the different perspectives of stakeholders, identifying the right stakeholders, and setting clear objectives. Additionally, it is important to consider multiple criteria in decision-making processes. In this context, using multi-criteria decision-making (MCDM) methods to define sustainability and quality standards in distance education offers significant advantages. MCDM methods can contribute to the effective management and sustainability of educational activities. However, there may be limitations in these methods, as real-world problems often involve uncertainties. Therefore, expanding MCDM methods with fuzzy numbers is necessary to more effectively express uncertainties. These methods can help decision-makers manage knowledge gaps and uncertainties more efficiently, especially in complex processes like distance education.

This thesis aims to address the sustainability of distance education from a multi-stakeholder and multi-criteria perspective. By proposing different approaches using fuzzy MCDM techniques, it presents a systematic framework for evaluating the sustainability of distance education. The goal of this approach is to enhance the effectiveness of distance education practices, thereby contributing to the continuous improvement of educational quality. Ensuring quality assurance in distance education is of great significance for both educational institutions and students, and this thesis seeks to comprehensively address the needs and solutions in this process. In this context, a thorough examination has been conducted within the framework of four main research questions: 1) What are the student needs and design (technical) requirements in sustainable distance education design? Which design requirements should be prioritized to meet student needs? 2) What roles do stakeholders play in the video conferencing system selection process in distance education? How do stakeholders contribute to the achievement of goals? 3) How do internal stakeholders (students, academic staff, IT experts, and administrative personnel) perceive the

criteria affecting sustainable distance education quality? How do the priorities of these criteria vary among internal stakeholders? 4) What are the effective sustainability factors in distance education? How do internal and external stakeholders influence each other, and what are their contributions to the goals? To answer these research questions, a holistic approach using multi-stakeholder MCDM techniques is proposed.

In the first MCDM approach, student needs for sustainable distance education design and the design requirements necessary to meet these needs are analyzed. For this purpose, a methodology combining spherical fuzzy Analytic Hierarchy Process (AHP) and global fuzzy Quality Function Deployment (QFD) was applied to analyze the distance education design process. This approach aims to enhance the sustainability of distance education systems by aligning students' expectations with the strategic goals of educational managers. The results revealed that meeting students' interaction and communication needs, as well as providing access to course materials and monitoring capabilities, were among the primary requirements. Design requirements such as the suitability of technological infrastructure, software that meets course requirements, qualified staff support, and interactive course materials were prioritized.

In the second MCDM approach, the picture fuzzy MACTOR (Matrix of Alliances and Conflicts: Tactics, Objectives, and Recommendations) method was used to assess the contributions of different stakeholders to the goals in the video conference software selection process. The analysis with fuzzy numbers offered a more flexible framework for managing uncertainties that the MACTOR method could not address. This approach identified which stakeholders played critical roles and how they influenced the decision-making process, providing a comprehensive examination of stakeholder roles in the video conference tool selection process. The study considered stakeholder groups such as academic staff, students, IT personnel, administrative staff, and technology providers, comparing their different perspectives on the process. The results showed that administrative staff and technology providers were the most influential stakeholders in the system, while academic staff emerged as critical stakeholders leading the other groups. The primary goals identified were ensuring uninterrupted learning, providing course materials and exams, enabling their collection, and recording lessons in the cloud.

In the third MCDM approach, the neutrosophic AHP-Copeland approach was used to analyze the different perspectives of internal stakeholders (students, academic staff, IT personnel, and administrative staff) regarding sustainability criteria. While traditional AHP relies on definitive judgments by decision-makers, neutrosophic sets allow for the autonomous definition of truth-membership, indeterminacy-membership, and falsity-membership degrees, enabling more flexible decision processes. Furthermore, the Copeland method was integrated with neutrosophic AHP for the first time to obtain the final ranking of criteria. The results showed that the student criterion generally had a higher weight than other criteria, followed by the academic staff criterion. Among the student sub-criteria, motivation ranked first, while computer proficiency ranked last. Among academic staff sub-criteria, the top criterion varied among stakeholders, but the evaluation method generally ranked last. Among IT personnel sub-criteria, accessibility emerged as an important criterion. Among administrative staff sub-criteria, strategy formulation ranked first, while service cost ranked last.

In the final MCDM approach, the MACTOR method was expanded with circular intuitionistic fuzzy sets and integrated with factor analysis (FA) to develop a new methodology. This methodology addresses uncertainty and missing information in

decision-making processes by considering the circularity of fuzzy numbers, providing reliable and effective solutions. It was also integrated with FA, a multivariate statistical analysis method, to provide an effective and comparable decision-making approach. This approach aims to analyze the relationships between stakeholders contributing to sustainable distance education goals, determine their contributions to these goals, and make effective decisions in the presence of information gaps. Environmental, economic, social, technical, institutional, pedagogical, and psychological factors, as well as the relationships among stakeholders in sustainable distance education, were revealed. The results emphasized the importance of institutional factors and their critical role in decision-making processes. In the pedagogical and psychological factors, students and academic staff emerged as key players, while administrative staff and service providers were more closely associated with environmental and economic factors. In the technical factors, accreditation bodies, IT staff, and administrative staff played critical roles.

In summary, this thesis presents various MCDM approaches for analyzing sustainability in distance education within multi-stakeholder multi-criteria decision-making processes. These approaches, which integrate different perspectives of stakeholders and address uncertainties, provide significant theoretical and practical contributions to the literature. The theoretical contributions of this thesis include the proposal of new MCDM methods specifically to the challenges of distance education. These novel approaches provide innovative frameworks for assessing and promoting sustainability, thereby advancing the body of knowledge on decision-making within educational settings. On a practical level, these methods provide educational managers with valuable tools for strategic planning, helping them balance competing priorities and make more informed decisions. By guiding decision-makers in managing stakeholder expectations and aligning institutional goals, these approaches can significantly contribute to the long-term sustainability of distance education systems.



1. GİRİŞ

E-öğrenme veya çevrimiçi öğrenme olarak da bilinen uzaktan eğitim, eğitim sürecinde öğretim elemanları ve öğrencilerin fiziksel olarak ayrıldığı bir modeldir. Bu modelde, öğrenci-öğretim elemanı iletişimini kolaylaştırmak için çeşitli teknolojiler kullanılmaktadır. Uzaktan eğitim, geçmişte yalnızca uzak bölgelerdeki bireylerin sınıf içi derslere katılamaması durumlarına odaklanmışken, COVID-19 pandemisi ile birlikte eğitimin sürdürülebilirliği acil bir gereklilik haline gelmiştir. Pandemi döneminde uzaktan eğitimin yaygınlaşması, bu eğitim modelinin küresel ölçekte hızla benimsenmesine neden olmuştur. Özellikle, konaklama ve derslik ihtiyacının olmaması, öğrencilerin tercih ettikleri zaman ve mekanda çalışma imkânı sağlaması gibi avantajlar, hem öğrenciler hem de eğitim kurumları tarafından büyük ölçüde benimsenmesine katkıda bulunmuştur (Isaias ve Issa, 2013; Faritha Banu ve diğ., 2020; Yazdani ve diğ., 2023). Ancak, çevrimiçi derslerin kesintisiz bir şekilde sürdürülebilmesi için güvenilir bir internet bağlantısı, yeterli yazılım ve donanım gereklidir (Fülöp ve diğ., 2023). Bunun yanı sıra, öğrencilerin motivasyon eksikliği, zaman yönetimi sorunları, öğretim elemanlarının yetkinliği, etkileşim ve iletişim gibi faktörler sıkça karşılaşılan zorluklar arasında yer almaktadır (Alyoussef, 2021; Rybakova ve diğ., 2021). Ayrıca, öğrencilerin ders materyallerine erişimindeki eşitsizlikler ve dijital okuryazarlık düzeylerindeki farklılıklar, uzaktan eğitim süreçlerinin etkinliğini olumsuz yönde etkileyen önemli unsurlar arasında sayılabilir. Öte yandan, uzaktan eğitimde ölçme ve değerlendirme yöntemlerinin güvenilirliği de eğitim süreçlerinin sürdürülebilirliği açısından kritik bir mesele olarak karşımıza çıkmaktadır. Tüm bu nedenlerle, uzaktan eğitimin sürdürülebilirliğini sağlamak için dikkate alınması gereken çok yönlü ve karmaşık bir dizi sorun bulunmaktadır. Bu nedenle, uzaktan eğitimin sürdürülebilirliği, farklı boyutlarıyla önemli bir araştırma konusu haline gelmiştir (Bell ve diğ., 2017; Harizan ve Hilmi, 2021).

Yükseköğretim kurumlarının temel hedeflerinden biri, eğitim ve öğretim faaliyetlerinin sürdürülebilir ve kaliteli bir biçimde devam etmesini sağlamaktır. Uzaktan eğitim sistemlerinin hızla yaygınlaştığı son dönemde, elektronik ortamlarda

yürütülen programların kalitesinin nasıl sağlanabileceği ve geliştirilebileceği üzerine çeşitli araştırmalar yapılmaktadır. Bu araştırmalar, uzaktan eğitimin sunduğu fırsatların yanı sıra karşılaşılan zorlukların daha iyi anlaşılmasına olanak tanımaktadır. Uzaktan eğitim kalitesinin değerlendirilmesi, farklı paydaşların görüşlerini dikkate alan oldukça karmaşık bir süreçtir (Hilliger ve diğ., 2020). Bu bağlamda, uzaktan eğitimin kalitesini etkileyen kriterlerin paydaşlara göre önceliklendirilmesi, öğretme-öğrenme sürecinin iyileştirilmesine, kaynak yönetimine ve zaman yönetimine dair karar vericilere yardımcı olabilir (Naveed ve diğ., 2020).

Bu aşamada, karar verme süreçlerinde birçok kriterin dikkate alınması gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Yükseköğretim kurumlarının, özellikle uzaktan eğitimde, sürdürülebilirliği ve kalite standartlarını belirlerken çok-kriterli karar verme (ÇKKV) yöntemlerinden faydalanması ve bu yöntemlerin karar süreçlerine entegrasyonu önem arz etmektedir. ÇKKV yöntemleri, eğitim ve öğretim faaliyetlerinin etkin bir şekilde yönetilmesine ve sürdürülebilirliğinin sağlanmasına katkıda bulunabilir. Ancak, normal ÇKKV yöntemlerinin birçok gerçek yaşam problemi için yetersiz kaldığı göz önünde bulundurulmalıdır. Bu nedenle, belirsizlikleri daha iyi ifade etmek için bulanık sayılarla ÇKKV yöntemlerinin genişletilmesine ihtiyaç duyulmuş ve literatürde bulanık ÇKKV yöntemlerinin tartışıldığı birçok çalışma yapılmıştır. Bulanık ÇKKV yöntemleri, karar matrislerinde dilsel değerlendirmelerin karar vericiler tarafından tercih edilmesinin yanı sıra belirsizlik altındaki görüşlerin daha etkin bir şekilde ifade edilmesine olanak tanımaktadır (Yılmaz ve Yanık, 2022; Yılmaz ve diğ., 2024a). Bu yöntemler, özellikle uzaktan eğitim gibi karmaşık ve dinamik süreçlerde karar vericilerin bilgi eksikliklerini ve süreçteki belirsizlikleri daha etkin bir şekilde yönetmelerine yardımcı olabilir.

1.1 Tezin Anlam ve Önemi

Uzaktan eğitim, öğrencilere ve öğretim üyelerine, fiziksel olarak kampüste bulunmadan eğitim alma imkanı sunan, zamandan ve mekândan bağımsız bir öğrenme modelidir. Bu model, maliyet avantajları, zaman yönetimi, mekân esnekliği ve bireysel öğrenme fırsatları gibi birçok fayda sağladığı için dünya genelinde giderek daha fazla tercih edilmektedir. Ancak, uzaktan eğitim uygulamalarında kalite güvencesinin sağlanması, bu kalitenin ölçülebilir hale getirilmesi ve sürdürülebilirliğinin sağlanması büyük bir öneme sahiptir. Son yıllarda, özellikle COVID-19 pandemisi ile uzaktan

eğitim uygulamaları yaygınlaşmış ve bu durum eğitim kurumları arasında rekabeti artırmıştır. Bu rekabet, uzaktan eğitim kalitesinin artırılması yönünde çalışmalara odaklanılmasını sağlamıştır. Öğrenci memnuniyetinin sağlanması, öğrenci ve akademik personel ihtiyaçlarının belirlenmesi, teknik gereksinimlerin karşılanması özellikle araştırılan konular arasında yer almaktadır.

Bu tez çalışması, uzaktan eğitimin sürdürülebilirliğini çok-paydaşlı ve çok-kriterli bir perspektiften ele alarak, bulanık ortamda ÇKKV teknikleriyle yenilikçi yaklaşımlar önermektedir. Çalışma, uzaktan eğitimin sürdürülebilirliğini değerlendirmek için sistematik bir çerçeve sunmakta ve bu çerçevenin eğitim uygulamalarının etkinliğini artırarak kalite güvencesine katkı sağlamasını hedeflemektedir. Uzaktan eğitimde kalite güvencesinin, hem eğitim kurumları hem de öğrenciler açısından kritik bir öneme sahip olduğu dikkate alınarak, süreçteki ihtiyaçlar ve olası çözüm önerileri kapsamlı bir şekilde incelenmiştir.

1.2 Tezin Amacı ve Kapsamı

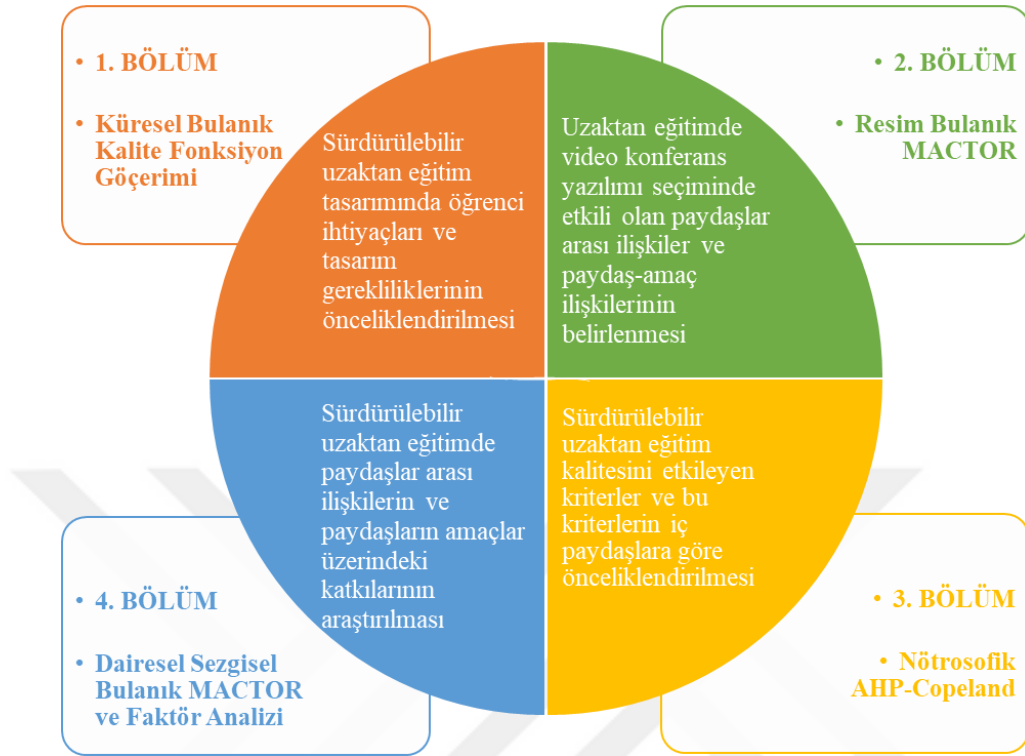
Sürdürülebilir kalkınma amaçları arasında yer alan 4. amaç, kapsayıcı ve hakkaniyete dayanan nitelikli eğitimi sağlamak ve herkes için yaşam boyu öğrenim fırsatlarını teşvik etmeyi hedeflemektedir (U.N, 2015). Bu bağlamda, yükseköğretim kurumlarının en önemli hedeflerinden biri, eğitim ve öğretim faaliyetlerini sürdürülebilir bir biçimde devam ettirmektir. Uzaktan eğitim sistemlerinin hızla yaygınlaşması, elektronik ortamlarda yürütülen programların kalitesinin nasıl sağlanabileceği ve geliştirilebileceği konularını önemli hale getirmiştir. Bu durum, uzaktan eğitimin sunduğu fırsatlarla karşılaşılan zorlukların daha iyi anlaşılmasına olanak tanımaktadır. Uzaktan eğitim, yapısı gereği elektronik ve teknolojik altyapı gerektirdiğinden, bu süreçte çeşitli teknik ve donanımsal sorunlar ortaya çıkabilmektedir (Rybakova ve diğ., 2021; Caeiro-Rodríguez ve diğ., 2022). Bu sorunlar, eğitim uygulamaları sırasında öğrencilerin öğrenme deneyimlerini olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Dolayısıyla, yükseköğretimde uzaktan eğitim süreçlerinin çok-paydaşlı bir bakış açısıyla sürdürülebilirliğinin değerlendirilmesi ve farklı paydaş grupları arasındaki dinamiklerin analiz edilmesi büyük önem arz etmektedir. Çünkü, uzaktan eğitimin herhangi bir paydaşından kaynaklı ortaya çıkabilecek bir sorun, tüm sistemi olumsuz etkileyebilecek potansiyele sahiptir.

Bu tez çalışması, yükseköğretim kurumlarında sürdürülebilir uzaktan eğitim süreçlerinin değerlendirilmesi ve iyileştirilmesine odaklanmaktadır. Çalışmada, uzaktan eğitim çok yönlü bir bakış açısıyla ele alınmış ve çok-paydaşlı ÇKKV yöntemleri kullanılmıştır. Önerilen yaklaşımla, uzaktan eğitimin etkinliğini artırmaya yönelik sistematik bir çerçeve sunularak eğitim kalitesinin sürekli iyileştirilmesine katkı sağlanması hedeflenmiştir. Araştırma, belirlenen dört temel soru çerçevesinde kapsamlı bir şekilde yürütülmüştür.

- 1) Sürdürülebilir uzaktan eğitim tasarımı öğrenci ihtiyaçları ve tasarım (teknik) gereklilikleri nelerdir? Öğrenci ihtiyaçlarını karşılamak için hangi tasarım gereklilikleri önceliklidir?
- 2) Uzaktan eğitimde video konferans sistemi seçim sürecinde paydaşların rolleri nelerdir? Paydaşların amaçlar üzerindeki katkısı nasıldır?
- 3) Sürdürülebilir uzaktan eğitim kalitesini etkileyen kriterleri iç paydaşlar (öğrenci, akademik personel, IT (bilgi teknolojisi) uzmanları ve yönetici personel nasıl algılamaktadır? Bu kriterlerin öncelikleri iç paydaşlara göre nasıl değişmektedir?
- 4) Uzaktan eğitimde etkili sürdürülebilirlik faktörleri nelerdir? İç ve dış paydaşların birbiri üzerindeki etkisi ve amaçlar üzerindeki katkıları nasıldır?

Bu araştırma sorularına yanıt bulabilmek amacıyla, çok-paydaşlı ÇKKV teknikleri ile bütünsel bir yaklaşım önerilmektedir (Şekil 1.1). İlk ÇKKV yaklaşımında, öğrencilerin ihtiyaçları ve tasarım gereklilikleri küresel bulanık kalite fonksiyon göçerimi (KFG) yöntemiyle belirlenerek bir kalite evi oluşturulmuş, öğrenci ihtiyaçları ve tasarım gereklilikleri önceliklendirilmiştir. İkinci ÇKKV yaklaşımında, video konferans sistemi seçiminde paydaşların rolleri ve katkıları resim bulanık MACTOR (matrix of alliances and conflicts: tactics, objectives, and recommendations) yöntemiyle incelenmiştir. Üçüncü ÇKKV yaklaşımında, iç paydaşların perspektifinden nütrosifik analitik hiyerarşi prosesi (AHP) ve Copeland yöntemiyle uzaktan eğitim kalitesini etkileyen kriterlerinin önceliklendirilmesi yapılmış, kriterlerin paydaşlara göre nasıl farklılaştığı incelenmiştir. Son olarak dördüncü ÇKKV yaklaşımında, uzaktan eğitimde sürdürülebilirlik faktörleri araştırılmış, paydaşlar arasındaki etkileşimler ve paydaşların hedefler üzerindeki etkileri, dairesel sezgisel bulanık MACTOR yöntemi ve faktör analizi (FA) ile

incelenmiştir. Son olarak, tüm yaklaşımlar karşılaştırılarak sonuçlar değerlendirilmiş ve öneriler sunulmuştur.



Şekil 1.1 : Tez çalışması kapsamında önerilen yaklaşım.

1.3 Özgün Değer

Bu tez çalışması, sürdürülebilir uzaktan eğitimi çok-paydaşlı ve çok-kriterli bulanık bir perspektiften ele alarak, mevcut literatürdeki önemli bir boşluğu doldurmaktadır. Bu kapsamda, dört farklı açıdan paydaş analizi gerçekleştirilmiş ve çeşitli bulanık kümeler ÇKKV yöntemlerine entegre edilerek yenilikçi metodolojiler önerilmiştir.

Önerilen ilk metodoloji, uzaktan eğitim tasarımını ele alan küresel bulanık kümelerin kullanıldığı KFG yaklaşımıdır. Uzaktan eğitimde öğrenci beklentilerinin, öğretim süreçleri ve teknolojik gerekliliklerle uyumlu hale getirilmesi karmaşık bir süreçtir. Bu süreçte, KFG yaklaşımı öğrenci ihtiyaçlarını sistematik bir şekilde ele alarak, tasarımda hangi özelliklerin öncelikli olduğunu belirlemekte ve kaynakların etkin kullanımını sağlamaktadır. Literatürde KFG, özellikle ürün geliştirme süreçlerinde sıkça kullanılmakla birlikte, eğitim alanında bulanık sayıların yer aldığı çalışmalar sınırlıdır. Üçgensel sayıların kullanıldığı bulanık çalışmalara rağmen, küresel bulanık AHP ile entegre edilen KFG metodolojisinin uzaktan eğitim tasarımına uygulanması

bu tez çalışması ile ilk kez gerçekleştirilmiştir. Bu yaklaşım ile sürdürülebilir uzaktan eğitim tasarımıya yönelik öğrenci ihtiyaçları ve bu ihtiyaçların karşılanabilmesi için gerekli tasarım gereklilikleri analiz edilmiştir.

İkinci ÇKKV yaklaşımında, video konferans yazılımı seçim süreci ele alınmış geleneksel MACTOR yöntemine resim bulanık kümeler entegre edilerek geliştirilen resim bulanık MACTOR yöntemi sunulmuştur. Geleneksel MACTOR yönteminde kesin değerler kullanılır ve bu nedenle sistem içindeki belirsizlik dikkate alınamaz. Ancak, karar verme problemlerinin belirsizlik içerdiği bilinen bir gerçektir. Bu sorunu aşmak için resim bulanık sayılar ilk kez MACTOR yöntemine entegre edilerek uzaktan eğitimde video konferans yazılımı seçim sürecine uygulanmıştır. Literatürde, sürdürülebilir uzaktan eğitim karar süreçlerinde bulanık ve çok-paydaşlı analizler açısından bir eksiklik olduğu saptanmıştır. Video konferans yazılımı seçimi, eğitim süreçlerinin sürdürülebilirliği açısından kritik bir öneme sahiptir ve bu çalışmada bulanık kümelerle genişletilmiş MACTOR yöntemi ile analiz edilmiştir. MACTOR yöntemi ile, önemli paydaşlar arasındaki ilişkiler tanımlanmış, bu paydaşların hedeflere yönelik tutumları incelenmiştir. Sonuçta, paydaşlar arasındaki ilişkiler ve her bir paydaşın hedeflere ilişkin tutumları ortaya konmuştur.

Üçüncü ÇKKV yaklaşımında, uzaktan eğitim kalitesini etkileyen faktörlerin önceliklendirilmesi amacıyla nütrosifik AHP-Copeland metodolojisi geliştirilmiştir. Bu metodoloji, iç paydaşlar (öğrenciler, akademik personel, IT personeli ve yönetici personel) arasındaki farklılıkları da dikkate alarak, sürdürülebilir uzaktan eğitim kalitesine yönelik kapsamlı bir değerlendirme sunmaktadır. Literatürde, paydaş analizlerinde genellikle bir grubun veya birden fazla grubun görüşleri ele alınırken, tüm iç paydaşların bulanık ortamda birlikte değerlendirilmesine yönelik araştırma boşluğu bulunması bu çalışmanın motivasyonunu oluşturmuştur. Geleneksel AHP yöntemi, karar vericilerin kesin yargılarına dayanırken, nütrosifik kümeler doğruluk, yanlışlık ve belirsizlik üyelik derecelerini özerk olarak tanımlayarak daha esnek karar süreçlerine olanak tanımaktadır. Ayrıca, Copeland yöntemi ile nütrosifik AHP ilk defa entegre edilerek kriterlerin nihai sıralaması elde edilmiştir. Sonuç olarak, sürdürülebilir uzaktan eğitim kalitesini etkileyen faktörler araştırılmış ve bu faktörlerin iç paydaşlar açısından nasıl farklılaştığı analiz edilmiştir.

Son ÇKKV yaklaşımında ise, sürdürülebilir uzaktan eğitim değerlendirmesine yönelik MACTOR yöntemi dairesel sezgisel bulanık kümeler kullanılarak genişletilmiş ve FA

ile birlikte yeni bir metodoloji geliştirilmiştir. Bu metodoloji, bulanık sayılarda daireselliği dikkate alarak karar alma süreçlerindeki belirsizlik ve eksik bilgi sorunlarına yönelik güvenilir ve etkili çözümler sunmaktadır. Paydaşlar ve faktörler arasındaki ilişkiler iki yönlü olarak analiz edilerek sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmak için hangi paydaşların birlikte çalışması gerektiği ortaya konmuştur. Bu yaklaşım, belirsizlik ve eksik bilginin karar alma süreçlerine etkisini minimize ederek, daha güvenilir ve etkili kararlar alınmasına olanak tanımaktadır. Ayrıca, önerilen bulanık ÇKKV yaklaşımı, etkili ve karşılaştırılabilir bir karar verme yaklaşımı sağlamak amacıyla çok değişkenli istatistiksel analiz yöntemi olan FA ile entegre edilmiştir. Çalışma sonucunda, sürdürülebilirlik faktörleri ve sürdürülebilir uzaktan eğitimin paydaşları arasındaki ilişkiler ortaya çıkarılmıştır.

Bu tez çalışması, Şekil 1.1’de gösterilen çok-paydaşlı ve bulanık ÇKKV’ye dayalı yeni metodolojiler ile literatüre önemli teorik katkılar sağlamakta ve uzaktan eğitimin sürdürülebilirliğini iyileştirmeye yönelik pratik ve yönetsel çıkarımlar sunmaktadır.



2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

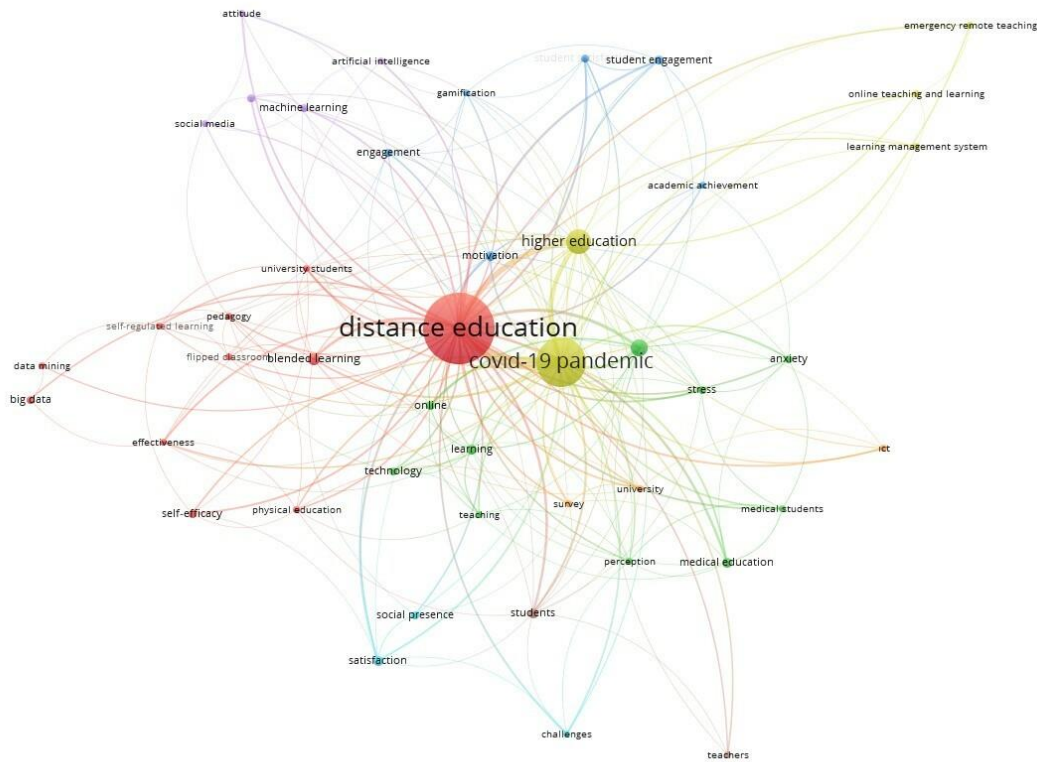
Bu bölümde, uzaktan eğitimde sürdürülebilirlik ve çok-paydaşlı ÇKKV yaklaşımları üzerine yapılan çalışmalar ele alınmıştır. Çok-paydaşlı ve ÇKKV yaklaşımları ise klasik ve bulanık yöntemler olmak üzere aşağıda alt bölümlerde detaylandırılmaktadır. Ayrıca, tez kapsamındaki dört uygulamada kullanılan yöntemlere ilişkin literatüre her bir bölümün içerisinde yer verilmiştir.

2.1 Uzaktan Eğitimde Sürdürülebilirlik Üzerine Çalışmalar

Bibliyometrik analiz, çalışma alanını bir bütün olarak gözlemleyerek konu hakkında fikir edinmek için etkili ve yaygın olarak kullanılan bir tekniktir. Bir disiplinin zaman içinde nasıl geliştiği hakkında bilgi edinmek, araştırma sorularını tanımlamak, literatürdeki boşlukları belirleyerek ilgili alana katkıda bulunmak amacıyla sıkça kullanılmaktadır (Serdarasan ve diğ., 2021; Yılmaz ve Yılmaz, 2022). Bu nedenle, uzaktan eğitimde sürdürülebilirlik üzerine çalışmalar bibliyometrik analiz kullanılarak incelenmiştir.

Uzaktan eğitim, çevrimiçi eğitim, uzaktan öğrenme, uzaktan öğretim, çevrimiçi öğrenme ve çevrimiçi öğretim kelimeleri Scopus veri tabanında 2018-2022 yayın yılıyla sınırlı olarak makale başlığı, özet ve anahtar kelimeler aracılığıyla 28 Ocak 2022’de arandı ve 6463 belge sonucuna ulaşıldı. Bu sonuçlar, VosViewer yazılımı (VosViewer, 2021) ile görsel haritalar elde etmek için kullanıldı. E-öğrenme, çevrimiçi kurslar/dersler, uzaktan/mobil/dijital/çevrimiçi eğitim, öğrenme ve öğretim anahtar kelimeleri, benzer anahtar kelime görünümünü tekrarlamaktan kaçınmak için bir eş anlamlılar sözlüğü dosyası kullanılarak “uzaktan eğitim” olarak değiştirildi. Bu analize göre en sık kullanılan anahtar kelimeler Şekil 2.1’de gösterilmiştir. COVID-19 pandemisi, son yıllarda uzaktan eğitimle en sık ilişkilendirilen anahtar kelime olmuştur. Yüksek öğrenim, karma öğrenme, motivasyon, memnuniyet, öğrenci katılımı, stres, kaygı, öz yeterlilik, sosyal varlık, teknoloji, öz düzenlemeli öğrenme, ruh sağlığı, zorluklar, etkinlik, dijital yeterlilik, etkileşim, öğrenme yönetim sistemi, bilgi ve iletişim teknolojileri, teknoloji kabulü gibi diğer anahtar kelimelerle birlikte,

İncelenen makalelerde uzaktan eğitimin psikolojik boyutu yoğun bir şekilde araştırılmıştır.



Şekil 2.1 : Uzaktan eğitim ile ilgili çalışmalardaki anahtar kelimelerin birlikte bulunma haritası.

Uzaktan eğitimde diğer önemli konu olarak, teknolojik altyapı ve öğrenme yönetim sistemleri, makine öğrenimi, oyunlaştırma, yapay zeka, veri madenciliği ve vaka çalışmaları gibi araçlarla sıklıkla ele alınmıştır. İnsanların psikolojik zorluklarının ötesinde, sürdürülebilir bir eğitim ağı oluşturmak gereklidir; çünkü eğitim ağındaki herhangi bir aksama doğrudan tüm sistemi etkileyebilmektedir. Bu nedenle, uzaktan eğitimde sürdürülebilirliğin önemi büyüktür ve bu konunun etkili bir şekilde ele alınması ve araştırılması kritik bir unsurdur. Uzaktan eğitim modellerinde sürdürülebilirliğin sağlanabilmesi için hem teknolojik altyapıların geliştirilmesi hem de öğrenci, eğitimci ve yöneticilerin ihtiyaçlarının gözetilmesi gerekmektedir. Sürdürülebilir uzaktan eğitim modellerinin başarısı, yalnızca teknolojik yenilikler ile değil, aynı zamanda eğitim süreçlerinin bütüncül ve işlevsel şekilde tasarlanmasıyla mümkündür. Bu bağlamda, uzaktan eğitimde sürdürülebilirlik üzerine yapılan çeşitli çalışmalar, teknolojik çözümler, eğitim politikaları, öğretim yöntemleri ve dijital

öğrenme araçlarının etkisi üzerine yoğunlaşmaktadır. Aşağıda son yıllarda yapılan bazı çalışmalardan örnekler sunulmuştur.

Jeong ve González-Gómez (2020), uzaktan eğitimde sürdürülebilirlik için karar vericilerin görüşlerini değerlendirmiş ve bulanık sayı tabanlı decision making trial and evaluation laboratory model (DEMATEL) yöntemi ile sürdürülebilir eğitim kriterlerinin önem sıralamasını yapmıştır. Benzer şekilde, Ahmad ve diğ. (2018), e-öğrenmede başarıya ulaşmak için kritik başarı faktörlerini belirlemiş ve bu faktörler arasındaki ilişkileri modellemiştir. Bu iki çalışma, sürdürülebilirliğin sağlanmasında karar alma mekanizmaları ve kritik faktörler arasındaki ilişkilerin önemini vurgulamaktadır.

Sürdürülebilir uzaktan eğitim süreçlerinin başarılı olmasında, teknoloji benimseme ve eğitim tedarik zincirlerinin kalitesi de önemli rol oynar. Yazdani ve diğ. (2023), teknoloji tabanlı paydaşların gereksinimlerini ve bu gereksinimlerin sürdürülebilirliğe katkılarını incelemiş, eğitim tedarik zincirlerinin kalite fonksiyonu yayılımına dayalı analitik bir model geliştirmiştir. Benzer şekilde, Haque ve diğ. (2024) de nesnelerin interneti teknolojilerinin uzaktan eğitime entegre edilmesinin, öğrenci memnuniyeti ve akademik üretkenlik üzerindeki olumlu etkilerini incelemiştir. Her iki çalışma da teknolojinin sürdürülebilir eğitimde ne kadar önemli olduğunu ve doğru yönetildiğinde sistemlerin etkinliğini artırabileceğini göstermektedir. Ayrıca, Rybakova ve diğ. (2021), sürdürülebilir eğitimde etkileşimli teknolojilerin ve uzaktan öğrenme modellerinin kullanımını incelemişlerdir. Çalışma, fiziksel çevredeki öğrenme engellerini aşmak ve başarılı sanal öğrenme toplulukları oluşturmak için çeşitli çözümler önererek, sürdürülebilir uzaktan eğitimin başarısına katkı sağlayacak stratejiler sunmaktadır.

Öğretim yöntemlerinin sürdürülebilir eğitim üzerindeki etkisini inceleyen çalışmalardan biri olan Tran (2023), sürdürülebilir e-öğrenme için bütünsel bir başarı modeli önermekte ve eğitmen, içerik ve teknik sistem kalitesinin öğrenci memnuniyeti ve öğrenme çıktıları üzerindeki etkilerini tartışmaktadır. Bulgular, eğitmen kalitesinin, ders içeriği kalitesinin, eğitim sistemi kalitesinin, teknik sistem kalitesinin ve kendi kendini düzenleyen öğrenmenin tümünün öğrenci memnuniyeti üzerinde önemli olumlu etkileri olduğunu ortaya koymaktadır. Aynı şekilde, Santoveña-Casal ve Fernández Pérez (2020), işbirlikçi ve sosyal dijital pedagojik modellerin sürdürülebilir eğitimdeki olumlu etkilerini analiz ederken, bağımsız modellerin öğrencilerin bilgi

algılarını ve işbirlikçi yetkinliklerin gelişimini engelleyebileceğini belirtmektedir. Bu çalışmalar, başarılı bir uzaktan eğitim deneyimi için etkileşimli ve işbirlikçi yaklaşımların önemini ortaya koymaktadır.

Öğrencilerin memnuniyeti ve algılarının incelendiği diğer çalışmalara bakıldığında, Fülöp ve diğ. (2023), pandemi sürecindeki Rumen öğrencilerin e-öğrenmeye dair memnuniyetlerini değerlendirmiş ve dış faktörlerin algılanan faydayı etkilemediğini bulmuştur. Benzer şekilde, Lasekan ve diğ. (2024) ise çevrimiçi derslerde öğrenci katılımını artırmak için etkileşimli sınıfların ve hızlı geri bildirim mekanizmalarının önemini vurgulamıştır. Bu iki çalışma, öğrenci memnuniyeti ve katılımının, sürdürülebilir uzaktan eğitimdeki başarının temel dinamiklerinden biri olduğunu göstermektedir.

Sürdürülebilir kalkınma ve eğitim arasındaki ilişkiye odaklanan çalışmalar ise, uzaktan eğitimde sosyal eşitliği ve çevre korumasını destekleyen yenilikçi yaklaşımların önemini vurgulamaktadır. Semenets-Orlova ve diğ. (2021), sürdürülebilir kalkınmayı desteklemek için uzaktan eğitimde yenilikçi teknolojilerin ve eğitim metodolojilerinin kullanılmasını önerirken, Caeiro-Rodríguez ve diğ. (2022) ise pandemi sırasında hem öğrencilerin hem de öğretmenlerin dijital teknolojiler aracılığıyla deneyimledikleri öğrenme sürecini incelemiştir. Sonuçlar, dijital araçların yumuşak becerilerin geliştirilmesinde ve kaliteli öğrenme deneyimlerinin sürdürülmesinde büyük bir rol oynadığını göstermektedir.

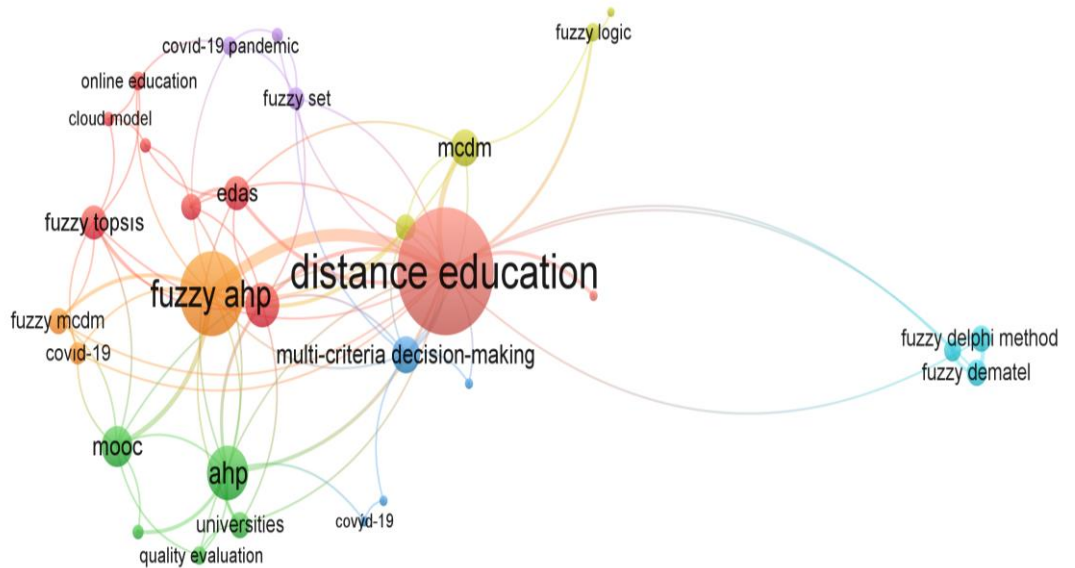
Bu çalışmalar, uzaktan eğitimde sürdürülebilirliğin sağlanması için bir dizi kritik başarı faktörünü ve stratejiyi ortaya koymaktadır. Eğitimde kalitenin artırılması, teknoloji benimsemesi, etkileşimli öğrenme ortamlarının oluşturulması ve işbirlikçi pedagojik yaklaşımların benimsenmesi, öğrenci memnuniyetini ve akademik başarıyı önemli ölçüde artırmaktadır. Ayrıca, mevcut dijital araçların etkili kullanımı ve sürdürülebilir kalkınma hedeflerine katkı sağlama potansiyeli, uzaktan eğitim uygulamalarının geleceği açısından büyük bir öneme sahiptir. Sonuç olarak, bu araştırmalar, uzaktan eğitimde sürdürülebilirliğin sağlanmasının, hem eğitimciler hem de öğrenciler için daha etkili öğrenme deneyimleri yaratma yolunda atılacak önemli adımlar olduğunu göstermektedir.

Uzaktan eğitim ile ilgili yapılan bibliyometrik analiz sonucunda, ÇKKV tekniklerini uygulayan çalışmaların sayısının azlığı dikkat çekmektedir. Bu nedenle, sonraki bölümde çok paydaşlı ÇKKV çalışmalarına odaklanılmıştır.

2.2 Uzaktan Eğitimde Çok-Paydaşlı ve Çok-Kriterli Karar Verme Çalışmaları

Uzaktan eğitimin değerlendirilmesinde ve sürdürülebilirliğinde birden fazla ve bazen birbiriyle çelişen kriterlerin varlığı değerlendirme ve karar alma süreçlerinde zorluklara yol açabilmektedir. Bu tür karmaşık durumlarda uzmanların ve karar vericilerin görüşlerini dikkate alarak kriterlerin değerlendirmesinin daha doğru sonuçlar ürettiğini bildirilmektedir (Zare ve diğ., 2016).

Uzaktan eğitim üzerine yapılan çalışmalarda ÇKKV yaklaşımlarının kullanımı ayrıca araştırılmıştır. Bu kapsamda, 7 Ekim 2024'te, Scopus veri tabanında makalelerin başlığı, özeti ve anahtar kelimeleri bölümlerinde, uzaktan eğitim, çevrimiçi eğitim, uzaktan öğrenme, uzaktan öğretim, çevrimiçi öğrenme ve çevrimiçi öğretim kelimeleri ile birlikte ÇKKV anahtar kelimesi kullanılarak 2020-2024 yılları arasında yapılan çalışmalar araştırıldığında 338 doküman tespit edilmiştir. Bu aramalara dair anahtar kelime sıklıkları Şekil 2.2'de gösterilmiştir.



Şekil 2.2 : Uzaktan eğitimde ÇKKV ile ilgili çalışmalardaki anahtar kelimelerin birlikte bulunma haritası.

Şekil incelendiğinde, uzaktan eğitimde en çok kullanılan ÇKKV yöntemlerinin sırasıyla, bulanık AHP, AHP, EDAS (Evaluation Based on Distance from Average

Solution), TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution), bulanık delphi, bulanık DEMATEL, bulanık WASPAS (Weighted Aggregated Sum Product Assessment olduğu görülmüştür. Bu aramaya bulanık kelimesi eklenerek yeniden arama yapıldığında ise sayı 74'e düşmüştür. Bunlara ek olarak, paydaş ve aktör kelimeleri de eklenerek arama gerçekleştirildiğinde ise klasik ve bulanık olarak sırasıyla 122 ve 10 çalışma elde edilmiştir.

Uzaktan eğitimde sürdürülebilirliği sağlamak amacıyla ÇKKV yöntemlerini kullanan ve paydaşlara odaklanan çalışmalardan örnekler klasik ve bulanık yaklaşımlar olmak üzere aşağıda iki alt başlık altında ele alınmıştır.

2.2.1 Klasik yaklaşımlar

Uzaktan eğitimdeki başarı ve etkinlik faktörleri, farklı araştırmalarda çeşitli açılardan ele alınmıştır. Genel olarak, öğrenci memnuniyeti, sistemin kullanıcı dostu olması, teknolojik altyapının kalitesi, öğrenci ve eğitmen tutumları gibi unsurlar bu çalışmalarda öne çıkan başlıca kriterlerdir. Örneğin, Sun ve diğ. (2008) tarafından geliştirilen altı boyutlu model, öğrencilerin memnuniyetini etkileyen faktörler arasında bilgisayar kaygısı, eğitmen tutumu, e-öğrenme kursunun esnekliği, kurs kalitesi ve kullanım kolaylığı gibi unsurların kritik rol oynadığını göstermektedir. Öğrencilerin sisteme olan güveni ve rahatlığı, memnuniyet düzeylerini doğrudan etkilemektedir. Benzer şekilde, Özkan ve Köşeler (2009) tarafından önerilen kavramsal e-öğrenme değerlendirme modeli, sistem kalitesi, hizmet kalitesi, içerik kalitesi, öğrenen bakış açısı, eğitmen tutumları ve destekleyici konular olmak üzere altı boyutu kapsamaktadır. Açıklayıcı faktör analizi, bu boyutların her birinin öğrencilerin algılanan memnuniyeti üzerinde önemli bir etkisi olduğunu göstermektedir. Her iki çalışmada da sistemin kullanım kolaylığı ve kalitesi, öğrenci başarısına önemli katkılar sağlamaktadır. Öğrencilerin uzaktan eğitim deneyimlerine dair daha geniş bir bakış sunan Shee ve Wang (2008), öğrenci perspektifinden bir değerlendirme yaparak öğrenen arayüzünün en önemli boyut olduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca, ders materyallerine erişimin ve kullanıcı dostu bir sistemin, öğrencilerin başarılarını artırmada kritik rol oynadığı belirtilmektedir.

Alqahtani ve Rajkhan (2020), uzaktan eğitimde kritik başarı faktörlerini ve öğrenme yaklaşımlarını analiz etmek amacıyla çok kriterli karar verme teknikleri kullanmışlardır. AHP ve TOPSIS yöntemleri ile gerçekleştirilen çalışma, stratejik

kararların alınmasında etkili bir yol haritası sunmaktadır. Abdel-Gawad ve Woollard (2015) ise Mısır'daki e-öğrenme başarı faktörlerini müfredat, öğretmenler, öğrenciler ve teknoloji ekseninde analiz etmiş ve öğrenci memnuniyetini artıran unsurları derinlemesine incelemiştir.

E-öğrenme sistemlerinin benimsenmesinde teknoloji kullanımı ve kullanıcıların teknolojik yeterlilikleri de önemli bir yer tutmaktadır. Kanwal ve Rehman (2017), öğrencilerin e-öğrenme sistemlerini benimseme süreçlerinde bilgisayar öz yeterliliği, internet deneyimi ve sistem özelliklerinin etkilerini yapısal eşitlik modeli ile incelemiştir. Çalışma, teknolojiye yönelik olumlu bir algının ve eğlenceli bir öğrenme ortamının, sistemin benimsenmesinde kritik olduğunu göstermektedir. Öte yandan, Muthuprasad ve diğ. (2021), COVID-19 döneminde Hindistan'daki tarım öğrencilerinin çevrimiçi öğrenmeye yönelik algılarını incelemiş ve öğrencilerin çoğunluğunun çevrimiçi dersleri esnek ve erişilebilir bulmasına rağmen, kırsal alanlarda yaşayanların bağlantı sorunları nedeniyle eğitimde zorluk yaşadıklarını tespit etmiştir. Bu bulgu, uzaktan eğitimin teknolojik altyapı ve erişim sorunlarına duyarlılığını ortaya koymaktadır. Son olarak, Bhuasiri ve diğ. (2012), gelişmekte olan ülkelerde e-öğrenme sistemlerinin başarısını etkileyen faktörleri IT personeli ve öğretim üyeleri perspektifinden ele almışlardır. Teknoloji farkındalığı, motivasyon ve öğrencilerin davranışlarını değiştirme isteği gibi unsurlar, başarılı e-öğrenme uygulamaları için önemli ön koşullar olarak belirlenmiştir.

Bu çalışmalar, uzaktan eğitimin başarısında öğrenci memnuniyeti, teknolojik yeterlilik ve stratejik planlamanın önemli roller oynadığını göstermektedir. Hem teknolojik altyapı hem de içerik kalitesinin güçlendirilmesi, uzaktan eğitimin sürdürülebilirliği açısından kritik önemdedir.

2.2.2. Bulanık yaklaşımlar

Uzaktan eğitim sistemlerinin değerlendirilmesinde kullanılan ÇKKV yöntemleri, e-öğrenme sistemlerindeki başarı faktörlerinin belirlenmesi, eğitim platformlarının tasarımı, pedagojik, teknolojik, organizasyonel faktörler ve kullanıcı perspektifleri gibi çeşitli yönlerin dikkate alınması konularında sıklıkla kullanılmaktadır.

Web sitelerinin değerlendirilmesi üzerine yapılan çalışmalar, uzaktan eğitim platformlarının tasarımı ve kullanılabilirliği üzerine yoğunlaşmaktadır. Örneğin, Şahin ve Kulaklı (2023), yükseköğretim kurumlarının açık ve uzaktan eğitim web sitelerini,

gezinme, erişilebilirlik, tasarım, içerik okunabilirliği ve duyurular olmak üzere beş kriter ve yirmi alt kriter kapsamında değerlendirmişlerdir. Bu değerlendirmede, bulanık AHP ve bulanık WASPAS yöntemlerini kullanarak, tasarımın en temel kriter olduğunu ve ardından erişilebilirlik ile içerik okunabilirliğinin geldiğini bulmuşlardır. Benzer şekilde, Gong ve diğ. (2021), kararsız bulanık best worst method (BWM) ve tomada de decisão iterativa multicritério (TODIM) yaklaşımı kullanarak uzaktan eğitim web sitelerini değerlendirmişlerdir. Kriter ağırlıkları BMW ile belirlenmiş, uzaktan eğitim web sitelerinin sıralaması da TODIM ile elde edilmiştir. Gulzar ve diğ., (2023) ise çevrimiçi eğitim web sitelerinin kullanılabilirliğiyle ilgili zorluklara odaklanmışlardır. Kullanılabilirlik gereksinimlerini analiz etmek için bulanık AHP yöntemini uygulamışlardır. Sonuçlar, düzen, grafikler, sayfa tasarımı ve sayfalarda sunulan bilgiler gibi diğer web içerikleri de dikkate alınması gerektiği, genel kullanıcı deneyimini iyileştirmek için web içeriği üzerinde çalışmanın son derece önemli olduğunu göstermiştir.

Teknolojik boyut, uzaktan eğitim sistemlerinde önemli bir başarı faktörü olarak öne çıkmaktadır. Naveed ve diğ. (2021), AHP ve üçgen bulanık AHP kullanarak mobil öğrenme faktörlerini sıralamış ve teknolojik faktörlerin mobil öğrenme başarısındaki kritik rolünü vurgulamışlardır. Benzer şekilde, Kabak ve diğ. (2017), üçgen bulanık kümeler kullanarak analitik ağ prosesi (ANP) ve TOPSIS yöntemleriyle uzaktan eğitim web sitelerini analiz etmiş ve bilgi paylaşımı, güvenlik ve sosyal ağ uyumluluğunun bu sitelerin başarısında kritik faktörler olduğunu bulmuşlardır. Bu çalışmalar, teknolojinin ve web sitelerinin teknik altyapısının, kullanıcı deneyimini ve sistem performansını belirleyen önemli unsurlar olduğunu göstermektedir.

Öğrencilerin e-öğrenme sistemlerindeki başarı faktörlerine odaklanan çalışmalar da dikkat çekicidir. Mehregan ve diğ. (2011), öğrencilerin e-öğrenmedeki başarı faktörlerini bulanık analitik hiyerarşi süreç yöntemi ile analiz etmiş ve bilgisayar becerileri, motivasyon ve eğitim kurumlarından maddi destek gibi faktörlerin önemli olduğunu bulmuşlardır. Bu bulgular, uzaktan eğitimde bireysel özelliklerin ve eğitim kurumlarından sağlanan desteklerin önemini vurgulamaktadır. Benzer şekilde, Bekesene ve diğ. (2021), üçgen bulanık sayı tabanlı AHP-TOPSIS yaklaşımıyla uzaktan öğrenme modüllerini karşılaştırmış ve bireyselleştirilmiş öğretim süreçlerinin eğitim kalitesini iyileştirdiğini ortaya koymuştur. Bu bulgular, öğrencilerin bireysel

ihtiyaçlarına göre uyarlanmış içerik ve stratejilerin, öğrenme başarıları üzerinde büyük etkisi olduğunu göstermektedir.

Uzaktan eğitim sistemlerinin organizasyonel ve pedagojik yönleri de çeşitli çalışmalarda ele alınmıştır. Pour ve diğ. (2017), dengeli puan kartı ve bulanık AHP kullanarak uzaktan eğitim sistemlerinin pedagojik, organizasyonel ve teknolojik yönlerini değerlendirmiş ve öğrenme-büyüme perspektifinin kullanıcıların bakış açısından en önemli unsur olduğunu bulmuşlardır. Saraji ve diğ. (2022) ise COVID-19 sürecinde uzaktan eğitimde karşılaşılan zorlukları pedagojik, sistemik ve psikolojik açıdan değerlendirmiş ve pedagojik zorlukların en önemli sorun olduğunu belirtmiştir. Ayrıca, çalışmalarında yükseköğretim kurumlarını sıralamak için kararsız bulanık MULTIMOORA (multi-objective optimization by ratio analysis) yaklaşımını kullanmıştır. Bu alışmalar, uzaktan eğitimin organizasyonel yapısının ve ğretim stratejilerinin, başarılı bir eğitim sürecinin önemli unsurları olduğunu ortaya koymaktadır.

Uzaktan eğitimde kullanılan yöntemlerin çeşitliliği ve uygulamalarının başarısı da dikkat çekmektedir. Jaukovic Jocic ve diğ. (2020) tarafından geliştirilen PIPRECIA (pivot pairwise relative criteria importance assessment) ve aralık değerli üçgen bulanık ARAS (additive ratio assessment) yöntemleri ile uzaktan eğitim ders seçimi için bir metodoloji önerilmiş ve en iyi alternatif belirlenmiştir. elikkbilek ve Adığzel Tüylü (2022) ise, e-öğrenme sistemlerinin bileşenlerini bulanık DEMATEL ve ANP yöntemleri ile analiz etmişlerdir. Bu alışmalar, e-öğrenme sistemlerinin değerlendirilmesinde bulanık ÇKKV yöntemlerin belirsizlikleri yönetme kapasitesini ortaya koymaktadır.

Sonuç olarak, bu bölümde uzaktan eğitimde sürdürülebilirliğine odaklanan çalışmalar ile çok-paydaşlı ve ÇKKV yaklaşımlarını ele alan çalışmalar ayrı ayrı incelenmiştir. Bu araştırmalar, ÇKKV yöntemlerinin uzaktan eğitim alanında farklı amaçlar için etkili bir şekilde uygulanabileceğini göstermektedir. Hem klasik hem de bulanık ÇKKV yöntemleri, bu süreçte etkili araçlar olarak öne çıkmakta; özellikle belirsizliklerin yönetilmesinde bulanık yöntemlerin sağladığı esneklik dikkat çekmektedir. Literatürdeki boşlukları doldurmak amacıyla tez kapsamında kullanılan yöntemlere ilişkin daha ayrıntılı literatür bilgileri uygulama bölümlerinde sunulmuştur.



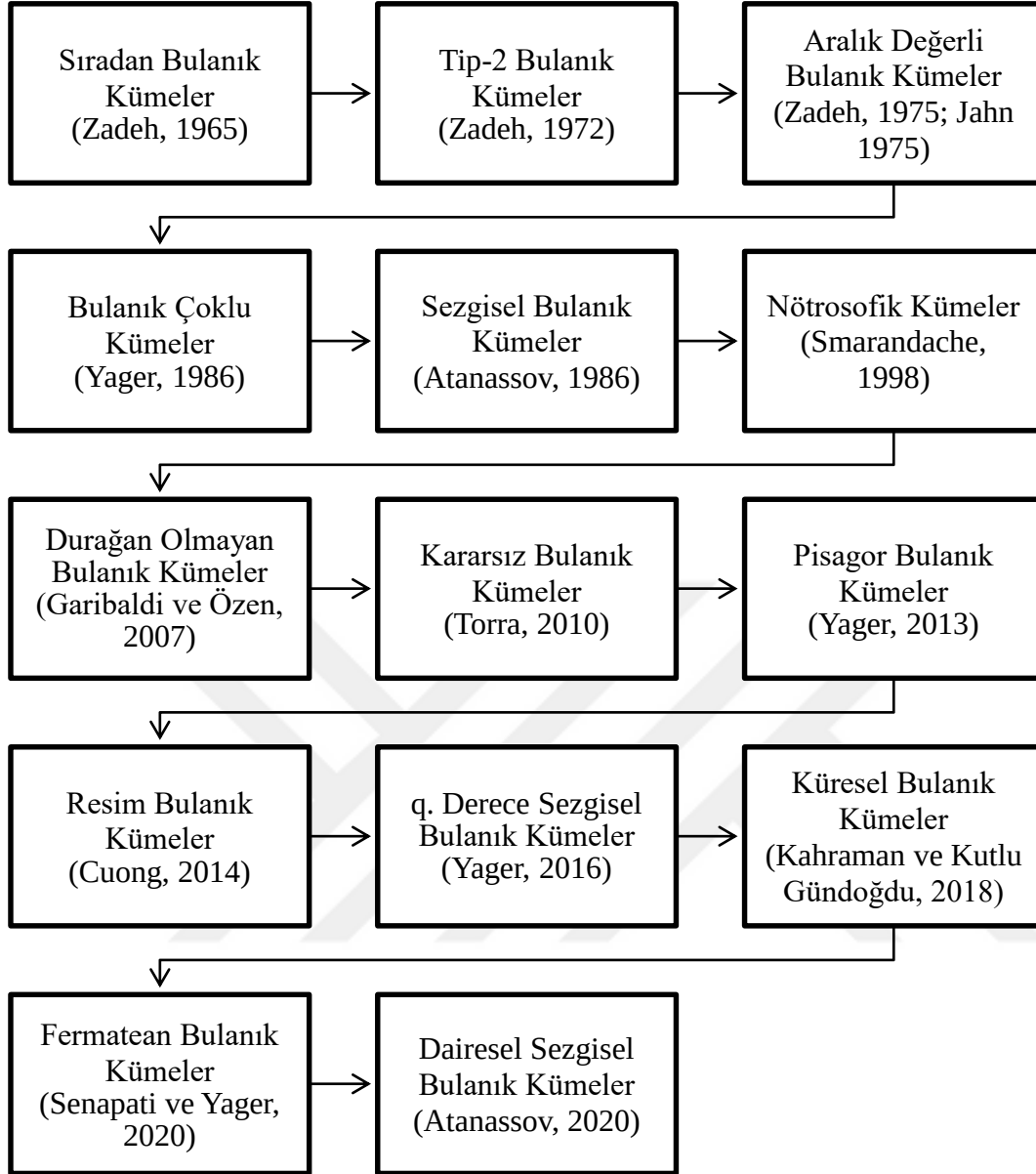
3. YÖNTEMLER

Bu bölümde, tez çalışmasında kullanılan yöntemler ele alınmıştır. İlk olarak, bulanık sayılar hakkında genel bilgi sunulmuş, ardından tez kapsamında kullanılan nütrosifik kümeler (NK), resim bulanık kümeler (RBK), küresel bulanık kümeler (KBK) ve dairesel sezgisel bulanık kümeler (DSBK) açıklanmıştır. Devamında, ÇKKV yöntemlerinden AHP, Copeland ve MACTOR yöntemleri ele alınmış ve bölüm KFG yöntemine ilişkin açıklamalar ile sonlandırılmıştır.

3.1 Bulanık Kümeler

Bulanık kümeler, karmaşık sistemlerdeki belirsizlik ve bilgi eksikliği gibi durumlarla başa çıkmak amacıyla Zadeh (1965) tarafından geliştirilmiştir. Bu teoriye göre, bir ögenin bir kümeye üyeliği sadece “0” veya “1” ile ifade edilemez; üyelik derecesi, bu aralıkta herhangi bir değeri alabilir. Bulanık küme teorisi, bilgi eksikliği, belirsizlik ve subjektif dilsel değerlendirmelerin bulunduğu durumlarda daha etkin kararlar alınabilmesine olanak sağlar (Zadeh, 1965). Bulanık küme teorisi, başlangıçta sıradan bulanık kümeler olarak ortaya çıkmış ancak zaman içinde çeşitli uzantılar geliştirilmiştir. Şekil 3.1’de bulanık kümelerin tarihsel gelişimi gösterilmekte ve teorinin evrimi görsel olarak açıklanmaktadır.

Zadeh (1975), tip-1 bulanık kümelerden sonra tip-2 bulanık kümeleri de önermiştir. Klasik bulanık kümelerde bir ögenin tek bir üyelik derecesi ile temsil edilmesi, tip-1 bulanık kümelerin en önemli eleştirilerinden biri olduğu belirtilmektedir. Bu eleştirilere yanıt olarak, aralık değerli bulanık kümeler geliştirilmiştir (Zadeh, 1975; Jahn 1975). Bu sayede, aralık değerli bulanık kümeler karar vericilere sadece tek bir değer atamak yerine üye olma ve üye olmama derecelerini bir aralık içinde ifade etme imkanı sağlamaktadır. Bulanık küme uzantıları temel varsayımlarına bakılarak üç gruba ayrılabilir. İlk grupta sezgisel bulanık kümeler ve uzantıları, ikinci grupta RBK ve uzantıları ve son grupta ise NK yer almaktadır.



Şekil 3.1 : Bulanık küme uzantıları ve tarihsel gelişimi.

Atanassov (1986), karmaşık sistemlerdeki belirsizliği temsil etmek için hem üyelik hem de üye olmama dereceleri atayan sezgisel bulanık kümeleri önermiştir. Sezgisel bulanık kümelerin temel varsayımı, üye olma ve üye olmama derecelerinin bağımsız olarak tanımlanabilmesi ve toplamlarının 1'i geçmemesidir. Smarandache (1998) tarafından geliştirilen NK'lerde ise doğruluk (truthiness), yanlışlık (falsity) ve kararsızlık (indeterminacy) üyelik derecelerini bağımsız olarak tanımlanabilir ve bunların toplamı 3'ü geçmemektedir.

Üye olma ve üye olmama derecelerinin bağımsız olarak tanımlanabilmesi ve toplamlarının 1'i geçmemesi durumu, Yager, (2013) tarafından önerilen Pisagor

bulanık kümelerde 2. derece kuvvetler toplamı; Yager (2016) tarafından önerilen q. derece sezgisel bulanık kümelerde q. derece kuvvetler toplamı ve Senapati ve Yager (2020) tarafından önerilen fermatean bulanık kümelerde ise 3. derece kuvvetler toplamı için geçerlidir. Atanassov (2020) tarafından önerilen DSBK'lerde ise üye olma ve üye olmama dereceleri bir daire alanı şeklinde tanımlanmaktadır.

Cuong (2014) tarafından önerilen RBK'ların temel varsayımı, üye olma, üye olmama ve kararsızlık derecelerinin bağımsız olarak atanması ve bu dereceler toplamının 1'i geçemeyeceğidir. Bu sınırlamaları aşmak için Kahraman ve Kutlu Gündoğdu (2018), daha esnek bir koşula tabi olan KBK'leri geliştirdi. Kutlu Gündoğdu ve Kahraman (2019) tarafından önerilen KBK'lerde üç parametrenin karelerinin toplamının 1'i geçememesi şeklinde genişletilmiştir. Torra (2010) tarafından önerilen kararsız bulanık kümeler, tek bir elemanın üyelik derecesi için bir dizi değerin atanabileceği bulanık kümelerin uzantılarıdır.

Tez kapsamında kullanılan NK, RBK, KBK ve DSBK aşağıdaki bölümlerde sırasıyla açıklanmıştır.

3.1.1 Nötrosofik kümeler

Smarandache'nin (1998) önerdiği NK'ler, belirsizliği ele almayı ve bu belirsizliği bulanık küme teorisine dönüştürmeyi sağlar. Smarandache, NK'leri (T, I, F) olarak tanımlar; burada T , bir alt kümedeki doğruluk üyelik derecesini; I , belirsizlik üyelik derecesini ve F , yanlışlık üyelik derecesini temsil etmektedir (Smarandache, 2003). Bu kümeler, gerçek dünya uygulamalarında eksik, belirsiz ve tutarsız bilgileri ele almak için yaygın olarak kullanılmaktadır (Broumi ve diğ., 2018).

Tanım 1. X boş olmayan bir küme olsun. Bir NK olan $\tilde{A}_n$, denklem 3.1'deki gibi ifade edilir:

$$\tilde{A}_d = \left\{ \left(x, T_{\tilde{A}_n}(x), I_{\tilde{A}_n}(x), F_{\tilde{A}_n}(x) \right) \mid x \in X \right\} \quad (3.1)$$

burada $T_{\tilde{A}_n}(x)$, $I_{\tilde{A}_n}(x)$, $F_{\tilde{A}_n}(x)$ sırasıyla doğruluk üyelik fonksiyonu, belirsizlik üyelik fonksiyonu ve yanlışlık üyelik fonksiyonu ifade eder. Bir nötrosofik sayı (NS) denklem 3.2'deki koşulu sağlar.

$$0 \leq T_{\tilde{A}_n}(x) + I_{\tilde{A}_n}(x) + F_{\tilde{A}_n}(x) \leq 3, \forall x \in X \quad (3.2)$$

Tanım 2. Bir NS için durulaştırma fonksiyonu denklem 3.3'te verilmiştir (Broumi ve diğ., 2018).

$$S(\tilde{A}_n) = \frac{2 + T_{\tilde{A}_n} - I_{\tilde{A}_n} - F_{\tilde{A}_n}}{3} \quad (3.3)$$

3.1.2 Resim bulanık kümeler

RBK'ler karar verme süreçlerinde daha esnek ve gerçeğe uygun bir yaklaşım sunarak karar vericilere geniş bir tercih alanı sağlar. Örneğin, karar vericilerin sadece “evet” veya hayır seçenekleriyle sınırlı kalmaksızın, çekimser olma veya cevap vermek istememe gibi tercihlerde bulunmalarına imkan tanır (Cao, 2020). Geleneksel bulanık küme uzantılarında, nötr ve ret gibi bilgilerin betimlenmesi zor olabilirken, RBK'lerde bu tür bilgilerin işlenmesi daha kolaydır. RBK'ler, karar verme sürecindeki belirsizlikleri daha iyi yönetebilir ve karar vericilerin gerçek dünya problemlerine daha uygun kararlar almalarına yardımcı olabilir. Bu özellikleri sayesinde, RBK'ler karar verme teorisi ve uygulamalarında önemli bir rol oynamaktadır. RBK'lere ilişkin tanımlamalara aşağıda yer verilmiştir.

Tanım 3. X boş olmayan bir küme olsun. Bir RBK olan $\tilde{A}_p$, denklem 3.4'teki gibi tanımlanır Cuong (2014):

$$\tilde{A}_p = \left\{ \left(x, \mu_{\tilde{A}_p}(x), \vartheta_{\tilde{A}_p}(x), \pi_{\tilde{A}_p}(x) \right) \mid x \in X \right\} \quad (3.4)$$

Burada $\mu_{\tilde{A}_p}(x), \vartheta_{\tilde{A}_p}(x), \pi_{\tilde{A}_p}(x): X \rightarrow [0,1]$ sırasıyla pozitif üyelik derecesini, negatif üyelik derecesini ve tarafsız üyelik derecesini ifade eder. Bir resim bulanık sayı (RBS) denklem 3.5'teki koşulu sağlar.

$$0 \leq \mu_{\tilde{A}_p}(x) + \vartheta_{\tilde{A}_p}(x) + \pi_{\tilde{A}_p}(x) \leq 1, \forall x \in X \quad (3.5)$$

Ayrıca, üyeliği reddetme derecesi denklem 3.6 ile gösterilir.

$$r_{\tilde{A}_p}(x) = 1 - \left(\mu_{\tilde{A}_p}(x) + \vartheta_{\tilde{A}_p}(x) + \pi_{\tilde{A}_p}(x) \right) \quad (3.6)$$

$\pi_{\tilde{A}_p}(x) = 0$ olması durumunda, RBK sezgisel bulanık kümeye döner.

$\pi_{\tilde{A}_p}(x) = \vartheta_{\tilde{A}_p}(x) = 0$ olması durumunda ise sıradan bulanık kümeye döner.

Tanım 4. $\tilde{A}_{p1} = (\mu_{\tilde{A}_{p1}}, \vartheta_{\tilde{A}_{p1}}, \pi_{\tilde{A}_{p1}})$ ve $\tilde{A}_{p2} = (\mu_{\tilde{A}_{p2}}, \vartheta_{\tilde{A}_{p2}}, \pi_{\tilde{A}_{p2}})$ iki RBS olsun. Bu iki RBS için toplama ve çarpma işlemleri denklem 3.7 ve denklem 3.8 ile tanımlanır.

$$\tilde{A}_{p1} \oplus \tilde{A}_{p2} = (\mu_{\tilde{A}_{p1}} + \mu_{\tilde{A}_{p2}} - \mu_{\tilde{A}_{p1}} \mu_{\tilde{A}_{p2}}, \vartheta_{\tilde{A}_{p1}} \vartheta_{\tilde{A}_{p2}}, \pi_{\tilde{A}_{p1}} \pi_{\tilde{A}_{p2}}) \quad (3.7)$$

$$\tilde{A}_{p1} \otimes \tilde{A}_{p2} = (\mu_{\tilde{A}_{p1}} \mu_{\tilde{A}_{p2}}, \vartheta_{\tilde{A}_{p1}} + \vartheta_{\tilde{A}_{p2}} - \vartheta_{\tilde{A}_{p1}} \vartheta_{\tilde{A}_{p2}}, \pi_{\tilde{A}_{p1}} + \pi_{\tilde{A}_{p2}} - \pi_{\tilde{A}_{p1}} \pi_{\tilde{A}_{p2}}) \quad (3.8)$$

Tanım 5. RBS'ler için resim ağırlıklı aritmetik ortalama (RAAO) denklem 3.9'da verilmiştir.

$$RAAO_w(\tilde{A}_{p1}, \tilde{A}_{p2}, \dots, \tilde{A}_{pn}) = \left(1 - \prod_{i=1}^n (1 - \mu_{\tilde{A}_{pi}})^{w_i}, \prod_{i=1}^n (\vartheta_{\tilde{A}_{pi}})^{w_i}, \prod_{i=1}^n (\pi_{\tilde{A}_{pi}})^{w_i} \right) \quad (3.9)$$

burada $w = (w_1, w_2, \dots, w_n)^T$; $\tilde{A}_{pi} (i = 1, 2, \dots, n)$, ve $w_i > 0$, $\sum_{i=1}^n w_i = 1$ 'dir.

Tanım 6. RBS'ler için resim ağırlıklı geometrik ortalama (RAGO) denklem 3.10'da verilmiştir.

$$RAGO_w(\tilde{A}_{p1}, \tilde{A}_{p2}, \dots, \tilde{A}_{pn}) = \left(\prod_{i=1}^n (\mu_{\tilde{A}_{pi}})^{w_i}, 1 - \prod_{i=1}^n (1 - \vartheta_{\tilde{A}_{pi}})^{w_i}, 1 - \prod_{i=1}^n (1 - \pi_{\tilde{A}_{pi}})^{w_i} \right) \quad (3.10)$$

burada $w = (w_1, w_2, \dots, w_n)^T$; $\tilde{A}_{pi} (i = 1, 2, \dots, n)$, ve $w_i > 0$, $\sum_{i=1}^n w_i = 1$ 'dir.

Tanım 7. Bir RBS için skor (durulaştırma) fonksiyonu $S(\tilde{A}_p)$ ve doğruluk fonksiyonu $D(\tilde{A}_p)$ sırasıyla denklem 3.11 ve denklem 3.12'de verilmiştir.

$$S(\tilde{A}_p) = \frac{1}{2} (1 + 2\mu_{\tilde{A}_p} - \vartheta_{\tilde{A}_p} - \frac{\pi_{\tilde{A}_p}}{2}) \quad (3.11)$$

$$D(\tilde{A}_p) = \mu_{\tilde{A}_p} + \vartheta_{\tilde{A}_p} + \pi_{\tilde{A}_p} \quad (3.12)$$

Burada, $S(\tilde{A}_p) \in [-1, 1]$ ve $D(\tilde{A}_p) \in [0, 1]$ 'dir.

3.1.3 Küresel bulanık kümeler

KBK'ler bulanık kümelerin 3 boyutlu bir uzantısı olup Kahraman ve Kutlu Gündoğdu (2018) tarafından geliştirilmiştir ve Tanım 1'de verildiği gibi üye olma, üye olmama ve kararsızlık derecelerini içermektedir. Karar vericilerin görüşlerini daha esnek bir

şekilde ifade etmelerine olanak tanıyan KBK'lerdeki elemanların üye olma, üye olmama ve kararsızlık derecelerini karelerinin toplamı, denklem 3.2'de verildiği gibi bir veya daha azdır.

Tanım 8. X boş olmayan bir küme olsun. Bir KBK olan $\tilde{A}_s$, denklem 3.13'deki gibi tanımlanır (Kahraman ve Kutlu Gündoğdu, 2018).

$$\tilde{A}_s = \{x, \mu_{\tilde{A}_s}(x), \vartheta_{\tilde{A}_s}(x), \pi_{\tilde{A}_s}(x) \mid x \in X\} \quad (3.13)$$

burada $\mu_{\tilde{A}_s}(x), \vartheta_{\tilde{A}_s}(x), \pi_{\tilde{A}_s}(x): X \rightarrow [0,1]$ sırasıyla üye olma, üye olmama ve kararsızlık derecelerini ifade eder. Bir küresel bulanık sayı (KBS), denklem 3.14'teki koşulları sağlar.

$$0 \leq \mu_{\tilde{A}_s}^2(x) + \vartheta_{\tilde{A}_s}^2(x) + \pi_{\tilde{A}_s}^2(x) \leq 1 \mid \forall x \in X \quad (3.14)$$

Tanım 9. $\tilde{A}_s = (\mu_{\tilde{A}_s}, \vartheta_{\tilde{A}_s}, \pi_{\tilde{A}_s})$ ve $\tilde{B}_s = (\mu_{\tilde{B}_s}, \vartheta_{\tilde{B}_s}, \pi_{\tilde{B}_s})$ iki KBS olsun. KBS'nin bazı işlemleri denklem 3.15-3.18 arasında açıklanmaktadır (Kahraman ve Kutlu Gündoğdu, 2018):

$$\begin{aligned} &\tilde{A}_s \oplus \tilde{B}_s = \\ &\left\{ \sqrt{\mu_{\tilde{A}_s}^2 + \mu_{\tilde{B}_s}^2 - \mu_{\tilde{A}_s}^2 \mu_{\tilde{B}_s}^2}, \vartheta_{\tilde{A}_s} \vartheta_{\tilde{B}_s}, \sqrt{(1 - \mu_{\tilde{B}_s}^2) \pi_{\tilde{A}_s}^2 + (1 - \mu_{\tilde{A}_s}^2) \pi_{\tilde{B}_s}^2 - \pi_{\tilde{A}_s}^2 \pi_{\tilde{B}_s}^2} \right\} \end{aligned} \quad (3.15)$$

$$\begin{aligned} &\tilde{A}_s \otimes \tilde{B}_s = \\ &\left\{ \mu_{\tilde{A}_s} \mu_{\tilde{B}_s}, \sqrt{\vartheta_{\tilde{A}_s}^2 + \vartheta_{\tilde{B}_s}^2 - \vartheta_{\tilde{A}_s}^2 \vartheta_{\tilde{B}_s}^2}, \sqrt{(1 - \vartheta_{\tilde{B}_s}^2) \pi_{\tilde{A}_s}^2 + (1 - \vartheta_{\tilde{A}_s}^2) \pi_{\tilde{B}_s}^2 - \pi_{\tilde{A}_s}^2 \pi_{\tilde{B}_s}^2} \right\} \end{aligned} \quad (3.16)$$

$$k\tilde{A}_s = \left\{ \sqrt{1 - (1 - \mu_{\tilde{A}_s}^2)^k}, \vartheta_{\tilde{A}_s}^k, \sqrt{(1 - \mu_{\tilde{A}_s}^2)^k - (1 - \mu_{\tilde{A}_s}^2 - \pi_{\tilde{A}_s}^2)^k} \right\} \quad (3.17)$$

$$\tilde{A}_s^k = \left\{ \mu_{\tilde{A}_s}^k, \sqrt{1 - (1 - \vartheta_{\tilde{A}_s}^2)^k}, \sqrt{(1 - \vartheta_{\tilde{A}_s}^2)^k - (1 - \vartheta_{\tilde{A}_s}^2 - \pi_{\tilde{A}_s}^2)^k} \right\} \quad (3.18)$$

Tanım 10. KBS'ler için küresel ağırlıklı aritmetik ortalama (KAAO) denklem 3.19'da verilmiştir (Kutlu Gündoğdu ve Kahraman, 2019).

$$\begin{aligned} &KAAO_w(\tilde{A}_{s1}, \tilde{A}_{s2}, \dots, \tilde{A}_{sn}) = w_1 \tilde{A}_{s1} + w_2 \tilde{A}_{s2} + \dots + w_n \tilde{A}_{sn} = \\ &\left\{ \sqrt{1 - \prod_{i=1}^n (1 - \mu_{\tilde{A}_{si}}^2)^{w_i}}, \prod_{i=1}^n \vartheta_{\tilde{A}_{si}}^{w_i}, \sqrt{\prod_{i=1}^n (1 - \mu_{\tilde{A}_{si}}^2)^{w_i} - \prod_{i=1}^n (1 - \mu_{\tilde{A}_{si}}^2 - \pi_{\tilde{A}_{si}}^2)^{w_i}} \right\} \end{aligned} \quad (3.19)$$

burada $w = (w_1, w_2, \dots, w_n)$; $w_i \in [0,1]$; $\sum_{i=1}^n w_i = 1$ 'dir.

Tanım 11. KBS'ler için küresel ağırlıklı geometrik ortalama (KAGO), denklem 3.20'de verilmiştir (Kutlu Gündoğdu ve Kahraman, 2019).

$$KAGO_w(\tilde{A}_{S1}, \tilde{A}_{S2}, \dots, \tilde{A}_{Sn}) = \tilde{A}_{S1}^{w_1} + \tilde{A}_{S2}^{w_2} + \dots + \tilde{A}_{Sn}^{w_n} = \left\{ \prod_{i=1}^n \mu_{\tilde{A}_{Si}}^{w_i}, \left[1 - \prod_{i=1}^n (1 - \vartheta_{\tilde{A}_{Si}}^2)^{w_i} \right]^{\frac{1}{2}}, \left[\prod_{i=1}^n (1 - \vartheta_{\tilde{A}_{Si}}^2)^{w_i} - \prod_{i=1}^n (1 - \vartheta_{\tilde{A}_{Si}}^2 - \pi_{\tilde{A}_{Si}}^2)^{w_i} \right]^{\frac{1}{2}} \right\} \quad (3.20)$$

burada $w = (w_1, w_2, \dots, w_n)$; $w_i \in [0,1]$; $\sum_{i=1}^n w_i = 1$ 'dir.

Tanım 12. Bir KBS için skor (durulaştırma) fonksiyonu denklem 3.21'de verilmiştir (Kutlu Gündoğdu ve Kahraman, 2020).

$$S(\tilde{A}_s) = (\mu_{\tilde{A}_s} - \pi_{\tilde{A}_s})^2 - (\vartheta_{\tilde{A}_s} - \pi_{\tilde{A}_s})^2 \quad (3.21)$$

Tanım 13. Bir KBS için pozitif ve negatif korelasyonlar denklem 3.22 kullanılarak durulaştırılır (Kutlu Gündoğdu ve Kahraman, 2020).

$$durulaştırma(\tilde{A}_s) = (2\mu_{\tilde{A}_s})^2 - \vartheta_{\tilde{A}_s}^2 - \pi_{\tilde{A}_s}^2 / 2 \quad (3.22)$$

Tanım 14. Bir KBS için korelasyon etki matrisi (KEM) denklem 3.23 ile elde edilir (Kutlu Gündoğdu ve Kahraman, 2020).

$$KEM = 4 + (poz_k - neg_k) \times (n_k / (m - 1)), j = 1, 2, \dots, m \quad (3.23)$$

Burada poz_k , pozitif korelasyonu; neg_k , negatif korelasyonu; n_k , bir tasarım gerekliliğindeki korelasyon sayısını ifade eder.

3.1.4 Dairesel sezgisel bulanık kümeler

Atanassov (2020) tarafından geliştirilen DSBK, sezgisel bulanık kümelerden daha güçlü bir belirsiz bilgi ifade etme yeteneğine sahip sezgisel bulanık kümelerin daha ileri uzantılarıdır. Sezgisel bulanık kümelerden farklı olarak, bir DSBK'daki her bir eleman merkezi $\langle \mu(\tilde{A}_{di}), \nu(\tilde{A}_{di}) \rangle$ ve yarıçapı r olan bir daire ile temsil edilmektedir. Bu kümeler, evrenin her bir elemanının bir üyelik derecesine ve bir üye olmama derecesine sahip olduğu ve etraflarında yarıçapı r olan bir daire bulunan ve bu daire içindeki üyelik ve üye olmama derecelerinin toplamının en fazla 1'e eşit olduğu kümeler olarak tanımlanmaktadır.

Tanım 15: X boş olmayan bir küme olsun. Bir DSBK olan $\tilde{A}_d$, denklem 3.24'teki gibi ifade edilir:

$$\tilde{A}_d = \{ \langle x, \mu_{\tilde{A}_d}(x), \vartheta_{\tilde{A}_d}(x); r \rangle \mid x \in X \} \quad (3.24)$$

Burada $\mu_{\tilde{A}_d}(x), \vartheta_{\tilde{A}_d}(x): X \rightarrow [0,1]$ sırasıyla üye olma derecesini ve üye olmama derecesini gösterir ve $r: X \rightarrow [0,1]$ her bir elemanın etrafındaki dairenin yarıçapıdır. Bir dairesel sezgisel bulanık sayı (DSBS), denklem 3.25'deki koşulu sağlar.

$$0 \leq \mu_{\tilde{A}_d}(x) + \nu_{\tilde{A}_d}(x) \leq 1; r \in [0,1] \mid \forall x \in X \quad (3.25)$$

Bir DSBS için belirsizlik derecesi denklem 3.26 ile hesaplanır:

$$\pi_{\tilde{A}_d}(x) = 1 - \mu_{\tilde{A}_d}(x) - \nu_{\tilde{A}_d}(x) \quad (3.26)$$

Sezgisel bulanık kümelerin aksine, DSBK'da her bir eleman merkezi $\langle \mu(\tilde{A}_{di}), \nu(\tilde{A}_{di}) \rangle$ ve yarıçapı r olan bir daire ile temsil edilir.

Tanım 16: $\tilde{A}_{di}$ elemanı için, sezgisel bulanık çiftler kümesi $\{ \langle m_{i,1}, n_{i,1} \rangle, \langle m_{i,2}, n_{i,2} \rangle, \dots \}$ biçiminde olsun. Buna göre, DSBS denklem 3.27 ile hesaplanır:

$$\langle \mu(\tilde{A}_{di}), \nu(\tilde{A}_{di}) \rangle = \left\langle \frac{\sum_{j=1}^{k_i} m_{i,j}}{k_i}, \frac{\sum_{j=1}^{k_i} n_{i,j}}{k_i} \right\rangle \quad (3.27)$$

Burada k_i karar vericilerin sayısıdır. $\tilde{A}_{di}$ 'nin yarıçapı r_i , öklid mesafelerinin maksimumu ile denklem 3.28 ile elde edilir:

$$r_i = \max_{1 \leq j \leq k_i} \sqrt{(\mu(\tilde{A}_{di}) - m_{i,j})^2 + (\nu(\tilde{A}_{di}) - n_{i,j})^2} \quad (3.28)$$

Tanım 17: Karar vericinin öncelik bilgisi $\lambda \in [0,1]$ ile birlikte bir DSBS için, skor (durulaştırma) fonksiyonu denklem 3.29 ile hesaplanır (Wang ve Chen, 2024):

$$S(\tilde{A}_{di}) = \left(\frac{\sqrt{2} - r_i}{\sqrt{2}} \right)^\lambda x \left(\frac{m_i - n_i + 1}{2} \right) \quad (3.29)$$

burada λ karar vericinin modele bakış açısını yansıtmaktadır. λ sıfıra eşitse tam karamsar bakış açısını, λ bire eşitse tam iyimser bakış açısını gösterir. Genel kabulde $\lambda \in [0,0.5)$ karamsar bir bakış açısına, $\lambda \in (0.5,1]$ ise iyimser bir bakış açısına işaret eder. $\lambda = 0.5$ ise karar vericinin kayıtsız tavrını yansıtır (Çakır ve Taş, 2023).

3.2 Çok-Kriterli Karar Verme Yöntemleri

ÇKKV yöntemleri, karmaşık ve çok boyutlu problemlerde karar vericilerin çeşitli kriterleri göz önünde bulundurarak optimal çözümler geliştirmesine olanak tanır. Bu yöntemler, genellikle birbirleriyle çelişen kriterlerin aynı anda değerlendirilmesini gerektiren karar süreçlerinde kullanılır. ÇKKV yöntemleri, sayısal ve niteliksel verileri bir araya getirerek karar süreçlerini daha sistematik ve objektif hale getirir. Uygulamalarda yaygın olarak kullanılan yöntemler arasında AHP, TOPSIS, elimination et choix traduisant la rEalité (ELECTRE), preference ranking organization method for enrichment evaluation (PROMETHEE), vise kriterijumska optimizacija I kompromisno resenje (VIKOR) bulunmaktadır (Büyüközkan ve Göçer, 2017). Bu tez çalışması kapsamında kullanılan AHP, Copeland ve MACTOR yöntemleri aşağıda alt bölümlerde detaylandırılmaktadır.

3.2.1 Analitik hiyerarşi prosesi

AHP ilk olarak Saaty (1990) tarafından kriterlerini göz önünde bulundurarak birkaç alternatif arasında karar vermek için kullanılan bir araç olarak tanıtılmıştır. AHP, karmaşık problemleri hiyerarşik bir yapıda modellemelerine olanak verir ve nitel ya da nicel verileri kullanarak karşılaştırmalı değerlendirmeler yapar. AHP'nin temel adımları şunlardır (Saaty, 2004).

Adım 1: Problemin tanımlanması ve hiyerarşi yapısının kurulması

Karar probleminin genel amacı tanımlanır. Problemi etkileyen kriterler ve alt kriterler belirlenir. Alternatifler ortaya konur. Amaç, kriterler ve alternatifler bir hiyerarşi şeklinde düzenlenir. Genellikle hiyerarşinin en üstünde amaç, ortada kriterler ve alt kriterler, en altta ise alternatifler yer alır.

Adım 2: Karşılaştırmalı matrislerin oluşturulması

Hiyerarşik yapının belirlenmesinden sonra, tüm elemanların birbiri üzerindeki göreceli önemlerinin belirtilmesi için ikili karşılaştırma matrislerinin oluşturulması gerekir. İkili karşılaştırmalar, karar vericiler tarafından Saaty tarafından önerilen 1-9 ölçeğine göre yapılmaktadır. Karşılaştırmalarda her kriter ya da alternatif diğerine göre bir önem derecesi atanır.

Çizelge 3.1 : AHP yönteminde kullanılan karşılaştırma ölçeği.

Önem Derecesi	Anlamı
1	Eşit derecede önemli
3	Orta derecede önemli
5	Kuvvetli derecede önemli
7	Çok kuvvetli derecede önemli
9	Mutlak derecede önemli
2, 4, 6, 8	Ara değerler

Adım 3: Matrislerden kriter ağırlıklarının hesaplanması

Her bir kriter için karşılaştırma matrisinin normalize edilmesi gerekir. Normalize işlemi, her sütun değerinin ilgili sütun toplamına bölünmesi ile gerçekleştirilir. Bu işlem sonucunda elde edilen normalize matrisin her satırındaki elemanların ortalaması alınarak öncelik vektörü yani ağırlıklar hesaplanır. Daha sonra, bu öncelik vektörü ile karşılaştırma matrisi çarpılarak ağırlıklık matris elde edilir.

Adım 4: Tutarlılık oranının hesaplanması

AHP’de yapılan ikili karşılaştırmaların tutarlı olup olmadığını anlamak için bir tutarlılık oranı (TO) hesaplanır. Bunun için önce tutarlılık indeksinin (TI) hesaplaması gerekir. TI, denklem 3.30 ile hesaplanır:

$$TI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad (3.30)$$

Burada λ_{max} bulmak için tüm öncelikler matrisinin her bir elemanı öncelik vektörüne bölünerek oluşturulan yeni matrisin elemanlarının ortalaması alınır ve TO denklem 3.31 ile hesaplanır:

$$TO = \frac{TI}{RI} \quad (3.31)$$

burada rassal indeks (RI), matrisin boyutuna göre sabit bir değerdir ve matrisin boyutuna göre belirlenir (Saaty, 2004). $TO \leq 0.1$ olması karar vericinin yaptığı karşılaştırmaların tutarlı olduğu, $TO > 0.1$ olması durumunda ise karşılaştırmaların tutarsız olduğu sonucuna ulaşılır.

Adım 5: Öncelik değerlerinin hesaplanması

Tutarlılık kontrolünden geçmiş ikili karşılaştırmalardan elde edilen öncelik değerleri birleştirilerek, amaca yönelik alternatiflerin nihai ağırlıkları belirlenir (Saaty, 2004).

3.2.2 Copeland

Copeland yöntemi, Condorcet yöntemlerinin bir varyantı olarak geliştirilmiş ve birebir karşılaştırmalara dayalı olarak her adayın toplumsal tercihlerdeki gücünü puanlama esasına dayandırılmıştır. Bu yöntemin temel amacı, her adayın diğer adaylarla karşılaştırıldığında ne kadar güçlü olduğunu göstermek ve en yüksek puana sahip adayı kazanan olarak belirlemektir (Copeland, 1951). Copeland yöntemi, sosyal seçim teorisinde yaygın olarak kullanılan Condorcet yöntemlerinden biridir ve adaylar arasındaki ikili karşılaştırmaların sonuçlarına dayanarak kazananı belirler. Bu yöntem, her bir adayın diğer adaylara karşı birebir rekabetinde ne kadar başarılı olduğuna odaklanır ve her aday için bir puan hesaplar (Guarnieri ve Trojan, 2019). Yöntem, tüm karşılaştırmaların ardından her adayın kazandığı puanları toplar ve en yüksek puana sahip aday kazanan olarak belirlenir (Copeland, 1951). Copeland yönteminin işleyişi şu şekilde açıklanabilir:

Her aday diğer adaylarla tek tek karşılaştırılır. Bir adayın diğerine tercih edilip edilmediği belirlenir. Ardından denklem 3.32 kullanılarak puanlama elde edilir.

$$S_{(j,k)} = \begin{cases} 1, & \text{eğer } c_j, c'_k \text{ dan üstünse} \\ 0, & \text{eğer } c_j \text{ ve } c_k \text{ eşitse} \\ -1, & \text{eğer } c_k, c'_j \text{ den üstünse} \end{cases} \quad (3.32)$$

Burada, S_{jk} , Copeland yöntemi parametrelerine dayalı çiftler arası puan, c_j ve c_k ise karşılaştırılan adaylardır. Her karşılaştırmada kazanan adaya 1 puan, kaybeden adaya -1 puan verilir. Eğer iki aday arasında bir beraberlik varsa puan adaylar puan almaz. Tüm ikili karşılaştırmalar tamamlandıktan sonra, her adayın aldığı toplam puan denklem 3.33 kullanılarak hesaplanır.

$$C_{(j,k)} = \sum_{k \neq j} S_{jk} \quad (3.33)$$

Burada, $C_{(j,k)}$ her kriter arasındaki karşılaştırma sonuçlarının toplamıdır. Sonuçta, en yüksek puana sahip olan aday Copeland kazananı olarak belirlenir.

Copeland yönteminin en önemli avantajlarından biri, bir Condorcet kazananı (yani, her diğer aday karşısında birebir oylamalarda kazanan bir aday) varsa, bu adayın Copeland yöntemiyle kazanan olarak belirlenmesidir. Ayrıca, Condorcet kazananı olmadığı durumlarda bile Copeland yöntemi bir kazanan belirleyebilir (Brams ve Fishburn, 2002). Bu özelliği, yöntemin diğer Condorcet yöntemlerine göre daha geniş

bir uygulama alanına sahip olmasını sağlar. Yöntemin bir diğer avantajı ise, hesaplamasının basit ve anlaşılır olmasıdır. Ayrıca, Copeland yöntemi, diğer oylama sistemlerine kıyasla manipülasyona karşı daha dirençli kabul edilir (Saari, 1996). Bununla birlikte, bir adayın Copeland kazananı olması, mutlaka toplumun genel tercihlerine en iyi uyum sağlayan aday olduğu anlamına gelmez. Yöntem, bazen tercihlerin yoğunlaştığı adayları değil, daha çok orta düzeyde tercih edilen adayları öne çıkarabilir. Bununla birlikte, Copeland yöntemi, sosyal seçim sorunlarında adil ve dengeleyici bir çözüm sunma açısından sıklıkla tercih edilen bir yöntemdir.

3.2.3 MACTOR

Godet (1991, 1994), tarafından önerilen MACTOR yönteminde, i) çalışma alanındaki önemli paydaşlar arasındaki ilişkileri tanımlamak ve incelemek, ii) bu paydaşların belirli çalışmadaki hedeflere veya amaçlara yönelik tutumları hakkında çıkarımlarda bulunmayı sağlar. Bu işlemler matrisler aracılığı ile gerçekleşir. Burada, paydaş paydaş matrisi (PPM), paydaşlar arasındaki ilişkinin gücünü yansıtmaktadır. Doğrudan etki matrisi (DEM), her paydaşın diğerleri üzerindeki etkisini, satırlardaki toplamalarla, diğerlerine olan bağımlılığını ise sütunlardaki toplamalarla göstermektedir. Bir diğer önemli matris olan paydaş amaç matrisi (PAM), her paydaşın her hedef üzerindeki konumuna dair bilgi sağlamaktadır. MACTOR yönteminin aşamaları aşağıda detaylı bir şekilde sunulmuştur.

Doğrudan ve dolaylı etkiler matrisi (DDEM)'in denklem 3.34 ile elde edilmektedir (Godet, 2010).

$$DDEM_{ij} = DEM_{ij} + \sum_k (\min(DEM_{ik}, DEM_{kj})) \quad (3.34)$$

burada i, j , ve k üç farklı paydaşı; DEM_{ij} , i . paydaşın j . paydaş üzerindeki doğrudan etkisini; $\min(DEM_{ik}, DEM_{kj})$, i . paydaşın k . paydaş aracılığı ile j . paydaş üzerindeki dolaylı etkisinin minimumunu ifade eder.

Ardından, I_i and D_i göstergeleri ise sırasıyla, denklem 3.35 ve denklem 3.36 ile hesaplanır (Godet, 2010).

$$I_i = \sum_j (DDEM_{ij}) - DDEM_{ii} \quad (3.35)$$

$$D_i = \sum_j (DDEM_{ji}) - DDEM_{ii} \quad (3.36)$$

burada I_i , bir paydaşın diğer paydaşlar üzerindeki doğrudan ve dolaylı etki derecesini; D_i , bir paydaşın diğer paydaşlara doğrudan ve dolaylı bağımlılık derecesini temsil eder.

Güç dengesi (r_i) ve güç dengesi katsayısı (r_i^*) sırasıyla denklem 3.37 ve denklem 3.38 ile hesaplanmaktadır ve r_i^* , tüm paydaşlar arasındaki güç dengesi katsayısını ifade etmektedir. (Godet, 2010).

$$r_i = \left(\frac{I_i - DDEM_{ii}}{\sum_i I_i} \right) \times \left(\frac{I_i}{I_i + D_i} \right) \quad (3.37)$$

$$r_i^* = \frac{r_i}{\bar{r}_i} \quad (3.38)$$

Ağırlıklı paydaş amaç matrisi (APAM), denklem 3.39 ile elde edilir.

$$APAM_{ij} = PAM_{ij} \times r_i^* \quad (3.39)$$

Mobilizasyon katsayısı M_i , farklı paydaşların durumdan ne kadar etkilendiğini niceliksel olarak ölçmektedir ve bu durum denklem 3.40 ile açıklanmaktadır. Anlaşma ve anlaşmazlık katsayıları ise sırasıyla denklem 3.41 ve denklem 3.42 ile verilmektedir; bu katsayılar, her bir paydaş için farklı konuların ne kadar tartışmalı olduğunu ifade etmektedir.

$$M_i = \sum_k |APAM_{ik}| \quad (3.40)$$

$$Agr_i = \sum_k (APAM_{ki} (APAM_{ki} > 0)) \quad (3.41)$$

$$Dsg_i = \sum_k (APAM_{ki} (APAM_{ki} < 0)) \quad (3.42)$$

3.3 Kalite Fonksiyon Göçerimi

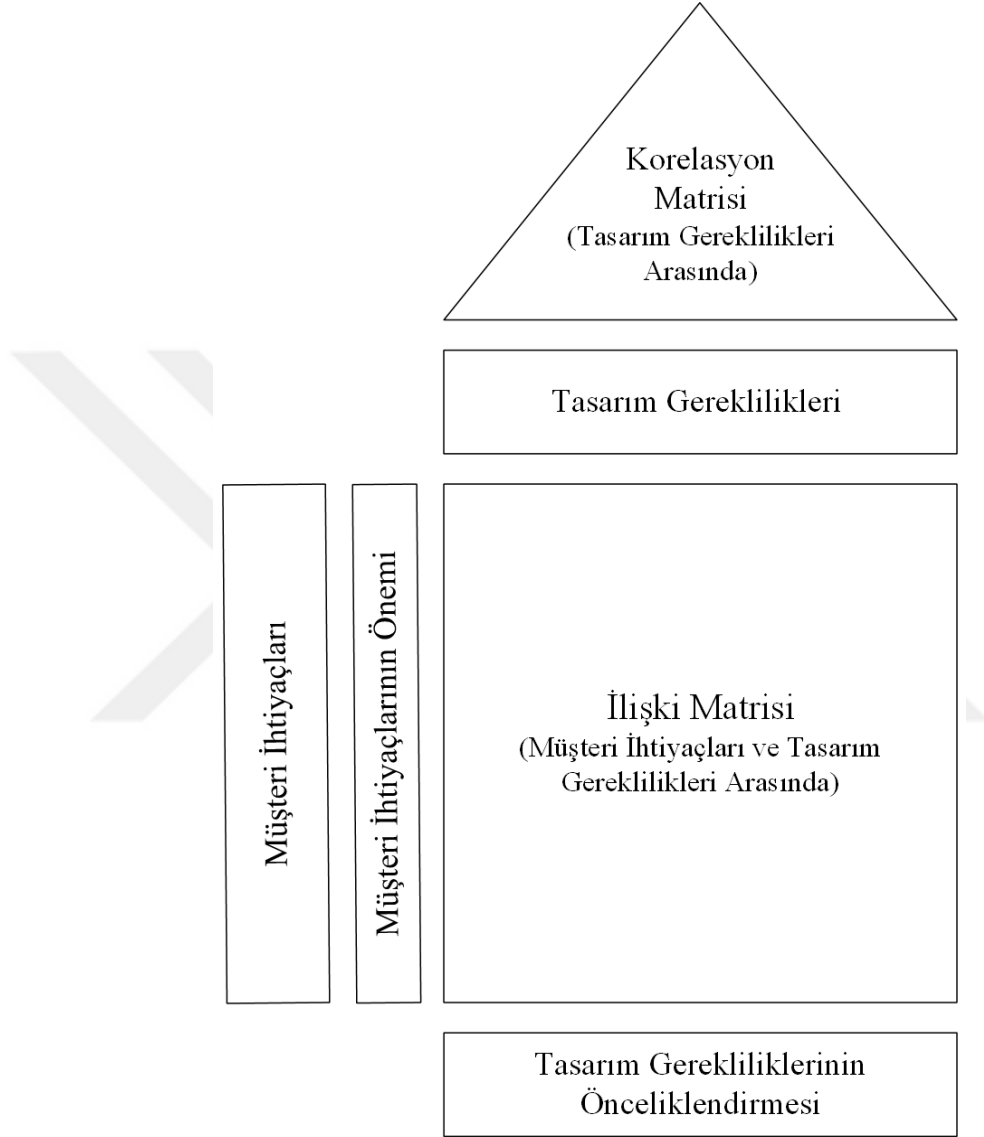
KFG, müşterilerin gereksinim ve beklentilerini etkin bir şekilde karşılamak amacıyla onların sesini dinleyen sistematik bir süreçtir. KFG, ilk olarak 1960'ların sonunda Mitsubishi tersanesinde toplam kalite yönetimi uygulamaları sırasında Yoji Akao tarafından Japonya'da geliştirilmiştir. Başlangıçta üretim süreçlerinde kullanılan bu

yöntem, daha sonra Toyota ve tedarik zinciri yönetimi gibi çeşitli sektörler tarafından benimsenmiştir. KFG, ürün ve hizmetlerin planlanması ile geliştirilmesine yardımcı olan bir sistem olarak tanımlanır ve müşterilerin beklentilerini karşılamayı ya da aşmayı hedefler (Mazur, 1993). En önemli avantajlarından biri, müşteri taleplerine öncelik verirken uygulama, analiz ve dokümantasyon süreçlerinin kolaylığını sağlamasıdır. Bu yöntem, ürün veya hizmet kalitesinin sürekli iyileştirilmesine olanak tanır (Wolniak, 2018).

KFG'nin en bilinen bileşenlerinden biri kalite evidir. Kalite evi, çatılı bir yapıya benzeyen formuyla adlandırılmış olup, müşteri talepleri ile teknik gereksinimler arasındaki ilişkileri sistematik bir şekilde gösteren matrislerden oluşur. Klasik bir kalite evi; müşteri talepleri, bu taleplerin müşteri değerlendirmeleri, teknik kriterler, bu unsurlar arasındaki ilişkiler ve teknik kriterler arasındaki korelasyon matrislerinden oluşur. Her aşamada, müşterinin sesi sistem, alt sistem ve bileşen tasarım gereksinimlerine dönüştürülür. Kalite evi süreci; müşteri gereksinimlerinin belirlenmesi, tasarım gerekliliklerinin saptanması, müşteri taleplerinin önceliklendirilmesi, tasarım gereksinimlerinin korelasyon matrisinin oluşturulması, müşteri talepleri ile tasarım gereksinimleri arasındaki ilişki matrisinin hazırlanması ve nihai tasarım gereksinimlerinin sıralanması gibi aşamaları içerir. Bu süreç Şekil 3.2'de gösterilmektedir.

Kalite evinin ilk adımı, müşteri kitlesinin tanımlanmasıdır. Hedef kitlenin doğru bir şekilde belirlenmesi, ihtiyaçların daha iyi analiz edilmesini sağlar. Müşteri istekleri çeşitli yöntemlerle tespit edilebilir. Anketler düzenlemek, müşterilerden telefon ve e-posta yoluyla geri bildirim almak en yaygın yöntemler arasındadır. Bir sonraki aşama, tasarım gerekliliklerinin belirlenmesidir. Bu gereklilikler, müşterilerin doğrudan ifade edemedikleri ancak dikkate alınması gereken güvenlik standartları, düzenlemeler, kalite seviyeleri ve ürün standartları gibi teknik veya yasal gereksinimleri içerebilir. İlişki matrisi, müşteri istekleri ile tasarım gereklilikleri arasındaki ilişkiyi analiz eder. Her müşteri talebi için her tasarım gerekliliği incelenirken, şu soru sorulur: “Bu iki unsur arasındaki ilişkinin derecesi nedir?” Bu ilişkinin gücü, semboller ve puanlarla matrise yansıtılır. Kalite evinin üst yani çatı bölümünde bulunan korelasyon matrisi, tasarım gereklilikleri arasındaki ilişkileri incelemekte olup, kullanılan semboller bu ilişkilerin niteliğini gösterir (Haktanır ve Kahraman, 2019). Son olarak, müşteri gereksinimlerinin ve tasarım gerekliliklerinin önem dereceleri belirlenir. Bu aşamada,

müşteri gereksinimlerinin ne kadar kritik olduğu ve hangi teknik gereksinimlerin bu talepleri karşılamak için daha önemli olduğu belirlenir. Bu sayede, kaynakların hangi alanlara yoğunlaştırılması gerektiği daha net hale gelmektedir.



Şekil 3.2 : Kalite evi bileşenleri.



4. SÜRDÜRÜLEBİLİR UZAKTAN EĞİTİM TASARIMI: BULANIK AHP & KFG UYGULAMASI

Sürdürülebilir uzaktan eğitim tasarımı, günümüzde eğitim kurumlarının karşılaştığı en önemli zorluklardan biri haline gelmiştir. Eğitimde dijitalleşmenin hızla arttığı ve uzaktan eğitimin kalıcı bir alternatif olarak ortaya çıktığı son yıllarda, eğitim programlarının sadece kalite standartlarını karşılaması değil, aynı zamanda uzun vadeli sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşması da gerekmektedir. Bu doğrultuda, sürdürülebilir uzaktan eğitim tasarımı teknolojik altyapı, öğretim yöntemleri, öğrenci destek hizmetleri ve değerlendirme süreçleri gibi pek çok farklı unsurun bir arada değerlendirilmesi zorunlu hale gelmiştir.

Uzaktan eğitimde öğrenci beklentilerinin, öğretim süreçleri ve teknolojik gerekliliklerle uyumlu hale getirilmesi karmaşık bir süreçtir ve bu sürecin yönetiminde KFG önemli avantajlar sunmaktadır. KFG, öğrenci ihtiyaçlarını tasarım gerekliliklerine dönüştürerek, sistem kalitesini ve sürdürülebilirliğini artırmak amacıyla kullanılabilen sistematik bir yaklaşımdır (Wu ve Lin, 2012). KFG, müşteri ihtiyaçlarını bütüncül bir şekilde ele alarak, tasarımda hangi özelliklerin öncelikli olduğunu netleştirir ve kaynakların verimli bir şekilde kullanılmasına olanak tanır. Ayrıca, KFG'nin uzaktan eğitim programlarına uygulanması, öğrenci memnuniyetini artırmak ve eğitimin uzun vadeli kalıcılığını sağlamak için gereken iyileştirme alanlarını belirlemeye de yardımcı olabilmektedir. Bu yöntem, sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşma sürecinde eğitimin teknik, pedagojik ve yönetsel boyutlarını bir arada değerlendirerek programların hem kısa hem de uzun vadede başarılı olmasına katkı sağlamaktadır (Kazancoğlu ve Aksoy, 2011).

KFG uygulamasında ÇKKV yaklaşımlarının kullanılması, öğrenci beklentilerini değerlendirme sürecinde teknik gereksinimlerin hatalı sıralanmasının önüne geçilmesine olanak tanımaktadır (Ayyıldız ve diğ., 2023). Bununla birlikte, gerçek dünyadaki karar alma süreçlerinin büyük bir kısmı, hedeflerin ve kısıtlamaların tam olarak net olmadığı belirsiz ortamlarda gerçekleşmektedir. Bu tür belirsizliklerin yönetimi, bulanık küme teorisinin kullanılması ile mümkün hale gelmektedir. Bu

sayede karar vericilerin öznel değerlendirmeleri daha etkin bir şekilde ele alınabildiği için bulanık kümeler ÇKKV ve KFG yaklaşımlarında yaygın olarak kullanılmaktadır. KFG ile birlikte kullanılan bu yaklaşımlara dair örnekler Çizelge 4.1’de sunulmuştur.

Çizelge 4.1 : KFG uygulanan çalışmalardan örnekler.

Yazarlar (Yıl)	ÇKKV	Bulanık Sayı	Uygulama Alanı
Liu ve diğ. (2024)	AHP	Küresel bulanık	Ürün geliştirme
Gangadhari ve diğ. (2024)	-	Küresel bulanık	Sağlık
Zhang ve diğ. (2024)	FUCOM (Full Consistency Method)	Küresel bulanık	Risk yönetimi
Carayannis ve diğ. (2024)	DEMATEL, TOPSIS	Küresel bulanık	Enerji
Akram ve diğ. (2023)	CODAS (Combinative Distance-based Assessment)	Küresel bulanık	Ürün geliştirme
Xu ve diğ. (2022)	DEMATEL, CoCoSo (Combined Compromise Solution)	Küresel bulanık	Ürün geliştirme
Porto De Lima ve diğ. (2022)	PROMETHEE	Kararsız bulanık	Ürün Tasarımı
Haktanır ve Kahraman (2022b)	-	Sezgisel Z bulanık	Ürün geliştirme
Karasan ve diğ. (2022)	DEMATEL	Nötrosofik	Üretim
Kutlu Gündoğdu ve Kahraman (2020)	AHP, TOPSIS	Küresel bulanık	Ürün geliştirme
Rehman ve Ali (2022)	TOPSIS	Üçgensel bulanık	Sağlık
Omar ve diğ. (2022)	TOPSIS	Üçgensel bulanık	Üretim
Karuppiah, Sankaranarayanan ve Ali (2022)	Delphi, MACBETH	Üçgensel bulanık	Tedarik Zinciri
Cinar ve Cebi (2022)	DEMATEL	Üçgensel bulanık	Risk Yönetimi
Jin ve diğ. (2021)	ANN, ORESTE (Organization, Rangement Et Synthese De Donnes Relationnelles)	Küresel bulanık	Üretim
Piengang, Beauregard, ve Kenne (2019)	VIKOR	Üçgensel bulanık	Yazılım

Çizelge 4.1 (devamı): KFG uygulanan çalışmalardan örnekler.

Yazarlar (Yıl)	ÇKKV	Bulanık Sayı	Uygulama Alanı
Onar ve diğ. (2016)	AHP, TOPSIS	Kararsız bulanık	Yazılım
Dat ve diğ. (2015)	TOPSIS	Üçgensel bulanık	Pazarlama
Roghanian ve Alipour (2014)	AHP, PROMETHEE	Üçgensel bulanık	Yalın üretim
Wu ve Lin (2012)	Entropi, GRA (Gri İlişkisel Analiz)	-	Eğitim
Vinodh ve Chintha (2011)	-	Normal	Yalın üretim
Kazancoglu ve Aksoy (2011)	-	Üçgensel bulanık	Eğitim
Alptekin ve Karsak (2011)	AHP, Entropi	Normal	Eğitim
Juan ve diğ. (2009)	PROMETHEE	Üçgensel bulanık	Konut seçimi
Terawaki (2009)	AHP	-	Eğitim

Yapılan çalışmalar incelendiğinde, KFG uygulamalarında ÇKKV yöntemlerinin geniş bir yelpazede kullanıldığı görülmektedir. Özellikle ürün geliştirme süreçlerine yönelik araştırmaların yoğunlaştığı dikkat çekmektedir. AHP ve TOPSIS gibi yöntemlerin sıklıkla tercih edildiği gözlemlenmiştir. Eğitim alanında gerçekleştirilen çalışmaların bir kısmında bulanık sayılar kullanılmazken, bulanık sayıların tercih edildiği çalışmalarda ise genellikle üçgensel sayıların öne çıktığı görülmektedir. Bu bulgular, farklı disiplinlerde KFG ve bulanık sayıların karar verme süreçlerine sağladığı katkının önemini vurgulamaktadır. KFG ve bulanık sayılar, belirsizlik ve karmaşıklık içeren problemlerin çözümünde etkili bir rol oynayarak, çok boyutlu karar alma süreçlerinde önemli avantajlar sunmaktadır. Sonuç olarak, KFG ve bulanık sayılarla yapılan uygulamaların, disiplinler arası karar verme süreçlerine değerli katkılar sunduğu ve sürdürülebilir çözümler üretme potansiyeline sahip olduğu anlaşılmaktadır.

4.1 Küresel Bulanık AHP & KFG Metodolojisi

Bu bölümde, öğrenci ihtiyaçlarının önceliklendirilmesinde ve öğrenci ihtiyaçları ile tasarım gereklilikleri arasındaki ilişkilerin belirlenmesi ve bu gerekliliklerin önceliklendirilmesinde küresel bulanık AHP yöntemi ile entegre küresel bulanık KFG metodolojisi önerilmiştir. Bu metodolojinin adımları aşağıda sunulmuştur:

Adım 1: Öğrenci ihtiyaçları tanımlanır.

Öğrenci ihtiyaçları $\tilde{O}_i = \{\tilde{O}_{i1}, \tilde{O}_{i2}, \dots, \tilde{O}_{im}\}$ olsun.

Adım 2: Tasarım gereklilikleri belirlenir.

Tasarım gereklilikleri $TG_j = \{TG_1, TG_2, \dots, TG_n\}$ olsun.

Adım 3: Çizelge 4.2’de verilen küresel bulanık ölçeği kullanılarak karar vericiler tarafından $\tilde{O}_i$ çiftleri arasında karşılaştırma matrisleri oluşturulur.

Adım 4: Her bir çiftli karşılaştırma matrisinin tutarlılığı kontrol edilir. Bunun için, çiftli karşılaştırma matrisindeki dilsel terimler karşılık gelen SI değerlerine dönüştürülür. Ardından, AHP için tutarlılık kontrolü uygulanır. Burada TO eşiği %10’dur. Karşılaştırma matrisleri tutarlıysa, karşılık gelen küresel bulanık çiftli karşılaştırma matrisiyle işleme devam edilir.

Adım 5: Matris tutarlılığı kontrol edildikten sonra, her bir $\tilde{O}_i$ için küresel bulanık ağırlığı hesaplanır. Şekil 4.1’deki değerlendirmeler denklem 3.8’de verilen KAGO operatörü kullanılarak her $\tilde{O}_i$ için küresel önem derecesi belirlenir.

Çizelge 4.2 : $\tilde{O}_i$ ’ler için dilsel değerlendirme ölçeği.

Dilsel Terimler	(μ, ϑ, π)	Skor İndeks (SI)
Kesinlikle Çok Yüksek Önemli (KYÖ)	(0.9, 0.1, 0.1)	9
Çok Yüksek Önemli (ÇYÖ)	(0.8, 0.2, 0.2)	7
Yüksek Önemli (YÖ)	(0.7, 0.3, 0.3)	5
Biraz Daha Fazla Önemli (BFÖ)	(0.6, 0.4, 0.4)	3
Eşit Önemli (EÖ)	(0.5, 0.5, 0.5)	1
Biraz Daha Düşük Önemli (BDÖ)	(0.4, 0.6, 0.4)	0.33
Düşük Önemli (DÖ)	(0.3, 0.7, 0.3)	0.20
Çok Düşük Önemli (ÇDÖ)	(0.2, 0.8, 0.2)	0.14
Kesinlikle Çok Düşük Önemli (KDÖ)	(0.1, 0.9, 0.1)	0.11

$\tilde{O}_i - \tilde{O}_j$	$\tilde{O}_i 1$	$\tilde{O}_i 2$	$\tilde{O}_i 3$	...	$\tilde{O}_i m$
$\tilde{O}_i 1$	-	KYÖ, YÖ, BFÖ	YÖ, YÖ, BFÖ	YÖ, BFÖ, EÖ	DÖ, ÇDÖ, EÖ
$\tilde{O}_i 2$		-	ÇDÖ, YÖ, ÇDÖ	BFÖ, BFÖ, EÖ	BDÖ, EÖ, EÖ
$\tilde{O}_i 3$			-	YÖ, ÇDÖ, YÖ	KYÖ, YÖ, YÖ
...				-	EÖ, BDÖ, EÖ
$\tilde{O}_i m$					-

Şekil 4.1 : KFG’de $\tilde{O}_i$ ’lerin ikili karşılaştırma örneği.

Adım 7: Tüm pozitif ve negatif korelasyonlar denklem 3.7’de verilen KAAO operatörü kullanılarak ayrı ayrı toplanır. Ardından, toplam pozitif ve negatif korelasyonlar denklem 3.10 kullanılarak durulaştırılır. Durulaştırma adımından sonra, teknik gereksinimlerin KEM değeri denklem 3.11 ile elde edilir.

Adım 8: Öİ ile TG arasındaki ilişkilerin karar vericiler tarafından Çizelge 4.4’te verilen küresel bulanık ölçek kullanılarak Şekil 4.3’teki gibi değerlendirilir. Ardından, Şekil 4.3’teki bu dilsel terimler, denklem 3.8’de verilen KAGO operatörüne dayalı olarak bir araya getirilir.

Çizelge 4.4 : Öİ ile TG arasındaki ilişkiler için dilsel değerlendirme ölçeği.

Dilsel Terimler	(μ, ϑ, π)	Skor İndeks (SI)
Kesinlikle Çok Yüksek İlişkili (KYİ)	(0.9, 0.1, 0.1)	9
Çok Yüksek İlişkili (ÇYİ)	(0.8, 0.2, 0.2)	7
Yüksek İlişkili (Yİ)	(0.7, 0.3, 0.3)	5
Biraz Daha Fazla İlişkili (BFİ)	(0.6, 0.4, 0.4)	3
Orta İlişkili (Oİ)	(0.5, 0.5, 0.5)	1
Biraz Daha Düşük İlişkili (BDİ)	(0.4, 0.6, 0.4)	0.33
Düşük İlişkili (Dİ)	(0.3, 0.7, 0.3)	0.20
Çok Düşük İlişkili (ÇDİ)	(0.2, 0.8, 0.2)	0.14
Kesinlikle Çok Düşük İlişkili (KDİ)	(0.1, 0.9, 0.1)	0.11

TG → Öİ ↓	Önem Derecesi	TG 1	TG 2	TG 3	...	TG n
Öİ 1		Oİ, BDİ, Dİ				Yİ, ÇYİ, Oİ
Öİ 2				ÇYİ, BDİ, KYİ		
Öİ 3			ÇYİ, Oİ, KYİ			
...						
Öİ m		BDİ, KYİ, Dİ				Yİ, Yİ, ÇYİ

Şekil 4.3 : KFG’de Öİ ve TG arasındaki ilişki matrisi örneği

Adım 9: Her TG’nin küresel bulanık genel önceliklerini denklem 4.1’deki gibi elde etmek için, TG’lerin toplam korelasyon etki faktörü ile Şekil 5.3’teki ilişki matrisindeki toplam dilsel terimler çarpılır.

4.2 Uygulama ve Bulgular

Uzaktan eğitim tasarımı belirlenen öğrenci ihtiyaçları, eğitim sürecinin etkinliği ve verimliliği açısından kritik öneme sahiptir. Bu kapsamda, kişiselleştirilmiş öğrenme

desteği, öğrencilerin bireysel öğrenme stillerine uygun olarak özelleştirilmiş rehberlik sunma gerekliliğini ortaya koymaktadır; bu durum, öğrencilerin motivasyonunu artırmakta ve başarı düzeylerini yükseltmektedir (Bhuasiri ve diğ., 2012; Alqahtani ve Rajkhan, 2020). Ders materyallerinin zenginliği ve çeşitliliği, öğrencilere farklı kaynaklara erişim imkânı sunarak öğrenme deneyimlerini zenginleştirmekte, böylece çeşitli öğrenme stillerine hitap etmektedir (Naveed ve diğ., 2021; Saraji ve diğ., 2022). Öğrencilerin ders geçmişine erişebilme ve izleyebilme ihtiyacı ise, öğrenme süreçlerini izleme ve değerlendirme fırsatı sağlayarak, öğrenme ilerlemelerini yönetmelerine katkıda bulunmaktadır (Shee ve Wang, 2008). Etkileşim ve iletişim, uzaktan eğitimde sosyal bağlantıların güçlendirilmesi ve öğretmenlerle etkili bir diyalog kurulması açısından hayati bir rol oynamakta; bu durum, öğrencilerin öğrenme motivasyonunu artırmaktadır (Alqahtani ve Rajkhan, 2020; Naveed ve diğ., 2021). Kolay kullanılabilirlik, eğitim platformlarının kullanıcı dostu olmasının sağladığı avantajlarla, öğrencilerin teknoloji ile olan etkileşimlerini kolaylaştırmakta ve öğrenme süreçlerindeki karmaşayı azaltmaktadır (Shee ve Wang, 2008). Son olarak, güvenilirlik, eğitim materyallerinin ve platformlarının güvenilirliğinin sağlanmasıyla, öğrencilerin eğitim deneyimlerine olan güvenlerini artırmakta ve öğrenme süreçlerini olumlu yönde etkilemektedir (Naveed ve diğ., 2017; Saraji ve diğ., 2022). Bu ihtiyaçların göz önünde bulundurulması, uzaktan eğitim tasarımının öğrenci beklentilerine uygun olarak optimize edilmesine olanak tanıyacak ve eğitim kalitesinin artırılmasına katkıda bulunacaktır. Belirlenen öğrenci ihtiyaçları aşağıda sunulmuştur:

- Öİ1: Kişiselleştirilmiş öğrenme desteği
- Öİ2: Ders materyallerinin zenginliği ve çeşitliliği
- Öİ3: Ders geçmişine erişebilme ve izleyebilme
- Öİ4: Etkileşim ve iletişim
- Öİ5: Kolay kullanılabilirlik
- Öİ6: Güvenilirlik

Uzaktan eğitim tasarımında öğrenci ihtiyaçlarını karşılayabilmek için belirlenen tasarım gereklilikleri, eğitim süreçlerinin etkinliğini artırmak ve öğrenci memnuniyetini sağlamak açısından kritik bir öneme sahiptir. İlk olarak, ağ ve sınav güvenliği, öğrencilerin kişisel verilerinin korunması ve sınav süreçlerinin adil bir

şekilde yürütülmesi için gereklidir; bu durum, öğrencilere güvenli bir öğrenim ortamı sunarak eğitim süreçlerine duyulan güveni artırmaktadır (Naveed ve diğ., 2017). Ayrıca, interaktif ve katılımcı ders materyalleri, öğrencilerin aktif katılımını teşvik etmekte ve öğrenme deneyimlerini zenginleştirmektedir (Naveed ve diğ., 2021; Saraji ve diğ., 2022). Teknolojik altyapının uygunluğu ve yazılımın ders gerekliliklerini karşılayabilmesi, öğrencilere kesintisiz bir öğrenme deneyimi sunarak eğitim materyallerinin sorunsuz bir şekilde erişilebilir olmasını sağlamaktadır (Jeong ve González-Gómez, 2020). Uygun değerlendirme ve ölçme sistemleri, öğrencilerin öğrenme başarılarını nesnel bir biçimde değerlendirmek ve geri bildirim sağlamak amacıyla gereklidir (Naveed ve diğ., 2021; Saraji ve diğ., 2022). Ayrıca, uygun öğrenme modellerinin kullanımı, öğrenci ihtiyaçlarına yönelik özelleştirilmiş öğrenme deneyimlerinin sunulmasına olanak tanımaktadır (Alqahtani ve Rajkhan, 2020; Saraji ve diğ., 2022). Kişiselleştirilmiş danışman desteği, öğrencilerin bireysel ihtiyaçlarına yanıt veren rehberlik hizmetleri sağlayarak öğrenme süreçlerini yönetmelerine yardımcı olmaktadır (Bhuasiri ve diğ., 2012). Nitelikli personelin bulunması, eğitim süreçlerinin etkin bir şekilde yürütülmesi için gerekli uzmanlık ve deneyimin sağlanmasını temin etmektedir (Bekesiene ve diğ., 2021; Saraji ve diğ., 2022). Son olarak, sürekli iyileştirme ve değerlendirme mekanizmaları, eğitim süreçlerinin düzenli olarak gözden geçirilmesi ve geliştirilmesi açısından önemlidir (Wang, 2003). Bu gerekliliklerin karşılanması, uzaktan eğitim tasarımının kalitesini artırmakta ve öğrenci ihtiyaçlarının etkin bir şekilde karşılanmasını sağlamaktadır.

Bu bölüm kapsamında belirlenen tasarım gereklilikleri aşağıda sunulmuştur:

- TG1: Ağ ve sınav güvenliği
- TG2: İnteraktif ve katılımcı ders materyalleri
- TG3: Teknolojik altyapı uygunluğu ve yazılımın ders gerekliliklerini karşılayabilmesi
- TG4: Uygun değerlendirme ve ölçme sistemi
- TG5: Uygun öğrenme modellerinin kullanımı
- TG6: Kişiselleştirilmiş danışman desteği
- TG7: Nitelikli personel
- TG8: Sürekli iyileştirme ve değerlendirme

Önerilen metodojinin ilk iki adımı yukarıda tamamlandıktan sonra, üç karar verici tarafından Çizelge 4.2'deki küresel bulanık ölçeği kullanılarak Öİ çiftleri için karşılaştırma matrisleri oluşturulmuştur (Çizelge 4.5). Karar vericilerin ağırlıkları uzmanlıklarına göre 0.4, 0.3 ve 0.3 olarak belirlenmiştir. Ardından, matrislerin tutarlılığı kontrol edilmiştir. Matris tutarlılığından sonra, Çizelge 4.5'teki değerlendirmeler denklem 3.8'de verilen KAGO operatörü kullanılarak birleştirilmiştir. Öİ'lere ilişkin küresel ağırlıklar ve durulaştırılmış değerler Çizelge 4.6'da sunulmuştur.

Çizelge 4.5 : Öİ'lere ilişkin dilsel değerlendirmeler.

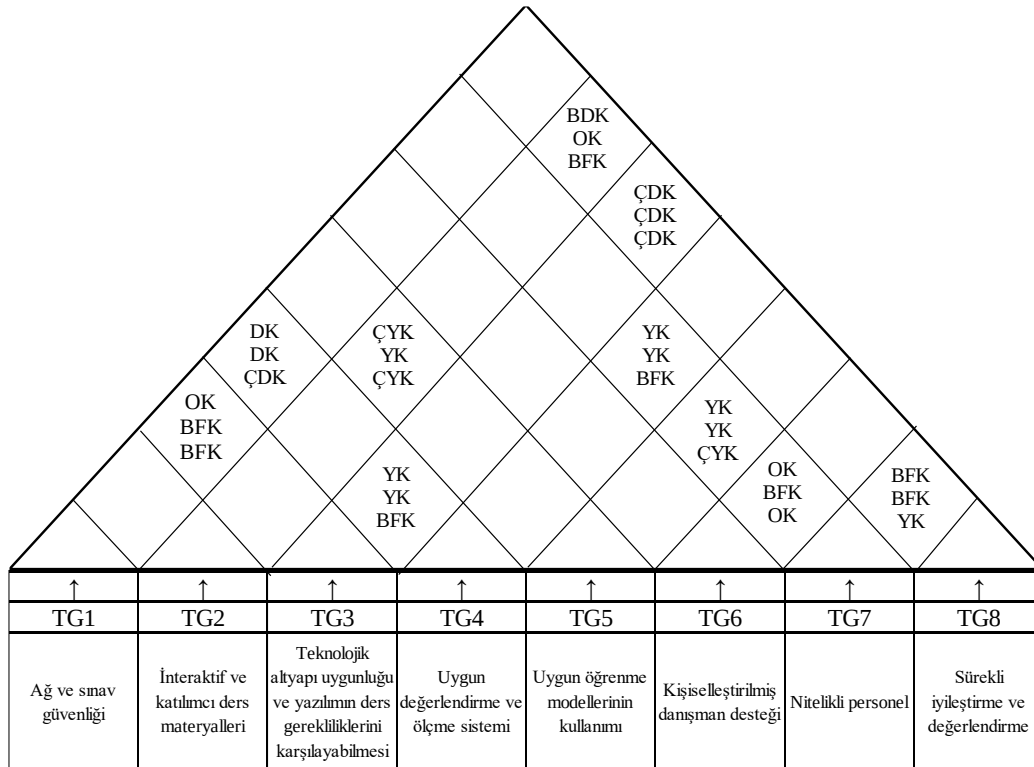
KV	Öğrenci İhtiyaçları	Öİ1	Öİ2	Öİ3	Öİ4	Öİ5	Öİ6
KV1	Öİ1	EÖ	BDÖ	BDÖ	ÇDÖ	BDÖ	BFÖ
KV2		EÖ	DÖ	BDÖ	KDÖ	BDÖ	YÖ
KV3		EÖ	DÖ	DÖ	KDÖ	BDÖ	BFÖ
KV1	Öİ2	BFÖ	EÖ	EÖ	DÖ	BFÖ	BFÖ
KV2		YÖ	EÖ	BFÖ	DÖ	EÖ	ÇYÖ
KV3		YÖ	EÖ	BDÖ	DÖ	EÖ	YÖ
KV1	Öİ3	BFÖ	EÖ	EÖ	BDÖ	BFÖ	BFÖ
KV2		BFÖ	BDÖ	EÖ	BDÖ	BFÖ	YÖ
KV3		YÖ	BFÖ	EÖ	BDÖ	YÖ	ÇYÖ
KV1	Öİ4	ÇYÖ	YÖ	BFÖ	EÖ	YÖ	KYÖ
KV2		KYÖ	YÖ	BFÖ	EÖ	ÇYÖ	KYÖ
KV3		KYÖ	YÖ	BFÖ	EÖ	YÖ	ÇYÖ
KV1	Öİ5	BFÖ	BDÖ	BDÖ	DÖ	EÖ	BFÖ
KV2		BFÖ	EÖ	BDÖ	ÇDÖ	EÖ	YÖ
KV3		BFÖ	EÖ	DÖ	DÖ	EÖ	BFÖ
KV1	Öİ6	BDÖ	BDÖ	BDÖ	KDÖ	BDÖ	EÖ
KV2		DÖ	ÇDÖ	DÖ	KDÖ	DÖ	EÖ
KV3		BDÖ	DÖ	ÇDÖ	ÇDÖ	BDÖ	EÖ

Çizelge 4.6 : Öİ'lerin küresel ağırlıkları ve önem sıralamaları.

Öğrenci ihtiyaçları	Ağırlık (μ, ϑ, π)	Skor	Sıralama
Öİ1 Kişiselleştirilmiş öğrenme desteği	(0.36, 0.66, 0.35)	-0.095	5
Öİ2 Ders materyallerinin zenginliği ve çeşitliliği	(0.51, 0.50, 0.41)	0.002	3
Öİ3 Ders geçmişine erişebilme ve izleyebilme	(0.55, 0.46, 0.42)	0.015	2
Öİ4 Etkileşim ve iletişim	(0.70, 0.33, 0.34)	0.124	1
Öİ5 Kolay kullanılabilirlik	(0.45, 0.56, 0.40)	-0.023	4
Öİ6 Güvenilirlik	(0.30, 0.71, 0.32)	-0.146	6

Sonuçlar incelendiğinde, öğrencilerin ihtiyaçlarına göre, en yüksek önceliği etkileşim ve iletişim almaktadır. Etkileşimli öğrenme ortamları, canlı dersler, forumlar ve tartışma grupları gibi yöntemlerle sağlanarak öğrencilerin motivasyonlarını artırmakta ve öğrenmeyi daha etkili hale getirmektedir. İkinci sırada yer alan ders geçmişine erişebilme ve izleyebilme özelliği yer almaktadır. Ders materyallerinin zenginliği ve çeşitliliği üçüncü sırada yer alarak, farklı öğrenme stillerine hitap eden çeşitli içeriklerin öğrencilerin konuları derinlemesine anlamalarına katkı sağladığı belirtilmektedir. Kolay kullanılabilirlik yani, kullanıcı dostu bir arayüz ve erişilebilirlik, öğrencilerin eğitim platformunu verimli bir şekilde kullanmalarına ve zamanlarını öğrenmeye odaklamalarına yardımcı olmaktadır. Beşinci sırada kişiselleştirilmiş öğrenme desteği gelmektedir. Öğrencilerin bireysel ihtiyaçlarına göre uyarlanmış öğrenme süreçleri, onların kendi hızlarında ilerlemelerine ve öğrenme deneyimlerini zenginleştirmelerine yardımcı olmaktadır. Son olarak, güvenilirlik eğitim platformunun doğru ve güncel içerikler sunarak öğrencilerin bilgilerine güvenmelerini ve öğrenmeye odaklanmalarını sağlamaktadır.

Metodojinin 6. adımında, Çizelge 4.3'te verilen küresel bulanık ölçeği kullanılarak 3 karar verici tarafından TG'ler arasındaki korelasyon matrisi Şekil 4.4'teki gibi oluşturulur ve iyileşme yönleri belirlenir.



Şekil 4.4 : TG'ler arasındaki korelasyonlar.

Şekil 4.4'teki bu dilsel terimler, denklem 3.8'de verilen KAGO operatörü kullanılarak her TG için birleştirilmiş pozitif ve negatif korelasyonlarını elde etmek için bir araya getirilmiştir. Sonraki adımda, tüm pozitif ve negatif korelasyonlar denklem 3.7'de verilen KAAO operatörü kullanılarak birleştirilmiştir. Ardından, toplam pozitif ve negatif korelasyonlar denklem 3.10 kullanılarak durulaştırılmıştır. Durulaştırma adımından sonra, teknik gereksinimlerin KEM değeri denklem 3.11 ile elde edilmiş ve bu değerler Çizelge 4.7'de sunulmuştur.

Çizelge 4.7 : Korelasyon etki faktörü hesaplamaları.

TG	Korelasyon kararının birleştirilmesi	Birleştirilmiş korelasyon	Durulaştırma	KEM
TG1	(0.56, 0.44, 0.45) (0.27, 0.74, 0.27)	(0.45, 0.57, 0.25)	0.442	4.126
TG2	(0.77, 0.24, 0.24) (0.48, 0.52, 0.43)	(0.66, 0.35, 0.30)	1.593	4.455
TG3	(0.56, 0.44, 0.45) (0.67, 0.33, 0.34) (0.30, 0.80, 0.20) (0.27, 0.74, 0.27)	(0.53, 0.49, 0.26)	0.863	4.370
TG4	(0.67, 0.33, 0.34) (0.67, 0.33, 0.34)	(0.59, 0.43, 0.26)	1.146	4.491
TG5	(0.77, 0.24, 0.24) (0.73, 0.27, 0.28)	(0.75, 0.25, 0.29)	2.141	4.612
TG6	(0.53, 0.47, 0.48) (0.67, 0.33, 0.34)	(0.53, 0.47, 0.48)	0.778	4.111
TG7	(0.73, 0.27, 0.28) (0.53, 0.47, 0.48) (0.63, 0.37, 0.38) (0.48, 0.52, 0.43)	(0.65, 0.36, 0.35)	1.489	4.851
TG8	(0.20, 0.80, 0.20) (0.63, 0.37, 0.38)	(0.49, 0.54, 0.25)	0.625	4.268

8. adımda, karar vericiler tarafından Öİ ile TG arasındaki ilişkiler Çizelge 4.4'te verilen küresel bulanık ölçek kullanılarak değerlendirilmiştir (Çizelge 4.8). Ardından, bu dilsel terimler, denklem 3.8'de verilen KAGO operatörüne dayalı olarak birleştirilmiştir (Çizelge 4.9). Son olarak, birleştirilmiş ilişki matrisi elde edildikten sonra TG'lerin küresel ağırlıkları ve önem sıraları denklem 4.1 kullanılarak Çizelge 4.10'daki gibi elde edilmiştir.

Çizelge 4.8 : Öİ ile TG arasındaki ilişki matrisi.

Öİ/TG	TG 1	TG 2	TG 3	TG 4
Öİ 1		Dİ, ÇDİ, Dİ	Yİ, BFİ, Oİ	
Öİ 2		Yİ, BFİ, BFİ		
Öİ 3			ÇYİ, ÇYİ, Yİ	
Öİ 4		ÇYİ, Yİ, ÇYİ		
Öİ 5			ÇYİ, ÇYİ, Yİ	
Öİ 6	ÇYİ, Yİ, Yİ			Yİ, Yİ, ÇYİ
Öİ/TG	TG 5	TG 6	TG 7	TG 8
Öİ 1	Yİ, Yİ, BFİ	ÇYİ, Yİ, Yİ	BFİ, Oİ, BFİ	
Öİ 2	BDİ, Dİ, BDİ		Yİ, ÇYİ, Yİ	BFİ, Oİ, Oİ
Öİ 3			Oİ, Oİ, Oİ	
Öİ 4	Yİ, BFİ, Yİ	BDİ, Dİ, BDİ	ÇYİ, KYİ, Yİ	
Öİ 5				BDİ, Oİ, Oİ
Öİ 6				BFİ, BFİ, Yİ

Çizelge 4.9 : Öİ ile TG arasındaki birleştirilmiş ilişki matrisi.

Ö/TG	TG1	TG2	TG3	TG4
Öİ1		(0.27, 0.74, 0.27)	(0.60, 0.40, 0.41)	
Öİ2		(0.64, 0.36, 0.37)		
Öİ3				
Öİ4		(0.77, 0.24, 0.24)	(0.77, 0.24, 0.24)	
Öİ5			(0.77, 0.24, 0.24)	
Öİ6	(0.74, 0.27, 0.27)			(0.73, 0.27, 0.28)
Ö/TG	TG5	TG6	TG7	TG8
Öİ1	(0.67, 0.33, 0.34)	(0.74, 0.27, 0.28)	(0.57, 0.43, 0.44)	
Öİ2	(0.37, 0.63, 0.37)		(0.73, 0.27, 0.28)	(0.54, 0.46, 0.47)
Öİ3			(0.50, 0.50, 0.50)	
Öİ4	(0.67, 0.33, 0.34)	(0.37, 0.63, 0.37)	(0.80, 0.22, 0.22)	
Öİ5				(0.46, 0.54, 0.46)
Öİ6				(0.63, 0.37, 0.37)

Çizelge 4.10 : TG'ler için küresel skorlar ve önem sıralamaları.

Tasarım Gereklilikleri	Ağırlık (μ, ϑ, π)	Skor	Sıralama
TG1 Ağ ve sınav güvenliği	(0.98, 0.00, 0.14)	0.689	8
TG2 İnteraktif ve katılımcı ders materyalleri	(0.99, 0.00, 0.01)	0.972	3
TG3 Teknolojik altyapı uygunluğu ve yazılımın ders gerekliliklerini karşılayabilmesi	(0.99, 0.00, 0.00)	0.998	1
TG4 Uygun değerlendirme ve ölçme sistemi	(0.98, 0.00, 0.14)	0.702	7
TG5 Uygun öğrenme modellerinin kullanımı	(0.99, 0.00, 0.02)	0.966	4
TG6 Kişiselleştirilmiş danışman desteği	(0.99, 0.00, 0.03)	0.919	5
TG7 Nitelikli personel	(0.99, 0.00, 0.00)	0.997	2
TG8 Sürekli iyileştirme ve değerlendirme	(0.99, 0.00, 0.05)	0.882	6

Çizelge 4.10 incelendiğinde, teknolojik altyapı uygunluğu ve yazılımın ders gerekliliklerini karşılayabilmesi en öncelikli tasarım gerekliliği olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu, öğretim materyallerinin ve etkileşimli içeriklerin sorunsuz bir şekilde sunulmasını sağlamanın yanı sıra öğrenci deneyimini güçlendirmeyi amaçlar. Ardından nitelikli personel ve interaktif ve katılımcı ders materyalleri gelmektedir. Nitelikli eğitimcilerin varlığı ve danışmanlık desteği, öğrenci başarısını artırmada kritik bir rol oynar; bireysel öğrenci ihtiyaçlarına yönelik destek sunarlar. İnteraktif ders materyalleri ve çeşitli öğrenme modellerinin kullanımı, öğrencilerin dikkatini çeker ve öğrenme sürecine katılımlarını artırır. Sürekli iyileştirme ve güvenli değerlendirme sistemleri ise eğitim kalitesini artırmak için gereklidir, öğrenci ilerlemesini takip etmek ve öğretim yöntemlerini sürekli olarak iyileştirmek amacıyla kullanılır. Tüm bu unsurlar, teknolojinin eğitimdeki rolünü güçlendirerek öğrenci merkezli ve etkili öğrenme ortamlarının oluşturulmasına önemli katkı sağlar.

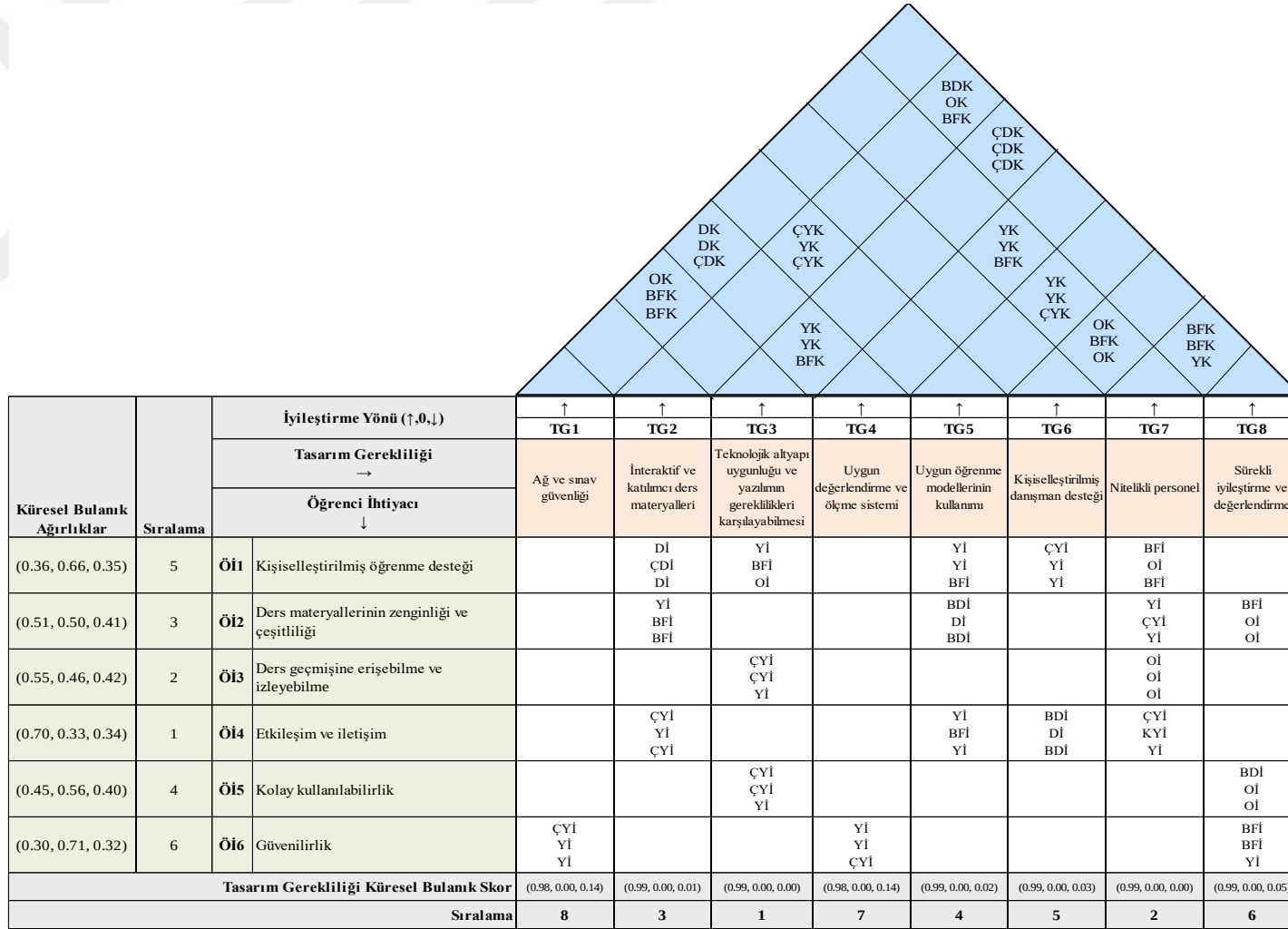
4.3 Sonuç ve Öneriler

Uzaktan eğitim, çağdaş eğitim sistemlerinin vazgeçilmez bir unsuru haline gelmiş olup, sürdürülebilir eğitim tasarımlarının öğrenci ihtiyaçlarının karşılanmasında önemli bir rol oynamaktadır. Öğrenci odaklı sürdürülebilir bir uzaktan eğitim modeli geliştirmek, sadece öğrenme süreçlerinin verimliliğini artırmakla kalmamakta, aynı zamanda eğitim kalitesini uzun vadede sürdürülebilir kılmaktadır. Bu bölümde, öğrenci ihtiyaçları ve bu ihtiyaçları karşılamak için gereken tasarım gerekliliklerinin, küresel bulanık AHP ile entegre edilen küresel bulanık KFG metodolojisi kullanılarak kapsamlı bir analizi sunulmuştur.

Bulgulara göre, öğrencilerin en yüksek önceliği etkileşim ve iletişim ihtiyacının karşılanmasıdır. Bu gereksinim, canlı dersler, forumlar ve tartışma grupları aracılığıyla sağlanmakta ve bu etkileşimler, öğrencilerin motivasyonunu artırarak öğrenmeyi daha etkili hale getirmektedir. İkinci sırada, öğrencilerin ders geçmişine erişim ve izleme imkanının, öğrenme süreçlerini yönetme ve eksikliklerini giderme fırsatı sunduğu tespit edilmiştir. Üçüncü olarak, zengin ve çeşitli ders materyallerinin sunulması önemli bir gereklilik olarak öne çıkmaktadır. Kullanıcı dostu arayüz ve erişilebilirlik sağlayarak platformun verimli bir şekilde kullanılmasına imkan tanınması, öğrencilerin öğrenmeye odaklanmasına katkı sağlamaktadır. Kişiselleştirilmiş öğrenme desteği ile öğrencilerin bireysel ihtiyaçlarına göre uyarlanmış süreçler

sunulması, onların kendi hızlarında ilerlemelerine ve öğrenme deneyimlerini zenginleştirmelerine yardımcı olmaktadır. Güvenilirlik ise, doğru ve güncel içeriklerin sağlanması ile öğrencilerin bilgiye güven duymasını ve öğrenmeye daha fazla odaklanmalarını sağlamaktadır. Tasarım gereklilikleri incelendiğinde, teknolojik altyapının uygunluğu, yazılımın ders gereksinimlerini karşılaması, nitelikli personel desteği ve interaktif ders materyallerinin eğitim kalitesini artırmada temel unsurlar olduğu görülmektedir. Ayrıca, uygun öğrenme modellerinin uygulanması ve kişiselleştirilmiş danışman desteği de önemli tasarım ihtiyaçları arasındadır. Sürekli iyileştirme süreçleri, güvenli değerlendirme ve ölçme sistemlerinin varlığı, ağ ve sınav güvenliği de dikkate alınması gereken diğer tasarım gereklilikleridir.

Sonuç olarak, bu bölümde sürdürülebilir uzaktan eğitim tasarımında öğrenci ihtiyaçlarını belirleyerek, bu ihtiyaçları karşılamaya yönelik tasarım gereksinimlerinin önceliklendirilmesine dayanan bir model sunulmuştur.



Şekil 4.5 : Uzaktan eğitim tasarımı kapsamında oluşturulan kalite evi.



5. UZAKTAN EĞİTİMDE VIDEO KONFERANS YAZILIM SEÇİM SÜRECİ: BULANIK MACTOR İLE ÇOK PAYDAŞLI ANALİZ

Karar verme süreci, bilgi toplama, alternatifleri belirleme ve nihai bir seçim yapma tekniklerini kapsayan bir süreçtir (Pappas ve diğ., 2021). Karar sürecine etki eden birçok faktör bulunmaktadır. Bu faktörler arasında bireysel deneyim, bilişsel önyargılar, kişisel özellikler ve çevresel koşullar yer almaktadır. Bu faktörler, karar vericilerin seçimlerini doğrudan etkileyerek, nihai kararların kalitesini belirlemektedir. Uzaktan eğitim ortamında da, karar süreçleri birçok paydaşın farklı hedef ve beklentilerini dengelemeyi gerektirir. Video konferans yazılımı seçiminde, teknik yeterlilikler, kullanıcı dostu arayüzler ve sürdürülebilirlik gibi unsurlar önemli rol oynamaktadır. Karar sürecinde etkili olan faktörlerin anlaşılması, nihai sonuçların daha başarılı olmasını sağlamaktadır. Uzaktan eğitimde çok sayıda paydaş ve çeşitli hedeflerin varlığı, karmaşık bir karar verme sürecini zorlaştırmaktadır.

Bu çalışmanın temel motivasyonu, uzaktan eğitimde sürdürülebilir karar verme süreçlerine ilişkin sınırlı sayıda çalışmanın mevcut olmasıdır. Scopus veritabanında 11 Kasım 2022 tarihinde “karar süreçleri” anahtar kelimesiyle yapılan bir arama, 38.280 belge sonucunu vermiştir. Ancak, “karar süreçleri” kelimesi ile birlikte uzaktan eğitim, uzaktan öğrenme, uzaktan öğretim, çevrimiçi eğitim, çevrimiçi öğrenme ve çevrimiçi öğretim terimlerinin birlikte arandığı durumda sadece 243 dokümana ulaşılmıştır. Ayrıca, sürdürülebilir ve sürdürülebilirlik terimlerinin bu dokümanların yalnızca üçünde geçtiği görülmüştür. Bu bulgular, sürdürülebilir uzaktan eğitimde karar süreçlerine yönelik literatürde belirgin bir boşluk olduğunu ortaya koymaktadır.

Video konferans yazılımları, sürdürülebilir uzaktan eğitim ortamında öğretimin devamlılığını sağlamak için kritik bir unsur olarak karşımıza çıkmaktadır. Sürdürülebilirlik kavramı, sadece çevresel etkilerle sınırlı kalmayıp, ekonomik ve sosyal sürdürülebilirliği de kapsamaktadır. Video konferans yazılımının sürdürülebilirliği, uzun vadeli bakım ve teknik destek hizmetleri, enerji verimliliği ve düşük bant genişliğinde verimli çalışabilme gibi unsurlar ile yakından ilişkilidir.

Karar verme problemleri genellikle belirsizlik içermektedir. Geleneksel MACTOR yöntemi net ve kesin değerler kullanır, bu nedenle sistem içindeki belirsizlikler yeterince dikkate alınamamaktadır. Bu belirsizliklerin üstesinden gelmek amacıyla RBS'ler uygulanmıştır. Önerilen yönteminin avantajı, karar vericilerin belirsizliklerini hesaba katabilmesidir.

MACTOR yöntemi literatürde turizm, tedarik zinciri yönetimi, su kaynakları, tarım, teknoloji, eğitim, ekonomi, sağlık, yükseköğretim, risk yönetimi, yenilenebilir enerji vb. çeşitli uygulama alanlarında kullanılmıştır. Literatürdeki bu uygulama alanlarına dair örnekler Çizelge 5.1'de sunulmuştur. Özellikle yenilenebilir enerji, tarım ve gıda tedarik zinciri gibi sürdürülebilirlik temalı alanların öne çıktığı görülmektedir. Ayrıca, bulanık sayıların daha fazla uygulama imkanı bulabileceği alanlarda ek araştırmalar yapılabilir.

Çizelge 5.1 : MACTOR yöntemini kullanan çalışmalardan örnekler.

Yazar (lar)	Uygulama Alanı	Bulanık Sayı
Karadayi-Usta (2023)	Moda tedarik zinciri	Nötrosifik
Venegas ve diğ. (2022); Lo ve diğ. (2013)	Yenilenebilir enerji	-
Walters ve diğ. (2021)	Su kaynakları	-
Suryawati ve diğ. (2021)	Tarım ve çiftçilik	-
Fetoui ve diğ. (2021)	Restorasyon	-
Serdarasan ve Kadaifci (2020)	Meyve-Sebze tedarik zinciri	-
Riadh (2022); Mafruhah (2020)	Turizm	-
Chopra ve Desai (2019)	Teknoloji	-
Isa ve diğ. (2019)	Riskinin azaltılması	-
Mafruhah ve diğ. (2019)	Ekonomi	-
Popp ve diğ. (2018)	Gıda tedarik zinciri	-
Rees ve diğ. (2018)	İş gücü planlaması	-
Camargo ve diğ. (2017); Lakner (2013)	Yükseköğretim	-
Rees ve diğ. (2017)	Sağlık	-
Bendahan ve diğ. (2004)	Teknoloji	-

RBK'ler risk değerlendirme ve önceliklendirme, tedarik zinciri yönetimi, finans ve sağlık teknolojisi gibi çeşitli alanlarda, birçok farklı yöntemle birlikte yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Bu durum, RBK'lerin çok disiplinli bir yaklaşımla birçok sektörde etkili bir şekilde kullanılabileceğini ortaya koymaktadır. Bulanık sayılar, belirsizliklerin yönetilmesine yönelik esnek bir yaklaşım sunarak, çeşitli ÇKKV yöntemleri ile entegre edilmiştir. Son dönemlerde RBK'lerin kullanıldığı bazı çalışmalara ilişkin örnekler, Çizelge 5.2'de sunulmuştur.

Çizelge 5.2 : Resim bulanık kümeleri kullanan çalışmalardan örnekler.

Yazar (lar)	Uygulama Alanı	Yöntem (ler)
Haktanır ve Kahraman (2023)	Yenileme analizi	Yenileme analizi
Zhao ve diğ. (2023)	Risk önceliklendirme	FMEA (Failure Mode and Effects Analysis)
Aydin ve diğ. (2022)	Risk değerlendirme	MABAC (Multi-Attributive Border Approximation Area Comparison), FMEA, BWM
Li ve diğ. (2022)	Finansal önceliklendirme	DEMATEL, TOPSIS, KFG
Saraji ve Streimikiene (2022)	Tedarik zinciri yönetimi	SWARA (Step-Wise Weight Assessment Ratio Analysis), COPRAS (Complex Proportional Assessment)
Haktanır ve Kahraman (2022a)	Giyilebilir sağlık teknolojisi	CRITIC (Criteria Importance Through Intercriteria Correlation)
Kahraman ve diğ. (2022)	Bulut hizmet sağlayıcı seçimi	TOPSIS
Xiong (2022)	Operasyonel etkinlik ölçümü	TOPSIS
Tian ve diğ. (2022)	Sağlık kurumu seçimi	MULTIMOORA
Arya ve Kumar (2020)	Finans şirket	TODIM, VIKOR

5.1 Resim Bulanık MACTOR Yöntemi

Bu bölümde, yükseköğretim kurumlarında sürdürülebilir uzaktan eğitim kapsamında video konferans yazılımı seçim süreci için önerilen resim bulanık MACTOR yönteminin adımları Şekil 5.1’de gösterilmiş ve ayrıntıları aşağıda sunulmuştur.

1. Adım: Amaçlar belirlenir. Amaçlar, $A_i = \{A_1, A_2, \dots, A_a\}$ olsun.
2. Adım: Önemli paydaşlar belirlenir. Paydaşlar $P_j = \{P_1, P_2, \dots, P_b\}$ olsun.
3. Adım: Karar vericiler Çizelge 5.3’teki dilsel değişkenler aracılığı ile PPM oluşturur.

Çizelge 5.3 : Resim bulanık kümeler için dilsel değişkenler.

Dilsel Değişkenler	Resim Bulanık Sayılar (μ, ϑ, π)
Çok Yüksek Etkili	(0.90, 0.05, 0.00)
Yüksek Etkili	(0.75, 0.10, 0.05)
Biraz Yüksek Etkili	(0.60, 0.30, 0.00)
Eşit Etkili	(0.50, 0.40, 0.10)
Biraz Düşük Etkili	(0.30, 0.60, 0.00)
Düşük Etkili	(0.25, 0.60, 0.05)
Çok Düşük Etkili	(0.10, 0.85, 0.00)

Bir PPM, paydaşlar arasındaki bağlantıların gücünü ve paydaşların birbirine bağımlılığını ve birbirlerini nasıl etkilediklerini gösterir. Bir karar vericiye göre resim bulanık çiftlerden oluşan bir PPM, Çizelge 5.4'te verilmiştir.

Çizelge 5.4 : Karar verici açısından resim bulanık sayılara dayalı paydaş paydaş matrisi.

Paydaş	Paydaş			
	P_1	P_2	....	P_b
P_1	$(\mu_{\tilde{A}_{p11}}, \vartheta_{\tilde{A}_{p11}}, \pi_{\tilde{A}_{p11}})$	$(\mu_{\tilde{A}_{p12}}, \vartheta_{\tilde{A}_{p12}}, \pi_{\tilde{A}_{p12}})$	....	$(\mu_{\tilde{A}_{p1b}}, \vartheta_{\tilde{A}_{p1b}}, \pi_{\tilde{A}_{p1b}})$
P_2	$(\mu_{\tilde{A}_{p21}}, \vartheta_{\tilde{A}_{p21}}, \pi_{\tilde{A}_{p21}})$	$(\mu_{\tilde{A}_{p22}}, \vartheta_{\tilde{A}_{p22}}, \pi_{\tilde{A}_{p22}})$	....	$(\mu_{\tilde{A}_{p2b}}, \vartheta_{\tilde{A}_{p2b}}, \pi_{\tilde{A}_{p2b}})$
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\ddots$	$\vdots$
P_b	$(\mu_{\tilde{A}_{pb1}}, \vartheta_{\tilde{A}_{pb1}}, \pi_{\tilde{A}_{pb1}})$	$(\mu_{\tilde{A}_{pb2}}, \vartheta_{\tilde{A}_{pb2}}, \pi_{\tilde{A}_{pb2}})$	....	$(\mu_{\tilde{A}_{pbb}}, \vartheta_{\tilde{A}_{pbb}}, \pi_{\tilde{A}_{pbb}})$

4. Adım: Tüm paydaş bakış açılarını içeren PPM'yi elde etmek için uzmanların değerlendirmeleri denklem 3.18 kullanarak birleştirilir. Ardından, denklem 3.19'daki puan fonksiyonunu kullanılarak durulaştırılır.

5. Adım: Denklem 3.34 kullanılarak DDEM oluşturulur.

6. Adım: I_i and D_i göstergeleri sırasıyla, denklem 3.35 ve denklem 3.36 ile hesaplanır.

7. Adım: r_i ve r_i^* değerlerinin sırasıyla denklem 3.37 ve denklem 3.38 ile hesaplanır.

8. Adım: Paydaşların 6. adımda hesaplanan etkilerine ve bağımlılıklarına dayanarak paydaş haritası çizilir.

9. Adım: Karar vericiler tarafından Çizelge 5.3'teki dilsel değişkenler aracılığı ile PAM oluşturulur. Bir karar vericiye göre resim bulanık çiftlerden oluşan bir PAM, Çizelge 5.5'te verilmiştir.

Çizelge 5.5 : Karar verici açısından resim bulanık sayılara dayalı paydaş amaç matrisi.

Paydaş	Amaç			
	A_1	A_2	....	A_a
P_1	$(\mu_{\tilde{A}_{p11}}, \vartheta_{\tilde{A}_{p11}}, \pi_{\tilde{A}_{p11}})$	$(\mu_{\tilde{A}_{p12}}, \vartheta_{\tilde{A}_{p12}}, \pi_{\tilde{A}_{p12}})$	....	$(\mu_{\tilde{A}_{p1b}}, \vartheta_{\tilde{A}_{p1b}}, \pi_{\tilde{A}_{p1b}})$
P_2	$(\mu_{\tilde{A}_{p21}}, \vartheta_{\tilde{A}_{p21}}, \pi_{\tilde{A}_{p21}})$	$(\mu_{\tilde{A}_{p22}}, \vartheta_{\tilde{A}_{p22}}, \pi_{\tilde{A}_{p22}})$	....	$(\mu_{\tilde{A}_{p2b}}, \vartheta_{\tilde{A}_{p2b}}, \pi_{\tilde{A}_{p2b}})$
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\ddots$	$\vdots$
P_b	$(\mu_{\tilde{A}_{pb1}}, \vartheta_{\tilde{A}_{pb1}}, \pi_{\tilde{A}_{pb1}})$	$(\mu_{\tilde{A}_{pb2}}, \vartheta_{\tilde{A}_{pb2}}, \pi_{\tilde{A}_{pb2}})$	....	$(\mu_{\tilde{A}_{pbb}}, \vartheta_{\tilde{A}_{pbb}}, \pi_{\tilde{A}_{pbb}})$

10. Adım: Tüm paydaş bakış açılarını içeren PAM'ı elde etmek için uzmanların değerlendirmeleri denklem 3.18 kullanarak birleştirilir. Ardından, denklem 3.19'daki puan fonksiyonunu kullanılarak durulaştırılır.

11. Adım: Denklem 3.39 kullanılarak APAM elde edilir.

12. Adım: Denklem 3.40-3.42 kullanılarak mobilizasyon katsayısı, uzlaşma ve ayrışma dereceleri hesaplanır.

13. Adım: Paydaşların amaçlara yakınsama ve ıraksama grafikleri çizilir.



Şekil 5.1 : Önerilen yöntemin adımları.

5.2 Uygulama ve Bulgular

Geleneksel yüz yüze yaklaşımlara ek olarak toplantılarda, röportajlarda ve diğer birçok iş birliği faaliyetinde video konferans yöntemleri kullanılmaktadır. Günümüzde yaygın olarak tercih edilen bazı video konferans yazılımları arasında Zoom, Microsoft Teams, Google Meet, Cisco Webex, Skype, Blackboard, Moodle gibi platformlar yer almaktadır (Hughes, 2020). Bu yazılım araçları, özellikle COVID-19 pandemisi süresince uzaktan eğitim faaliyetlerinin kesintisiz bir şekilde sürdürülmesinde önemli

bir rol oynamıştır. Bu yazılımlar, uzaktan eğitimde etkileşimli öğrenme ortamları yaratmakta, öğrencilerin ve öğretim elemanlarının aktif katılımını teşvik etmekte ve eğitim kalitesini etkilemektedir. COVID-19 ile birlikte artan uzaktan eğitim ihtiyacı, bu yazılımların araştırılması ve etkili bir şekilde kullanılması gerekliliğini de gündeme getirmiştir (Izgı-Onbasılı ve Sezginsoy, 2021). Bu nedenle, bu bölümde uzaktan eğitimde video konferans yazılımı seçim süreci ele alınmış ve öncelikle belirlenen amaçlar doğrultusunda önemli paydaşlar tespit edilmiştir. Uzaktan eğitimde video konferans yazılımı seçimindeki kriterleri inceleyen son yıllardaki çalışmalara ait örnekler Çizelge 5.6’da, paydaşları ele alan çalışmalar ise Çizelge 5.7’de sunulmuştur.

Çizelge 5.6 : Uzaktan eğitim amaçlarını ele alan güncel çalışmalar.

Yazar (lar)	Amaçlar
Bobrytska ve diğ. (2020)	Öğrencilerin çevrimiçi derslere etkileşimli katılımı
Horng ve diğ. (2022)	Kurumlar için uygun ücretler
Caeiro-Rodríguez ve diğ. (2022)	Kesintisiz eğitim
Wang ve diğ. (2018)	Öğrencilerin birbirleriyle ve öğretmenlerle iletişim kurma becerisi
Wang ve diğ. (2018)	Ses ve video kalitesinin iyi olması
Yakovlev ve diğ. (2015)	Platformu beyaz tahta olarak kullanma
Frankl ve diğ. (2019)	Ödev verme ve toplama/ders materyali yükleme/sınav yapma/yoklama alma özelliği
Faritha Banu ve diğ. (2020)	Kursları bir buluta kaydetme özelliği
Archibald ve diğ. (2019)	Sadelik ve kullanıcı dostu olma
Xiao-ni ve diğ. (2018)	Mevcut öğrenci işleri yazılımı ile entegrasyon

Bu incelemelerden sonra, çalışmanın amaçları aşağıdaki şekilde belirlenmiştir:

- A1-Kesintisiz eğitim öğreniminin devam edebilmesi
- A2-Ses ve görüntü kalitesinin iyi olması
- A3-Kurumlar için uygun ücretler
- A4-Sadelik ve kullanıcı dostu olma
- A5-Ders materyalleri yükleme/sınavları yapma ve ödev toplama özelliklerinin olması
- A6-Dersleri buluta kaydedebilme
- A7-Mevcut öğrenci işleri yazılımıyla entegrasyon
- A8-Platformu beyaz tahta olarak kullanabilme

Çizelge 5.7 : Uzaktan eğitim paydaşlarını ele alan güncel çalışmalar.

Yazar (lar)	Paydaşlar
Yılmaz ve diğ. (2024a)	Öğrenci, akademik personel, IT personeli, yönetici personel
Singh ve diğ. (2022)	Öğrenci, araştırmacı
Panwar ve Garg (2022)	Öğrenci, öğretmen, yönetici
Bomström ve diğ. (2021)	Öğrenci, öğretmen, yönetici personel
Brunetti ve diğ. (2020)	Teknoloji şirketleri, yerel hükümetler
Bobrytska ve diğ. (2020)	Öğrenci, öğretmen, üniversite personeli
Biedermann ve diğ. (2019)	Bölüm başkanı, araştırmacı, öğretmen, idari personel
Adu-Gyamfi ve diğ. (2019)	Öğrenci, destek personeli, yönetici personel
Ansong ve diğ. (2017)	Öğrenci, eğitmenler, e-öğrenme uzmanı

Bu incelemelerden sonra, çalışmadaki paydaşları aşağıdaki şekilde belirlenmiştir:

- P1-Yönetici personel
- P2-Akademik personel
- P3-IT personeli
- P4-Öğrenci
- P5-Teknoloji sağlayıcısı

Önerilen yöntemin ilk iki adımı tamamlandıktan sonra, karar vericiler tarafından Çizelge 5.3'teki dilsel değişkenler aracılığı ile PPM oluşturulur. Ardından, her bir karar verici tarafından oluşturulan PPM'ler denklem 3.18 kullanılarak uzmanların birleştirilmiş görüşleri elde edilir. Bu görüşler Çizelge 5.8'de sunulmuştur.

Çizelge 5.8 : Birleştirilmiş resim bulanık paydaş paydaş matrisi.

P-P	P1	P2	P3	P4	P5
P1	-	(0.85, 0.07, 0.02)	(0.60, 0.30, 0.00)	(0.45, 0.42, 0.02)	(0.75, 0.10, 0.05)
P2	(0.70, 0.17, 0.03)	-	(0.70, 0.17, 0.03)	(0.66, 0.21, 0.07)	(0.75, 0.10, 0.05)
P3	(0.90, 0.05, 0.00)	(0.56, 0.34, 0.03)	-	(0.25, 0.60, 0.05)	(0.65, 0.24, 0.02)
P4	(0.85, 0.07, 0.02)	(0.80, 0.08, 0.03)	(0.33, 0.52, 0.03)	-	(0.27, 0.62, 0.03)
P5	(0.90, 0.05, 0.00)	(0.52, 0.31, 0.05)	(0.26, 0.65, 0.00)	(0.18, 0.71, 0.03)	-

Çizelge 5.8'teki değerler durulaştırıldıktan sonra denklem 3.34 kullanılarak Çizelge 5.9'daki DDEM elde edilmiştir. Bu matristeki değerler her bir paydaşın diğer paydaşlar üzerindeki doğrudan ve dolaylı etkilerini ifade etmektedir.

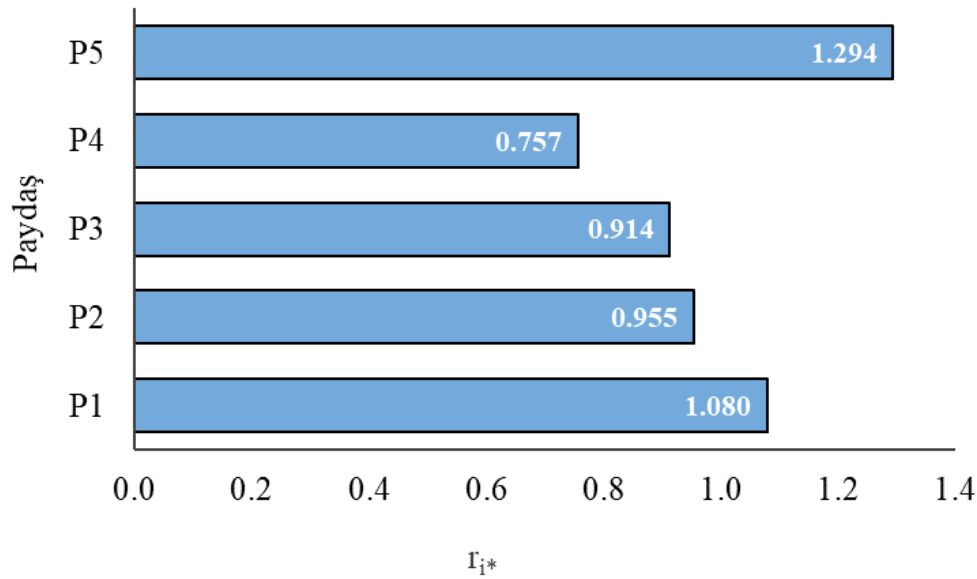
Çizelge 5.9 : Paydaşlar için DDEM değerleri.

P-P	P1	P2	P3	P4	P5
P1	2.99	3.30	2.86	2.64	2.37
P2	2.88	3.07	2.68	2.74	2.31
P3	2.39	2.39	2.18	2.39	2.58
P4	2.04	2.04	2.44	2.04	2.26
P5	2.87	2.86	2.71	3.13	2.22

Her bir paydaşın etki ve bağımlılık düzeyleri denklem 3.35 ve denklem 3.36 ile hesaplandıktan sonra yedinci adımdaki r_i ve r_i^* değerleri hesaplanır. Bir paydaşın I_i değeri ne kadar yüksekse, diğer bir paydaş üzerinde o kadar fazla etkisi bulunmaktadır. Elde edilen tüm bu değerler Çizelge 5.10'da verilmiştir. Bu çizelgedeki r_i^* değerleri kullanılarak paydaşların konumu Şekil 5.2'de gösterilmiştir. Bu değerlere göre, diğer paydaşları harekete geçirme gücü açısından ilk sırada teknoloji sağlayıcıları bulunurken, ardından yönetici personel gelmektedir. Son sırada ise öğrenci yer almaktadır.

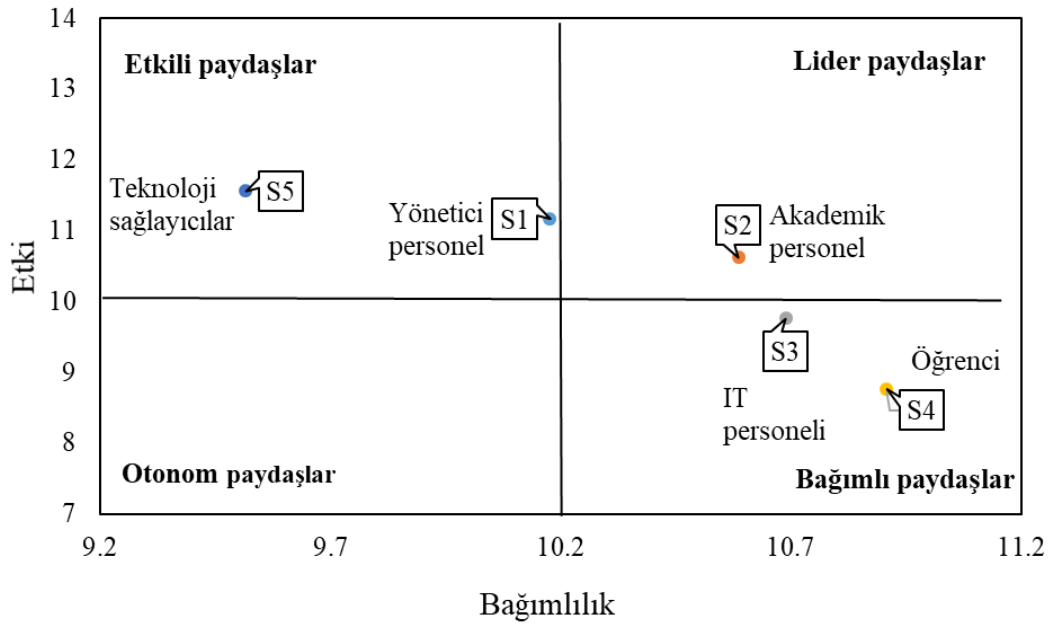
Çizelge 5.10 : Paydaşlara ait gösterge değerleri.

Paydaş	D_i	I_i	r_i	r_i^*	Sıra
P1-Yönetici personel	10.176	11.168	0.082	1.080	2
P2-Akademik personel	10.586	10.619	0.073	0.955	3
P3-IT personeli	10.689	9.759	0.070	0.914	4
P4-Öğrenci	10.908	8.767	0.058	0.757	5
P5-Teknoloji sağlayıcısı	9.516	11.562	0.099	1.294	1



Şekil 5.2 : Paydaşların güç denge katsayıları.

Paydaşlar arasındaki etki ve bağımlılıklar dikkate alınarak paydaşların konum haritası Şekil 5.3'te gösterilmiştir. Bu harita, etkili paydaşlar, lider paydaşlar, bağımlı paydaşlar ve otonom paydaşları temsil eden dört bölgeye ayrılmıştır. Paydaşların konumu, hem paydaşların amaçlara yönelik etkilerine hem de bu paydaşların diğer paydaşları etkileme gücüne bağlıdır. Bu haritaya göre, teknoloji sağlayıcılar ve yönetici personel etkili paydaşlar olarak belirlenmişken, akademik personel diğer paydaşlara liderlik eden kilit bir paydaştır. IT personeli ve öğrenciler ise bağımlı paydaş olarak belirlenmiştir.



Şekil 5.3 : Paydaşların konum haritası.

Yöntemin 9. adımında karar vericiler tarafından Çizelge 5.3'teki dilsel değişkenler aracılığı ile PAM oluşturulur. Ardından, her bir karar verici tarafından oluşturulan PAM'ler denklem 3.18 kullanılarak uzmanların birleştirilmiş görüşleri elde edilir. Bu görüşler Çizelge 5.11'de sunulmuştur.

Çizelge 5.11'deki değerler durulaştırıldıktan sonra denklem 3.34 kullanılarak Çizelge 5.12'deki değerler elde edilmiştir. Bu matristeki değerler, mobilizasyon katsayısı, uzlaşma ve ayrışma derecelerinin hesaplanmasında kullanılmaktadır.

Çizelge 5.11 : Birleştirilmiş resim bulanık paydaş amaç matrisi.

P-A	A1	A2	A3	A4
P1	(0.55, 0.30, 0.03)	(0.33, 0.52, 0.03)	(0.90, 0.05, 0.00)	(0.52, 0.31, 0.05)
P2	(0.75, 0.10, 0.05)	(0.25, 0.60, 0.05)	(0.10, 0.85, 0.00)	(0.25, 0.60, 0.05)
P3	(0.75, 0.10, 0.05)	(0.75, 0.10, 0.05)	(0.23, 0.67, 0.05)	(0.52, 0.31, 0.05)
P4	(0.18, 0.71, 0.03)	(0.18, 0.71, 0.03)	(0.10, 0.85, 0.00)	(0.18, 0.71, 0.03)
P5	(0.90, 0.05, 0.00)	(0.90, 0.05, 0.00)	(0.74, 0.18, 0.03)	(0.90, 0.05, 0.00)
P-A	A5	A6	A7	A8
P1	(0.25, 0.60, 0.05)	(0.33, 0.52, 0.03)	(0.52, 0.31, 0.05)	(0.25, 0.60, 0.05)
P2	(0.52, 0.31, 0.05)	(0.33, 0.52, 0.03)	(0.25, 0.60, 0.05)	(0.27, 0.60, 0.03)
P3	(0.80, 0.08, 0.03)	(0.85, 0.07, 0.02)	(0.75, 0.10, 0.05)	(0.52, 0.31, 0.05)
P4	(0.18, 0.71, 0.03)	(0.14, 0.79, 0.02)	(0.14, 0.79, 0.02)	(0.14, 0.79, 0.02)
P5	(0.90, 0.05, 0.00)	(0.90, 0.05, 0.00)	(0.74, 0.18, 0.03)	(0.90, 0.05, 0.00)

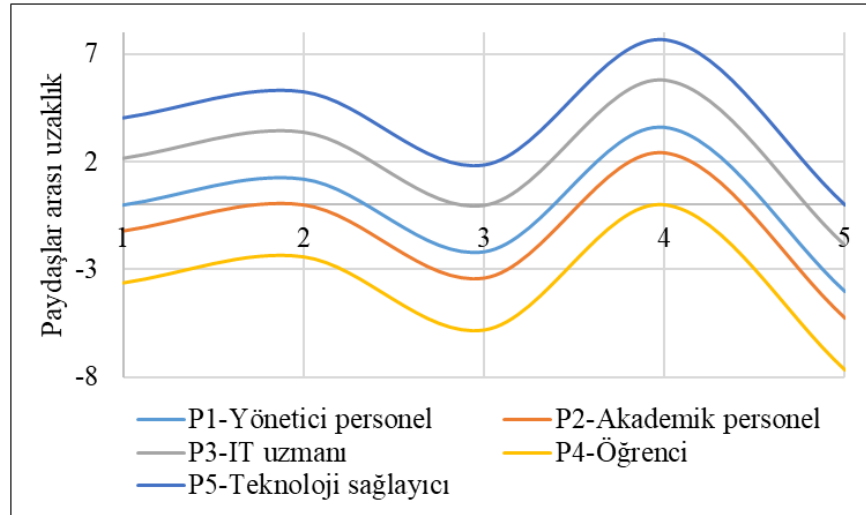
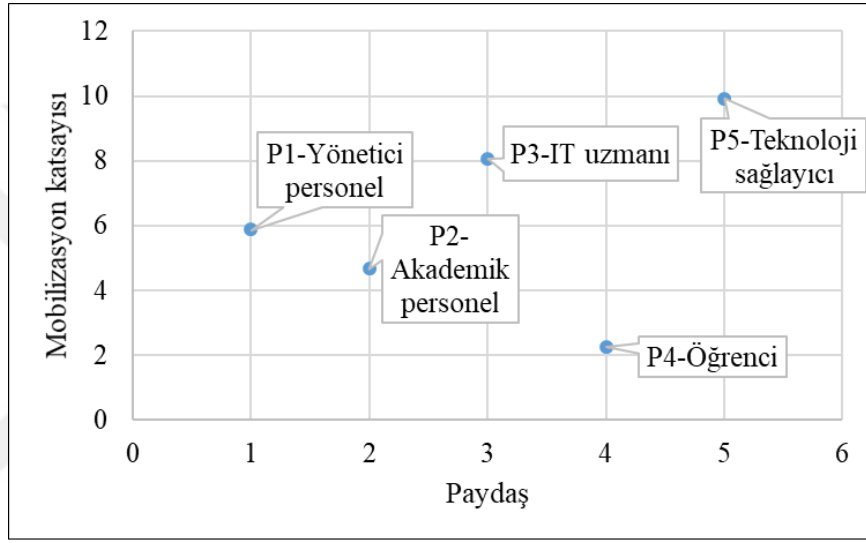
Çizelge 5.12 : Ağırlıklı paydaş amaç matrisi.

P-A	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8
P1	0.965	0.613	1.485	0.919	0.472	0.613	0.919	0.472
P2	1.134	0.418	0.167	0.418	0.812	0.542	0.418	0.437
P3	1.085	1.085	0.351	0.778	1.139	1.196	1.085	0.778
P4	0.242	0.242	0.132	0.242	0.242	0.178	0.178	0.178
P5	1.780	1.780	1.474	1.780	1.780	1.780	1.474	1.780

MACTOR yönteminde paydaşlar ve amaçlar arasındaki ilişki, amaçlara yönelik mobilizasyon katsayısının değeri ile ifade edilmektedir. Mobilizasyon katsayısının yüksek olması, paydaşın amaca olan ilgisinin yüksek olması nedeniyle ilgili amacın paydaşları harekete geçirebileceğini göstermektedir. Amaçlara ilişkin mobilizasyon katsayısı sonuçları Çizelge 5.13’te sunulmuştur. Çizelgeye göre “kesintisiz eğitim öğrenimin devam edebilmesi”, “ders materyalleri yükleme/sınavları yapma ve ödev toplama özelliklerinin olması” ve “dersleri buluta kaydedebilme” tüm amaçlar arasında sırasıyla ilk üç olarak belirlenmiştir. Ardından, “ses ve görüntü kalitesinin iyi olması”, “sadelik ve kullanıcı dostu olma”, “mevcut öğrenci işleri yazılımıyla entegrasyon” ve “platformu beyaz tahta olarak kullanma” gelmektedir. Son sırada ise “kurumlar için uygun ücretler” bulunmaktadır. Yöntemin son adımı, yakınsama ve ıraksama grafiklerinin çizilmesidir. Paydaşların yakınsama grafiği Şekil 5.4’te, amaçlar arasındaki net uzaklık grafiği Şekil 5.5’te, amaçlar açısından paydaşların yakınsama ve ayrışması ise Şekil 5.6’da gösterilmiştir.

Çizelge 5.13 : Amaçlar için mobilizasyon katsayıları.

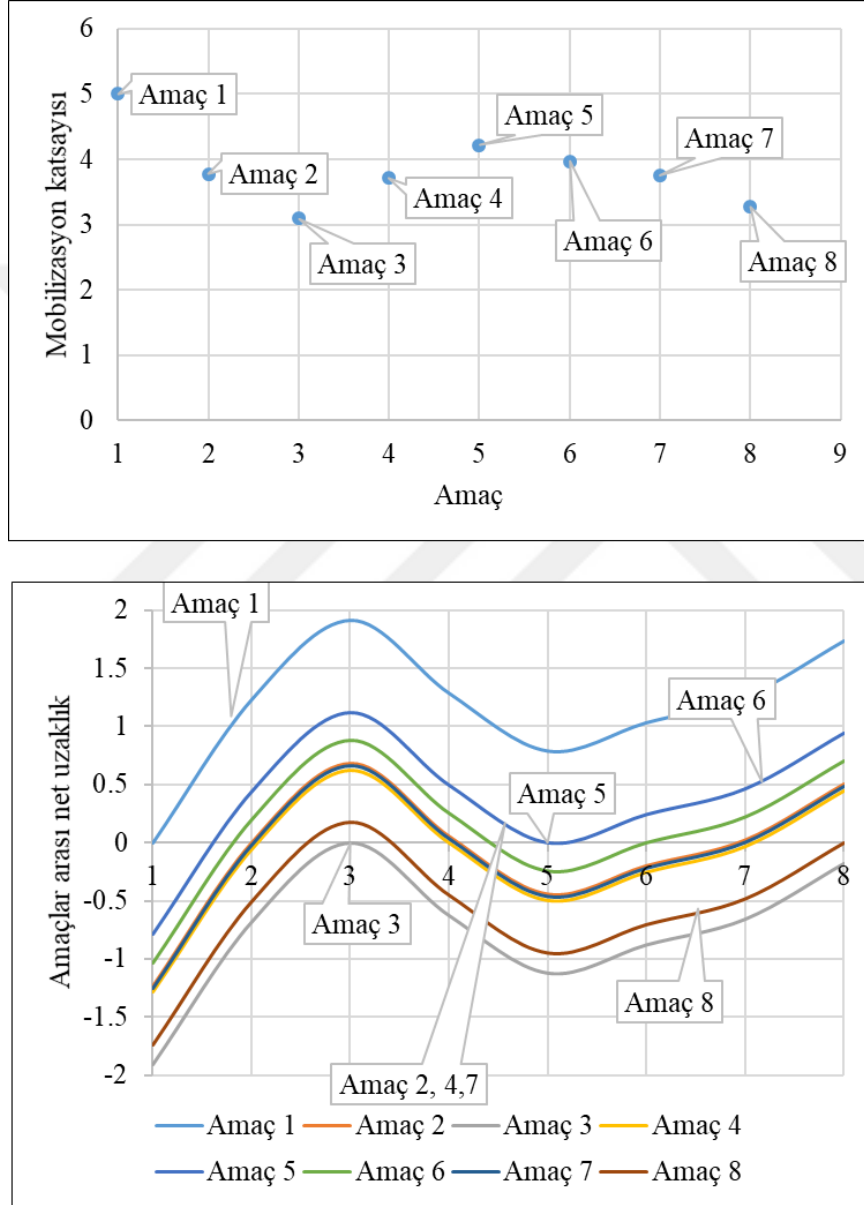
Amaç	M_i	Sıralama
A1-Kesintisiz eğitim öğrenimin devam edebilmesi	5.006	1
A2-Ses ve görüntü kalitesinin iyi olması	3.776	4
A3-Kurumlar için uygun ücretler	3.094	8
A4-Sadelik ve kullanıcı dostu olma	3.720	5
A5-Ders materyalleri yükleme/sınavları yapma ve ödev toplama özelliklerinin olması	4.217	2
A6-Dersleri buluta kaydedebilme	3.973	3
A7-Mevcut öğrenci işleri yazılımıyla entegrasyon	3.752	6
A8-Platformu beyaz tahta olarak kullanabilme	3.271	7



Şekil 5.4 : Paydaşların yakınsama grafiği.

Şekil 5.4'te görüldüğü gibi, amaçları gerçekleştirmede en yakın ilişkiler yönetici personel ve akademik personel arasında bulunmaktadır. Diğer paydaşlar birbirleriyle hemen hemen aynı yakınsamalara sahiptir. Şekil 5.5'te görüldüğü gibi, A1 (kesintisiz

eğitim öğrenimin devam edebilmesi) tüm amaçlar arasında en yüksek fikir birliğine varılan ve diğer amaçlar ile arasındaki farkın en çok olduğu amaçtır. İkinci sırada ise A5 (ders materyalleri yükleme/sınavları yapma ve ödev toplama özelliklerinin olması) gelmektedir. A2 (ses ve görüntü kalitesinin iyi olması), A4 (sadelik ve kullanıcı dostu olma) ve A7 (mevcut öğrenci işleri yazılımıyla entegrasyon) amaçları yakınsama açısından benzer değerlere sahiptir.

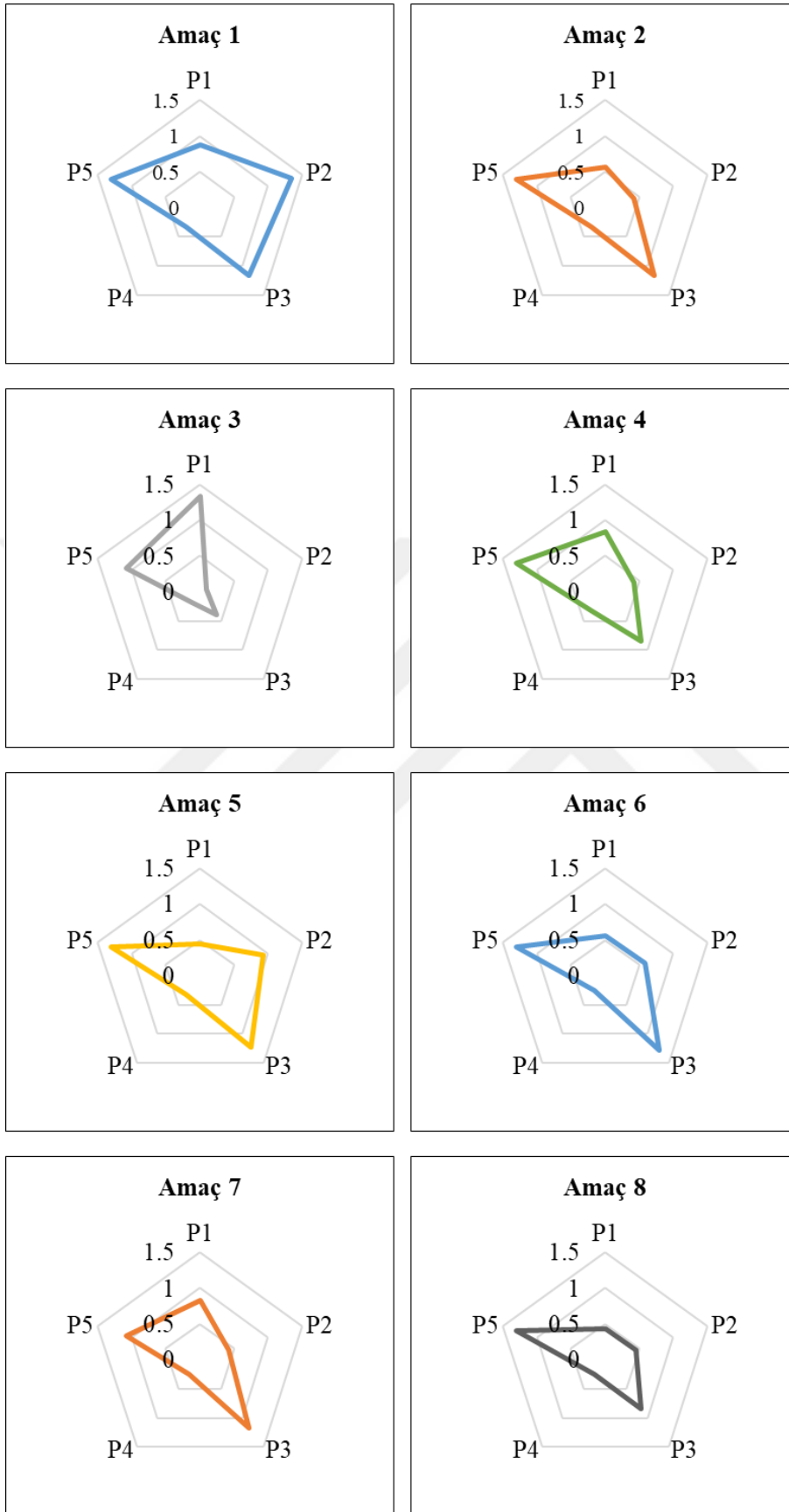


Şekil 5.5 : Amaçlar arasındaki net uzaklık grafiği.

Paydaşların amaçlara olan yakınsama veya uzaklaşma analizi yapıldığında, kesintisiz öğretim sürecinin sağlanması için akademik personel, teknoloji sağlayıcıları ve IT personeli arasında geliştirilmiş iletişim yeteneklerinin gerekli olduğu yorumlanabilir. Bu durum, etkin bir iletişimin sağlanması ile öğretim sürecinin kalitesinin

artırılacağını göstermektedir. Ses ve görüntü kalitesinin yüksek olması açısından, teknoloji sağlayıcıları ve IT personeli arasında bir yakınsamanın sağlanması önemlidir. Bu, uzaktan eğitimde öğrenci memnuniyetini doğrudan etkileyen bir faktördür. Benzer şekilde, yazılımın sade ve kullanıcı dostu olması, kursların bulutta kaydedilmesi, mevcut öğrenci işleri yazılımıyla entegrasyon ve platformun bir beyaz tahta olarak kullanılması için de aynı yakınsama gerekliliği geçerlidir. Bu hedeflerin gerçekleştirilmesi, öğretim süreçlerini daha verimli hale getirerek, öğretim üyesi ve öğrenciler arasındaki etkileşimi artıracaktır. Ayrıca, kurumlar için uygun fiyatlar incelendiğinde, teknoloji sağlayıcıları temsilcileri ile yönetici personel arasında güçlü ilişkilerin bu karar alma sürecinde kritik öneme sahip olduğu söylenebilir. Bu, maliyet etkin çözümlerin bulunabilmesi açısından son derece önemlidir. Ders materyalleri yükleme/sınavları yapma ve ödev toplama özelliklerinin olması açısından ise, teknoloji sağlayıcıları, IT personeli ve yönetici personel arasında bir yakınsama bulunmaktadır. Bu durum, uzaktan eğitimde materyal yönetimi ve değerlendirme süreçlerinin etkinliği açısından dikkate alınmalıdır.

Uzaktan eğitim platformu konusunu ele alan diğer çalışmalar incelendiğinde, hangi video konferans aracının veya çevrimiçi öğrenme platformunun seçileceğine odaklanarak seçim için kriter listesi sunulmaktadır (Su ve diğ., 2022; Toan ve diğ., 2022). Ayrıca, bu çalışmalar video konferans yazılımı seçiminde kilit paydaşları belirlememekte ve paydaşların hedefler üzerindeki etkisini göz önünde bulundurmamaktadır. Bu nedenle, bu bölümde bu boşluğu ele alarak yeni bir resim bulanık MACTOR yaklaşımıyla karar vericilerin daha hassas değerlendirme yapabilmesi sağlanmaktadır.



Şekil 5.6 : Paydaşların amaçlara yakınsaması ve ayrışması.

5.3 Sonuç ve Öneriler

COVID-19 pandemisiyle birlikte, uzaktan eğitimde video konferans araçlarının seçimi büyük önem kazanmıştır. Uzaktan eğitimin sürekliliğini sağlamak adına, video konferans yazılımının doğru bir şekilde seçilmesi kritik bir unsur haline gelmiştir. Bununla birlikte, her video konferans aracının çeşitli avantajları ve dezavantajları bulunmaktadır. Bu nedenle, karar vericilerin hangi video konferans aracını ve hangi teknoloji sağlayıcısını tercih edeceklerine karar verirken destek alabilecekleri bir karar destek sistemine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu kararı verebilmek için sistemdeki ana paydaşların kimler olduğu, bu paydaşların sistemin amaçlarına olan katkıları araştırılmıştır. Bu bağlamda, video konferans yazılımı seçim sürecinde paydaşlar ve amaçlar için resim bulanık MACTOR yöntemi önerilmiştir. Önerilen yöntem, belirsizlikle başa çıkma noktasında RBK'ları kullanarak daha etkili sonuçlar elde etmeyi amaçlamaktadır. Geleneksel MACTOR yöntemi, belirsizlikle başa çıkmada sınırlı kalırken, bulanık kümeler belirsiz ve eksik bilgiye sahip sistemleri analiz etmede önemli avantajlar sağlamaktadır (Yılmaz ve diğ., 2024b).

Sonuçlar, yönetici personelin ve teknoloji sağlayıcılarının sistemdeki en etkili paydaşlar olduğunu, akademik personelin ise diğer paydaşlara liderlik eden kilit paydaş olarak öne çıktığını göstermiştir. IT personeli ve öğrenciler ise bağımlı paydaşlar olarak tanımlanmıştır. Amaçlar arasında, kesintisiz öğrenmenin sürdürülmesi, ders materyallerinin ve sınavların verilmesi ve toplanabilmesi ile derslerin bulutta kaydedilmesi en öncelikli konular olarak belirlenmiştir. Buna ek olarak, ses ve video kalitesinin yüksek olması ve mevcut öğrenci işleri yazılımı ile entegrasyon da dikkat çeken diğer önemli amaçlardandır. Sade ve kullanıcı dostu bir platform olması, beyaz tahta olarak kullanılabilme yeteneği ve kurumlar için uygun maliyetlerin sağlanması ise diğer sıralamayı takip eden unsurlar olarak öne çıkmıştır.

Sonuç olarak, önerilen yöntemin farklı paydaşlar arasındaki doğrudan ve dolaylı ilişkileri, motivasyonları ve etkileşimleri keşfetmede etkili bir araç olduğu söylenebilir. Bu çalışmanın bulguları, yöneticiler ve uygulayıcılar için önemli bir rehber niteliği taşıyabilir. Ayrıca, önerilen resim bulanık MACTOR yöntemi sayesinde, belirsizliklerle başa çıkmada daha esnek ve etkin karar süreçleri geliştirilmiştir. Gelecekte yapılacak araştırmalarda bu yöntemin farklı sektörlerdeki uygulamaları da değerlendirilebilir.



6. SÜRDÜRÜLEBİLİR UZAKTAN EĞİTİM KALİTESİNİ ETKİLEYEN KRİTERLERİN BULANIK AHP & COPELAND YAKLAŞIMI İLE ÖNCELİKLENDİRİLMESİ

Uzaktan eğitim, barınma veya sınıf inşası gerektirmemesi, kişilerin istedikleri zaman ve yerde çalışma esnekliği sunması gibi avantajlarından dolayı benimsenmektedir. Bununla birlikte, uzaktan eğitimin sürdürülebilirliği zaman yönetimi açısından zorluklar yaratabilir ve öğrenciler, dersleri kendi kendilerine anlamaya çalışırken stres yaşayabilirler. Çevrimiçi eğitmen desteği bulunsu bile, öğrenciler sıklıkla kamera önünde soru sormaktan çekindikleri için sorularını iletmekten kaçınmaktadırlar. Ayrıca, internet bağlantısı, yazılım veya donanım sorunları olmadan derslerin kesintisiz sürdürülebilmesi de büyük önem taşımaktadır. Bu bağlamda, sürdürülebilir uzaktan eğitim kalitesi, çeşitli boyutlarıyla ele alınması gereken önemli bir araştırma alanıdır (Bell ve diğ., 2017; Harizan ve Hilmi, 2021).

Uzaktan eğitimin kalitesini değerlendirmek, çeşitli paydaşların görüşlerinin alınmasını gerektiren oldukça karmaşık bir süreçtir (Hilliger ve diğ., 2020). ÇKKV yöntemleri, farklı öncelikleri ve beklentileri olan birden fazla karar vericinin bir araya gelmesini ve çeşitli kriterlerin değerlendirilmesini içerir (Sánchez-Garrido ve diğ., 2021). Aynı zamanda uzaktan eğitimin her bir kriterini farklı paydaşların önceliklendirmesine olanak sağlayarak, kaynak ve zaman yönetimi stratejilerinin belirlenmesine, hizmet altyapısının geliştirilmesine ve öğretim-öğrenme sürecinin iyileştirilmesine katkı sunabilir (Naveed ve diğ., 2020). Her bir kritik başarı faktörünün etkisini anlamak, paydaşların eğitim politikaları geliştirmelerine, uzaktan öğrenme sistemini yönetmelerine ve bilgi edinme ve yönetimindeki küresel değişimlere uyum sağlamalarına olanak tanır.

İç paydaşlar, kalite güvence sisteminin temel bileşenlerinden biridir. Yükseköğretim kurumlarının, uzaktan eğitimin etkin bir şekilde uygulanmasını sağlamak için farklı iç paydaşların görüşlerinin dikkate alınması son derece önemlidir. Bu doğrultuda, literatürdeki çalışmalarda ele alınan iç paydaşlar incelenmiş ve Çizelge 6.1’de bazı çalışmalar özetlenmiştir.

Çizelge 6.1 : Önceki çalışmalarda uzaktan eğitimde ele alınan iç paydaşlar.

Yazar(lar)	İç Paydaşlar				ÇKKV	Bulanık Küme	Nötrosofik Küme
	Ö	AP	ITP	YP			
Selim (2007)	✓						
Shee ve Wang (2008)	✓				✓		
Menchaca ve Bekele (2008)	✓	✓					
Sun ve diğ. (2008)	✓						
Özkan ve Köşeler (2009)	✓						
Mehregan ve diğ. (2011)	✓				✓	✓	
Bhuasiri ve diğ. (2012)		✓	✓		✓		
Musa ve Othman (2012)	✓						
Abdel-Gawad ve Woollard (2015)	✓						
Vinogradova ve Kliukas (2015)	✓	✓	✓		✓		
Al Gamdi ve Samarji (2016)		✓					
Kanwal ve Rehman (2017)	✓						
Naveed ve diğ. (2017)	✓	✓	✓				
Pour ve diğ. (2017)	✓				✓	✓	
Ahmad ve diğ. (2018)		✓	✓				
Alhabeeb ve Rowley (2018)	✓	✓					
Anggrainingsih ve diğ. (2018)	✓	✓			✓	✓	
Alqahtani ve Rajkhan (2020)				✓	✓		
Naveed ve diğ. (2020)		✓	✓		✓	✓	
Areifat ve diğ. (2021)		✓		✓			
Chavda (2021)	✓	✓					
Muthuprasad ve diğ. (2021)	✓						
Wang ve diğ. (2021)	✓	✓					
Çelikkilek ve Adıgüzel Tüylü (2022)	✓				✓	✓	
Qashou (2022)		✓					
Tez çalışması	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Ö: Öğrenci, AP: Akademik Personel, ITP: IT personeli, YP: Yönetici Personel

Uzaktan eğitimin iç paydaş gruplarını belirlemek için yapılan çalışmaların çoğu yalnızca öğrencilerin veya akademik personelin bakış açısına odaklanmaktadır. Selim (2007), uzaktan eğitimin kritik başarı faktörlerini öğrenci algıları doğrultusunda tanımlamış ve ölçmüştür. Shee ve Wang (2008), öğrenci memnuniyeti perspektifinden çok kriterli bir metodoloji önermiştir. Sun ve diğ. (2008), e-öğrenmede öğrenci memnuniyetini etkileyen kritik faktörleri incelemiştir. Özkan ve Köşeler (2009),

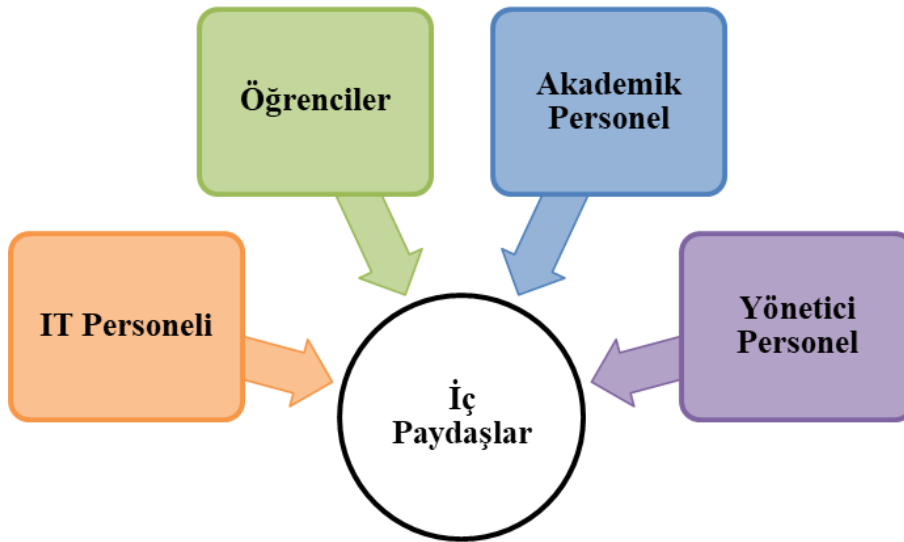
öğrenme yönetim sistemlerini öğrencilerin memnuniyeti üzerinden değerlendirmek amacıyla kavramsal bir e-öğrenme değerlendirme modeli geliştirmiştir. Mehregan ve diğ. (2011), bulanık analitik hiyerarşi süreci yöntemiyle öğrencilerin bakış açısından e-öğrenmenin kritik başarı faktörlerini belirlemiş ve önceliklendirmiştir. Musa ve Othman (2012), öğrencilerin algıları doğrultusunda e-öğrenmenin kritik başarı faktörlerini değerlendirmiştir. Abdel-Gawad ve Woollard (2015), öğrencilerin e-öğrenmeye yönelik görüşlerini araştırmıştır. Kanwal ve Rehman (2017), teknoloji kabul modeli kapsamında öğrencilerin e-öğrenme sistemlerini benimsemelerini, kritik dış faktörleri de dâhil ederek incelemiştir. Pour ve diğ. (2017), performans kartı ve bulanık ANP kullanarak e-öğrenme sistemlerini pedagojik, örgütsel ve teknolojik yönlerden değerlendirmiştir. Muthuprasad ve diğ. (2021), tarım öğrencilerinin çevrimiçi öğrenmeye yönelik algı ve tercihlerine odaklanmıştır. Çelikkalek ve Adıgüzel Tüylü (2022), e-öğrenme sistemlerinin bileşenlerini analiz etmekte ve bunları öğrencilerin perspektifinden önceliklendirmektedir. Al Gamdi ve Samarji (2016), akademik personelin yükseköğretimde e-öğrenmeyi benimsemesinde yaşanan zorlukları incelemektedir. Qashou (2022), akademik personelin bakış açısından yükseköğretimde e-öğrenmenin en önemli engellerini belirlemektedir.

Bazı araştırmalar ise her iki grubun perspektifini ele almaktadır. Menchaca ve Bekele (2008), çevrimiçi uzaktan eğitim ortamında öğrencilerin ve öğretmenlerin deneyimlerini analiz etmektedir. Alhabeeb ve Rowley (2018), e-öğrenmenin kritik başarı faktörlerini akademik personel ve öğrencilerin bakış açısıyla karşılaştırmaktadır. Anggrainingsih ve diğ. (2018), hem öğretmenlerin hem de öğrencilerin görüşlerine göre beş temel e-öğrenme faktörünü tanımlamaktadır. Ancak, bu çalışmalar IT personeli ve yönetici personelin bakış açısını göz ardı etmektedir. Chavda (2021), fakülte üyeleri ile üniversite öğrencileri arasında çevrimiçi eğitimi etkileyen faktörleri belirlemektedir. Wang ve diğ. (2021), çevrimiçi derslerde öğrencilerin ve öğretmenlerin algıladıkları öğretim varlığını araştırmaktadır. Bununla birlikte, bu çalışmalar IT personeli ve yönetici personelin perspektiflerini içermemektedir.

Bhuasiri ve diğ. (2012), e-öğrenme sistemlerinin başarısını etkileyen faktörleri literatür aracılığıyla belirlemekte ve IT personelleri ile fakülte üyeleri olmak üzere iki paydaş grubunun görüşlerini karşılaştırmaktadır. Ahmad ve diğ. (2018), kritik başarı faktörlerini belirlemekte ve sürdürülebilirlik ile performansı artırmak için bu faktörler

arasındaki ilişkiyi ortaya koyan bir model geliştirmektedir. Naveed ve diğ. (2020), donanım ve yazılım uzmanları ile eğitmenlerin perspektifinden yükseköğretimdeki e-öğrenme boyutlarını ve kritik başarı faktörlerini önceliklendirmektedir. Ancak, bu çalışmada öğrencilerin ve yönetim personelinin bakış açılarına yer verilmemiştir. Vinogradova ve Kliukas (2015), karar vericileri alan uzmanları olarak, IT personellerini ise araçların etkinliğini denetlemek üzere tanımlamakta ve öğrencilerin performansını değerlendirmesini ele almaktadır. Naveed ve diğ. (2017), Suudi Arabistan üniversitelerindeki e-öğrenmenin kritik başarı faktörlerini araştırmıştır. Bu çalışmada, üniversite öğrencileri, eğitmenler ve e-öğrenme personeli aracılığıyla kritik başarı faktörlerinin önemi nicel olarak doğrulanmıştır. Ancak, yönetim personelinin bakış açısı bu çalışmalarda eksiktir. Alqahtani ve Rajkhan (2020), COVID-19 sırasında e-öğrenme için kritik başarı faktörleri yönetsel perspektiften ele alınmaktadır. Areiqat ve diğ. (2021), yükseköğretimde kalite standartlarının uygulanmasında kritik başarı faktörlerini üniversite yöneticileri ve akademisyenlerin görüşleri doğrultusunda belirlemektedir.

Literatür taramasına göre, dört paydaş perspektifini de bir arada ele alan çalışma bulunamamıştır (bkz. Çizelge 6.1). Bu nedenle, bu bölümde öğrenciler, akademik personel, IT personeli ve yönetici personeli kapsayan Şekil 6.1’deki gibi bir iç paydaş perspektifi benimsenmiştir.



Şekil 6.1 : Çalışma kapsamındaki iç paydaşlar.

alanında “neutrosophy/neutrosophic/neutrosophical” ve “multi-criteria” anahtar kelimeleri birlikte arandığında, 28 Ocak 2022 itibarıyla yalnızca 386 belgeye ulaşılmıştır. Scopus’tan alınan dosyalar, VosViewer yazılımıyla entegre edilerek analiz edilmiştir. Bibliyometrik analizde, en az beş kez tekrar eden teknikler arasında 43’ü eşiği karşılamış ve bunlar Şekil 6.2’de gösterilmiştir.



Bibliyometrik analizle elde edilen bulgulara göre, TOPSIS, AHP, ANP, DEMATEL, EDAS, SWARA, CRITIC, WASPAS, ARAS, MULTIMOORA, VIKOR, MABAC, PROMETHEE, CODAS, ELECTRE ve TODIM en sık karşılaşılan ÇÇKV teknikleri olarak tespit edilmiştir. Bhuasiri ve diğ. (2012), Delphi yöntemi ve AHP kullanarak e-öğrenme sistemlerinin kabulünü etkileyen kritik başarı faktörlerini belirlemiştir. Alqahtani ve Rajkhan (2020), uzaktan eğitim kritik başarı faktörlerini ve öğrenme yaklaşımlarını AHP-TOPSIS ile değerlendirmiştir. Kurilovas ve Vinogradova (2016), bulanık bir ortamda uzaktan eğitim kurs kalitesini değerlendirmek için AHP'yi uygulamıştır. Kabak ve diğ. (2017), üçgensel bulanık kümeler kullanarak uzaktan eğitim web sitesi değerlendirmesi için ANP ve TOPSIS yöntemlerii kullanmıştır. Başka bir çalışmada ise Gong ve diğ. (2021), uzaktan eğitim web sitelerini kararsız bulanık sayıya dayalı BWM-TODIM yaklaşımıyla değerlendirmiştir. Jaukovic Jovic ve diğ. (2020), aralıklı değerli üçgensel bulanık sayılarla ARAS yöntemini kullanarak e-öğrenme kurs seçimi yapmıştır. Jeong ve González-Gómez (2020), karar vericilerin görüşlerini toplayarak üçgensel bulanık sayıya dayalı DEMATEL ve duyarlılık analizi ile çevrimiçi eğitim sürdürülebilirliğine odaklanmış ve kriterlerin önemini vurgulamıştır. Naveed ve diğ. (2021), mobil öğrenme faktörlerini üçgensel bulanık sayıya dayalı AHP ile sıralamıştır. Bekesiene ve diğ. (2021), uzaktan eğitim modüllerini üçgensel bulanık sayıya dayalı AHP-TOPSIS yöntemiyle karşılaştırmıştır. Baig ve diğ. (2021), yükseköğretimde e-öğrenme literatürüne ilişkin sistematik bir literatür taraması gerçekleştirmiştir. Saraji ve diğ. (2022), çevrimiçi eğitime adaptasyonu tartışmış ve üniversiteleri kararsız bulanık küme tabanlı SWARA-MULTIMOORA yöntemiyle sıralamıştır. Sonuçlar, ÇÇKV yaklaşımları aracılığıyla NK'lerin uzaktan eğitim alanındaki uygulamasında belirgin bir boşluk olduğunu göstermektedir.

Geleneksel AHP yöntemi, karar vericilerin kesin yargılarını dikkate alırken, NK'ler, karar vericilerin yargılarını daha esnek hale getirir. Bu çalışmada NK'ler, belirsizliği yönetmek için sağladıkları avantajları nedeniyle seçilmiştir. NK'lerde tüm üyelik dereceleri bağımsızdır ve her biri 0 ile 1 arasında değer alabilmektedir (Smarandache, 1998). Model kriterlerinin sıralanması için Copeland yöntemi gibi çeşitli grup karar verme modelleri kullanılabilir. Copeland yöntemi, çift yönlü karşılaştırma için Condorcet matrisinden yararlanır. Bu yöntem, ikili karşılaştırmalarda kazanım ve kayıpları hesaplayarak sonuçları verir (Guarnieri ve Trojan, 2019). Ancak, kriterlerin

önceliklendirilmesi için nütrosifik AHP-Copeland yöntemine dair herhangi bir çalışma bulunmamaktadır. Scopus'un ötesinde detaylı internet ve elektronik akademik kaynak aramaları yapılmış fakat nütrosifik AHP-Copeland yöntemine ulaşamamıştır. Bu nedenle, bu çalışmada, sürdürülebilir uzaktan eğitim kriterlerini iç paydaş perspektifinden önceliklendirmek için nütrosifik AHP-Copeland yöntemini önerilmiştir.

6.1 Nütrosifik AHP & Copeland Metodolojisi

Bu bölümde önerilen metodoloji, paydaş gruplarını ve kriterlerini belirlemek için literatür incelemesiyle başlar. Ardından, ana ve alt kriterlerin ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulur. Bundan sonra, oluşturulan değerlendirmeler tutarlılık açısından kontrol edilir. Tutarlılık adımından sonra, her kriterin ağırlıkları durulaştırılır ve kriterlerin ağırlıkları hesaplanır ve ardından sıralanır. Son olarak, bireysel değerlendirmeleri grup kararlarında birleştirmek ve kriterleri nihai olarak sıralamak için Copeland yöntemi kullanılır.

Önerilen nütrosifik AHP-Copeland adımları:

Adım 1. Paydaşlar, ana ve alt kriterler tanımlanır.

Adım 2. Ana ve alt kriterlerin ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulur.

Karar vericiler Çizelge 6.2'de verilen dilsel değişkenleri kullanarak değerlendirmelerini gerçekleştirir (Radwan ve diğ., 2016).

Çizelge 6.2 : Nütrosifik değerlere dayalı dilsel değişkenler.

Dilsel Değişkenler	Nütrosifik Sayı < T, I, F >	Nütrosifik Karşılık Sayı < T, I, F >
Aşırı derecede önemli	< 0.90, 0.10, 0.10 >	< 0.10, 0.90, 0.90 >
Ara değer	< 0.85, 0.20, 0.15 >	< 0.15, 0.80, 0.85 >
Çok kuvvetli derecede önemli	< 0.80, 0.25, 0.20 >	< 0.20, 0.75, 0.80 >
Ara değer	< 0.75, 0.25, 0.25 >	< 0.25, 0.75, 0.75 >
Kuvvetli derecede önemli	< 0.70, 0.30, 0.30 >	< 0.30, 0.70, 0.70 >
Ara değer	< 0.65, 0.30, 0.35 >	< 0.35, 0.70, 0.65 >
Orta derecede önemli	< 0.60, 0.35, 0.40 >	< 0.40, 0.65, 0.60 >
Ara değer	< 0.55, 0.40, 0.45 >	< 0.45, 0.60, 0.55 >
Eşit derecede önemli	< 0.50, 0.50, 0.50 >	< 0.50, 0.50, 0.50 >

Adım 3. İkili karşılaştırma matrisinin tutarlılığını kontrol edilir ve matris tutarlı değil ise tekrar değerlendirme yapılır. AHP’de Saaty tarafından tutarlılık derecesinin 0.1’den daha az olması gerektiği belirtilmektedir (Saaty, 1990).

Matrisinin tutarlılığı, bulanık sayılar üzerinden Xu ve Liao (2013) tarafından önerilen aşağıdaki adımlara göre gerçekleştirilmiştir.

$k > i + 1$ ise $N_{ik} = (T'_{ik}, I'_{ik}, F'_{ik})$

$$T'_{ik} = \frac{\sqrt[k-i-1]{\prod_{t=i+1}^{k-1} T_{ik} T_{tk}}}{\sqrt[k-i-1]{\prod_{t=i+1}^{k-1} T_{ik} T_{tk}} + \sqrt[k-i-1]{\prod_{t=i+1}^{k-1} (1-T_{ik}) (1-T_{tk})}} \quad (6.1)$$

$$I'_{ik} = \frac{\sqrt[k-i-1]{\prod_{t=i+1}^{k-1} I_{ik} I_{tk}}}{\sqrt[k-i-1]{\prod_{t=i+1}^{k-1} I_{ik} I_{tk}} + \sqrt[k-i-1]{\prod_{t=i+1}^{k-1} (1-I_{ik}) (1-I_{tk})}} \quad (6.2)$$

$$F'_{ik} = \frac{\sqrt[k-i-1]{\prod_{t=i+1}^{k-1} F_{ik} F_{tk}}}{\sqrt[k-i-1]{\prod_{t=i+1}^{k-1} F_{ik} F_{tk}} + \sqrt[k-i-1]{\prod_{t=i+1}^{k-1} (1-F_{ik}) (1-F_{tk})}} \quad (6.3)$$

$k = i + 1$ ise $N_{ik} = (T_{ik}, I_{ik}, F_{ik})$

$k < i$ ise $N_{ik} = (F'_{ik}, 1-I'_{ik}, T'_{ik})$

$$TO = \frac{1}{2(n-1)(n-2)} \sum_{k=1}^n \sum_{k=1}^n (|T'_{ik} - T_{ik}| + |I'_{ik} - I_{ik}| + |F'_{ik} - F_{ik}|);$$

burada TO 0.1’den az olmalıdır.

Adım 4. Oluşturulan ikili matrislerin tutarlı olduğu kontrol edildikten sonra, skor fonksiyonunu kullanarak her bir kriterin ağırlıkları elde edilir ve hesaplanan ağırlıklara göre bireysel sıralamalar elde edilir.

Adım 5. Bir önceki adımda elde edilen bireysel sıralamaları grup kararında birleştirilir. İkili yarışmanın galibi 1 değerini ve kaybeden taraf -1 değerini almaktadır.

$$S_{(j,k)} = \begin{cases} 1, & \text{eğer } c_j, c'_k \text{ dan üstünse} \\ 0, & \text{eğer } c_j \text{ ve } c_k \text{ eşitse} \\ -1, & \text{eğer } c_k, c'_j \text{ den üstünse} \end{cases} \quad (6.4)$$

Copeland değeri $C_{(j,k)}$ denklem 6.5 ile elde edilir.

$$C_{(j,k)} = \sum_{k \neq j} S_{jk} \quad (6.5)$$

Burada, $S_{(j,k)}$, Copeland yönteminin parametrelerine dayalı olarak elde edilen ikili karşılaştırma puanı; $C_{(j,k)}$, her bir kriter arasındaki karşılaştırma sonuçlarının toplamını ifade eder;

Adım 6. Copeland sonuçlarına göre nihai sıralama elde edilir.

6.2 Uygulama ve Bulgular

Literatür taramasına göre, uzaktan eğitim kalitesini etkileyen kritik başarı faktörlerinin değerlendirme kriterleri öğrenci, akademik personel, IT personeli ve yönetici personel olmak üzere dört kritere ayrılmıştır. Kriterler ile ilgili alt kriterler literatür taraması ve uzman görüşüne göre Şekil 6.3'teki gibi tanımlanmıştır. Şekildeki uzaktan eğitim kalitesini etkileyen kriterler ve alt kriterlerin detayları aşağıda açıklanmıştır.

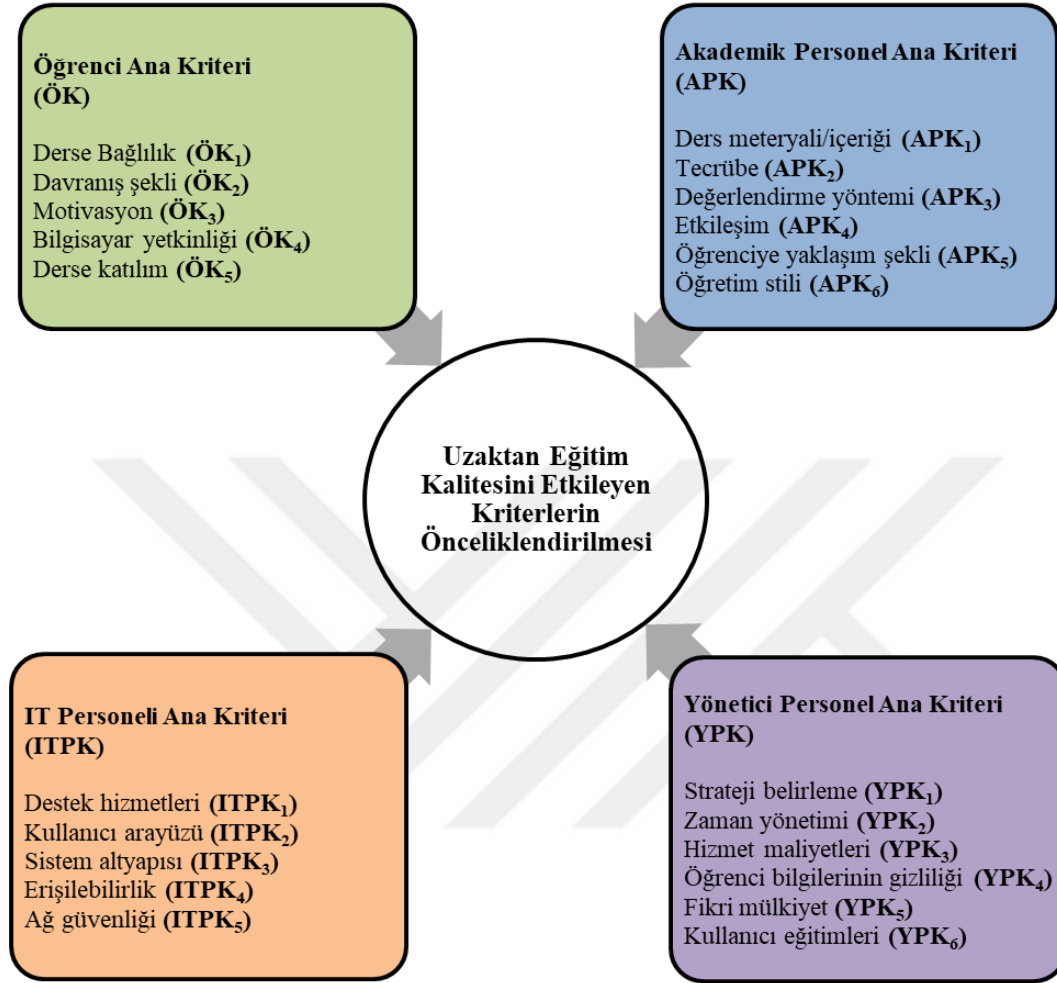
Öğrenci Kriteri: Uzaktan eğitim sistemi, öğrencilerin sistemdeki ana paydaşlar olduğu, öğrenci merkezli bir yaklaşımdır. Öğrenci kriteri için belirlenen beş alt kriter; öğrencilerin derse bağlılığı (Alqahtani ve Rajkhan, 2020), davranış şekli (Naveed ve diğ., 2017; Bhuasiri ve diğ., 2012), motivasyon (Alhabeeb ve Rowley, 2018; Naveed ve diğ., 2017), bilgisayar yetkinliği (Alqahtani ve Rajkhan, 2020) ve derse katılım (Naveed ve diğ., 2017) şeklindedir.

Akademik Personel Kriteri: Akademik personel kriterinde belirlenen altı alt kriter; ders materyali/içeriği (Saraji ve diğ., 2022; Bekesiene ve diğ., 2021; Alqahtani ve Rajkhan, 2020), tecrübe (Bekesiene ve diğ., 2021), değerlendirme yöntemi (Saraji ve diğ., 2022; Jeong ve González-Gómez, 2020), etkileşim (Alqahtani ve Rajkhan, 2020; Naveed ve diğ., 2017), öğrenciye yaklaşım şekli (Bhuasiri ve diğ., 2012) ve öğretim stili (Alqahtani ve Rajkhan, 2020) şeklindedir.

IT Personeli Kriteri: IT personeli kriterinde belirlenen beş alt kriter; destek hizmetleri (Alqahtani ve Rajkhan, 2020; Alhabeeb ve Rowley, 2018; Bhuasiri ve diğ., 2012), kullanıcı arayüzü (Jeong ve González-Gómez, 2020), system altyapısı (Jeong ve González-Gómez, 2020), erişilebilirlik (Bekesiene ve diğ., 2021; Alqahtani ve Rajkhan, 2020) ve ağ güvenliği (Naveed ve diğ., 2017) şeklindedir.

Yönetici Personel Kriteri: Yönetici personel kriterinde belirlenen altı alt kriter; strateji belirleme (Alqahtani ve Rajkhan, 2020), zaman yönetimi (Alqahtani ve Rajkhan, 2020), hizmet maliyetleri (Saraji ve diğ., 2022), öğrenci bilgilerinin gizliliği

(Saraji ve diğ., 2022), fikri mülkiyet (Saraji ve diğ., 2022) ve kullanıcı eğitimleri (Naveed ve diğ., 2017) şeklindedir.



Şekil 6.3 : Uzaktan eğitim ana kriterleri ve alt kriterleri.

İç paydaşların ve kriterlerinin belirlenmesinin ardından, veri toplama aşamasına geçilmiştir. Paydaş görüşlerinin alınmasına yönelik Şekil 6.3'te belirtilen 4 ana ve 22 alt kriter için anket formu hazırlanmıştır. Toplamda yirmi iç paydaşla görüşme yapılmıştır. İç paydaş grubu on öğrenci, dört akademik personel, üç IT personeli ve üç yönetici personelden oluşmaktadır. Öğrenciler üniversitelerin ana paydaşları olduğundan, görüşmelere diğer iç paydaşlara göre daha fazla sayıda öğrenci dahil edilmiştir. Ana ve alt kriterlerin göreceli önemi kullanılarak, her bir ana ve alt kriter için bir matris oluşturulmuştur. Öğrencilerin, akademik personelin, IT personelin ve yönetici personelin bakış açılarına göre kriterler için gereken ikili karşılaştırma matrisleri Çizelge 6.3-6.6 arasında sunulmuştur.

Çizelge 6.3 : Öğrenci bakış açısına göre kriterlere ilişkin karşılaştırma matrisi.

KV		ÖK	APK	ITPK	YPK	TO
1	ÖK	(0.50,0.50,0.50)	(0.75,0.25,0.25)	(0.90,0.10,0.10)	(0.90,0.01,0.10)	0.04
	APK	(0.25,0.75,0.75)	(0.50,0.50,0.50)	(0.80,0.25,0.20)	(0.90,0.10,0.10)	
	ITPK	(0.10,0.90,0.90)	(0.20,0.75,0.80)	(0.50,0.50,0.50)	(0.70,0.30,0.30)	
	YPK	(0.10,0.90,0.90)	(0.10,0.90,0.90)	(0.30,0.70,0.70)	(0.50,0.50,0.50)	
2	ÖK	(0.50,0.50,0.50)	(0.70,0.30,0.30)	(0.90,0.10,0.10)	(0.80,0.25,0.20)	0.09
	APK	(0.30,0.70,0.70)	(0.50,0.50,0.50)	(0.80,0.25,0.20)	(0.55,0.40,0.45)	
	ITPK	(0.10,0.90,0.90)	(0.20,0.75,0.80)	(0.50,0.50,0.50)	(0.40,0.65,0.60)	
	YPK	(0.20,0.75,0.80)	(0.10,0.90,0.90)	(0.60,0.35,0.40)	(0.50,0.50,0.50)	
...	...					...
10	ÖK	(0.50,0.50,0.50)	(0.80,0.25,0.20)	(0.85,0.20,0.15)	(0.85,0.20,0.15)	0.08
	APK	(0.20,0.75,0.80)	(0.50,0.50,0.50)	(0.70,0.30,0.30)	(0.60,0.35,0.40)	
	ITPK	(0.15,0.80,0.85)	(0.30,0.70,0.70)	(0.50,0.50,0.50)	(0.50,0.50,0.50)	
	YPK	(0.15,0.80,0.85)	(0.15,0.80,0.85)	(0.50,0.50,0.50)	(0.50,0.50,0.50)	

Çizelge 6.4 : Akademik personel bakış açısına göre kriterlere ilişkin karşılaştırma matrisi.

KV		ÖK	APK	ITPK	YPK	TO
1	ÖK	(0.50,0.50,0.50)	(0.30,0.70,0.70)	(0.70,0.30,0.30)	(0.40,0.65,0.60)	0.07
	APK	(0.70,0.30,0.30)	(0.50,0.50,0.50)	(0.85,0.20,0.15)	(0.50,0.50,0.50)	
	ITPK	(0.30,0.70,0.70)	(0.15,0.80,0.85)	(0.50,0.50,0.50)	(0.30,0.70,0.70)	
	YPK	(0.60,0.35,0.40)	(0.30,0.70,0.70)	(0.70,0.30,0.30)	(0.50,0.50,0.50)	
2	ÖK	(0.50,0.50,0.50)	(0.40,0.65,0.60)	(0.70,0.30,0.30)	(0.60,0.35,0.40)	0.07
	APK	(0.60,0.35,0.40)	(0.50,0.50,0.50)	(0.80,0.25,0.20)	(0.70,0.30,0.30)	
	ITPK	(0.30,0.70,0.70)	(0.20,0.75,0.80)	(0.50,0.50,0.50)	(0.35,0.70,0.65)	
	YPK	(0.40,0.65,0.60)	(0.30,0.70,0.70)	(0.65,0.30,0.35)	(0.50,0.50,0.50)	
3	ÖK	(0.50,0.50,0.50)	(0.70,0.30,0.30)	(0.90,0.10,0.10)	(0.80,0.25,0.20)	0.09
	APK	(0.30,0.70,0.70)	(0.50,0.50,0.50)	(0.85,0.20,0.15)	(0.70,0.30,0.30)	
	ITPK	(0.10,0.90,0.90)	(0.15,0.80,0.85)	(0.50,0.50,0.50)	(0.35,0.70,0.65)	
	YPK	(0.20,0.75,0.80)	(0.10,0.90,0.90)	(0.65,0.30,0.35)	(0.50,0.50,0.50)	
4	ÖK	(0.50,0.50,0.50)	(0.50,0.50,0.50)	(0.70,0.30,0.30)	(0.60,0.35,0.40)	0.08
	APK	(0.50,0.50,0.50)	(0.50,0.50,0.50)	(0.80,0.25,0.20)	(0.70,0.30,0.30)	
	ITPK	(0.30,0.70,0.70)	(0.20,0.75,0.80)	(0.50,0.50,0.50)	(0.40,0.65,0.60)	
	YPK	(0.40,0.65,0.60)	(0.30,0.70,0.70)	(0.60,0.35,0.40)	(0.50,0.50,0.50)	

Çizelge 6.5 : IT personeli bakış açısına göre kriterlere ilişkin karşılaştırma matrisi.

KV		ÖK	APK	ITPK	YPK	TO
1	ÖK	(0.50,0.50,0.50)	(0.40,0.65,0.60)	(0.70,0.30,0.30)	(0.70,0.30,0.30)	0.08
	APK	(0.60,0.35,0.40)	(0.50,0.50,0.50)	(0.85,0.20,0.15)	(0.85,0.20,0.15)	
	ITPK	(0.30,0.70,0.70)	(0.15,0.80,0.85)	(0.50,0.50,0.50)	(0.40,0.65,0.60)	
	YPK	(0.30,0.70,0.70)	(0.30,0.70,0.70)	(0.60,0.35,0.40)	(0.50,0.50,0.50)	
2	ÖK	(0.50,0.50,0.50)	(0.30,0.70,0.70)	(0.70,0.30,0.30)	(0.30,0.70,0.70)	0.09
	APK	(0.70,0.30,0.30)	(0.50,0.50,0.50)	(0.85,0.20,0.15)	(0.40,0.65,0.60)	
	ITPK	(0.30,0.70,0.70)	(0.15,0.80,0.85)	(0.50,0.50,0.50)	(0.20,0.75,0.80)	
	YPK	(0.70,0.30,0.30)	(0.30,0.70,0.70)	(0.80,0.25,0.20)	(0.50,0.50,0.50)	
3	ÖK	(0.50,0.50,0.50)	(0.40,0.65,0.60)	(0.65,0.30,0.35)	(0.40,0.65,0.60)	0.08
	APK	(0.60,0.35,0.40)	(0.50,0.50,0.50)	(0.75,0.25,0.25)	(0.50,0.50,0.50)	
	ITPK	(0.35,0.70,0.65)	(0.25,0.75,0.75)	(0.50,0.50,0.50)	(0.30,0.70,0.70)	
	YPK	(0.60,0.35,0.40)	(0.35,0.70,0.65)	(0.70,0.30,0.30)	(0.50,0.50,0.50)	

Çizelge 6.6 : Yönetici personel bakış açısına göre kriterlere ilişkin karşılaştırma matrisi.

KV		ÖK	APK	ITPK	YPK	TO
1	ÖK	(0.50,0.50,0.50)	(0.60,0.35,0.40)	(0.75,0.25,0.25)	(0.60,0.35,0.40)	0.09
	APK	(0.40,0.65,0.60)	(0.50,0.50,0.50)	(0.70,0.30,0.30)	(0.50,0.50,0.50)	
	ITPK	(0.25,0.75,0.75)	(0.30,0.70,0.70)	(0.50,0.50,0.50)	(0.35,0.70,0.65)	
	YPK	(0.40,0.65,0.60)	(0.25,0.75,0.75)	(0.65,0.30,0.35)	(0.50,0.50,0.50)	
2	ÖK	(0.50,0.50,0.50)	(0.60,0.35,0.40)	(0.65,0.30,0.35)	(0.60,0.35,0.40)	0.08
	APK	(0.40,0.65,0.60)	(0.50,0.50,0.50)	(0.60,0.35,0.40)	(0.50,0.50,0.50)	
	ITPK	(0.35,0.70,0.65)	(0.40,0.65,0.60)	(0.50,0.50,0.50)	(0.40,0.65,0.60)	
	YPK	(0.40,0.65,0.60)	(0.35,0.70,0.65)	(0.60,0.35,0.40)	(0.50,0.50,0.50)	
3	ÖK	(0.50,0.50,0.50)	(0.40,0.65,0.60)	(0.70,0.30,0.30)	(0.40,0.65,0.60)	0.08
	APK	(0.60,0.35,0.40)	(0.50,0.50,0.50)	(0.85,0.20,0.15)	(0.55,0.40,0.45)	
	ITPK	(0.30,0.70,0.70)	(0.15,0.80,0.85)	(0.50,0.50,0.50)	(0.20,0.75,0.80)	
	YPK	(0.60,0.35,0.40)	(0.30,0.70,0.70)	(0.80,0.25,0.20)	(0.50,0.50,0.50)	

İkili karşılaştırmalar oluşturulduktan sonra tutarlılık oranları hesaplanmıştır. Daha sonra durulaştırma işlemi gerçekleştirilmiş ve AHP adımları uygulanarak ağırlıklar ve sıralamalar elde edilmiştir. Kriterler ve öğrenci alt kriterleri için ağırlıklar ve sıralamalar sırasıyla Çizelge 6.7 ve Çizelge 6.8’de gösterilmiştir. Akademik personel için ağırlıklar ve sıralamalar sırasıyla Çizelge 6.9 ve Çizelge 6.10’da, IT personeli için ağırlıklar ve sıralamalar sırasıyla Çizelge 6.11 ve Çizelge 6.12’de, yönetici personel için ağırlıklar ve sıralamalar sırasıyla Çizelge 6.13 ve Çizelge 6.14’te verilmiştir.

Çizelge 6.7 : Kriterler için ağırlıklar ve sıralamalar.

KV	Ağırlık				Sıralama			
	ÖK	APK	ITPK	YPK	ÖK	APK	ITPK	YPK
Ö1	0.42	0.30	0.17	0.11	1	2	3	4
Ö2	0.40	0.28	0.15	0.18	1	2	4	3
Ö3	0.33	0.32	0.17	0.18	1	2	4	3
Ö4	0.36	0.28	0.16	0.19	1	2	4	3
Ö5	0.37	0.28	0.16	0.18	1	2	4	3
Ö6	0.33	0.27	0.17	0.23	1	2	4	3
Ö7	0.35	0.29	0.19	0.16	1	2	3	4
Ö8	0.35	0.31	0.16	0.19	1	2	4	3
Ö9	0.33	0.32	0.14	0.20	1	2	4	3
Ö10	0.40	0.26	0.18	0.16	1	2	3	4
AP1	0.24	0.33	0.16	0.27	3	1	4	2
AP2	0.28	0.33	0.17	0.23	2	1	4	3
AP3	0.39	0.30	0.13	0.18	1	2	4	3
AP4	0.29	0.31	0.17	0.22	2	1	3	4
IT1	0.28	0.35	0.16	0.21	2	1	4	3
IT2	0.23	0.32	0.15	0.30	3	1	4	2
IT3	0.25	0.31	0.18	0.27	3	1	4	2
YP1	0.33	0.27	0.18	0.23	1	2	4	3
YP2	0.31	0.25	0.20	0.23	1	2	4	3
YP3	0.25	0.33	0.14	0.28	3	1	4	2

Çizelge 6.7’deki kriterlerin ağırlıkları ve sıralamaları incelendiğinde, öğrenci kriterinin ağırlıkları genel olarak diğer kriterlerden daha yüksektir, bu da öğrencilerin eğitimdeki rolünü ve önemini vurgulamaktadır. Tüm öğrenciler ve üç yöneticiden ikisi, öğrenci kriterleri birinci sıraya yerleştirmiştir. Ayrıca, dört akademik personelden üçü ve tüm IT personellerine göre, birinci sırada akademik personel kriteri belirlenmiştir.

Öğrenci alt kriterlerinin sonuçları incelendiğinde, motivasyon alt kriteri, on öğrencinin yedisinin birinci tercihi iken, bilgisayar yetkinliği alt kriteri tüm öğrenciler için son sırada yer almaktadır. Akademik personelin bakış açısına göre birinci kriterler değişiklik gösterse de, son kriter yine bilgisayar yetkinliğidir. IT personeli için, derse bağlılık ve katılım birinci sırada yer alırken, davranış şekli ve bilgisayar yetkinliği son sıradadır. Yönetici personel için ise derse bağlılık birinci, bilgisayar yetkinliği ise son sıradadır. Paydaşlara göre birinci sıradaki alt kriterler değişiklik gösterse de, son kriter genellikle bilgisayar yetkinliği ise olarak belirlenmiştir.

Çizelge 6.8 : Öğrenci alt kriterleri için ağırlıklar ve sıralamalar.

KV	Ağırlık					Sıralama				
	ÖK ₁	ÖK ₂	ÖK ₃	ÖK ₄	ÖK ₅	ÖK ₁	ÖK ₂	ÖK ₃	ÖK ₄	ÖK ₅
Ö1	0.16	0.24	0.29	0.09	0.23	4	2	1	5	3
Ö2	0.21	0.22	0.20	0.09	0.29	3	2	4	5	1
Ö3	0.27	0.16	0.20	0.15	0.23	1	4	3	5	2
Ö4	0.18	0.24	0.26	0.13	0.20	4	2	1	5	3
Ö5	0.24	0.16	0.28	0.07	0.25	3	4	1	5	2
Ö6	0.22	0.14	0.32	0.12	0.21	2	4	1	5	3
Ö7	0.21	0.15	0.25	0.14	0.25	3	4	1	5	2
Ö8	0.23	0.18	0.28	0.08	0.24	3	4	1	5	2
Ö9	0.20	0.19	0.29	0.10	0.22	3	4	1	5	2
Ö10	0.19	0.18	0.22	0.14	0.26	3	4	2	5	1
AP1	0.23	0.19	0.24	0.12	0.21	2	4	1	5	3
AP2	0.16	0.22	0.19	0.14	0.28	4	2	3	5	1
AP3	0.25	0.16	0.23	0.12	0.24	1	4	3	5	2
AP4	0.17	0.21	0.26	0.09	0.26	4	3	2	5	1
IT1	0.29	0.19	0.28	0.08	0.16	1	3	2	5	4
IT2	0.20	0.16	0.22	0.14	0.28	3	4	2	5	1
IT3	0.24	0.15	0.18	0.20	0.23	1	5	4	3	2
YP1	0.26	0.17	0.24	0.12	0.22	1	4	2	5	3
YP2	0.23	0.21	0.22	0.11	0.22	1	4	2	5	3
YP3	0.26	0.21	0.22	0.08	0.24	1	4	3	5	2

Çizelge 6.9 : Akademik personel alt kriterleri için ağırlıklar.

KV	APK ₁	APK ₂	APK ₃	APK ₄	APK ₅	APK ₆
Ö1	0.13	0.19	0.14	0.18	0.17	0.20
Ö2	0.16	0.17	0.19	0.15	0.14	0.20
Ö3	0.16	0.14	0.15	0.17	0.18	0.19
Ö4	0.19	0.14	0.13	0.18	0.17	0.20
Ö5	0.15	0.14	0.12	0.21	0.19	0.18
Ö6	0.15	0.14	0.12	0.21	0.18	0.20
Ö7	0.13	0.15	0.17	0.16	0.21	0.19
Ö8	0.18	0.14	0.13	0.16	0.22	0.17
Ö9	0.15	0.16	0.14	0.18	0.17	0.20
Ö10	0.19	0.15	0.18	0.12	0.13	0.22
AP1	0.19	0.15	0.20	0.16	0.13	0.18
AP2	0.14	0.16	0.15	0.17	0.18	0.20
AP3	0.16	0.14	0.12	0.23	0.17	0.18
AP4	0.18	0.16	0.15	0.17	0.14	0.21
IT1	0.18	0.19	0.13	0.15	0.16	0.20
IT2	0.16	0.13	0.22	0.18	0.17	0.14
IT3	0.16	0.17	0.20	0.19	0.15	0.13
YP1	0.15	0.20	0.12	0.19	0.18	0.16
YP2	0.17	0.18	0.16	0.20	0.15	0.14
YP3	0.14	0.16	0.15	0.17	0.19	0.20

Çizelge 6.10 : Akademik personel alt kriterleri için sıralamalar.

KV	APK ₁	APK ₂	APK ₃	APK ₄	APK ₅	APK ₆
Ö1	6	2	5	3	4	1
Ö2	4	3	2	5	6	1
Ö3	4	6	5	3	2	1
Ö4	2	5	6	3	4	1
Ö5	4	5	6	1	2	3
Ö6	4	5	6	1	3	2
Ö7	6	5	3	4	1	2
Ö8	2	5	6	4	1	3
Ö9	5	4	6	2	3	1
Ö10	2	4	3	6	5	1
AP1	2	5	1	4	6	3
AP2	6	4	5	3	2	1
AP3	4	5	6	1	3	2
AP4	2	4	5	3	6	1
IT1	3	2	6	5	4	1
IT2	4	6	1	2	3	5
IT3	4	3	1	2	5	6
YP1	5	1	6	2	3	4
YP2	3	2	4	1	5	6
YP3	6	4	5	3	2	1

Çizelge 6.10’da yer alan akademik personel alt kriterlerinin sıralamaları incelendiğinde, on öğrenciden altısında öğretim stili alt kriteri ilk sırada yer alırken,

on öğrenciden beşinde değerlendirme yöntemi alt kriteri son sırada yer almaktadır. Akademik personel bakış açısına göre sıralamalar oldukça değişkendir. Örneğin, öğretim stili alt kriteri dört akademik personelden ikisi için birinci sırada yer alırken, diğer iki personel için değerlendirme yöntemi ve etkileşim ilk sırada yer almaktadır. IT personellerine göre ise, değerlendirme yöntemi ve öğretim stili alt kriterleri ilk sırada yer almaktadır. Yönetici personellere göre de sıralamalar oldukça değişkendir. Tüm paydaşlar birlikte değerlendirildiğinde ise, yirmi iç paydaştan on tanesi için öğretim stili alt kriteri ilk sırada yer almaktadır. Ancak, IT personeli ve yönetici personel tarafından daha az önceliklidir.

Çizelge 6.11 : IT personeli alt kriterleri için ağırlıklar.

KV	ITPK ₁	ITPK ₂	ITPK ₃	ITPK ₄	ITPK ₅
Ö1	0.24	0.25	0.17	0.23	0.12
Ö2	0.20	0.22	0.18	0.25	0.15
Ö3	0.23	0.24	0.20	0.18	0.15
Ö4	0.22	0.20	0.17	0.25	0.16
Ö5	0.22	0.23	0.16	0.24	0.15
Ö6	0.24	0.22	0.15	0.23	0.16
Ö7	0.21	0.20	0.17	0.26	0.16
Ö8	0.22	0.23	0.18	0.25	0.13
Ö9	0.21	0.19	0.16	0.20	0.23
Ö10	0.19	0.17	0.23	0.22	0.18
AP1	0.21	0.23	0.18	0.22	0.22
AP2	0.16	0.17	0.22	0.18	0.27
AP3	0.19	0.20	0.22	0.23	0.17
AP4	0.21	0.19	0.22	0.20	0.18
IT1	0.15	0.16	0.18	0.24	0.27
IT2	0.19	0.16	0.22	0.18	0.24
IT3	0.20	0.17	0.24	0.17	0.22
YP1	0.22	0.19	0.14	0.21	0.24
YP2	0.18	0.20	0.15	0.22	0.26
YP3	0.17	0.18	0.14	0.23	0.28

Çizelge 6.12’de yer alan IT personeli alt kriterlerinin sıralamaları incelendiğinde, erişilebilirlik alt kriteri on öğrenciden beşi için ilk sırada yer alırken, ağ güvenliği alt kriteri on öğrenciden yedisi için son sırada yer almaktadır. Akademik personele göre ilk alt kriter farklılık gösterse de üç akademik personel için de son sıradaki alt kriter ağ güvenliğidir. İki IT personeline göre ağ güvenliği, diğer IT personeline göre ise sistem altyapısı ilk sırada yer almaktadır. Yönetici personele göre, ağ güvenliği alt kriteri ilk, sistem altyapısı alt kriteri ise son sıradadır. İlk sıradaki kriterler paydaş gruplarına göre oldukça değişse de, ağ güvenliği alt kriteri, yirmi paydaştan yedisi için

birinci sırada yer almaktadır. Ayrıca, paydaşların yarısına göre ağ güvenliği alt kriteri son sırada yer almaktadır.

Çizelge 6.12 : IT personeli alt kriterleri için sıralamalar.

KV	ITPK ₁	ITPK ₂	ITPK ₃	ITPK ₄	ITPK ₅
Ö1	2	1	4	3	5
Ö2	3	2	4	1	5
Ö3	2	1	3	4	5
Ö4	2	3	4	1	5
Ö5	3	2	4	1	5
Ö6	1	3	5	2	4
Ö7	2	3	4	1	5
Ö8	3	2	4	1	5
Ö9	2	4	5	3	1
Ö10	3	5	1	2	4
AP1	3	1	4	2	5
AP2	5	4	2	3	1
AP3	4	3	2	1	5
AP4	2	4	1	3	5
IT1	5	4	3	2	1
IT2	3	5	2	4	1
IT3	3	4	1	5	2
YP1	2	4	5	3	1
YP2	4	3	5	2	1
YP3	4	3	5	2	1

Çizelge 6.13 : Yönetici personel alt kriterleri için ağırlıklar.

KV	YPK ₁	YPK ₂	YPK ₃	YPK ₄	YPK ₅	YPK ₆
Ö1	0.19	0.21	0.12	0.17	0.15	0.16
Ö2	0.20	0.21	0.11	0.18	0.15	0.16
Ö3	0.20	0.19	0.13	0.17	0.15	0.16
Ö4	0.13	0.16	0.15	0.22	0.14	0.20
Ö5	0.25	0.22	0.09	0.15	0.14	0.16
Ö6	0.20	0.21	0.12	0.19	0.17	0.11
Ö7	0.18	0.12	0.13	0.20	0.22	0.15
Ö8	0.19	0.22	0.11	0.18	0.15	0.16
Ö9	0.16	0.18	0.15	0.20	0.22	0.10
Ö10	0.18	0.21	0.12	0.17	0.16	0.15
AP1	0.15	0.22	0.14	0.11	0.16	0.21
AP2	0.15	0.16	0.11	0.17	0.18	0.22
AP3	0.20	0.17	0.13	0.19	0.14	0.16
AP4	0.21	0.20	0.11	0.18	0.14	0.16
IT1	0.16	0.15	0.12	0.21	0.22	0.13
IT2	0.20	0.15	0.11	0.18	0.14	0.22
IT3	0.17	0.16	0.12	0.14	0.20	0.21
YP1	0.21	0.17	0.14	0.18	0.16	0.14
YP2	0.20	0.15	0.11	0.19	0.17	0.18
YP3	0.22	0.19	0.12	0.15	0.14	0.18

Çizelge 6.14 : Yönetici personel alt kriterleri sıralamaları.

KV	YPK ₁	YPK ₂	YPK ₃	YPK ₄	YPK ₅	YPK ₆
Ö1	2	1	6	3	5	4
Ö2	2	1	6	3	5	4
Ö3	2	1	6	3	5	4
Ö4	6	3	4	1	5	2
Ö5	1	2	6	4	5	3
Ö6	2	1	5	3	4	6
Ö7	3	6	5	2	1	4
Ö8	2	1	6	3	5	4
Ö9	4	3	5	2	1	6
Ö10	2	1	6	3	4	5
AP1	4	1	5	6	3	2
AP2	5	4	6	3	2	1
AP3	1	3	6	2	5	4
AP4	1	2	6	3	5	4
ITU1	3	4	6	2	1	5
ITU2	2	4	6	3	5	1
ITU3	3	4	6	5	2	1
YP1	1	3	5	2	4	6
YP2	1	5	6	2	4	3
YP3	1	2	6	4	5	3

Çizelge 6.14'te yer alan yönetici personel alt kriterlerinin sıralamaları incelendiğinde, on öğrenciden altısı için zaman yönetimi alt kriteri ilk sırada, hizmet maliyeti alt kriteri ise son sırada yer almaktadır. İki IT personeline göre kullanıcı eğitimleri ilk sırada yer alırken, hizmet maliyetleri alt kriteri tüm IT personeli için son sıradadır. Yönetici personel bakış açısına göre ise, strateji belirleme alt kriteri ilk sırada yer alırken, hizmet maliyeti alt kriteri üç yönetici personelden ikisi için son sırada yer almaktadır. İlk sıradaki alt kriter paydaşlara göre değişmekle birlikte son kriter genellikle hizmet maliyeti olarak belirlenmiştir.

Sonuçlardan da görüldüğü gibi her bir paydaşın öncelikleri değişmektedir. Bir grup kararı, paydaş öncelikleri ve sıralamaları değiştiğinde hem önemli hem de zorlu bir süreçtir. Bu durumun üstesinden gelebilmek için nihai sıralama Copeland yöntemi ile elde edilmiştir. Tüm paydaşların bakış açısından kriterlerin Copeland skorları Çizelge 6.15'te gösterilmektedir. Kriterlerin her bir iç paydaş bakış açısına göre sıralama değerleri Çizelge 6.16'da verilmiştir.

Çizelge 6.15 : Kriterler için Copeland skorları.

Miktar	Sıralama	Yarışma	Kazanan	Kriter	Copeland Skoru
10	ÖK-APK-YPK-ITPK	ÖK vs APK	ÖK	ÖK	3-0 = 3*
4	APK-YPK-ÖK-APK	ÖK vs ITPK	ÖK	APK	2-1 = 1
3	ÖK-APK-ITPK-YPK	ÖK vs YPK	ÖK	ITPK	0-3 = -3
2	APK-ÖK-YPK-ITPK	APK vs ITPK	APK	YPK	1-2 = -1
1	APK-ÖK-ITPK-YPK	APK vs YPK	APK		
		ITPK vs YPK	YPK		

Çizelge 6.16 : Kriterlerin Copeland yöntemi ile elde edilen sıralamaları.

İç Paydaşlar	Kriter	Copeland Sonuçları			
		Kazanan	Kaybeden	Skor	Sıralama
Öğrenciler	ÖK	3	0	3	1
	APK	2	1	1	2
	ITPK	0	3	-3	4
	YPK	1	2	-1	3
Akademik Personel	ÖK	2	1	1	2
	APK	3	0	3	1
	ITPK	0	3	-3	4
	YPK	1	2	-1	3
IT Personeli	ÖK	1	2	-1	3
	APK	3	0	3	1
	ITPK	0	3	-3	4
	YPK	2	1	1	2
Yönetici Personel	ÖK	3	0	3	1
	APK	2	1	1	2
	ITPK	0	3	-3	4
	YPK	1	2	-1	3
Tüm paydaşlar	ÖK	3	0	3	1
	APK	2	1	1	2
	ITPK	0	3	-3	4
	YPK	1	2	-1	3

Çizelge 6.16'ya göre öğrenci, yönetici personel ve tüm iç paydaş bakış açısına göre öğrenci kriteri ilk sıradadır. Diğer yandan, akademik personel ve IT personeli bakış açılarına göre ise akademik personel kriterleri ilk sıradadır. Tüm paydaşlara göre son sıradaki kriter ise IT personeli kriteridir.

Öğrenci alt kriterlerinin tüm paydaşların bakış açısından elde edilen Copeland skorları Çizelge 6.17'de gösterilmiştir. Her bir alt kriter için Copeland skorları ise Çizelge 6.18'de verilmiştir.

Çizelge 6.17 : Öğrenci alt kriterleri için Copeland skorları.

Miktar	Sıralama	Yarışma	Kazanan	Kriter	Copeland skoru
4	ÖK ₃ –ÖK ₅ –ÖK ₁ –ÖK ₂ –ÖK ₄	ÖK ₁ vs ÖK ₂	ÖK ₁	ÖK ₁	2-2 = 0
3	ÖK ₁ –ÖK ₅ –ÖK ₃ –ÖK ₂ –ÖK ₄	ÖK ₁ vs ÖK ₃	ÖK ₃	ÖK ₂	1-3 = -2
2	ÖK ₃ –ÖK ₂ –ÖK ₅ –ÖK ₁ –ÖK ₄	ÖK ₁ vs ÖK ₄	ÖK ₁	ÖK ₃	4-0 = 4*
2	ÖK ₅ –ÖK ₃ –ÖK ₁ –ÖK ₂ –ÖK ₄	ÖK ₁ vs ÖK ₅	ÖK ₅	ÖK ₄	0-4 = -4
2	ÖK ₁ –ÖK ₃ –ÖK ₅ –ÖK ₂ –ÖK ₄	ÖK ₂ vs ÖK ₃	ÖK ₃	ÖK ₅	3-1 = 2
2	ÖK ₃ –ÖK ₁ –ÖK ₅ –ÖK ₂ –ÖK ₄	ÖK ₂ vs ÖK ₄	ÖK ₂		
1	ÖK ₁ –ÖK ₃ –ÖK ₂ –ÖK ₅ –ÖK ₄	ÖK ₂ vs ÖK ₅	ÖK ₅		
1	ÖK ₁ –ÖK ₅ –ÖK ₄ –ÖK ₃ –ÖK ₂	ÖK ₃ vs ÖK ₄	ÖK ₃		
1	ÖK ₅ –ÖK ₂ –ÖK ₁ –ÖK ₃ –ÖK ₄	ÖK ₃ vs ÖK ₅	ÖK ₃		
1	ÖK ₅ –ÖK ₂ –ÖK ₃ –ÖK ₁ –ÖK ₄	ÖK ₄ vs ÖK ₅	ÖK ₅		
1	ÖK ₅ –ÖK ₃ –ÖK ₂ –ÖK ₁ –ÖK ₄				

Çizelge 6.18 : Tüm alt kriterler için Copeland skorları.

Alt Kriter	Öğrenci			Akademik Personel			IT Personeli			Yönetici Personel			Tüm Paydaşlar		
	K	L	S	K	L	S	K	L	S	K	L	S	K	L	S
ÖK ₁	2	2	0	1	1	0	4	0	4	4	0	4	2	2	0
ÖK ₂	1	3	-2	1	2	-1	1	3	-2	1	3	-2	1	3	-2
ÖK ₃	4	0	4	3	1	2	3	1	2	3	1	2	4	0	4
ÖK ₄	0	4	-4	0	4	-4	0	4	-4	0	4	-4	0	4	-4
ÖK ₅	3	1	2	3	0	3	2	2	0	2	2	0	3	1	2
APK ₁	2	3	-1	1	1	0	2	3	-1	1	4	-3	1	3	-2
APK ₂	1	4	-3	1	3	-2	2	3	-1	4	1	3	1	4	-3
APK ₃	0	5	-5	0	3	-3	5	0	5	0	5	-5	0	5	-5
APK ₄	4	1	3	3	1	2	4	1	3	5	0	5	4	1	3
APK ₅	3	2	1	0	2	-2	1	4	-3	3	2	1	3	2	1
APK ₆	5	0	5	5	0	5	1	4	-3	2	3	-1	5	0	5
ITPK ₁	2	1	1	1	3	-2	2	2	0	1	3	-2	2	2	0
ITPK ₂	2	1	1	2	2	0	0	4	-4	2	2	0	3	1	2
ITPK ₃	1	3	-2	3	0	3	3	1	2	0	4	-4	1	3	-2
ITPK ₄	4	0	4	3	0	3	1	3	-2	3	1	2	4	0	4
ITPK ₅	0	4	-4	0	4	-4	4	0	4	4	0	4	0	4	-4
YPK ₁	4	1	3	2	0	2	3	2	1	5	0	5	4	0	4
YPK ₂	5	0	5	3	0	3	1	4	-3	3	2	1	4	0	4
YPK ₃	0	5	-5	0	5	-5	0	5	-5	0	5	-5	0	5	-5
YPK ₄	3	1	2	1	1	0	2	3	-1	4	1	3	3	2	1
YPK ₅	1	4	-3	1	2	-1	4	1	3	1	4	-3	1	4	-3
YPK ₆	2	3	-1	2	1	1	5	0	5	2	3	-1	2	3	-1

K: Kazanan, L: Kaybeden, S: Skor

Çizelge 6.18'deki değerler elde edilirken, öğrenci bakış açısı için Çizelge 6.8, akademik personel bakış açısı için Çizelge 6.10, IT personeli bakış açısı için Çizelge 6.12 ve yönetici personel bakış açısı için Çizelge 6.14 kullanılarak ilgili paydaşların grup kararı elde edilmiştir. Tüm paydaş görüşleri için grup kararı için Çizelge 6.8, Çizelge 6.10, Çizelge 6.12 ve Çizelge 6.14 birlikte değerlendirilmiştir. Alt kriterlerin

nihai sıralaması ise Çizelge 6.18'deki Copeland skorları kullanılarak elde edilmiş ve Çizelge 6.19'da sunulmuştur.

Çizelge 6.19 : Alt kriterlerin iç paydaşlara göre öncelikleri.

Kriter	Alt Kriter	Öğrenci	Akademik Personel	IT Uzmanı	Yönetici Personel	Tüm Paydaşlar
ÖK	ÖK ₁	3	3	1	1	3
	ÖK ₂	4	4	4	4	4
	ÖK ₃	1	2	2	2	1
	ÖK ₄	5	5	5	5	5
	ÖK ₅	2	1	3	3	2
APK	APK ₁	4	3	3	5	4
	APK ₂	5	4	3	2	5
	APK ₃	6	5	1	6	6
	APK ₄	2	2	2	1	2
	APK ₅	3	4	4	3	3
	APK ₆	1	1	4	4	1
ITPK	ITPK ₁	2	3	3	4	3
	ITPK ₂	2	2	5	3	2
	ITPK ₃	3	1	2	5	4
	ITPK ₄	1	1	4	2	1
	ITPK ₅	4	4	1	1	5
YPK	YPK ₁	2	2	3	1	1
	YPK ₂	1	1	5	3	1
	YPK ₃	6	6	6	6	5
	YPK ₄	3	4	4	2	2
	YPK ₅	5	5	2	5	4
	YPK ₆	4	3	1	4	3

Öğrenci alt kriterleri değerlendirildiğinde en önemli alt kriter, öğrencilere ve tüm paydaşlara göre motivasyon, akademik personele göre derse katılım, IT personeli ve yönetici personele göre derse bağlılıktır. Akademik personel alt kriterleri değerlendirildiğinde en önemli alt kriter, öğrenci, akademik personel ve diğer tüm paydaşlara göre öğretim stili, IT personellerine göre değerlendirme yöntemi, yönetici personele göre ise etkileşimdir. IT personeli alt kriterleri değerlendirildiğinde en önemli alt kriter, öğrenci, akademik personel ve tüm paydaşlara göre erişilebilirlik, IT personeli ve yönetici personele göre ise ağ güvenliği olarak belirlenmiştir. Yönetici personel alt kriterleri incelendiğinde en önemli alt kriter, öğrenciler, akademik personel ve tüm paydaşlar için zaman yönetimi, IT personeli için kullanıcı eğitimleri, yönetici personel için strateji belirlemedir.

Paydaşlara göre her bir kriterin son sıradaki alt kriterleri incelendiğinde, öğrenci alt kriterlerinden derse katılım ve yönetici personel alt kriterlerinden hizmet maliyetleri

tüm bakış açılarına göre son sıradadır. Bu alt kriterler için grup kararında ortak bir noktaya ulaşıldığı söylenebilir. Akademik personel alt kriterlerine bakıldığında ise IT personelleri dışında diğer paydaşlar değerlendirme yöntemi konusunda fikir birliğine varmıştır. Bununla birlikte IT personeli alt kriterlerinin son sıradaki alt kriter paydaşlara göre oldukça değişkenlik göstermektedir.

Sonuç olarak, tüm öğrenciler için uygun ve standart bir uzaktan eğitim aracı, yöntemi veya belirli bir çerçeve bulmak oldukça zordur. Ancak, yetkin öğrenciler yetiştirmek ve öğrenme çıktılarını karşılamak için çeşitli çalışmalar yapılmaktadır. Bu nedenle, uzaktan eğitim kalitesini arttırmak ve sürdürülebilirliğini sağlamak için paydaşların görüşlerini iyi anlamak bu konuda önemli olabilir. Çalışmanın sonuçları literatürdeki diğer çalışmalardaki en önemli bulunan kriterleri desteklemektedir. Örneğin, ağ güvenliği herhangi bir bilgi teknolojisi programı için en önemli ön koşullardan biridir. Bilgi güvenliğine yönelik artan tehditler nedeniyle, ağ güvenliğinde bir sorun olması durumunda uzaktan eğitim de olumsuz etkilenecektir (Sigama ve diğ., 2012). Motivasyon kriteri, uzaktan eğitimde çok önemli olan bir diğer faktördür. Öğrencilerin öğrenme başarısı ile doğrudan ilişkilidir (Naveed ve diğ., 2020). Lin ve diğ., (2011) akademik personelin ve öğrencilerin uzaktan eğitimde motive edilmesi ve teşvik edilmesi gerektiğini vurgulamaktadır. Bir diğer önemli kriter ise kullanıcı eğitimidir. Üniversite akademik personeli ve öğrencileri gibi tüm paydaşlara eğitim verilmesi çok önemlidir. Eğitim, öğrencilerin ve personelin öğrenme becerilerini artırmalarına ve uzaktan eğitim araçlarını kullanmalarına yardımcı olacaktır (Bhuasiri ve diğ., 2012; Naveed ve diğ., 2020). Çeşitli araştırmalar, öğretim elemanının öğrencilerle etkileşiminin öğrencilerin çevrimiçi öğrenme algılarında önemli bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir (Raman ve diğ., 2019). Benzer şekilde öğrencinin derse aktif katılımı öğrenci başarısında etkilidir (Raman ve diğ., 2019; Naveed ve diğ., 2021). Bir diğer önemli kriter ise öğretim elemanının öğretme stilidir (Naveed ve diğ., 2020). Paydaşlar tarafından bildirilen en büyük zorluk teknolojik kısıtlamalardır. İnternet erişiminin olmaması bazı öğrencilerin çevrimiçi derslere katılamamasına neden olmaktadır (Muthuprasad ve diğ., 2021). Bu nedenle, öğrenciler için daha etkili ve üretken hale getirmek amacıyla bir uzaktan eğitim dersi geliştirilirken tüm bu kriterler dikkate alınmalıdır.

6.3 Sonuç ve Öneriler

Uzaktan eğitim artık geçici bir eğitim aracı olarak görülmemelidir. Pandemi ile birlikte, uzaktan eğitimi hayatımıza hızlı bir şekilde girdi, alışkanlıklarımızı değiştirdi ve bu yeni uzaktan eğitim sistemini benimsememize olanak sağladı. Öte yandan, insanlar uzaktan eğitimin kolaylıklarını ve faydalarını keşfetme şansına sahip oldu. Özellikle lisansüstü öğrenciler için uzaktan eğitim seçeneği, iş dünyasında çalışan bireylerin varlığı nedeniyle üniversite tercihlerini belirlemede önemli bir faktör haline geldi. Dolayısıyla, uzaktan eğitim hizmet ağının sürdürülebilirliği ve bunu etkileyen kriterler çok önemlidir.

Bu bölümde, entegre bir nütrosifik AHP ve Copeland yaklaşımı kullanılarak yükseköğretim kurumlarında sürdürülebilir uzaktan eğitimin kalitesini etkileyen kriterler araştırılmış ve sıralanmıştır. Bu kapsamda, 4 kriter ve 22 alt kriter odaklanılmıştır. Sonuçlara göre, öğrenci kriterinin ağırlığı genel olarak diğer kriterlerden daha yüksektir ve on üç paydaş tarafından bu kriter birinci sıradadır. Diğer yedi paydaşa göre ise, ilk sıradaki kriter akademik personel kriteridir. Öğrenci alt kriterlerinin sonuçları incelendiğinde, tüm paydaş bakış açılarına göre motivasyon ilk sırada, bilgisayar yetkinliği ise son sırada yer almaktadır. Akademik personel alt kriterlerinden ilk sıradaki kriter paydaşlara göre değişiklik gösterse de değerlendirme yöntemi IT personelleri dışında son sırada yer almaktadır. IT personeli alt kriterlerinde kriter sıralamaları oldukça değişken olsa da tüm paydaşlar açısından öncelik erişebilirliktir. Yönetici personel alt kriterlerinde tüm paydaşlar açısından ilk sıradaki kriterler strateji belirleme, son sıradaki ise hizmet maliyetleridir.

Bu çalışmanın literatüre katkıları şu şekilde sıralanabilir: Yükseköğretim kurumlarında uzaktan eğitim sürdürülebilirliğini etkileyen kriterler, iç paydaş bakış açılarına göre tartışılmakta ve yeni bir nütrosifik bulanık ÇKKV metodolojisi sunulmaktadır. Literatür taramasına göre, dört bakış açısını bir arada ele alan bir çalışma bulunamamıştır (bkz. Çizelge 6.1). Bu nedenle, bu çalışma öğrenciler, akademik personel, IT personeli ve yönetici personeli dahil olmak üzere dahili paydaş bakış açısını benimser (Şekil 6.1). Yönetici personeli perspektifini hesaba katan çok sınırlı sayıda çalışma vardır. Bu çalışmalar da bulanık bir ortamda değildir. Ayrıca, literatürdeki mevcut paydaş çalışmaların çoğu belirsizliği ele almaz ve net sayılar kullanır. Bu nedenle, bu çalışma nütrosifik AHP-Copeland metodolojisi ile uzaktan

eğitim araştırmalarında bulanık sayıların uygulanmasındaki bir boşluğu doldurmaktadır.

Bu önerilen metodoloji, yüksek öğretim kurumlarının pratik bir çıkarım olarak temel konulara yoğunlaşması için bir fırsat sağlar. Farklı paydaşların bakış açılarını anlamak, akademik ve idari personele öğrenci merkezli uzaktan eğitim oluşturmak için pratik öneriler sunar. Böyle yeni bir dahili paydaş bakış açısı, uzaktan eğitimdeki yöneticilerin ve diğer paydaşların kritik başarı faktörlerini tanımlarına ve dikkat etmelerine olanak tanıyacaktır. Ayrıca, uzaktan eğitimin kritik başarı faktörlerinin paydaş görüşlerine göre önceliklendirilmesinin alandaki araştırmacılar için büyük önem taşıyacağı düşünülmektedir. Ek olarak, yalnızca iç paydaşların olması bir sınırlama olarak değerlendirilebilir ve dış paydaşların görüşleri de dikkate alınabilir. Daha ileri araştırma fikirleri, önerilen metodolojinin diğer ÇKKV yöntemleriyle bütünleştirilmesini içerebilir.



7. UZAKTAN EĞİTİMDE ÇOK PAYDAŞLI BAKIŞ AÇISIYLA SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK: FAKTÖR ANALİZİ VE BULANIK MACTOR SONUÇLARININ KARŞILAŞTIRMASI

Birçok gerçek dünya karar probleminde, çeşitli paydaşların hedeflerinin eşzamanlı olarak dikkate alınması gerekmektedir. Uzaktan eğitimde de benzer bir şekilde, e-öğrenme programlarının sürdürülebilirliğinde farklı paydaşların kendine özgü rolleri bulunmaktadır. Bu nedenle, uzaktan eğitim tasarım sürecinde paydaşların bakış açılarını ve ihtiyaçlarını göz önünde bulundurmak kritik öneme sahiptir. Bu süreç, yalnızca iç değil, aynı zamanda dış paydaşların da hedeflerinin tanımlanması ve sürece dâhil edilmesini gerektirir (Ahmad ve diğ., 2018). Ayrıca, bu paydaşların birbirleri üzerindeki etkilerinin tanımlanması da uzaktan eğitimin sürdürülebilirliği açısından önemlidir. Bu kapsamda, MACTOR yöntemi, paydaşlar arasındaki güç dinamiklerini belirlemek ve önemli paydaşları tespit etmek amacıyla kullanılmaktadır (Godet, 2000). Bu yöntem, her bir paydaşın belirlenen hedefler doğrultusundaki rolünü ve güç ilişkilerini analiz ederek, paydaşlar arasında oluşabilecek ittifakları ve gelecekteki olası tutumları incelemeye olanak tanır (Fetoui ve diğ., 2021).

Uzaktan eğitimde sürdürülebilirliğe yönelik bütüncül bir yaklaşım geliştirilmesi, tüm paydaşların ihtiyaç ve beklentilerini dikkate almayı gerektirmektedir. Bu bağlamda, öğrenciler, akademisyenler, kurumlar ve hizmet sağlayıcılar gibi tüm paydaşların beklentilerini ele alacak kapsamlı bir çerçeve sunulmalıdır. Bu çerçevede, teknik boyutun yanı sıra kurumsal, pedagojik ve psikolojik boyutlar da dikkate alınmalıdır. Bu boyutların gereksinimleri göz önünde bulundurularak yapılandırılan uzaktan eğitim uygulamalarının daha üstün bir performans sergileyeceği öngörülmektedir (Erturgut, 2008). Ayrıca, sürdürülebilirliğin ekonomik, çevresel ve sosyal boyutlarının da değerlendirilmesi gereklidir.

ÇKKV süreçleri, uzaktan eğitimde çoklu paydaş perspektifini ele alırken belirsizliklerin ve eksik bilginin üstesinden gelmek amacıyla genişletilmiştir. Bu belirsizliği yönetmek adına, ÇKKV yöntemleri bulanık küme teorisi ile entegre edilerek geliştirilmiştir. Son on yılda, bulanık küme uzantıları, üyelik fonksiyonlarını

daha ayrıntılı tanımlayarak gerçek dünya problemlerindeki karmaşıklığı etkili bir şekilde ele almak için kullanılmaktadır. DSBK'ler, 2020'de sezgisel bulanık kümelerin ileri bir uzantısı olarak geliştirilmiş olup, çeşitli karar verme ve uzman sistemlerinde belirsizliği modellemek için kullanılmaktadır. Bu yöntem, karmaşık ve belirsiz bilgilerin daha çeşitli şekilde ele alınmasını sağlayarak karar süreçlerine esneklik kazandırmaktadır (Alreshidi ve diğ., 2024). DSBK'ler kullanılarak çeşitli çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Otay ve Kahraman (2022), DSB AHP ve VIKOR yaklaşımlarını kullanılarak tedarikçi seçimi sorununu ele almışlardır. Kahraman ve Alkan (2021), DSBK ortamında TOPSIS tekniği kullanılarak tedarikçi seçimi gerçekleştirmiş ve çalışmanın sonuçlarını sezgisel bulanık TOPSIS yaklaşımının sonuçları ile karşılaştırılmıştır. Diğer bir çalışmada ise, DSBK ortamında TOPSIS tekniği kullanılarak bir salgın hastane için yer seçimi sorunu gerçekleştirilmiştir (Alkan ve Kahraman, 2022). Khan ve diğ. (2022), DSBK'ler için ıraksama ölçütlerini ve DSBK ortamında VIKOR yöntemini geliştirmiştir. Çakır ve Taş (2023), DSBK'ler için yarıçapı hesaplamak için alternatif tekniği, bulanıklaştırma işlevini, puan ve doğruluk işlevlerini tartışmıştır. Chen (2023), DSBK'ler için mesafe ölçütlerine dayalı TOPSIS tekniğini geliştirmiştir. Khan ve diğ. (2023), Pisagor bulanık kümelerini DSBK'lere genişletmiştir. Ayrıca, toplama operatörlerini, mesafe ölçütlerine dayalı CODAS yöntemini önermişlerdir.

Bu bölümde, uzaktan eğitimin sürdürülebilirliği bağlamında FA ile entegre edilmiş DSBK tabanlı bir ÇKKV yöntemi önerilmiştir. Çalışmanın temel amacı, uzaktan eğitimde sürdürülebilirliğin hem iç hem de dış paydaşlar açısından kapsamlı bir değerlendirmesini sunmaktır. Uzaktan eğitim programlarının sürdürülebilirliğini artırmak amacıyla, farklı faktörler ve paydaşlar arasındaki ilişkilerin iki yönlü bir analizi yapılmıştır. Bu analiz, çok boyutlu bir yapıda gerçekleştirilmiş olup faktör analizi yöntemiyle öne çıkan faktörler belirlenmiş ve bu faktörlerin entegre yaklaşım sonuçlarıyla karşılaştırması sağlanmıştır. Sonrasında, paydaşların rollerini, bağımlılık derecelerini ve karşılıklı etkilerini ortaya koymak için ÇKKV yöntemi olarak MACTOR yöntemi kullanılmıştır. Bu analizle, paydaşların hangi faktörlere odaklandığı ve güçlerini bu hedeflere ulaşmak için nasıl kullanma motivasyonuna sahip oldukları belirlenmiştir. Sonuç olarak, uzaktan eğitimin sürdürülebilirliğini sağlamaya yönelik olarak belirlenen öncelikli eğitimsel faktörler ve temel paydaşlar ortaya konulmuştur.

Önerilen yaklaşımın çeşitli avantajları şunlardır:

- DSBK'lere dayalı önerilen bulanık ÇKKV yaklaşımı, daireselliği dikkate alarak karar verme sürecindeki belirsizlik ve yetersiz bilgi sorunlarını ele alarak güvenilir ve etkili kararlar alınmasını sağlamaktadır.
- Önerilen yaklaşım, çok değişkenli bir istatistiksel analiz yöntemi olan FA ile entegre edilmiştir ve böylece etkili ve karşılaştırılabilir bir karar verme yaklaşımı sunulmuştur.
- Öğrenciler, yönetici personel, akademik personel, IT personeli, idari personel, hizmet sağlayıcılar, işverenler, akreditasyon kuruluşları ve YÖK olmak üzere kapsamlı iç ve dış paydaş açısı ele alınmıştır.
- Çevresel, ekonomik, sosyal, teknik, kurumsal, pedagojik ve psikolojik olmak üzere yedi boyut analiz edilerek sürdürülebilirliğe kapsamlı bir bakış açısı kazandırılmıştır.
- Türkiye'de 92 farklı üniversiteden 554 akademik personel, idari personel ve öğrenciden elde edilen verilerle analiz gerçekleştirilmiştir.

7.1 Dairesel Sezgisel Bulanık MACTOR & FA Metodolojisi

Bu bölümde, Godet tarafından önerilen MACTOR yöntemi, paydaşlar arasındaki ilişkileri ve sürdürülebilir uzaktan eğitim faktörlerinin elde edilmesine yönelik tutumlarını belirlemek için, FA ise faktörleri belirlemek amacıyla kullanılmıştır. Mevcut bilgilere dayanarak, bu çalışma DSBK kullanarak MACTOR yöntemini uygulayan ilk çalışmadır. Ayrıca, FA yönteminin bulanık MACTOR yöntemi ile entegre edildiği ilk çalışmadır. Önerilen DSB-MACTOR ve FA yaklaşımının detayları aşağıda sunulmuştur:

1. Adım: Önemli iç ve dış paydaşların belirlenir. Paydaşlar $P_i = \{P_1, P_2, \dots, P_b\}$ şeklinde tanımlansın.
2. Adım: Sürdürülebilirliği sağlamak için uzaktan eğitim kriterleri belirlenir.
3. Adım: Uzaktan eğitim kriterlerini kullanarak FA aracılığıyla faktörler belirlenir. Faktörler $F_n = \{F_1, F_2, \dots, F_p\}$ şeklinde tanımlansın.

4. Adım: Karar vericiler Çizelge 7.1’deki sezgisel bulanık kümeler için dilsel değişkenleri (Otay ve Kahraman, 2022) kullanarak PPM oluşturulur.

Çizelge 7.1 : Sezgisel bulanık kümeler için dilsel değişkenler.

Dilsel Değişkenler	Sezgisel Bulanık Sayılar
Kesinlikle Çok Yüksek Etkili	(0.85, 0.05)
Çok Yüksek Etkili	(0.75, 0.15)
Yüksek Etkili	(0.65, 0.25)
Biraz Yüksek Etkili	(0.55, 0.35)
Neredeyse Eşit Etkili	(0.45, 0.45)
Biraz Düşük Etkili	(0.35, 0.55)
Düşük Etkili	(0.25, 0.65)
Çok Düşük Etkili	(0.15, 0.75)
Kesinlikle Çok Düşük Etkili	(0.05, 0.85)

Bir PPM, paydaşlar arasındaki bağlantıların gücünü, paydaşların birbirleriyle olan karşılıklı bağımlılığını ve nasıl etkilendiklerini göstermektedir. Bir karar vericiye göre sezgisel bulanık çiftlerden oluşan bir PPM, Çizelge 7.2’de verilmiştir.

Çizelge 7.2 : Karar verici açısından resim bulanık sayılara dayalı paydaş paydaş matrisi.

Paydaş	Paydaş			
	P_1	P_2	.....	P_b
P_1	$\langle (m_{11}, n_{11}) \rangle$	$\langle (m_{12}, n_{12}) \rangle$	.....	$\langle (m_{1s}, n_{1s}) \rangle$
P_2	$\langle (m_{21}, n_{21}) \rangle$	$\langle (m_{22}, n_{22}) \rangle$	.....	$\langle (m_{2s}, n_{2s}) \rangle$
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\ddots$	$\vdots$
P_b	$\langle (m_{s1}, n_{s1}) \rangle$	$\langle (m_{s2}, n_{s2}) \rangle$	.....	$\langle (m_{ss}, n_{ss}) \rangle$

5. Adım: Tüm paydaş bakış açılarını içeren PPM’yi elde etmek için uzmanların değerlendirmeleri denklem 7.1’de verilen sezgisel bulanık geometrik ortalama (SBGO) kullanarak birleştirilir.

$$SBGO_{w_i}(\langle m_{i,1}, n_{i,1} \rangle, \langle m_{i,2}, n_{i,2} \rangle, \dots) = \left\{ \prod_{j=1}^n m_{i,j}^{w_{i,j}}, \sqrt[n]{1 - \prod_{j=1}^n (1 - n_{i,j})^{w_{i,j}}} \right\} \quad (7.1)$$

burada $w_i = \{w_{i,1}, \dots, w_{i,n}\}$ sezgisel bulanık çiftlerinin ağırlık vektörüdür, $w_{i,j} \in [0, 1]$ ve $\sum_{j=1}^n w_{i,j} = 1$ ’dir.

6. Adım: Dairesel sezgisel bulanık PPM elde etmek için denklem 3.28 ile “r” yarıçapları hesaplanır.

7. Adım: Denklem 3.29'daki puan fonksiyonunu kullanarak durulaştırma gerçekleştirilir. Bu denklemdeki λ parametresi 0.7 olarak tanımlanmıştır.

8. Adım: Denklem 3.34 kullanılarak DDEM oluşturulur.

9. Adım: I_i and D_i göstergeleri sırasıyla, denklem 3.35 ve denklem 3.36 ile hesaplanır.

10. Adım: r_i ve r_i^* değerlerinin sırasıyla denklem 3.37 ve denklem 3.38 ile hesaplanır.

11. Adım: Paydaşların 9. adımda hesaplanan etki ve bağımlılık düzeylerine göre paydaş haritası çizilir.

12. Adım: Karar vericiler tarafından Çizelge 7.1'deki dilsel değişkenler aracılığı ile PAM oluşturulur. Bir karar vericiye göre dairesel sezgisel bulanık bulanık çiftlerden oluşan bir PAM, Çizelge 7.3'te verilmiştir. Her bir faktör amaç olarak ele alınmıştır.

Çizelge 7.3 : Karar verici açısından dairesel sezgisel bulanık sayılara dayalı paydaş amaç matrisi.

Paydaş	Faktör			
	F_1	F_2	....	F_p
P_1	$\langle(m_{11}, n_{11})\rangle$	$\langle(m_{12}, n_{12})\rangle$	....	$\langle(m_{1p}, n_{1p})\rangle$
P_2	$\langle(m_{21}, n_{21})\rangle$	$\langle(m_{22}, n_{22})\rangle$	....	$\langle(m_{2p}, n_{2p})\rangle$
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\ddots$	$\vdots$
P_b	$\langle(m_{s1}, n_{s1})\rangle$	$\langle(m_{s2}, n_{s2})\rangle$	....	$\langle(m_{sp}, n_{sp})\rangle$

13. Adım: Tüm paydaş bakış açılarını içeren PAM'ı elde etmek için uzmanların değerlendirmeleri denklem 7.1 kullanarak birleştirilir.

14. Adım: Dairesel sezgisel bulanık PAM elde etmek için denklem 3.28 ile "r" yarıçaplarını hesaplanır.

15. Adım: Denklem 3.29'daki puan fonksiyonunu kullanarak durulaştırma gerçekleştirilir. Bu denklemdeki λ parametresi 0.7 olarak tanımlanmıştır.

16. Adım: Denklem 3.39 kullanılarak APAM elde edilir.

17. Adım: Denklem 3.40-3.42 kullanılarak mobilizasyon katsayısı, uzlaşma ve ayrışma dereceleri hesaplanır.

18. Adım: Bir ilişki haritası oluşturulur ve paydaşlar ile faktörler arasındaki ilişkiler belirlenir.

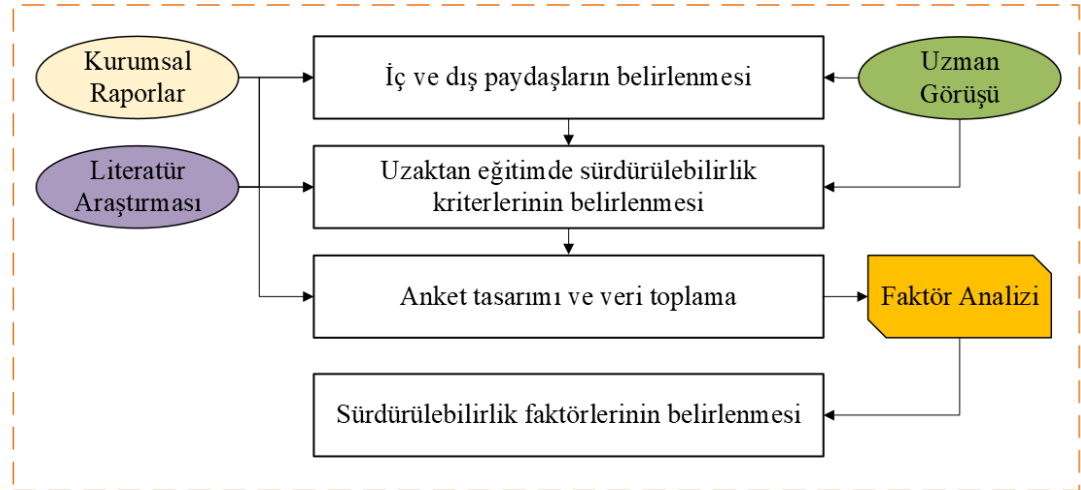
7.2 Uygulama ve Bulgular

Bu bölümde öncelikle uzaktan yükseköğretim paydaşları, sürdürülebilir uzaktan eğitim kriterleri, uygulama ortamı ve toplanan veri seti tanımlanmıştır. Ardından, önerilen DSB-MACTOR ve FA ile entegre yaklaşımın analiz sonuçları sunulmuştur. Bu sonuçlar, paydaşların rollerini belirlemekte ve sürdürülebilir uzaktan eğitim paydaşları ile faktörler arasındaki ilişkileri ortaya koymaktadır. Çalışmanın akışı ve kullanılan yöntemler üç aşamada özetlenmiş ve Şekil 7.1’de görselleştirilmiştir.

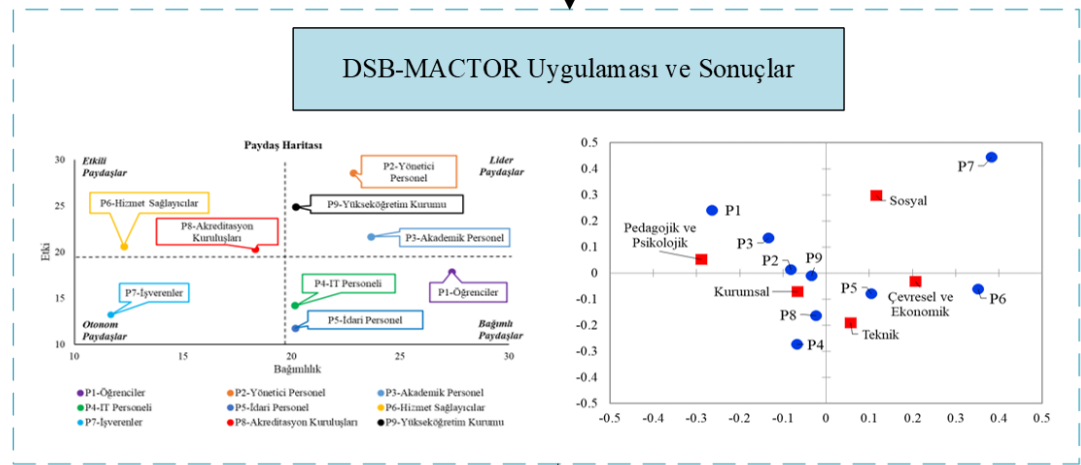
Önerilen yaklaşımın ilk aşamasında, literatür, kurumsal raporlar ve uzman görüşlerine dayanarak uzaktan eğitimin paydaşları ve sürdürülebilirlik kriterleri tanımlanır. Ardından, kriterlerden faktörler elde etmek için faktör analizi kullanılır. Faktör analizini uygulamak üzere bir anket tasarlanır ve veri toplanır. İkinci aşamada, önerilen yöntem uygulanır ve sonuçlar elde edilir. Bu sonuçlar, paydaşların etki/bağımlılık haritasını ve paydaşlar ile faktörler arasındaki ilişkiyi görselleştiren bir eşleşme haritasını içermektedir. Son aşamada ise, doğrulama yöntemleri, duyarlılık analizi ve karşılaştırmalı sonuçlar sunulur.

Bu çalışmadaki analizler için birkaç yazılım aracı kullanılmıştır. FA için IBM SPSS Statistics sürüm 22 yazılımı kullanılmıştır. MACTOR yönteminden elde edilen sonuçların hesaplanması ve görselleştirilmesi için literatürde LIPSOR (Laboratoire d’Innovation, Prospective Stratégique et ORganisation) tarafından sağlanan MACTOR yazılımı kullanılmaktadır. Ancak, bulanık MACTOR hesaplamaları LIPSOR tarafından desteklenmediğinden, bu çalışmada ilgili hesaplamalar Excel kullanarak gerçekleştirilmiştir. Ayrıca, paydaşların faktörlerle olan ilişkilerini gösteren eşleşme haritası XLSTAT yazılımı kullanılarak çizilmiştir.

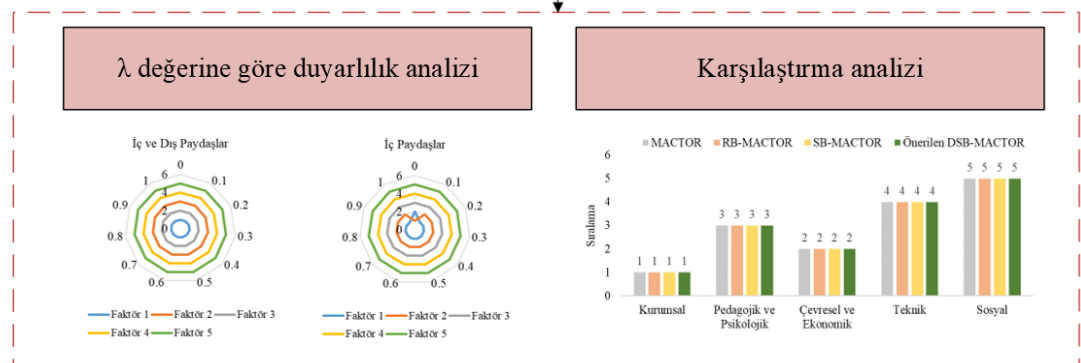
1. Aşama



2. Aşama



3. Aşama



Şekil 7.1 : Önerilen yaklaşımın adımları.

Çizelge 7.4’te uzaktan eğitimde paydaşları belirleyen bazı çalışmaları sunulmaktadır. Literatürdeki çalışmalar genelde sadece iç paydaşlara ya da dış paydaşlara odaklanmıştır.

Çizelge 7.4 : Uzaktan eğitimde paydaşlar üzerine son çalışmalar.

Referans	Paydaşlar
Yılmaz ve diğ. (2024a)	Öğrenci, akademik personel, IT personeli, idari personel
Panwar ve Garg (2022)	Öğrenciler, öğretmenler, yöneticiler
Bomström ve diğ. (2021)	Öğrenciler, öğretmenler, yöneticiler
Brunetti ve diğ. (2020)	Teknoloji şirketleri, yerel yönetimler
Bobrytska ve diğ. (2020)	Öğrenciler, öğretmenler, üniversite personeli
Adu-Gyamfi ve diğ. (2019)	Öğrenciler, destek personeli, idari personel
Ansong ve diğ. (2017)	Öğrenciler, eğitmenler, e-öğrenme yöneticileri

İç ve dış paydaşların birlikte değerlendirilmesi daha kapsamlı bir bakış açısı sağlamak için oldukça önemlidir. Bu nedenle, bu çalışma iç ve dış paydaşları birlikte ele almaktadır. Bu çalışmada aşağıda belirtilen kapsamlı bir paydaş listesi belirlenmiştir:

- P1 (Öğrenciler)
- P2 (Yönetici personel)
- P3 (Akademik personel)
- P4 (IT personeli)
- P5 (İdari personel)
- P6 (Hizmet sağlayıcıları)
- P7 (İşverenler)
- P8 (Akreditasyon kuruluşları)
- P9 (Yükseköğretim kurumu)

Paydaşların tanımlanmasının ardından, bir sonraki aşama sürdürülebilir uzaktan eğitim için kriterlerin belirlenmesidir. Sürdürülebilir uzaktan eğitimi değerlendirmek için Şekil 7.2’de gösterilen çevresel, ekonomik, sosyal, teknik, kurumsal, pedagojik ve psikolojik boyutları içeren kapsamlı bir çerçeve önerilmektedir. Bu önerilen çerçevedeki yedi boyut için toplam otuz altı kriter Çizelge 7.5’te sunulmuş ve aşağıda detaylı bir şekilde ele alınmıştır. Her boyut, sürdürülebilir performansın çok boyutlu doğasını yakalamak için çalışmada yer almaktadır.



Şekil 7.2 : Çalışma kapsamındaki uzaktan eğitimde sürdürülebilirlik boyutları.

Çevresel: Sürdürülebilir uzaktan eğitim, kağıt ve enerji gibi kaynakların tüketimini azaltarak ve fiziksel kampüslerde seyahatten kaynaklanan karbon emisyonlarını sınırlandırarak çevresel etkileri en aza indirmeyi amaçlamaktadır.

Ekonomik: Sürdürülebilir uzaktan eğitim, geniş fiziksel tesislere duyulan ihtiyacı ortadan kaldırarak ve ulaşım ile konaklama gibi giderleri azaltarak maliyet etkin çözümler sunmaktadır.

Sosyal: Sürdürülebilir uzaktan eğitim, farklı coğrafi bölgelerden ve sosyo-ekonomik düzeylerden gelen öğrencilerin işbirlikçi öğrenme deneyimlerine katılımını teşvik ederek sosyal kapsayıcılığı sağlamaya odaklanır; böylece eğitimde çeşitlilik ve eşitliğin artırılmasına katkıda bulunur.

Teknik: Sürdürülebilir uzaktan eğitim, erişilebilir ve kullanıcı dostu çevrimiçi öğrenme ortamları geliştirmek amacıyla ileri teknolojilerden faydalanarak öğrenci ve öğretmenler arasındaki etkileşimi artırır ve etkili iletişimi destekler.

Kurumsal: Sürdürülebilir uzaktan eğitim, çevrimiçi öğrenme platformlarının kalitesi, erişilebilirliği ve güvenliğini sağlamak amacıyla politika geliştirme, altyapı oluşturma ve destek sistemleri kurma gibi kurumsal taahhütler gerektirir; ayrıca, öğrenciler ve öğretmenlerin gereksinimlerini karşılamak için yeterli kaynak ve hizmetlerin sağlanması önem arz etmektedir.

Pedagojik: Sürdürülebilir uzaktan eğitim, öğrenen merkezli yaklaşımları benimseyerek aktif katılımı, eleştirel düşünmeyi ve işbirlikçi öğrenmeyi

desteklemekte ve çevrimiçi öğrenenlerin ihtiyaçlarına uygun, dinamik ve ilgi çekici bir eğitim deneyimi sunmaktadır.

Psikolojik: Sürdürülebilir uzaktan eğitim, öğrencilerin stres yönetimi, motivasyonun sürdürülmesi ve çevrimiçi öğrenme topluluğunda aidiyet duygusunun geliştirilmesine katkı sağlayacak destek mekanizmaları sunarak öğrencilerin psikolojik iyilik hallerini destekler ve olumlu zihinsel sağlık sonuçlarını teşvik eder.

Çizelge 7.5 : Çalışma kapsamındaki belirlenen kriterler.

Boyut	Kriter	Referans
Çevresel	K1-karbon emisyonları	Casado-Aranda ve diğ. (2021)
	K2-enerji tüketimi	Isaias ve Issa (2013)
	K3-basılı malzeme kullanımı	Isaias ve Issa (2013)
	K4-atık yönetimi	Casado-Aranda ve diğ. (2021)
Ekonomik	K5-öğrenme maliyetleri	Isaias ve Issa (2013)
	K6-hizmet maliyetleri	Yazdani ve diğ. (2023)
	K7-binalar ve sınıfların maliyetleri	İlhan (2008)
	K8-yeniden kullanılabilirlik	Varlamis ve Apostolakis (2006)
Sosyal	K9-eğitimde eşit fırsatlar	Yazdani ve diğ. (2023)
	K10-coğrafi sınırların kaldırılması	Yazdani ve diğ. (2023)
	K11-nitelikli mezunlar	Bornman (2004)
	K12-paydaş işbirliği	Semenets-Orlova ve diğ. (2021)
Teknik	K13-sade ve kullanıcı dostu yazılım	Fülöp ve diğ. (2023)
	K14-teknik altyapı	Caeiro-Rodríguez ve diğ. (2022)
	K15-ödev, proje, sınav vb. ders gereksinimlerini sağlayan yazılım	Yazdani ve diğ. (2023)
	K16-ağ ve sınav güvenliği	Ahmad ve diğ. (2018)
	K17-derslerin kaydedilmesi ve tekrar izlenebilmesi	Faritha Banu ve diğ. (2020)
	K18-elektrik, internet kesintisi vb. durumlarda kesintisiz eğitim devamı	Caeiro-Rodríguez ve diğ. (2022)
Kurumsal	K19-yüksek kaliteli eğitim	Fülöp ve diğ. (2023)
	K20-destek hizmetleri	Caeiro-Rodríguez ve diğ. (2022)
	K21-uzaktan eğitim programlarında “sürdürülebilirlik” temalı derslerin dahil edilmesi	Ostuzzi ve Hoveskog (2020)
	K22-bilgi güvenliği ve etik boyutu	YÖKAK (2023)
	K23-uzaktan eğitim vizyonu ve politikası	Bell ve diğ. (2017)
	K24-eşitlikçi ve işbirlikçi modeller	YÖKAK (2023)
	K25-eğitici eğitimi	Semenets-Orlova ve diğ. (2021)

Çizelge 7.5 (devamı): Çalışma kapsamındaki belirlenen kriterler.

Boyut	Kriter	Referans
Pedagojik	K26-teknoloji araçlarının kullanımında yeterlilik	Rybakova ve diğ. (2021)
	K27-uzaktan eğitim araçlarının kullanımı	Caeiro-Rodríguez ve diğ. (2022)
	K28-uygun değerlendirme sistemleri	Fülöp ve diğ. (2023)
	K29-ders içeriği tasarımı ve ders kaynaklarının çeşitliliği	Caeiro-Rodríguez ve diğ. (2022)
	K30-etkileşim ve iletişime dayalı öğrenme modelleri	Rybakova ve diğ. (2021)
Psikolojik	K31-öğrenci motivasyonu	Ahmad ve diğ. (2018)
	K32-öğretici motivasyonu	Alyoussef (2021)
	K33-öğrenci memnuniyeti	Tran (2023)
	K34-öğrencilerle etkileşim	Musa ve Othman (2012)
	K35-öğrencilerin derse katılımı	Wang ve diğ. (2018)
	K36- öğrencilerin birbirleriyle iletişimi	Wang ve diğ. (2018)

Kapsamlı bir literatür taraması ve uzman görüşleri doğrultusunda kriterler belirlendikten sonra, faktörlerin tespit edilmesi aşamasına geçilmiştir. Bu amaçla, beş uzmanla gerçekleştirilen yarı yapılandırılmış görüşmeler sonrasında bir anket geliştirilmiştir. Bu görüşmeler doğrultusunda, anket soruları gözden geçirilmiş ve geliştirme sürecinde gerekli düzenlemeler yapılmıştır. Son aşamada, anketin nihai halini değerlendirmek amacıyla 24 katılımcıyla bir pilot çalışma gerçekleştirilmiş ve ankete son hali verilmiştir (Şekil A1). Çevrimiçi anketin ilk bölümünde katılımcıların demografik bilgileri toplanmıştır. İkinci bölümde ise sürdürülebilir uzaktan öğrenme ile ilgili otuz altı kriter, 5 dereceli Likert ölçeği kullanılarak yanıtlanmıştır. Üçüncü bölümde açık uçlu bir soru sorulmuştur. Ayrıca, çevrimiçi anketin uygulanması için etik kurul onayı alınmış olup, bu çalışmaya katılan tüm katılımcılardan çevrimiçi bilgilendirilmiş onam sağlanmıştır.

Farklı kamu ve özel üniversitelerden 554 katılımcının verileri analiz edilmiştir. Katılımcıların demografik bilgileri Tablo B1’de verilmiştir. Veri setine ilişkin KMO testi sonucu 0.960 olarak hesaplanmış olup, bu değer daha önceki bir çalışmada kullanılan 0.6’lık eşik değeri karşılamaktadır (Ikuabe ve diğ., 2023). Bartlett testi sonucu ise anlamlılık düzeyi olarak 0.000’dır. Bu sonuçlar, veri setinin FA için uygun olduğunu göstermektedir. KMO testi ile örneklemen, güvenilir korelasyon sonuçları sağlayacak yeterli büyüklükte olduğu saptanmıştır.

Faktör analizi için faktör sayısını belirlemede özdeğer istatistikleri kullanılmıştır; özdeğeri 1’den büyük olan faktörler anlamlı olarak değerlendirilmiştir, özdeğeri 1’den küçük olan faktörler ise dikkate alınmamıştır. Çizelge 7.6, Temel Bileşenler Analizi (TBA) sonuçlarını sunmaktadır. 1’den büyük başlangıç özdeğerine sahip beş bileşen incelendiğinde ilk bileşenin başlangıç özdeğeri 16.856 olup, bu bileşen toplam varyansın %47’sini açıklamaktadır; rotasyon sonrasında bu oran %17’ye düşmüştür. Rotasyon işlemi, toplam açıklanan varyansı değiştirmemekte, yalnızca daha anlamlı ve yorumlanabilir faktörler elde etmeye yardımcı olmaktadır. İkinci faktörün başlangıç özdeğeri 3.097’dir ve toplam varyansın %16.584’ünü açıklamaktadır. Üçüncü faktör, başlangıç özdeğeri 1.912 olup, varyansın %14.035’ini açıklamaktadır. Dördüncü ve beşinci faktörler sırasıyla 1.585 ve 1.161 başlangıç özdeğerlerine sahiptir ve varyansın %12.179 ve %8.644’ünü açıklamaktadır. Ayrıca, kare yüklemelerin dönme toplamında elde edilen kümülatif varyans yüzdesi %68.364 olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 7.6 : Açıklanan toplam varyans.

Kriter	Başlangıç Özdeğerleri			Kare Yüklemelerin Dönme Topamları		
	Toplam	Varyans %	Kümülatif %	Toplam	Varyans %	Kümülatif %
K1	16.856	46.822	46.822	6.092	16.921	16.921
K2	3.097	8.603	55.424	5.970	16.584	33.505
K3	1.912	5.312	60.736	5.053	14.035	47.540
K4	1.585	4.404	65.140	4.385	12.179	59.720
K5	1.161	3.225	68.364	3.112	8.644	68.364
K6	0.883	2.454	70.818			
K7	0.812	2.255	73.073			
K8	0.749	2.080	75.153			
K9	0.676	1.879	77.032			
K10	0.618	1.717	78.749			
...	...	...	...			
K34	0.136	0.378	99.324			
K35	0.128	0.355	99.679			
K36	0.116	0.321	100.000			

Yöntem: Temel Bileşenler Analizi

Faktör rotasyon yöntemleri, faktörlerin FA’da elde edilecek bağımsızlık ve kavramsal anlam koşullarını sağlamak için kullanılmaktadır. Çizelge 7.7, varimax çıkarım yöntemi kullanılarak elde edilen beş faktöre yüklenen otuz altı kriteri göstermektedir. Elde edilen toplu değerlerdeki değerlerle birlikte bu sonuç, tanımlanan tüm faktörlerin bir bileşende iyi bir ilişki sergilediğini göstermektedir. İlk bileşen, 0.581 ile 0.725 arasında değişen faktör yüklemeleri içermekte olup, “kurumsal” olarak

adlandırılmaktadır; ikinci bileşen ise 0.536 ile 0.822 arasında değişen faktör yüklemeleri ile “pedagojik ve psikolojik” olarak adlandırılmaktadır. Üçüncü bileşen, 0.511 ile 0.832 arasında değişen faktör yüklemeleri ile “çevresel ve ekonomik” olarak isimlendirilmektedir. Dördüncü bileşen, 0.574 ile 0.727 arasında değişen faktör yüklemeleri ile “teknik” olarak adlandırılmakta, ve son olarak beşinci bileşen ise 0.596 ile 0.801 arasında değişen faktör yüklemeleri ile “sosyal” olarak belirlenmiştir. Faktör gruplandırmalarının isimlendirilmesi, her yapıyı veya bileşeni oluşturan bireysel değişkenlerin ve içsel nitelikleri tarafından belirlenmiştir. FA sonuçlarına göre, sürdürülebilir uzaktan eğitim ölçeği beş faktör ve otuz altı kriterden oluşmaktadır. Ölçeğin iç tutarlılığı (Cronbach alpha) 0.962’dir. Sonuç olarak, analizler geliştirilen ölçeğin geçerli ve güvenilir bir ölçüm aracı olduğunu göstermektedir.

Çizelge 7.7 : Döndürülmüş bileşen matrisi.

Faktör 1	Faktör 2	Faktör 3	Faktör 4	Faktör 5
0.581 (K19)	0.536 (K28)	0.653 (K1)	0.633 (K13)	0.703 (K9)
0.657 (K20)	0.546 (K29)	0.658 (K2)	0.717 (K14)	0.801 (K11)
0.676 (K21)	0.702 (K30)	0.635 (K3)	0.727 (K15)	0.596 (K12)
0.681 (K22)	0.764 (K31)	0.658 (K4)	0.673 (K16)	
0.724 (K23)	0.706 (K32)	0.675 (K5)	0.574 (K17)	
0.725 (K24)	0.737 (K33)	0.832 (K6)	0.624 (K18)	
0.712 (K25)	0.722 (K34)	0.799 (K7)		
0.668 (K26)	0.820 (K35)	0.552 (K8)		
0.679 (K27)	0.822 (K36)	0.511 (K10)		

Yöntem: Temel Bileşenl Analizi; **Rotasyon Yöntemi:** Varimax ile Kaiser Normalizasyonu

Önerilen yöntemin ilk aşaması tamamlandıktan sonra, ikinci aşaması önerilen yöntemin adımlarının uygulanması ve sonuçların elde edilmesidir. DSB-MACTOR yönteminde, paydaş-paydaş ve paydaş-faktör matris değerlendirmeleri, bir öğrenci, bir idari personel, bir akademik personel, bir IT personeli ve bir akreditasyon kuruluşundan bir denetçi olmak üzere 5 karar verici tarafından gerçekleştirilmiştir. Öğrenci lisansüstü eğitimine devam etmekte, akademik personel ise 10 yılı aşkın bir deneyimi bulunmaktadır. İdari personelin 18, IT personelinin 8 ve akreditasyon kuruluşu denetçisinin ise 16 yıllık deneyimi mevcuttur. Her bir karar verici, Çizelge 7.1’deki dilsel terimleri kullanarak değerlendirme yapmıştır. Karar vericilerin görüşlerini birleştirmek amacıyla denklem 7.1 kullanılmıştır. Ardından, uzmanların birleştirilmiş değerlendirmeleri kullanılarak denklem 3.28 ile yarıçaplar hesaplanmıştır. Birleştirilmiş DSB PPM, Çizelge 7.8’de sunulmuştur.

Çizelge 7.8 : Paydaşlar arası ilişki değerlendirmeleri için birleştirilmiş paydaş paydaş matrisi.

	P1	P2	P3	P4	P5
P1	-	$\langle(0.65,0.25);0.50\rangle$	$\langle(0.59,0.31);0.50\rangle$	$\langle(0.18,0.72);0.22\rangle$	$\langle(0.23,0.66);0.22\rangle$
P2	$\langle(0.65,0.25);0.10\rangle$	-	$\langle(0.65,0.25);0.10\rangle$	$\langle(0.83,0.07);0.37\rangle$	$\langle(0.71,0.19);0.23\rangle$
P3	$\langle(0.85,0.05);0.62\rangle$	$\langle(0.71,0.19);0.48\rangle$	-	$\langle(0.26,0.63);0.38\rangle$	$\langle(0.21,0.68);0.38\rangle$
P4	$\langle(0.59,0.31);0.60\rangle$	$\langle(0.15,0.75);0.13\rangle$	$\langle(0.36,0.53);0.46\rangle$	-	$\langle(0.05,0.85);0.26\rangle$
P5	$\langle(0.29,0.60);0.40\rangle$	$\langle(0.15,0.75);0.08\rangle$	$\langle(0.17,0.73);0.13\rangle$	$\langle(0.25,0.64);0.26\rangle$	-
P6	$\langle(0.45,0.45);0.31\rangle$	$\langle(0.27,0.62);0.27\rangle$	$\langle(0.31,0.59);0.14\rangle$	$\langle(0.31,0.58);0.27\rangle$	$\langle(0.17,0.73);0.27\rangle$
P7	$\langle(0.65,0.25);0.63\rangle$	$\langle(0.20,0.70);0.22\rangle$	$\langle(0.08,0.82);0.23\rangle$	$\langle(0.05,0.85);0.23\rangle$	$\langle(0.05,0.85);0.23\rangle$
P8	$\langle(0.66,0.24);0.55\rangle$	$\langle(0.75,0.15);0.55\rangle$	$\langle(0.61,0.29);0.41\rangle$	$\langle(0.15,0.75);0.31\rangle$	$\langle(0.20,0.70);0.31\rangle$
P9	$\langle(0.75,0.15);0.38\rangle$	$\langle(0.65,0.25);0.24\rangle$	$\langle(0.69,0.21);0.38\rangle$	$\langle(0.66,0.24);0.38\rangle$	$\langle(0.22,0.67);0.48\rangle$
	P6	P7	P8	P9	
P1	$\langle(0.05,0.85);0.36\rangle$	$\langle(0.00,0.78);0.60\rangle$	$\langle(0.15,0.75);0.22\rangle$	$\langle(0.32,0.58);0.23\rangle$	
P2	$\langle(0.45,0.45);0.22\rangle$	$\langle(0.45,0.45);0.22\rangle$	$\langle(0.51,0.39);0.22\rangle$	$\langle(0.67,0.22);0.37\rangle$	
P3	$\langle(0.15,0.75);0.38\rangle$	$\langle(0.05,0.85);0.52\rangle$	$\langle(0.39,0.51);0.11\rangle$	$\langle(0.65,0.25);0.48\rangle$	
P4	$\langle(0.15,0.75);0.13\rangle$	$\langle(0.05,0.85);0.26\rangle$	$\langle(0.10,0.80);0.26\rangle$	$\langle(0.15,0.75);0.13\rangle$	
P5	$\langle(0.05,0.85);0.18\rangle$	$\langle(0.05,0.85);0.18\rangle$	$\langle(0.05,0.85);0.18\rangle$	$\langle(0.06,0.83);0.18\rangle$	
P6	-	$\langle(0.35,0.55);0.07\rangle$	$\langle(0.22,0.67);0.27\rangle$	$\langle(0.50,0.39);0.45\rangle$	
P7	$\langle(0.07,0.82);0.23\rangle$	-	$\langle(0.15,0.75);0.11\rangle$	$\langle(0.15,0.75);0.11\rangle$	
P8	$\langle(0.10,0.80);0.45\rangle$	$\langle(0.06,0.83);0.45\rangle$	-	$\langle(0.28,0.62);0.31\rangle$	
P9	$\langle(0.15,0.75);0.48\rangle$	$\langle(0.15,0.75);0.48\rangle$	$\langle(0.65,0.25);0.38\rangle$	-	

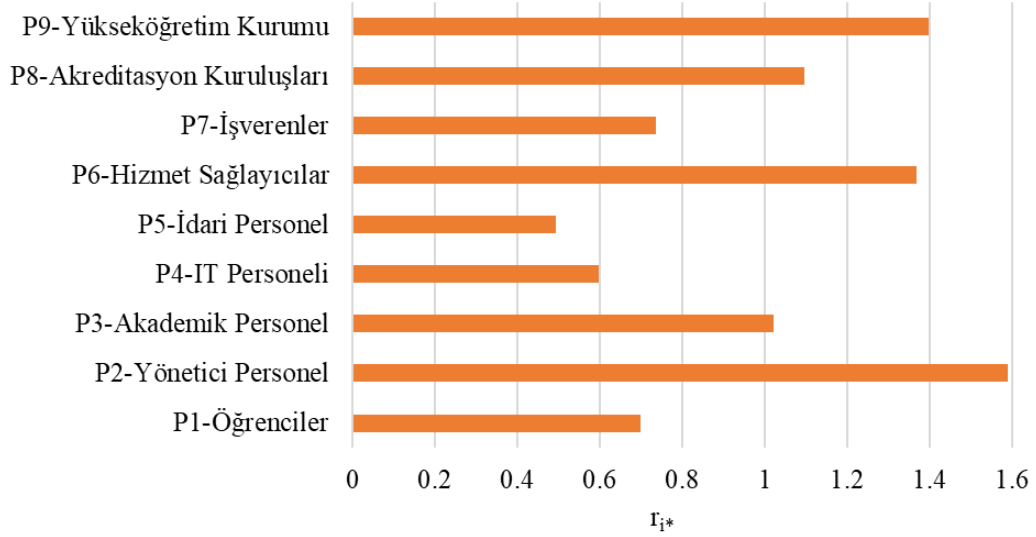
Bir sonraki adımda, 3.29'daki skor fonksiyonu kullanılarak durulaştırma işlemi gerçekleştirilmiştir. Sonrasında, Denklem 3.34 kullanılarak DDEM oluşturulmuştur. Ardından, paydaşların etki ve bağımlılık dereceleri hesaplanmış ve sonrasında r_i ve r_i^* değerleri elde edilmiştir. Çizelge 7.9, paydaşların etki ve bağımlılık düzeyleri ile güç dengesi ve güç dengesi katsayısını göstermektedir.

Çizelge 7.9 : Güç dengesi ve güç dengesi katsayıları.

Paydaş	D_i	I_i	r_i	r_i^*	Sıra
P1-Öğrenciler	27.354	17.879	0.036	0.699	7
P2-Yönetici Personel	22.837	28.549	0.082	1.589	1
P3-Akademik Personel	23.652	21.680	0.053	1.021	5
P4-IT Personeli	20.150	14.220	0.031	0.599	8
P5-İdari Personel	16.759	11.785	0.025	0.495	9
P6-Hizmet Sağlayıcılar	12.271	20.624	0.070	1.368	3
P7-İşverenler	11.661	13.226	0.038	0.735	6
P8-Akreditasyon Kuruluşları	18.323	20.346	0.056	1.095	4
P9-Yükseköğretim Kurumu	20.187	24.884	0.072	1.398	2

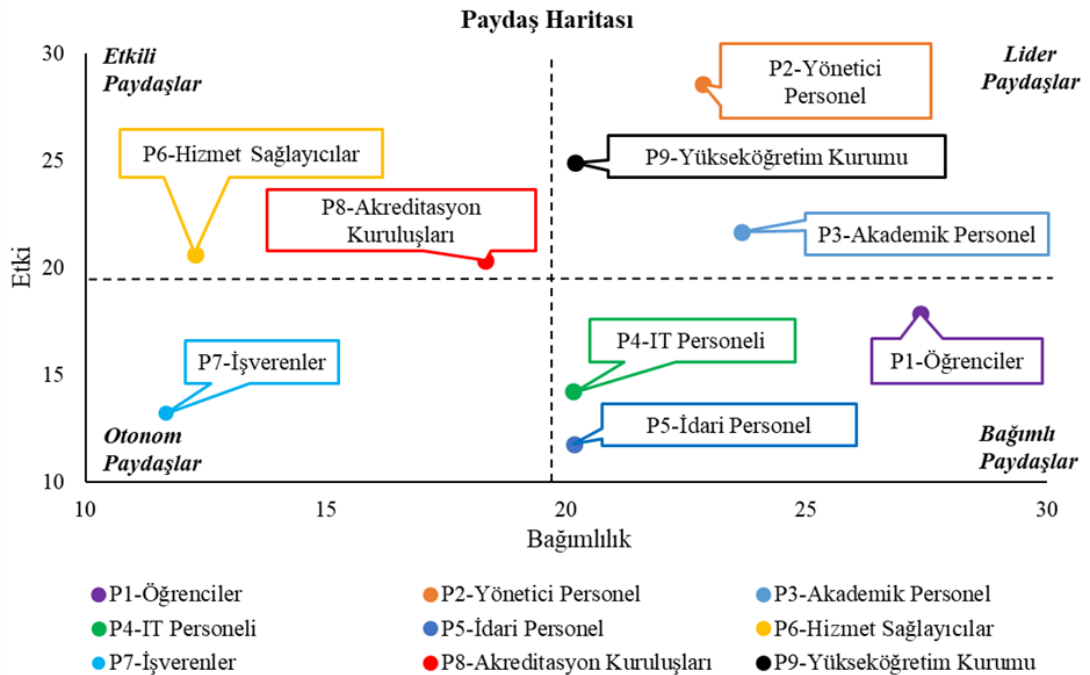
Çizelge 7.9'da sunulan güç dengesi katsayıları, paydaşlar arasındaki rekabet durumunu anlamamıza olanak tanımaktadır. Bu rekabet, bir paydaşın diğer bir paydaş

üzerinde doğrudan veya dolaylı olarak uyguladığı maksimum etki düzeyini ifade etmektedir. Bu bağlamda, Şekil 7.3'e göre "yönetici personel" en güçlü etkiye sahip paydaş olarak ilk sırada yer almakta olup, onu "yükseköğretim kurumu" takip etmektedir.



Şekil 7.3 : Paydaşların güç dengesi katsayılarının histogramı.

Paydaşların etki ve bağımlılıklarına göre çizilen harita Şekil 7.4'te gösterilmiştir. Bu harita, etkili, lider, bağımlı ve otonom paydaşlar olmak üzere farklı paydaş türlerini temsil eden dört ana bölgeye ayrılmıştır.



Şekil 7.4 : Paydaş etki ve bağımlılık haritası.

Şekil 7.4'teki haritaya göre, akreditasyon kuruluşları ve hizmet sağlayıcılar etkili paydaşlardır. Bu paydaşlar sisteme yüksek düzeyde etki ederken, kendileri fazla etkilenmemektedir. Yükseköğretim kurumu, yönetici personeli ve akademik personel diğer paydaşları yönlendiren lider paydaşlar olarak tanımlanmıştır. Hem etki sahibidirler hem de diğer paydaşlardan etkilenirler. IT personeli, idari personel ve öğrenciler bağımlı paydaşlar olup, işverenler özerk paydaşlar olarak bulunmuştur. İşverenlerin sistemdeki etkili ve yönlendirici paydaşlar üzerinde fazla etkisi olmamakla birlikte, kendileri de daha az etkilenen paydaşlardır.

Paydaş-paydaş haritası çizildikten sonra, paydaşlar ve faktörler arasındaki ilişkiler analiz edilmiştir. Çizelge 7.1'de sunulan dilsel ifadeler kullanılarak karar vericiler tarafından paydaşlar ve faktörler arasındaki ilişkiler değerlendirilmiştir. Karar vericilerin görüşlerini birleştirmek amacıyla denklem 7.1 kullanılmıştır. Ardından, uzmanların birleştirilmiş değerlendirmeleri kullanılarak denklem 3.28 ile yarıçaplar hesaplanmıştır. Birleştirilmiş DSB PAM, Çizelge 7.10'da sunulmuştur.

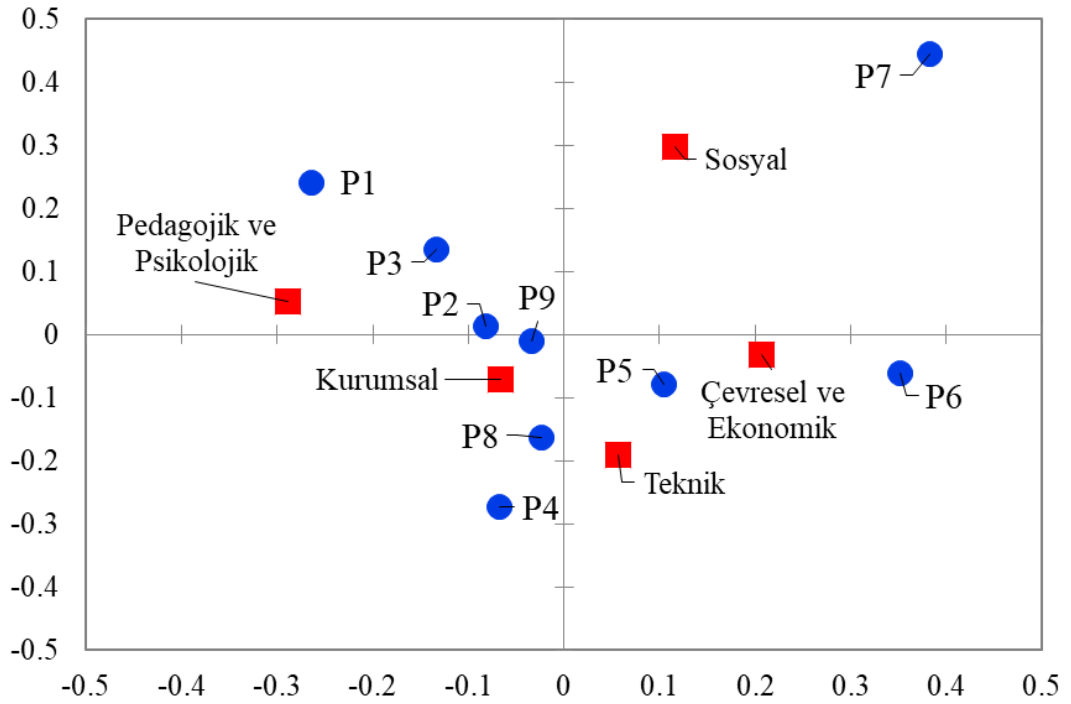
Çizelge 7.10 : Paydaş-faktör değerlendirmeleri için birleştirilmiş paydaş amaç matrisi.

	F1	F2	F3	F4	F5
P1	$\langle(0.47,0.42);0.31\rangle$	$\langle(0.65,0.25);0.31\rangle$	$\langle(0.17,0.73);0.40\rangle$	$\langle(0.32,0.58);0.26\rangle$	$\langle(0.56,0.34);0.45\rangle$
P2	$\langle(0.85,0.05);0.20\rangle$	$\langle(0.83,0.07);0.20\rangle$	$\langle(0.65,0.25);0.09\rangle$	$\langle(0.63,0.27);0.23\rangle$	$\langle(0.60,0.30);0.37\rangle$
P3	$\langle(0.67,0.23);0.21\rangle$	$\langle(0.85,0.05);0.35\rangle$	$\langle(0.53,0.37);0.21\rangle$	$\langle(0.42,0.48);0.35\rangle$	$\langle(0.53,0.37);0.21\rangle$
P4	$\langle(0.65,0.25);0.24\rangle$	$\langle(0.45,0.45);0.04\rangle$	$\langle(0.45,0.45);0.04\rangle$	$\langle(0.69,0.21);0.38\rangle$	$\langle(0.17,0.73);0.47\rangle$
P5	$\langle(0.55,0.35);0.38\rangle$	$\langle(0.17,0.73);0.19\rangle$	$\langle(0.41,0.49);0.23\rangle$	$\langle(0.15,0.75);0.19\rangle$	$\langle(0.15,0.75);0.19\rangle$
P6	$\langle(0.43,0.47);0.17\rangle$	$\langle(0.15,0.75);0.45\rangle$	$\langle(0.65,0.25);0.26\rangle$	$\langle(0.70,0.20);0.54\rangle$	$\langle(0.41,0.49);0.17\rangle$
P7	$\langle(0.15,0.75);0.21\rangle$	$\langle(0.15,0.75);0.21\rangle$	$\langle(0.59,0.31);0.50\rangle$	$\langle(0.09,0.80);0.35\rangle$	$\langle(0.50,0.40);0.36\rangle$
P8	$\langle(0.71,0.19);0.12\rangle$	$\langle(0.75,0.15);0.26\rangle$	$\langle(0.75,0.15);0.12\rangle$	$\langle(0.71,0.19);0.12\rangle$	$\langle(0.41,0.48);0.59\rangle$
P9	$\langle(0.79,0.11);0.21\rangle$	$\langle(0.79,0.11);0.21\rangle$	$\langle(0.71,0.19);0.07\rangle$	$\langle(0.64,0.26);0.21\rangle$	$\langle(0.56,0.33);0.35\rangle$

Denklem 3.29'da verilen skor fonksiyonu kullanılarak durulaştırma işlemi uygulanmıştır. Bunu takiben, ağırlıklı matris ve mobilizasyon katsayısı sırasıyla hesaplanmıştır. MACTOR yönteminde, paydaşlar ile faktörler arasındaki ilişki, mobilizasyon katsayısı ile ifade edilmektedir. Yüksek bir mobilizasyon katsayısı, paydaşların ilgili hedeflere olan güçlü ilgisi nedeniyle bu hedeflerin paydaşları harekete geçirebileceğini gösterir. Mobilizasyon katsayılarına göre faktör sıralamaları şu şekilde belirlenmiştir: kurumsal (0.226), çevresel ve ekonomik (0.219), pedagojik ve psikolojik (0.207), teknik (0.188) ve sosyal (0.161). Bu bulgular, sürdürülebilir uzaktan eğitimin başarısında kurumsal faktörlerin kritik bir öneme sahip olduğunu

göstermektedir. İkinci sıradaki çevresel ve ekonomik faktörler, eğitimde sürdürülebilirlik açısından kaynakların etkin kullanımının önemine işaret etmektedir. Ardından gelen pedagojik ve psikolojik faktörler ise öğrenci merkezli yaklaşımların vurgulanmasının gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Şekil 7.5'teki yazışma haritası, her bir paydaş ile faktör arasındaki ilişkiyi görselleştirmek amacıyla hazırlanmıştır. Bu harita, hangi paydaşların hangi faktörlere odaklandığını ve paydaşların bu faktörlere yönelik hedeflere ulaşmak için güçlerini hangi yönde kullanma motivasyonuna sahip olduğunu açıkça göstermesi bakımından önemli bilgiler sunmaktadır.



Şekil 7.5 : Paydaşların faktörlerle ilişkisinin yazışma haritası.

Şekil 7.5'e göre, P2 (yöneticiler), P9 (yükseköğretim kurumları) ve P8 (akreditasyon kuruluşları) "kurumsal" faktöre en yakın paydaşlar olarak konumlandırılmıştır; bu paydaşlar, kurumsal dinamiklerle sıkı bir bağa sahip olup, karar alma ve politika geliştirme süreçlerinde önemli bir etki taşımaktadır. "Pedagojik ve psikolojik" faktörler bağlamında ise, P1 (öğrenciler) ve P3 (akademik personel) merkezi paydaşlar olarak öne çıkarak kritik roller üstlenmektedir. Etkileşimli bir öğrenme ortamı oluşturmak adına bu iki paydaş arasındaki dinamiklerin anlaşılması büyük önem arz etmektedir. Ayrıca, P5 (idari personel) ve P6 (hizmet sağlayıcılar) "çevresel ve ekonomik" faktörlere yakın bir konumda bulunmakta ve operasyonel verimlilik ile

sürdürülebilirliğin sağlanmasında hayati rol oynamaktadır. “Teknik” alanda ise, akreditasyon kuruluşları, P4 (IT personeli) ve P5 (idari personel), kurumun teknolojik altyapısının ve destek sistemlerinin yönetiminde kritik görevler üstlenmektedir.

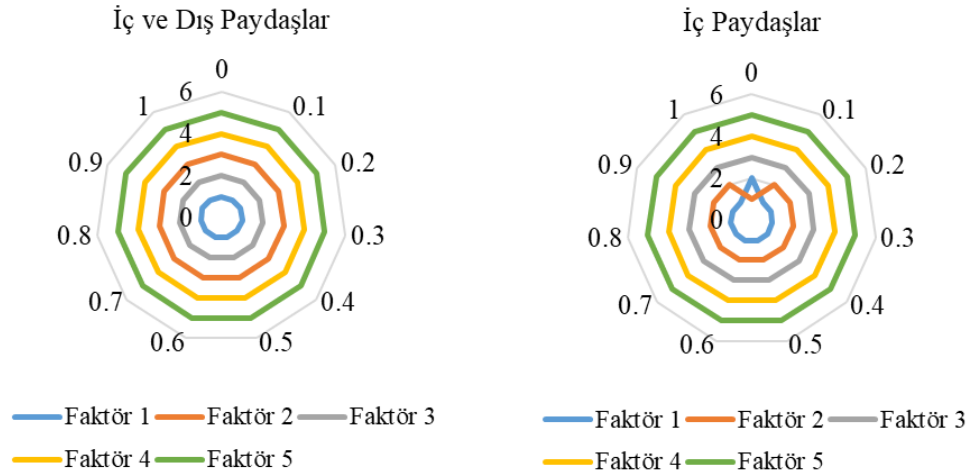
Önerilen yaklaşımın üçüncü aşamasında ise, karşılaştırma ve duyarlılık analizleri gerçekleştirilmiştir. FA analizinde yalnızca iç paydaşlar, yani öğrenciler, yönetici personel, akademik personel ve idari personel dikkate alınmıştır. Bu nedenle, yalnızca iç paydaşlar için DSB-MACTOR yöntemini yeniden uygulanmıştır. FA ve DSB-MACTOR yöntemleri ile elde edilen faktör sıralamaları Çizelge 7.11’de sunulmuştur.

Çizelge 7.11 : Mobilizasyon katsayıları ve faktörlerin sıralamaları.

#	Faktör	Açıklanan Varyans Oranı	DSB MACTOR Mobilizasyon katsayısı	
			İç Paydaşlar	İç ve Dış Paydaşlar
1	Kurumsal	0.248	0.243	0.226
2	Pedagojik ve Psikolojik	0.243	0.239	0.207
3	Çevresel ve Ekonomik	0.205	0.187	0.219
4	Teknik	0.178	0.171	0.188
5	Sosyal	0.126	0.160	0.161
Sıralama		1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-3-2-4-5

FA sonucunda, toplam varyansı en fazla açıklayan faktör "kurumsal" faktördür. MACTOR analizindeki paydaş değerlendirmesine göre de, "kurumsal" faktör benzer şekilde en yüksek öneme sahip olarak belirlenmiştir. Hem MACTOR hem de FA analizlerinde son iki sıradaki faktörler ortak olup, "sosyal" faktör her iki analizde de son sırada yer almaktadır. İç paydaşlar açısından karşılaştırıldığında, DSB-MACTOR ve FA sonuçları tüm faktörler için aynı sıralamayı sunmaktadır. Ancak iç ve dış paydaşlar için DSB-MACTOR ile elde edilen sonuçlarda, 2. ve 3. sıradaki faktörlerin yer değiştirdiği görülmektedir. Akreditasyon kuruluşları ve teknoloji şirketleri gibi etkili paydaşların eklenmesi, bu faktörlerin sıralamasında değişikliğe yol açmıştır. Bu durum, paydaşların belirli bir konudaki önceliklerinin değişmiş olabileceğini veya farklı bakış açıları ile etkilendiklerini göstermektedir. Özellikle, uzaktan eğitimin sürdürülebilirliğini sağlamak için çevresel ve ekonomik faktörlerde dış paydaşlarla iş birliği yapma gerekliliğine dikkat çekilmektedir. Sonuç olarak, DSB-MACTOR analizinden elde edilen sıralamalar, FA sonuçlarıyla paralellik göstermekte ve bu sonuçlarla desteklenmektedir.

Sonuçların λ değerine bağlı olarak nasıl değiştiğini anlamak amacıyla farklı λ değerleri ile duyarlılık analizi yapılmıştır. Modeldeki λ parametresi, karar vericinin bakış açısını temsil etmektedir. λ değeri, sıfır olduğunda tamamen kötümser bir bakış açısını, bir olduğunda ise tamamen iyimser bir bakış açısını ifade etmektedir. Kötümser bir perspektife sahip bir uzman, genellikle en kötü durum senaryolarına karşı önlem almayı veya riskleri en aza indirmeyi hedefler. Buna karşın, iyimser bir perspektife sahip bir uzman, yeni fırsatlar arayabilir ya da potansiyel kazançları en üst düzeye çıkarmaya çalışabilir. λ değerinin 0.5 olması, karar vericinin kayıtsız bir tutum sergilediğini gösterir; bu durumda uzmanlar ne kötümser ne de iyimserdir ve karar verme sürecinde olumlu ya da olumsuz olma olasılıkları eşittir. Şekil 7.6, sıfır ile bir arasında değişen farklı λ değerleri için faktör sıralamalarındaki değişimi göstermektedir.

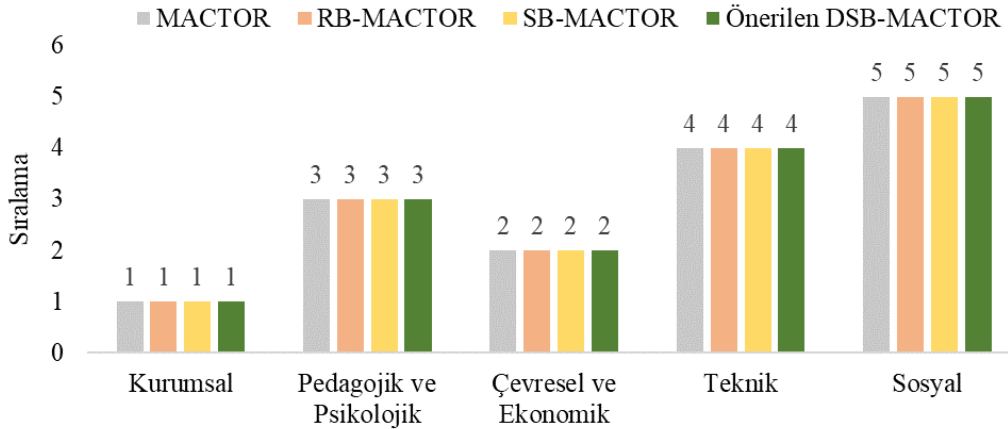


Şekil 7.6 : λ 'ye göre duyarlılık analizi.

λ değeri sıfır olduğunda, tüm paydaşlar için en kötü durum senaryosunda faktör sıralaması $F1 > F3 > F2 > F4 > F5$ şeklindedir. Kötümserden iyimser değerlere kadar farklı λ değerleriyle yapılan analizlerde ise faktör sıralaması sabit kalmaktadır. İç paydaşlar dikkate alındığında ve λ sıfır olduğunda en kötü durum senaryosunda sıralama $F2 > F1 > F3 > F4 > F5$ şeklinde gerçekleşmektedir. Diğer tüm λ değerlerinde ise iç paydaşlar için sıralama $F1 > F2 > F3 > F4 > F5$ olarak belirlenmiştir. Bu durum, uzman tarafından verilen λ değerinin sıralamayı yalnızca hafif bir şekilde etkilediğini göstermektedir.

Önerilen DSB-MACTOR yaklaşımının sonuçlarını karşılaştırmak ve doğrulamak, ayrıca güvenilirliğini göstermek amacıyla, klasik MACTOR ile birlikte resim bulanık

ve sezgisel bulanık kümelerle entegre edilen MACTOR yöntemleri uygulanmıştır. Karşılaştırmalı analizdeki sıralama sonuçları Şekil 7.7’de gösterilmektedir. Sonuçlara göre, diğer yöntemlerle elde edilen faktör sıralamaları önerilen yaklaşımla aynıdır. Sıralama aynı olmakla birlikte, faktörlerin mobilizasyon katsayılarında küçük farklılıklar olduğu gözlemlenmiştir. Klasik MACTOR için mobilizasyon katsayılarına göre faktör sıralamaları; kurumsal (0.222), çevresel ve ekonomik (0.208), pedagojik ve psikolojik (0.207), teknik (0.195) ve sosyal (0.168) olarak belirlenmiştir. DSB-MACTOR’a göre ise sıralamalar; kurumsal (0.226), çevresel ve ekonomik (0.219), pedagojik ve psikolojik (0.207), teknik (0.188) ve sosyal (0.161) şeklindedir. Bu sonuçlar, faktörlerin mobilizasyon katsayılarının tutarlı olduğunu ancak hafif farklılıklar bulunduğunu göstermektedir. MACTOR yöntemine göre, ikinci ve üçüncü faktörler neredeyse aynı değere sahipken, bu fark DSB-MACTOR yönteminde daha belirgin hale gelmiştir. Ayrıca, klasik yöntem son sıradaki faktörlere daha fazla ağırlık vererek tüm faktörlerin bağıllık derecesine daha yakın olmasını sağlamıştır. Bu karşılaştırma sonuçlarına göre, değerlendirme bulanık olduğunda, karar vericiler arasındaki uzlaşma derecesi daha belirgin hale geldiği ve faktörler arasında daha net bir ayrım yapıldığı ifade edilebilir. Bu durum, belirsiz ve yetersiz bilgilerin süreçte ele alınarak daha güvenilir ve etkili kararların alınmasına olanak tanıyabilir.



Şekil 7.7 : Farklı MACTOR yöntemlerinin sıralama sonuçları.

7.3 Sonuç ve Öneriler

Bu çalışma, sürdürülebilir uzaktan eğitimde paydaş rollerini tanımlayarak ve sürdürülebilirlik faktörlerini çok boyutlu bir çerçevede ele alarak literatüre önemli katkılarda bulunmayı hedeflemektedir. Bu doğrultuda, farklı iç ve dış paydaşların

rollerini tanımlayarak bu paydaşların perspektiflerini detaylı bir şekilde sentezler ve uygulanabilir öneriler sunar. Bu bağlamda, DSB-MACTOR'u FA ile entegre eden yenilikçi bir yaklaşım sunularak, sürdürülebilirlik için paydaş perspektiflerinin daha etkin bir şekilde değerlendirilmesine katkıda bulunmaktadır. Bu entegre yaklaşım, sürdürülebilirliğin belirsizlik altındaki çok paydaşlı perspektiflerle kapsamlı çevresel, ekonomik, sosyal, teknik, kurumsal, pedagojik ve psikolojik açılardan değerlendirilmesine olanak tanır. Özellikle yükseköğretim kurumları için pratik bir uygulama olarak, temel konulara ve paydaşlara stratejik bir odaklanma fırsatı sağlar.

Türkiye'deki 92 üniversiteden farklı paydaşların perspektiflerini kapsayan bu çalışma, yükseköğretim kurumlarını etkileyen sürdürülebilirlik faktörlerinin kapsamlı bir incelemesini sunmaktadır. Sonuçlar, "kurumsal" faktörün önemini vurgulamış ve bu faktörün sonuçlar üzerindeki kritik rolünü göstermiştir. Yönetici personel, yükseköğretim kurumları ve akreditasyon kuruluşları, "kurumsal" faktöre en yakın paydaşlar olarak belirlenmiştir. Bu paydaşlar, karar alma ve politika geliştirme süreçleri üzerinde önemli bir etkiye sahiptirler ve kurumsal yapının sürdürülebilirlik odaklı dönüşümünde merkezi roller üstlenmektedir. "Pedagojik ve psikolojik" faktör bağlamında ise, öğrenciler ve akademik personel öne çıkmakta ve önemli roller üstlenmektedir. Etkileşimli bir öğrenme ortamı yaratmak için, öğrenciler ve akademik personel arasındaki dinamikleri anlamak önemlidir. Bu etkileşimlerin güçlendirilmesi, eğitimde sürdürülebilirliğe katkı sağlayabilir. Ayrıca, idari personel ve hizmet sağlayıcılar "çevresel ve ekonomik" faktörlerle daha yakından ilgilidir. "Teknik" alanda ise, akreditasyon kuruluşları, IT personeli ve idari personel, kurumun teknolojik altyapısı ve destek sistemlerinde kritik roller üstlenmektedir. Bu çok yönlü yapı, paydaşların her birinin özgül rollerine ve kurum içerisindeki etkileşimlerine dikkat çekmektedir.

Dış paydaşların da sürece dâhil olmasıyla birlikte, "Çevresel ve Ekonomik" faktörlerin önemi artmakta ve "Pedagojik ve Psikolojik" faktörlerin önüne geçmektedir. Bu durum, sürdürülebilirlik göz önüne alındığında, faktörlerin önceliklendirilmesinde daha geniş bir bağlam değişikliğini ortaya koymaktadır. Yükseköğretimde liderlik, özellikle yöneticiler ve akademik personel üzerinde belirgin bir etkiye sahip olup diğer paydaşlar üzerinde doğrudan etkiler oluşturabilmektedir. Akreditasyon kuruluşları ve hizmet sağlayıcılar da diğer paydaşları önemli ölçüde etkilemekte olup yükseköğretim ortamında karmaşık bir aktörler etkileşimini ortaya koymaktadır. IT personeli, idari

personel ve öğrenciler bağımlı paydaşlardır. Bu bağlamda, çalışmanın bulguları, yükseköğretim yönetimi ve idaresinde politika yapıcılar ve yöneticiler için değerli bilgiler sağlamaktadır. Önerilen yaklaşımın, YÖK ve diğer paydaşların sürdürülebilir politika ve uygulamalara geçiş sürecini destekleyeceği öngörülmektedir.

Bu bulgular ışığında, sürdürülebilir uzaktan eğitim alanında yapılacak politika ve uygulamalara yönelik belirli öneriler sunulmuştur. Önerilen DSB-MACTOR yaklaşımı, karar alma süreçlerindeki belirsizlikleri etkili bir şekilde yönetmekte ve karar vericilere karmaşık gerçek dünya senaryolarında daha bilinçli seçimler yapma imkanı sunmaktadır. Ayrıca, bu çalışmanın sunduğu kapsamlı sürdürülebilirlik boyutları, çevresel, ekonomik, sosyal, teknik, kurumsal, pedagojik ve psikolojik açılardan konuya olan ilgisini daha bütüncül bir yaklaşımla vurgulamaktadır. Türkiye’den gerçek bir vaka çalışmasının dâhil edilmesi, önerilen yaklaşımın etkililiğini, sağlamlığını ve güvenilirliğini uygulamalı bir bağlamda doğrulamaktadır. Gelecek çalışmalarda farklı ülke bağlamlarında uygulanması, önerilen yöntemin etkililiğini daha geniş bir çerçevede değerlendirme fırsatı sunacaktır.

8. TARTIŞMA VE SONUÇ

Eğitim, sürdürülebilir bir geleceğin anahtarıdır. Yükseköğretim kurumları, sürdürülebilirlik ve sürdürülebilir eğitimin teşvik edilmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Üniversitelerin bölgeler ve ülkeler için üstlendikleri tüm roller göz önüne alındığında, bulundukları bölgelerin kültürünü etkileyerek sürdürülebilirliği büyük ölçüde şekillendirme açısından benzersiz bir konumdadır. Eğitimde sürdürülebilirlik hedeflerine paralel olarak, COVID-19 pandemisi sürecinde neredeyse zorunluluk haline gelen uzaktan eğitim ihtiyacı, yükseköğretim kurumlarında önemli değişimlere yol açmıştır. Pandemi sonrasında yaşanan hızlı teknolojik gelişmelerin getirdiği gereklilikler doğrultusunda, uzaktan eğitim eğitimde kaçınılmaz bir seçenek haline gelmiştir. Bu nedenle, uzaktan eğitimde sürdürülebilirliğini sağlamak, yükseköğretim kurumları için önemli bir konu haline gelmiştir.

ÇKKV yöntemleri, uzaktan eğitim dahil olmak üzere literatürde yaygın olarak kullanılmaktadır. Ancak, oluşturulan karar verme yapısının karmaşıklığı ve mevcut verilerdeki belirsizlikler nedeniyle, sıradan ÇKKV yöntemleri girdi verilerini matematiksel işlemler ile temsil etmede yetersiz olabilmektedir. Bu nedenle, bu tezde, mevcut verilere dayalı belirsizlik türlerini dahil ederek karar verme alanı için anlamlı çözümler üreten uygulanabilir metodolojiler sunmak için çeşitli ÇKKV yaklaşımları geliştirilmiştir. Bu tez çalışmasında, yükseköğretim kurumlarında sürdürülebilir uzaktan eğitim süreçlerinin kapsamlı bir değerlendirilmesine ve iyileştirilmesine odaklanılmıştır. Bu kapsamda, uzaktan eğitim çok yönlü olarak incelenmiş ve çok-paydaşlı ÇKKV yöntemleri kullanılmıştır. Çok paydaşlı analiz dört farklı yaklaşımla ele alınmış ve çeşitli bulanık kümeler ÇKKV yöntemlerine entegre edilerek yenilikçi metodolojiler önerilmiştir.

İlk ÇKKV yaklaşımında, uzaktan eğitim tasarımı küresel bulanık KFG aracılığıyla öğrenci ihtiyaçlarını sistematik bir şekilde ele alarak, tasarımda hangi özelliklerin öncelikli olduğu belirlenmiştir. Küresel bulanık AHP ile entegre edilen küresel bulanık KFG metodolojisi, uzaktan eğitim tasarım sürecini analiz etmek üzere ilk kez uygulanmıştır. İkinci ÇKKV yaklaşımında, video konferans yazılımı seçimi sürecinde

resim bulanık MACTOR yöntemi kullanılarak farklı paydaşların hedeflere katkıları araştırılmıştır. Bu yaklaşımla, hangi paydaşların kritik rollerde olduğu ve karar süreçlerine nasıl etki ettikleri olduğu incelenmiştir. Bu kapsamda, beş farklı paydaş grubunun bakış açıları karşılaştırılmıştır. Üçüncü ÇKKV yaklaşımında, öğrenciler, akademik personel, IT personeli ve yönetici personel olmak üzere iç paydaşlar açısından sürdürülebilir uzaktan eğitim kriterlerinin değişimi incelenmiştir. Bunun için nütrosifik AHP-Copeland yaklaşımı kullanılmıştır. Dördüncü ÇKKV yaklaşımında, dairesel sezgisel bulanık MACTOR yöntemi ile çok değişkenli istatistiksel analiz yöntemi olan FA yaklaşımı kullanılmıştır. Bu yaklaşım ile birlikte, sürdürülebilir uzaktan eğitim amaçlarına paydaşların katkısı araştırılmış ve paydaşlar arası ilişkiler analiz edilmiştir. Çevresel, ekonomik, sosyal, teknik, kurumsal, pedagojik ve psikolojik olmak üzere yedi boyutta sürdürülebilirlik araştırılmıştır.

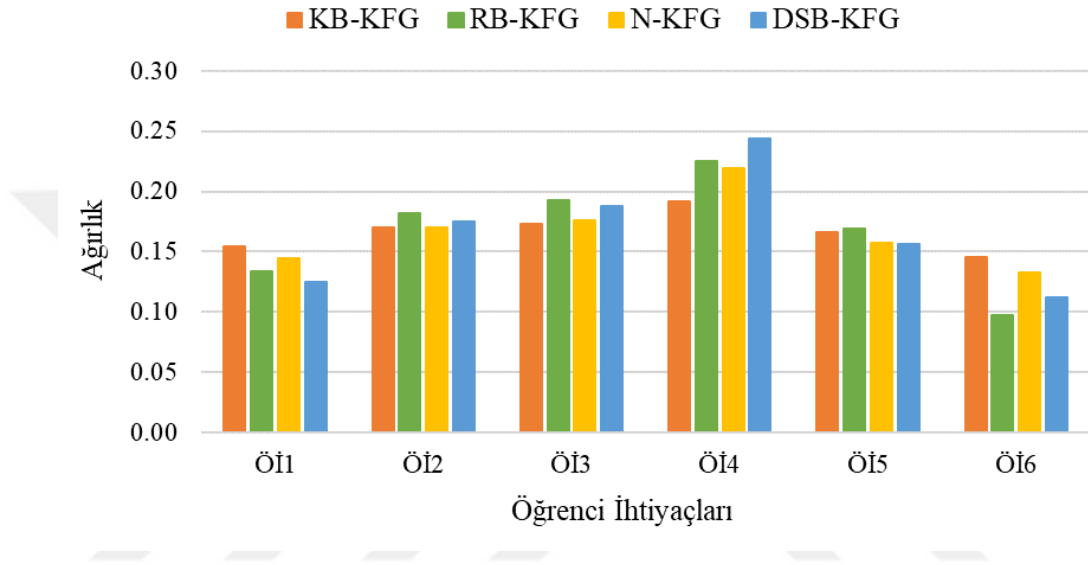
Aşağıdaki alt bölümlerde, tezde uygulanan ÇKKV yaklaşımlarının farklı bulanık kümelerle göre karşılaştırmaları yapılmış ve elde edilen bulgular doğrultusunda pratik çıkarımlar ve yönetsel öneriler sunulmuştur.

8.1 Uygulanan ÇKKV Yaklaşımlarının Farklı Bulanık Sayılara Göre Karşılaştırmaları

Bu bölümde önerilen metodolojileri doğrulamak için karşılaştırma analizleri gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamında önerilen her bir ÇKKV yaklaşımı, tez kapsamında kullanılan diğer bulanık kümeler kullanılarak karşılaştırılmıştır.

Şekil 8.1’de Kalite Fonksiyon Göçerimi ile yapılan uzaktan eğitim tasarımı (Bölüm 4) için öğrenci ihtiyaçlarının dört farklı bulanık set yöntemiyle (KB-KFG, RB-KFG, N-KFG, DSB-KFG) ağırlıklarının karşılaştırması gösterilmektedir. Tüm bulanık setler ile elde edilen öğrenci ihtiyaçlarının sıralama sonuçları aynıdır. Bu durum, kullanılan yöntemlerin birbirleriyle uyumlu olduğunu ve farklı bulanık setlerin sıralama kararlarında tutarlılık sağladığını göstermektedir. Ancak, sıralama aynı kalmasına rağmen öğrenci ihtiyaçlarının ağırlıklarında bazı farklılıklar gözlenmiştir. İlk sırada yer alan Öİ4, DSB-KFG yöntemiyle daha yüksek bir ağırlık değeri almıştır. DSB-KFG, dairesel yapısı sayesinde belirli kriterlere daha fazla önem atfederek bazı ihtiyaçlara öncelik tanıyan daha hassas bir değerlendirme sağlama avantajına sahiptir. Öİ6, tüm bulanık setlerde en düşük öncelik olarak belirlenmiş olup en düşük ağırlık RB-KFG, ardından DSB-KFG ile elde edilmiştir. DSB-KFG ve RB-KFG ile elde

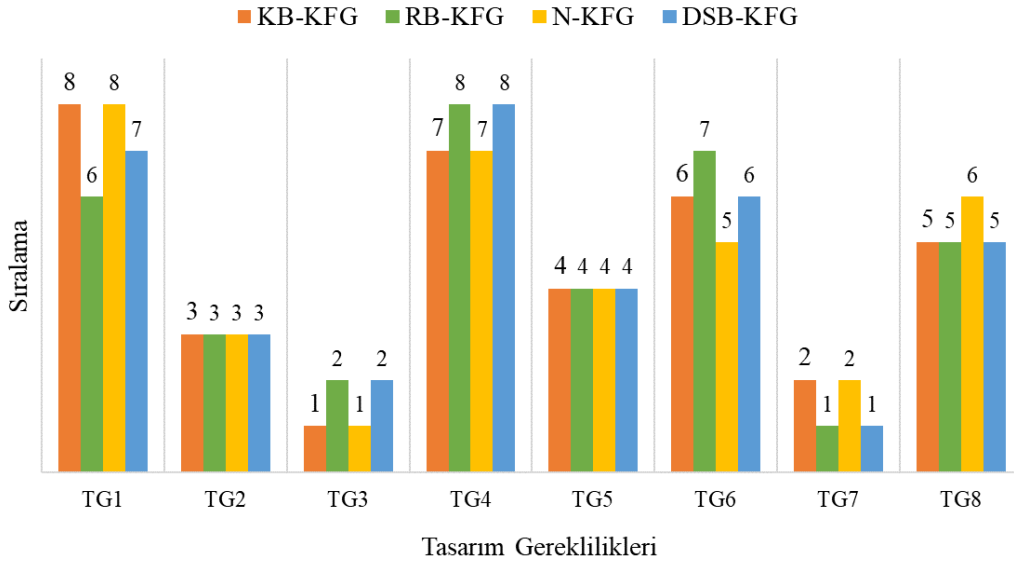
edilen ağırlıklar daha benzer sonuçlar verirken, KB-KFG genellikle diğer yöntemlerden farklı ağırlıklar atamıştır. Bu durum, küresel bulanık setlerin daha genel ve geniş bir bakış açısı sunduğunu, belirli farklılıkları yakalamada daha az hassas olduğunu göstermektedir. Sonuç olarak, DSB ve RB yöntemleri arasındaki benzerlikler, öğrenci ihtiyaçlarının önceliklendirilmesinde sezgisel ve dengeli bir yaklaşım sağlarken, KB yöntemi daha geniş bir perspektif sunarak genel bir çerçeve çizmektedir.



Şekil 8.1 : Karşılaştırılan yöntemlere göre öğrenci ihtiyaçlarının sıralama sonuçları.

Şekil 8.2’de gösterilen tasarım gereklilikleri sıralama sonuçları, farklı bulanık setlerin tasarım gereksinimleri önceliklendirme sürecinde nasıl bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. DSB-KFG ve RB-KFG yöntemleri, birçok teknik gereksinim için benzer sıralama sonuçları sunmuş olup, bu durum bu iki yöntemin birbirine daha yakın bir değerlendirme sunduğunu göstermektedir. Bu uyum, DSB-KFG ve RB-KFG’nin daha sezgisel ve dengeli bir yaklaşım sağlama potansiyeline işaret etmektedir. KB-KFG, diğer bulanık setlere kıyasla daha genel bir bakış açısı sunarak bazı gereksinimlerde farklılık göstermektedir. TG3 ve TG7 gibi gereksinimlerde KB-KFG ile daha düşük bir sıralama değeri elde edilmiş, bu da KB-KFG’nin daha geniş kapsamlı bir yaklaşım sunduğunu ve spesifik ayrıntılara duyarlılık gösterme konusunda diğer yöntemlerden ayrıldığını göstermektedir. Sonuç olarak, farklı bulanık setler, tasarım gerekliliklerinin önceliklendirilmesinde çeşitlilik sunmaktadır. DSB-KFG ve RB-KFG, sezgisel ve dengeli bir değerlendirme sağlarken, KB-KFG daha

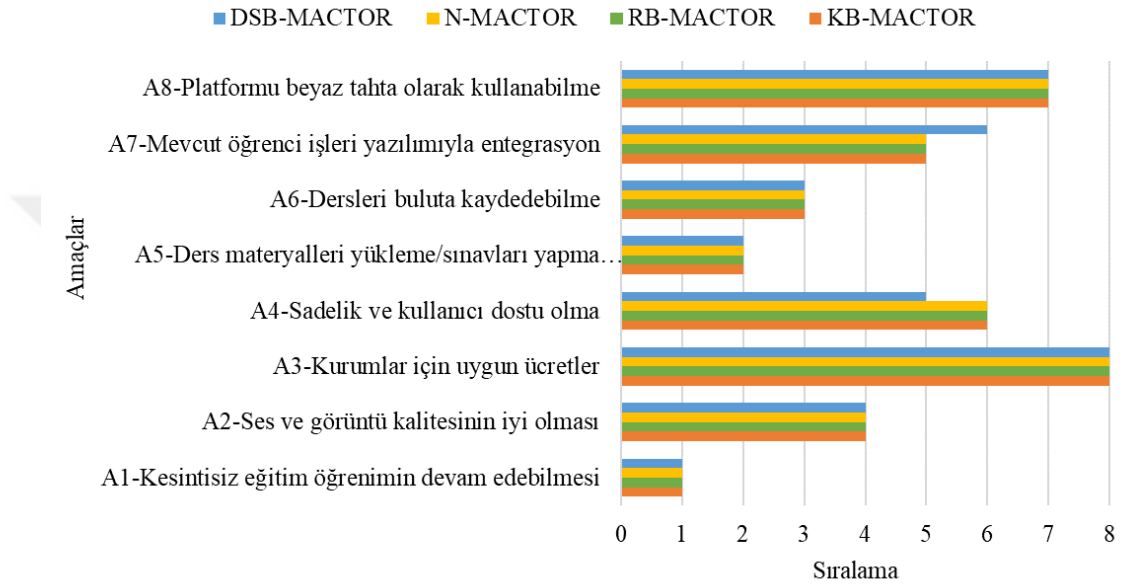
genel bir çerçeve çizmektedir. N-KFG ise nötr bir yaklaşım sergileyerek diğer yöntemlerle uyumlu sonuçlar ortaya koymuştur.



Şekil 8.2 : Karşılaştırılan yöntemlere göre tasarım gerekliliklerinin sıralama sonuçları.

Video konferans yazılımı seçim metodolojisi (Bölüm 5) için amaçların farklı bulanık setlere göre sıralamaları Şekil 8.3'te sunulmuştur. Şekilde, amaçların sıralamalarının büyük ölçüde tüm bulanık setlere göre tutarlı olduğu gözlemlenmiştir. Bu tutarlılık, kullanılan çeşitli ÇKKV yaklaşımlarının ve bulanık kümelerin genel olarak aynı sonuçlara yöneldiğini ve dolayısıyla tercihlerin güvenilir olduğunu göstermektedir. Bu durum, uygulanan bulanık tabanlı ÇKKV yönteminin uyumlu bir değerlendirme sağladığını ve sonuçlarda rastgele bir değişkenlik olmadığını ortaya koymaktadır. Yalnızca DSB-MACTOR yönteminde A4 ve A7 amaçlarının yer değiştirmesi, bu yöntemin diğer bulanık setlere göre bazı amaçlara daha fazla önem atfettiğini göstermektedir. DSB-MACTOR, spesifik kriterlere daha fazla hassasiyet gösterdiği için, bazı amaçları diğerlerinden farklı önceliklendirme eğilimine sahip olabilmektedir. Bu farklılık, çalışmada kullanılan bu yöntemin karar verme sürecinde daha ayrıntılı bir ayırım yapma kabiliyetini yansıtmakla birlikte yöntemin belirli detayları vurgulama gücünü de ortaya koymaktadır. Bununla birlikte, çalışmada karşılaştırma analizinde için DSBS, KBS, NS, ve RBS gibi farklı bulanık setlerin kullanılması, her bir yöntemin uzaktan eğitim amaçlarına olan duyarlılığını ve önceliklendirme sürecindeki yaklaşımını ortaya koymaktadır. DSB tabanlı bulanık modeller genellikle daha hassas bir önceliklendirme yapmakta ve küçük farklılıkları

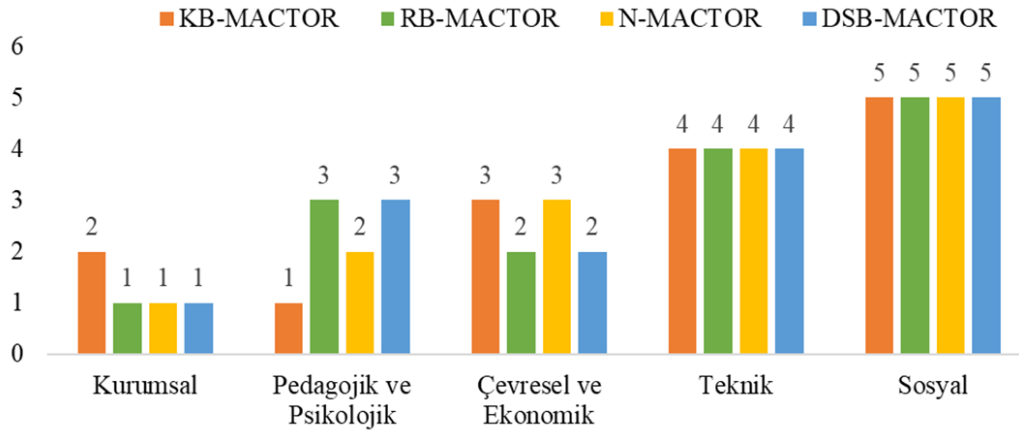
öne çıkarmaktadır. KB gibi daha geniş perspektife sahip bulanık kümeler ise, karar sürecine daha genel bir bakış açısı getirmektedir. Karşılaştırma analiziyle birlikte kullanılan tüm modeller arasında yalnızca birkaç amaçta küçük sıralama değişiklikleri olduğu gösterilmiş, bu sayede sonuçların genel çerçevede birbirini desteklediği kanıtlanmıştır. Bu tutarlılık, farklı bulanık kümelerle dayalı yöntemlerin, uzaktan eğitim amaçlarını belirlerken stratejik uyum içinde çalıştığını ve yalnızca belirli durumlarda küçük değişimlerin meydana geldiğini doğrulamaktadır.



Şekil 8.3 : Karşılaştırılan yöntemlere göre teknoloji aracı seçim amaçlarının sıralamaları.

Bölüm 7’de DSB-MACTOR kullanılarak elde edilen sürdürülebilirlik faktörlerinin sıralamaları farklı bulanık setler kullanılarak değerlendirilmiş ve Şekil 8.4’te sunulmuştur. Şekil 8.4’e göre, kurumsal faktör, DSB-MACTOR, RB-MACTOR ve N-MACTOR’de ilk sırada yer almakta, bu da kurumsal faktörün tüm yöntemlerde güçlü bir şekilde öne çıktığını göstermektedir. Bu uyum, farklı bulanık kümelerin sürdürülebilirlik için kurumsal yapının önemini vurguladığını ve yöntemlerin bu faktörde birleştiğini göstermektedir. Dolayısıyla kurumsal faktör, farklı belirsizlik modellerinde de önceliğini koruyan güvenilir bir kriter olarak öne çıkmaktadır. Şekilde KB-MACTOR yöntemi, pedagojik ve psikolojik faktörleri ilk sıraya koymaktadır. Bu farklılık, KB-MACTOR yönteminin eğitimle ilgili unsurları daha fazla vurgulama eğiliminde olduğunu ve öğrenme sürecinin öğrenciye olan etkilerini önceliğini göstermektedir. Bu yöntem, daha geniş perspektiften değerlendirerek eğitim süreçlerinde pedagojik etkenlerin önemini dikkate almakta ve bu yönde belirli

kriterlere daha yüksek öncelik atamaktadır. Şekil 8.4’de, DSB-MACTOR ve RB-MACTOR’un sonuçlarının tüm faktörlerin sıralamasında aynı olduğunu, KB-MACTOR ve N-MACTOR’e göre ise benzer sıralama sonuçlarını gösterdiği görülmüştür. Bu uyum, her iki yöntemin dengeli ve sezgisel bir değerlendirme sağlama yeteneğini yansıtırken, karar vericilere daha tutarlı sonuçlar sunabilecek yöntemler olarak öne çıkmaktadır. DSB-MACTOR ve RB-MACTOR yöntemlerinin bu benzerliği, sürdürülebilirlik faktörlerinin belirlenmesinde sağlam bir çerçeve sunmaktadır. Bununla birlikte, tüm bulanık setler arasında teknik ve sosyal faktörler genellikle son sıralarda yer almaktadır. Bu sabit sıralama, bu kriterlerin farklı bulanık kümelerle yapılan değerlendirmelerde dahi nispeten daha düşük öncelik taşıdığını gösterir. Bu durum, teknik ve sosyal faktörlerin sürdürülebilirlik değerlendirmelerinde ikincil öneme sahip olduğunu ve yöntemler arası uyumluluğun yüksek olduğunu ortaya koymaktadır. Çeşitli bulanık kümelerin sürdürülebilirlik faktörlerini sıralamada gösterdiği tutarlılık, bu yöntemlerin esnek ve güvenilir olduğunu, sürdürülebilirlik kriterlerinin değerlendirildiği farklı alanlarda da kullanılabileceğini göstermektedir.



Şekil 8.4 : Karşılaştırılan yöntemlere göre sürdürülebilirlik faktörlerinin sıralamaları.

8.2 Pratik Çıkarımlar ve Yönetsel Öneriler

Uzaktan eğitim çok boyutlu bir yapıdan oluşmakta olup, yükseköğretimdeki karmaşıklığı genellikle göz ardı edilmiştir (Moser, 2007). Dijitalleşme arttıkça, yeni teknoloji, eğilimler, gereksinimler vb. gibi faktörlerle ilgili herhangi bir değişiklik, genellikle diğer faktörlerde bir veya birden fazla uyarılama gerektirmektedir (Lavonen ve Salmela-Aro, 2022). Son yirmi yılda çeşitli ekonomik, çevresel, teknolojik ve organizasyonel boyutların e-öğrenme paydaşlarını etkilediği ve hiçbir paydaşın

uzaktan eğitimi tek başına etkilemediği belirtilmiştir (Choudhury ve Pattnaik, 2020). Bu nedenle, uzaktan eğitimde paydaşların rollerinin sürdürülebilirlik açısından belirlenmesi ve paydaşlar ile çeşitli faktörler arasındaki ilişkinin belirlenmesi önemlidir.

Çevrimiçi eğitim süreçlerinin etkinliğini artırmak ve öğrencilerin öğrenme deneyimlerini zenginleştirmek için belirli gereksinimlerin karşılanması kritik öneme sahiptir. İlk ÇKVY yaklaşımının bulgularına göre, öğrencilerin etkileşim ve iletişim ihtiyaçlarının karşılanması, eğitimdeki en önemli önceliklerden biridir. Canlı dersler, forumlar ve tartışma gruplarının artırılması, öğrencilerin öğrenme motivasyonlarını güçlendirerek katılımlarını teşvik edecektir. Eğitim yöneticileri, bu etkileşim olanaklarını daha kapsamlı hale getirerek öğrenciler arasında sosyal öğrenme fırsatlarını artırmalıdır. Ayrıca, ders geçmişine erişim ve izleme imkanı, öğrencilerin kendi öğrenme süreçlerini takip etmelerine olanak tanımakta ve eksikliklerini gidermelerine yardımcı olmaktadır. Bu nedenle, yöneticiler öğrencilere ders materyalleri, sınavlar ve başarı durumlarına dair düzenli raporlama ve izleme araçları sunarak öğrencilerin öğrenme süreçlerini daha etkin bir şekilde yönetmelerini sağlamalıdır. Öğrencilerin öğrenme deneyimlerini zenginleştirecek zengin ve çeşitli materyallerin sunulması önemlidir; bu doğrultuda, farklı öğrenme stillerine hitap edecek video, sesli içerikler gibi çeşitlendirilmiş materyallerin hazırlanması gerekmektedir. Ayrıca, kişiselleştirilmiş öğrenme desteği sağlayan sistemler ve araçlar geliştirilmesi, öğrencilerin kendi hızlarında ilerlemelerini ve öğrenme süreçlerini daha verimli hale getirmelerini sağlayacaktır. Eğitim platformlarının kullanıcı dostu ve erişilebilir olması, öğrencilerin öğrenmeye daha fazla odaklanmalarını destekleyecektir; bu nedenle, teknolojik altyapının ve yazılımın sürekli olarak gözden geçirilmesi ve iyileştirilmesi önemlidir. Son olarak, güvenilir ve güncel içeriklerin sağlanması, öğrencilerin bilgiye güvenini artıracak ve öğrenme süreçlerini pekiştirecektir. Bu bulgular ışığında, yöneticilerin etkileşimi, kişiselleştirmeyi, teknolojik altyapıyı ve içerik güvenliğini ön planda tutarak, sürekli iyileştirme süreçleriyle eğitim kalitesini artırmaları önerilmektedir.

COVID-19 pandemisiyle birlikte, uzaktan eğitimin sürekliliğini sağlamak amacıyla video konferans araçlarının doğru seçimi kritik bir öneme sahiptir. Her video konferans aracının avantajları ve dezavantajları dikkate alındığında, karar vericilerin en uygun aracı seçebilmeleri için kapsamlı bir karar destek sistemine ihtiyaç

duyulmaktadır. İkinci ÇKKV yaklaşımının bulgularına göre, video konferans yazılımı seçiminde en etkili paydaşların yönetici personel ve teknoloji sağlayıcıları olduğunu, akademik personelin ise diğer paydaşlara liderlik eden kilit paydaş olarak öne çıktığını göstermektedir. Ayrıca, kesintisiz öğrenmenin sürdürülmesi, ders materyallerinin ve sınavların verilip toplanabilmesi, ses ve video kalitesinin yüksek olması gibi hedeflerin öncelikli olduğu; kullanıcı dostu platform, beyaz tahta gibi interaktif araçlar ve maliyet etkin çözümlerin ise ikinci derecede önemli hedefler olarak sıralandığı tespit edilmiştir. Bu bulgular ışığında, yöneticilere, video konferans yazılımı seçiminde, paydaşların ihtiyaçları ve önceliklerini dikkate alarak, esnek ve kapsamlı bir karar destek sistemi kullanmaları önerilmektedir. Bu tür bir sistem, eğitimde sürekliliği sağlamak ve kaliteli uzaktan eğitim sunmak için en uygun aracın seçilmesini kolaylaştırarak, belirsizlikleri ve potansiyel zorlukları aşmada etkili bir çözüm sunacaktır. Ayrıca, paydaşlar arasındaki etkileşimi artırarak, eğitim sürecinin her aşamasında daha verimli ve uyumlu bir iş birliği sağlanmasına katkıda bulunabilir.

Yükseköğretim kurumlarında sürdürülebilir uzaktan eğitimin sağlanabilmesi için, belirli kriterlerin ve paydaşların ihtiyaçlarının etkili bir şekilde ele alınması büyük önem taşımaktadır. Üçüncü ÇKKV yaklaşımının bulgularına göre, uzaktan eğitimin kalitesini etkileyen en öncelikli kriterin öğrenci motivasyonu olduğu, tüm paydaşlar tarafından vurgulanmaktadır. Bununla birlikte, akademik personel için kriter sıralamaları paydaşlara göre farklılık göstermekte, ancak genellikle değerlendirme yöntemi en düşük önceliğe sahiptir. IT personeli açısından erişebilirlik, en yüksek önceliği kazanırken, yönetici personel için strateji belirleme ile hizmet maliyetleri arasındaki farklar dikkat çekmektedir. Bu bulgular, yükseköğretim kurumlarının sürdürülebilir uzaktan eğitim süreçlerinde, paydaşların bakış açılarını dikkate alarak daha bütünsel bir yaklaşım benimsemeleri gerektiğini göstermektedir. Pratik çıkarım olarak, yöneticiler, öğrenci odaklı uzaktan eğitim stratejileri geliştirirken, öğrenci motivasyonu başta olmak üzere tüm paydaşların kritik başarı faktörlerini tanıyıp, bu faktörlere öncelik vermelidir. Bu bağlamda, yöneticilere, öğrencilerin katılımını ve memnuniyetini artıracak interaktif platformlar ve kişiselleştirilmiş öğrenme deneyimleri sunmaları önerilmektedir. Ayrıca, akademik personel için eğitim içeriği ve değerlendirme yöntemlerinin çeşitlendirilmesi, onların uzaktan eğitimi daha etkili bir şekilde yönetmelerini sağlayacaktır. IT personelinin, platformların erişilebilirliğini ve kullanıcı dostu olmasını sağlamak için sürekli iyileştirmeler yapması, öğrencilerin

teknolojik altyapıdan memnuniyetini artıracaktır. Yönetici personel ise, uzaktan eğitimin finansal sürdürülebilirliğini sağlamak için maliyet etkin çözümler üretirken, stratejik planlamalarla eğitim süreçlerini geleceğe yönelik uyumlu hale getirmelidir.

Uzaktan eğitimin sürdürülebilirliğini sağlamak için, her bir paydaşın uzaktan eğitimi farklı şekillerde etkilediği ve önceliklerinin farklı olduğu göz önünde bulundurularak belirlenen faktörlere göre stratejiler tasarlanmalıdır. Paydaş ihtiyaçlarına odaklanan ve iş birliği ile koordinasyonu teşvik eden stratejiler geliştirilmelidir. Uzaktan eğitimi sürdürmeye yönelik geliştirilen politikalar, paydaşların ihtiyaçlarını karşılamak için esnek, katılımcı ve iş birliğine dayalı bir yaklaşıma dayanmalıdır. Dördüncü ÇKKV yaklaşımından elde edilen bulgulara göre, dış paydaşların sürece aktif katılımı sağlanarak iş birliği ve ortak çalışmalar geliştirilebilir. Dış paydaşlar sürece dahil edildiğinde faktör sıralamalarında, yani önem derecelerinde değişiklikler meydana gelmektedir. Bu nedenle, bir uzaktan eğitim sürecinin geliştirilmesi için bir danışma kurulu kurulması önerilmektedir. Teknik faktörler açısından, akreditasyon kuruluşları, IT personeli ve idari personel, kurumsal teknolojik altyapının güçlü ve destekleyici bir şekilde işlemesi için hayati öneme sahiptir. Bu paydaşlarla birlikte öğrenme ortamı iyileştirilebilir. Ulusal ve uluslararası iş birlikleri ve stratejik ittifaklar giderek daha önemli hale gelmektedir, çünkü uzaktan eğitim sınırları aşan bir faaliyet haline gelmektedir. Uluslararası gelişmelere ayak uydurmak için, uluslararası organizasyonlarda, projelerde ve ağlarda genişletilmiş bir temsiliyet stratejisinin benimsenmesi önerilmektedir. Bu doğrultuda, sistemi etkileme gücüne sahip lider paydaşların (yöneticiler, yükseköğretim kurumu ve akademik personel) ve etkili paydaşların (akreditasyon kuruluşları ve hizmet sağlayıcılar) sürece katkı sağlaması önerilmektedir. Ayrıca, yükseköğretim kurumlarında ulusal ve uluslararası uzaktan eğitim gelişmelerini ve özel düzenlemeleri izlemekle görevli bir bölüm kurulması önerilmektedir.

Sonuç olarak, bu tez, çok paydaşlı karar alma süreçleri çerçevesinde uzaktan eğitimde sürdürülebilirliği analiz etmek için çeşitli ÇKKV yaklaşımlarını sunmaktadır. Bu yaklaşımlar, paydaşların farklı perspektiflerini entegre ederek ve belirsizlikleri ele alarak literatüre önemli teorik ve pratik katkılar sağlamaktadır. Bu tezin teorik katkıları, uzaktan eğitimin karşılaştığı özgül zorluklara yönelik yeni ÇKKV yöntemlerinin önerilmesinde yatmaktadır. Bu yenilikçi yaklaşımlar, sürdürülebilirliği değerlendirme ve teşvik etme konusunda yenilikçi çerçeveler sunarak, eğitimsel karar

alma alanındaki bilgi birikimini ilerletmektedir. Pratik katkıları ise, bu yöntemler, eğitim yöneticilerine stratejik planlama için değerli araçlar sunmakta, onlara rekabet eden öncelikleri dengeleme ve daha bilinçli kararlar alma konusunda yardımcı olmaktadır. Karar alıcılarını, paydaş beklentilerini yönetme ve kurumsal hedefleri hizalama konusunda rehberlik ederek, bu yaklaşımlar uzaktan eğitim sistemlerinin uzun vadeli sürdürülebilirliğine önemli ölçüde katkı sağlayabilir. Ancak, metodolojilerin bazı sınırlamaları olduğunu belirtmek gerekir. Öncelikle, metodolojilerin performansı, kullanılan veri setinin doğruluğu ve kapsamına bağlı olarak değişiklik gösterebilir. Ayrıca, uygulama alanına göre parametrelerin özelleştirilmesi gerekebilir, bu da her bir kullanım durumu için ek ayarlamalar yapılmasını zorunlu kılabilir.

Daha ileri çalışmalar için, önerilen metodolojilerin uygulanabilirliği karşılaştırmalı analizlerle kanıtlandığından, yararlı çözümler elde etmek için farklı karar verme problemlerine uygulanabilirler. Özellikle, farklı sektörlerde veya koşullarda bu metodolojilerin performansını incelemek, yöntemlerin genellenebilirliğini ve esnekliğini daha iyi anlamamızı sağlayacaktır. Katılımcı sayıları artırılarak grup karar verme yaklaşımları kullanılabilir ve böylece çoklu uzman görüşlerinin bir araya getirilmesi sağlanarak daha kapsayıcı ve dengeli çözümler üretilebilir. Ayrıca, bu metodolojilerin büyük veri setleri veya dinamik değişkenler gibi daha karmaşık ve değişken koşullar altında nasıl sonuçlar verdiğinin test edilmesi, genel uygulama alanlarına dair daha geniş ve derin bir perspektif sunabilir.

KAYNAKLAR

- Abdel-Gawad, T., & Woollard, J.** (2015). Critical success factors for implementing classless e-learning systems in the Egyptian higher education. *International Journal of Instructional Technology and Distance Learning*, 12(4), 29-36.
- Adu-Gyamfi, E., Addo, P.K. & Asamoah-Boateng, C.** (2019). An examination of differences between the mean indicator ratings by different stakeholders in distance education programme. *International Journal of Higher Education*, 8(4), 72-78.
- Ahmad, N., Quadri, N. N., Qureshi, M. R. N., & Alam, M. M.** (2018). Relationship modeling of critical success factors for enhancing sustainability and performance in e-learning. *Sustainability*, 10(12), 4776. <https://doi.org/10.3390/su10124776>
- Akram, M., Naz, S., Santos-García, G., & Saeed, M. R.** (2023). Extended CODAS method for MAGDM with 2-tuple linguistic T-spherical fuzzy sets. *AIMS Math*, 8(2), 3428-3468.
- Al Gamdi, M. A., & Samarji, A.** (2016). Perceived barriers towards e-Learning by faculty members at a recently established university in Saudi Arabia. *International Journal of Information and Education Technology*, 6(1), 23.
- Alhabeeb, A., & Rowley, J.** (2018). E-learning critical success factors: Comparing perspectives from academic staff and students. *Computers & Education*, 127, 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.08.007>
- Alkan, N. and Kahraman, C.** (2022). Circular intuitionistic fuzzy TOPSIS method: Pandemic hospital location selection. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, 42(1), 295-316.
- Alptekin, S. E., & Karsak, E. E.** (2011). An integrated decision framework for evaluating and selecting e-learning products. *Applied Soft Computing*, 11(3), 2990-2998. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2010.11.023>
- Alqahtani, A.Y. & Rajkhan, A.A.** (2020). E-learning critical success factors during the covid-19 pandemic: A comprehensive analysis of e-learning managerial perspectives, *Education Sciences*, 10(9), 216. <https://doi.org/10.3390/educsci10090216>
- Alreshidi, N. A., Shah, Z. and Khan, M. J.** (2024). Similarity and entropy measures for circular intuitionistic fuzzy sets. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 131, 107786. <https://doi.org/10.1016/j.engappai.2023.107786>
- Alyoussef, I. Y.** (2021). E-Learning acceptance: The role of task–technology fit as sustainability in higher education. *Sustainability*, 13(11), 6450. <https://doi.org/10.3390/su13116450>

- Anggrainingsih, R., Umam, M. Z., & Setiadi, H.** (2018). Determining e-learning success factor in higher education based on user perspective using Fuzzy AHP. In *MATEC web of conferences* (Vol. 154, p. 03011). EDP Sciences. <https://doi.org/10.1051/mateconf/201815403011>
- Ansong, E., Boateng, R., Boateng, S.L. & Anderson, A.B.** (2017). The nature of E-learning adoption by stakeholders of a university in Africa. *E-Learning and Digital Media*, 14(4), 226-243. <https://doi.org/10.1177/20427530177312>
- Archibald, M. M., Ambagtsheer, R. C., Casey, M. G. & Lawless, M.** (2019). Using zoom videoconferencing for qualitative data collection: perceptions and experiences of researchers and participants. *International Journal of Qualitative Methods*, 18. <https://doi.org/10.1177/16094069198745>
- Areiqat, A., Alheet, A., Al Adwan, A., & Zamil, A.** (2021). Critical Success Factors (CSFs) In Higher Education Standards Implementation. *International Journal of Entrepreneurship*, 25, 1-21.
- Arya, V., & Kumar, S.** (2020). A novel TODIM-VIKOR approach based on entropy and Jensen–Tsalli divergence measure for picture fuzzy sets in a decision-making problem. *International Journal of Intelligent Systems*, 35(12), 2140-2180. <https://doi.org/10.1002/int.22289>
- Atanassov, K. T.** (2020). Circular intuitionistic fuzzy sets. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, 39(5), 5981-5986.
- Atanassov, K.T.** (1986). Intuitionistic Fuzzy Sets. *Fuzzy Sets and Systems*, 20(1), 87-96.
- Aydin, N., Seker, S. & Şen, C.** (2022). A new risk assessment framework for safety in oil and gas industry: Application of FMEA and BWM based picture fuzzy MABAC. *Journal of Petroleum Science and Engineering*, 219, 111059. <https://doi.org/10.1016/j.petrol.2022.111059>
- Ayyildiz, E., Yildiz, A., Taskin, A., & Ozkan, C.** (2023). An interval valued Pythagorean fuzzy AHP integrated quality function deployment methodology for hazelnut production in Turkey. *Expert systems with applications*, 231, 120708. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2023.120708>
- Baig, M. I., Shuib, L., & Yadegaridehkordi, E.** (2021). E-learning adoption in higher education: A review. *Information Development*, 38(4), 570-588. <https://doi.org/10.1177/0266666921100822>
- Bekesiene S, Vasiliasukas AV, Hošková-Mayerová Š, Vasilienė-Vasiliasukienė V.** (2021). Comprehensive Assessment of Distance Learning Modules by Fuzzy AHP-TOPSIS Method. *Mathematics*, 9(4), 409. <https://doi.org/10.3390/math9040409>
- Bell, S., Douce, C., Caeiro, S., Teixeira, A., Martín-Aranda, R. & Otto, D.** (2017) Sustainability and distance learning: a diverse European experience?, *Open Learning: The Journal of Open, Distance and e-Learning*, 32:2, 95-102. <https://doi.org/10.1080/02680513.2017.1319638>
- Bendahan, S., Camponovo, G., & Pigneur, Y.** (2004). Multi-issue actor analysis: tools and models for assessing technology environments. *Journal of decision systems*, 13(2), 223-253. <https://doi.org/10.3166/jds.13.223-253>

- Bhuasiri, W., Xaymoungkhoun, O., Zo, H., Rho, J. J., & Ciganek, A. P.** (2012). Critical success factors for e-learning in developing countries: A comparative analysis between ICT experts and faculty. *Computers & Education*, 58(2), 843-855. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.10.010>
- Biedermann, D., Kalbfell, L., Schneider, J. & Drachsler, H.** (2019). Stakeholder attitudes towards digitalization in higher education institutions. *Lecture Notes in Informatics*, DELFI 2019.
- Bobrytska, V.I., Reva, T.D., Protska, S.M. & Chkhalo, O.M.** (2020). Effectiveness and stakeholders' perceptions of the integration of automated e-learning courses into vocational education programmes in universities in Ukraine. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, 19(5), 27-46
- Bomström, H., Sievi-Korte, O., Kilamo, T., Kelanti, M. & Liukkunen, K.** (2021). Towards Stakeholder Specific Visualization of Learning Paths in Software Engineering Teaching. In *SEFI Annual Conference: Blended Learning in Engineering Education: challenging, enlightening—and lasting*, 91-100.
- Bornman, G. M.** (2004). Programme review guidelines for quality assurance in higher education: A South African perspective. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 5(4), 372-383. <https://doi.org/10.1108/14676370410561072>
- Brams, S. J., & Fishburn, P. C.** (2002). Voting procedures. *Handbook of social choice and welfare*, 1, 173-236. [https://doi.org/10.1016/S1574-0110\(02\)80008-X](https://doi.org/10.1016/S1574-0110(02)80008-X)
- Broumi, S., Bakali, A., Talea, M., Smarandache, F., Uluçay, V., Sahin, M., Dey, A., Dhar, M., Tan, R.-P., Bahnasse, A., & Pramanik, S.** (2018). *Neutrosophic Sets: An Overview, New Trends in Neutrosophic Theory and Applications*. F. Smarandache. S. Pramanik (Editors), 2, 388–418.
- Brunetti, F., Matt, D.T., Bonfanti, A., Pedrini & G., Orzes, G.** (2020). Digital transformation challenges: strategies emerging from a multi-stakeholder approach. *The TQM Journal*, 32(4), 697-724. <https://doi.org/10.1108/TQM-12-2019-0309>
- Büyüközkan, G., & Göçer, F.** (2017, July). An extension of ARAS methodology based on interval valued intuitionistic fuzzy group decision making for digital supply chain. In *2017 IEEE International Conference on Fuzzy Systems (FUZZ-IEEE)* (pp. 1-6). IEEE.
- Caeiro-Rodríguez, M., Manso-Vázquez, M., Jesmin, T., Terasmaa, J., Tsalapata, H., Heidmann, O., Okkonen, J., White, E., de Carvalho, C.V. & Stefan, I. A.** (2022). Students and Teachers' Need for Sustainable Education: Lessons from the Pandemic. *Computers*, 11 (11), 157. <https://doi.org/10.3390/computers11110157>
- Cakir, E. and Tas, M. A.** (2023). Circular Intuitionistic Fuzzy Decision Making and Its Application. *Expert Systems with Applications*, 225, 120076. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2023.120076>
- Camargo, E., Villabona, N. & Jiménez-Pitre, N.** (2017). Proceso de selección docente en una convocatoria de universidades públicas a través de la técnica MACTOR. *Revista ESPACIOS*, 38(35).

- Cao, G.** (2020). A multi-criteria picture fuzzy decision-making model for green supplier selection based on fractional programming. *International Journal of Computers Communications & Control*, 15(1).
- Carayannis, E., Kostis, P., Dinçer, H., & Yüksel, S.** (2024). Quality function deployment-oriented strategic outlook to sustainable energy policies based on quintuple innovation helix. *Journal of the Knowledge Economy*, 15, 6761-6779. <https://doi.org/10.1007/s13132-023-01394-7>
- Casado-Aranda, L.-A., Caeiro, S.S., Trindade, J., Paço, A., Lizcano Casas, D. and Landeta, A.** (2021). Are distance higher education institutions sustainable enough? – A comparison between two distance learning universities. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 22(4), 709-730. <https://doi.org/10.1108/IJSHE-07-2020-0260>
- Çelikkilek, Y., & Adıgüzel Tüylü, A. N.** (2022). Prioritizing the components of e-learning systems by using fuzzy DEMATEL and ANP. *Interactive Learning Environments*, 30(2), 322-343. <https://doi.org/10.1080/10494820.2019.1655065>
- Chavda, V.** (2021). Assessment of Factors affecting the adoption of online education. *The Online Journal of Distance Education and e-Learning*, 9(2), 208-220.
- Chen, T. Y.** (2023). Evolved distance measures for circular intuitionistic fuzzy sets and their exploitation in the technique for order preference by similarity to ideal solutions. *Artificial Intelligence Review*, 56, 7347-7401. <https://doi.org/10.1007/s10462-022-10318-x>
- Chopra, S. & Desai, P. N.** (2019). Foresight Analysis of ICT Adoption in India: A Framework on Vision 2020. *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering*, 8(12), 4693-4697.
- Choudhury, S. and Pattnaik, S.** (2020). Emerging themes in e-learning: A review from the stakeholders' perspective. *Computers & Education*, 144, 103657. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103657>
- Copeland, A. H.** (1951). *A reasonable social welfare function*. mimeo. University of Michigan.
- Cuong, B.C.** (2014). Picture fuzzy sets. *Journal of Computer Science and Cybernetics*, 30(4), 409. <https://doi.org/10.15625/1813-9663/30/4/5032>
- Dat, L. Q., Phuong, T. T., Kao, H. P., Chou, S. Y., & Van Nghia, P.** (2015). A new integrated fuzzy QFD approach for market segments evaluation and selection. *Applied Mathematical Modelling*, 39(13), 3653-3665. <https://doi.org/10.1016/j.apm.2014.11.051>
- Erturgut, R.** (2008). İnternet temelli uzaktan eğitimin örgütsel, sosyal, pedagojik ve teknolojik bileşenleri. *Bilişim Teknolojileri Dergisi*, 1(2), 79-85.
- Faritha Banu, J., Revathi, R., Suganya, M. & Gladiss Merlin, N.R.** (2020). IoT based Cloud integrated smart classroom for smart and a sustainable campus. *Procedia Computer Science*, 172, 77-81.
- Fetoui, M., Frija, A., Dhehibi, B., Sghaier, M. & Sghaier, M.** (2021). Prospects for stakeholder cooperation in effective implementation of enhanced rangeland restoration techniques in southern Tunisia. *Rangeland Ecology & Management*, 74, 9-20.

- Frankl, G., Napetschnig, S. & Schartner, P.** (2019). Pathways to Successful Online Testing: eExams with the “Secure Exam Environment” (SEE). *Communications in Computer and Information Science*, 1022, 231-250.
- Fülöp, M. T., Breaz, T. O., Topor, I. D., Ionescu, C. A., & Dragolea, L. L.** (2023). Challenges and perceptions of e-learning for educational sustainability in the “new normality era”. *Frontiers in Psychology*, 14, 1104633.
- Gangadhari, R. K., Tarei, P. K., Chand, P., Rabiee, M., & Delen, D.** (2024). Navigating the new normal: Redefining N95 respirator design with an integrated text mining and quality function deployment-based optimization model. *Computers & Industrial Engineering*, 189, 109962.
- Garibaldi, J. M., & Ozen, T.** (2007). Uncertain fuzzy reasoning: a case study in modelling expert decision making. *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*, 15(1), 16-30.
- Godet, M.** (1991). Actors’ moves and strategies: The mactor method: An air transport case study. *Futures*, 23(6), 605-622.
- Godet, M.** (1994). *From anticipation to action: A handbook of strategic prospective*. UNESCO Publishing.
- Godet, M.** (2000). The art of scenarios and strategic planning. *Technological Forecasting and Social Change*, 65(1), 3-22.
- Godet, M.** (2010). Future memories. *Technological Forecasting and Social Change*, 77(9), 1457-1463.
- Gong, J.-W., Liu, H.-C., You, X.-Y., Yin, L.** (2021). An integrated multi-criteria decision making approach with linguistic hesitant fuzzy sets for E-learning website evaluation and selection. *Applied Soft Computing*, 102, 107118.
- Guarnieri, P., & Trojan, F.** (2019). Decision making on supplier selection based on social, ethical, and environmental criteria: A study in the textile industry. *Resources, Conservation and Recycling*, 141, 347-361.
- Gulzar, K., Tariq, O., Mustafa, S., Mohsin, S. M., Kazmi, S. N., Akber, S. M. A., ... & Ali, M.** (2023). A fuzzy analytic hierarchy process for usability requirements of online education systems. *IEEE Access*.
- Haktanır, E. & Kahraman, C.** (2022a). A novel picture fuzzy CRITIC & REGIME methodology: Wearable health technology application. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 113, 104942.
- Haktanır, E., & Kahraman, C.** (2019). A novel interval-valued Pythagorean fuzzy QFD method and its application to solar photovoltaic technology development. *Computers & Industrial Engineering*, 132, 361-372.
- Haktanır, E., & Kahraman, C.** (2022b). New product design using chebyshev’s inequality based interval-valued intuitionistic Z-fuzzy QFD method. *Informatica*, 33(1), 1-33.
- Haktanır, E., & Kahraman, C.** (2023). Intelligent replacement analysis using picture fuzzy sets: Defender-challenger comparison application. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 121, 106018.

- Haque, M. A., Haque, S., Zeba, S., Kumar, K., Ahmad, S., Rahman, M., ... & Ahmed, L.** (2024). Sustainable and efficient E-learning internet of things system through blockchain technology. *E-Learning and Digital Media*, 21(3), 216-235.
- Harizan, S. H. M. & Hilmi, M. F.** (2021). Developing Measures For The Effectiveness Of Distance Education As Regards Sustainability: The Mixed Method Approach. *Turkish Online Journal of Distance Education*, 22 (3), 177-195.
- Hilliger, I., Ortiz-Rojas, M., Pesántez-Cabrera, P., Scheihing, E., Tsai, Y. S., Muñoz-Merino, P. J., ... & Pérez-Sanagustín, M.** (2020). Identifying needs for learning analytics adoption in Latin American universities: A mixed-methods approach. *The Internet and Higher Education*, 45, 100726.
- Horng, J. S., Liu, C. H., Chou, S. F., Yu., T. Y., Fang, Y. P. & Huang, Y. C.** (2022). Student's perceptions of sharing platforms and digital learning for sustainable behaviour and value changes. *Journal of Hospitality, Leisure, Sport and Tourism Education*, 31, 100380.
- Hughes, O.** (2020). Zoom vs Microsoft Teams, Google Meet, Cisco Webex and Skype: choosing the right video-conferencing apps for you.
- Ikuabe, M., Aigbavboa, C., Thwala, W., Chiyangwa, D., & Oke, A.** (2023). Risks of joint venture formation in the South African construction industry. *International Journal of Construction Management*, 23(14), 2391-2399.
- İlhan, A.** (2008). Alternatif eğitim biçimi olarak uzaktan eğitim ve ekonomik etkinliği. *Education Sciences*, 3(1), 80-89.
- Isa, M., Fauzi, A. & Susilowati, I.** (2019). Flood risk reduction in the northern coast of Central Java Province, Indonesia: An application of stakeholder's analysis. *Jambá: Journal of Disaster Risk Studies*, 11(1), 1-9.
- Isaias, P., & Issa, T.** (2013). E-learning and sustainability in higher education: an international case study. *The International Journal of Learning in Higher Education*, 20(4), 77-90.
- Izgi-Onbasılı, U. & Sezginsoy, B.** (2021). Distance education in the Covid-19 pandemic period: opinions of primary pre-service teachers about teaching practice course. *Journal of Educational Technology and Online Learning*, 4(4), 726-744.
- Jahn, K. U.** (1975). Intervall-wertige mengen. *Mathematische Nachrichten*, 68(1), 115-132. <https://doi.org/10.1002/mana.19750680109>
- Jaukovic Jovic, K., Jovic, G., Karabasevic, D., Popovic, G., Stanujkic, D., Zavadskas, E. K., & Thanh Nguyen, P.** (2020). A novel integrated piprecia–interval-valued triangular fuzzy aras model: E-learning course selection. *Symmetry*, 12(6), 928. <https://doi.org/10.3390/sym12060928>
- Jeong, J.S., González-Gómez, D.** (2020). Assessment of sustainability science education criteria in online-learning through fuzzy-operational and multi-decision analysis and professional survey, *Heliyon*, 6(8),e04706.

- Jin, C., Ran, Y., Wang, Z., & Zhang, G.** (2021). Prioritization of key quality characteristics with the three-dimensional HoQ model-based interval-valued spherical fuzzy-ORESTE method. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 104, 104271.
- Juan, Y. K., Perng, Y. H., Castro-Lacouture, D., & Lu, K. S.** (2009). Housing refurbishment contractors selection based on a hybrid fuzzy-QFD approach. *Automation in Construction*, 18(2), 139-144.
- Kabak, M., Özceylan, E., Dağdeviren, M., & Genc, T.** (2017). Evaluation of distance education websites: a hybrid multicriteria approach. *Turkish Journal of Electrical Engineering & Computer Sciences*, 25(4), 2809-2819.
- Kahraman C. and Kutlu Gündogdu F.** (2018). From 1D to 3D membership: spherical fuzzy sets BOS / SOR, Polish Operational and Systems Research Society, September 24th-26th 2018, Palais Staszic, Warsaw, Poland.
- Kahraman, C. and Alkan, N.** (2021). Circular intuitionistic fuzzy TOPSIS method with vague membership functions: Supplier selection application context. *Notes Intuitionistic Fuzzy Sets*, 27(1), 24-52.
- Kahraman, C., Cevik Onar, S. & Oztaysi, B.** (2022). Cloud Service Provider Selection Using Interval-Valued Picture Fuzzy TOPSIS. *Lecture Notes in Networks and Systems*, 504 LNNS, 498-507. https://doi.org/10.1007/978-3-031-09173-5_59
- Kanwal, F., & Rehman, M.** (2017). Factors affecting e-learning adoption in developing countries—empirical evidence from Pakistan’s higher education sector. *IEEE Access*, 5, 10968-10978. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2017.2714379>
- Karadayi-Usta, S.** (2023). A novel neutrosophical approach in stakeholder analysis for sustainable fashion supply chains. *Journal of Fashion Marketing and Management: An International Journal*, 27(2), 370-394. <https://doi.org/10.1108/JFMM-03-2022-0044>
- Karasan, A., Ilbahar, E., Cebi, S., & Kahraman, C.** (2022). Customer-oriented product design using an integrated neutrosophic AHP & DEMATEL & QFD methodology. *Applied Soft Computing*, 118. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2022.108445>
- Karuppiah, K., Sankaranarayanan, B., & Ali, S. M.** (2022). A Novel Quality Function Deployment Based Integrated Framework for Improving Supply Chain Sustainability. *EMJ - Engineering Management Journal*. <https://doi.org/10.1080/10429247.2022.2097575>
- Kazancoglu, Y., & Aksoy, M.** (2011). A fuzzy logic-based QFD to identify key factors of e-learning design. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 28, 322-327. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2011.11.061>
- Khan, M. J., Alcantud, J. C. R., Kumam, W., Kumam, P., & Alreshidi, N. A.** (2023). Expanding Pythagorean fuzzy sets with distinctive radii: Disc Pythagorean fuzzy sets. *Complex & Intelligent Systems*, 9(6), 7037-7054. <https://doi.org/10.1007/s40747-023-01062-y>

- Khan, M. J., Kumam, W. and Alreshidi, N. A.** (2022). Divergence measures for circular intuitionistic fuzzy sets and their applications. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 116, 105455. <https://doi.org/10.1016/j.engappai.2022.105455>
- Kurilovas, E., & Vinogradova, I.** (2016). Improved fuzzy AHP methodology for evaluating quality of distance learning courses. *International journal of engineering education*, 32(4), 1618-1624.
- Kutlu Gündoğdu, F., & Kahraman, C.** (2019). Spherical fuzzy sets and spherical fuzzy TOPSIS method. *Journal of intelligent & fuzzy systems*, 36(1), 337-352. <https://doi.org/10.3233/JIFS-181401>
- Kutlu Gündoğdu, F., & Kahraman, C.** (2020). A novel spherical fuzzy QFD method and its application to the linear delta robot technology development. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 87, 103348. <https://doi.org/10.1016/j.engappai.2019.103348>
- Lakner, Z.** (2013). Main actors and their strategies in Hungarian higher education. *Acta Oeconomica*, 63(2), 201-224. <https://doi.org/10.1556/aoecon.63.2013.2.4>
- Lasekan, O. A., Pachava, V., Godoy Pena, M. T., Golla, S. K., & Raje, M. S.** (2024). Investigating factors influencing students' engagement in sustainable online education. *Sustainability*, 16(2), 689. <https://doi.org/10.3390/su16020689>
- Lavonen, J., & Salmela-Aro, K.** (2022). Experiences of moving quickly to distance teaching and learning at all levels of education in Finland. *Primary and secondary education during Covid-19: Disruptions to educational opportunity during a pandemic*, 105-123.
- Li, W., Yüksel, S. & Dinçer, H.** (2022). Understanding the financial innovation priorities for renewable energy investors via QFD-based picture fuzzy and rough numbers. *Financial Innovation*, 8(1), 67. <https://doi.org/10.1186/s40854-022-00372-3>
- Lin, C. C., Ma, Z., & Lin, R. C. P.** (2011). Re-examining the critical success factors of e-learning from the EU perspective. *International Journal of Management in Education*, 5(1), 44–62. <https://doi.org/10.1504/IJMIE.2011.037754>
- Liu, Q., Chen, X., & Tang, X.** (2024). Spherical fuzzy bipartite graph based QFD methodology (SFBG-QFD): Assistive products design application. *Expert Systems with Applications*, 239, 122279. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2023.122279>
- Lo, C. C., Wang, C. H. & Huang, C. C.** (2013). The national innovation system in the Taiwanese photovoltaic industry: A multiple stakeholder perspective. *Technological Forecasting and Social Change*, 80(5), 893-906. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2012.08.016>
- Mafruhah, I.** (2020). Causality between tourism industry development and the ecological sustainability in marine environment: A convergence and divergence among stakeholder with mactor analysis. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 10(4), 85-92.

- Mafruhah, I., Waridin, W., Iskandar, D. D., & Thohir, M.** (2019). Formulating post placement empowerment of Indonesian migrant workers policy: What are the roles of stakeholders?. *International Journal of Trade and Global Markets*, 12(1), 72-93. <https://doi.org/10.1504/IJTGM.2019.097941>
- Mazur, G. H.** (1993, June). QFD for service industries. In The Fifth Symposium on QFD, Michigan.
- Mehregan, M. R., Jamporazmey, M., Hosseinzadeh, M., & Mehrafrouz, M.** (2011, September). Proposing an approach for evaluating e-learning by integrating critical success factor and fuzzy AHP. In International conference on innovation, management and service, Singapore.
- Menchaca, M. P., & Bekele, T. A.** (2008). Learner and instructor identified success factors in distance education. *Distance education*, 29(3), 231-252. <https://doi.org/10.1080/01587910802395771>
- Moser, F. Z.** (2007). "Strategic management of educational technology—the importance of leadership and management", *Tertiary Education and Management*, 13, 141-152. <https://doi.org/10.1080/13583880701238407>
- Musa, M. A., & Othman, M. S.** (2012). Critical success factor in e-Learning: an examination of technology and student factors. *International Journal of Advances in Engineering & Technology*, 3(2), 140.
- Muthuprasad, T., Aiswarya, S., Aditya, K. S., & Jha, G. K.** (2021). Students' perception and preference for online education in India during COVID-19 pandemic. *Social Sciences & Humanities Open*, 3(1), 100101. <https://doi.org/10.1016/j.ssaho.2020.100101>
- Naveed, Q. N., Aseere, A. M., Muhammad, A., Islam, S., Qureshi, M. R. N., Siddique, A., ... & Shahwar, S.** (2021). Evaluating and Ranking Mobile Learning Factors Using a Multi-criterion Decision-making (MCDM) Approach. *Intelligent Automation and Soft Computing*, 29(1), 111-129.
- Naveed, Q. N., Muhammad, A., Sanobar, S., Qureshi, M. R. N., & Shah, A.** (2017). A mixed method study for investigating critical success factors (CSFs) of e-learning in Saudi Arabian universities. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 8(5), 171–178.
- Naveed, Q. N., Qureshi, M. R. N., Tairan, N., Mohammad, A., Shaikh, A., Alsayed, A. O., ... & Alotaibi, F. M.** (2020). Evaluating critical success factors in implementing E-learning system using multi-criteria decision-making. *Plos one*, 15(5), e0231465. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0231465>
- Omar, M., Janada, K., & Soltan, H.** (2022). FAQT: A Precise System for Welding Process Selection. *International Journal of Fuzzy Systems*, 24, 1605–1618. <https://doi.org/10.1007/s40815-021-01219-2>
- Onar, S. Ç., Büyüközkan, G., Öztayşi, B., & Kahraman, C.** (2016). A new hesitant fuzzy QFD approach: an application to computer workstation selection. *Applied Soft Computing*, 46, 1-16. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2016.04.023>
- Ostuzzi, F. and Hoveskog, M.** (2020). Education for flourishing: an illustration of boundary object use, peer feedback and distance learning. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 21(4), 757-777. <https://doi.org/10.1108/IJSHE-09-2019-0271>

- Otay İ. and Kahraman, C.** (2022). A novel circular intuitionistic fuzzy AHP&VIKOR methodology: an application to a multi-expert supplier evaluation problem. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 28(1), 194-207.
- Özkan, S., & Kösele, R.** (2009). Multi-dimensional students' evaluation of e-learning systems in the higher education context: An empirical investigation. *Computers & Education*, 53(4), 1285-1296. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2009.06.011>
- Panwar, M. & Garg, R.K.** (2022). Online learning: a stakeholders' analysis using structural equation modelling. *International Journal of Technology Enhanced Learning*, 14(3), 243-263. <https://doi.org/10.1504/IJTEL.2022.123650>
- Pappas, N., Caputo, A. Pellegrini, M. M., Marzi, G. & Michopoulou, E.** (2021). The complexity of decision-making processes and IoT adoption in accommodation SMEs. *Journal of Business Research*, 131, 573-583. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2021.01.010>
- Piengang, F. C. N., Beauregard, Y., & Kenné, J. P.** (2019). An APS software selection methodology integrating experts and decisions-maker's opinions on selection criteria: A case study. *Cogent Engineering*, 6(1), 1594509. <https://doi.org/10.1080/23311916.2019.1594509>
- Popp, J., Oláh, J., Kiss, A., Temesi, Á., Fogarassy, C. & Lakner, Z.** (2018). The socio-economic force field of the creation of short food supply chains in Europe. *Journal of Food and Nutrition Research*, 58(1), 31-41.
- Porto De Lima, B., Da Silva, A. F., & Marins, F. A. S.** (2022). New hybrid AHP-QFDPROMETHEE decision-making support method in the hesitant fuzzy environment: An application in packaging design selection. *Journal of Intelligent and Fuzzy Systems*, 42(4), 2881–2897. <https://doi.org/10.3233/JIFS-201739>
- Pour, M. J., Hosseinzadeh, M., Azar, M. B., & Taheri, F.** (2017). Developing a new framework for evaluating e-learning systems: Integrating BSC and FAHP. *Kybernetes*, 46(8), 1303–1324. <https://doi.org/10.1108/K-02-2017-0060>
- Qashou, A.** (2022). Obstacles To Effective Use Of E-Learning in Higher Education From The Viewpoint Of Faculty Members. *Turkish Online Journal of Distance Education*, 23(1), 144-177.
- Radwan, N. M., Senousy, M. B., & Alaa El Din, M. R.** (2016). Neutrosophic AHP multi criteria decision making method applied on the selection of learning management system. *Infinite Study*.
- Raman, K., Othman, N., Mohd Affandi, H., Hamid, Z., & Danaraj, G.** (2019). Exploring critical success factors in E-learning implementation. *International Journal of Engineering and Advanced Technology (IJEAT)*, 8(6), 408–414.
- Rees, G. H. & MacDonell, S.** (2017). Data gathering for actor analyses: A research note on the collection and aggregation of individual respondent data for MACTOR. *Future Studies Research Journal: Trends and Strategies*, 9(1), 115-137. <https://doi.org/10.24023/FutureJournal/2175-5825/2017.v9i1.256>

- Rees, G. H., Crampton, P., Gauld, R. & MacDonell, S.** (2018). Rethinking health workforce planning: capturing health system social and power interactions through actor analysis. *Futures*, 99, 16-27. <https://doi.org/10.1016/j.futures.2018.03.009>
- Rehman, O. U., & Ali, Y.** (2022). Enhancing healthcare supply chain resilience: Decision-making in a fuzzy environment. *International Journal of Logistics Management*, 33(2), 520–546. <https://doi.org/10.1108/IJLM-01-2021-0004>
- Riadh, H.** (2022). Intelligent tourism system using prospective techniques and the Mactor methodology: a case study of Tunisian tourism. *Current Issues in Tourism*, 25(9), 1376-1398. <https://doi.org/10.1080/13683500.2021.1937072>
- Roghanian, E., & Alipour, M.** (2014). A fuzzy model for achieving lean attributes for competitive advantages development using AHP-QFD-PROMETHEE. *Journal of Industrial Engineering International*, 10, 68. <https://doi.org/10.1007/s40092-014-0068-4>
- Rybakova, A., Shcheglova, A., Bogatov, D., & Alieva, L.** (2021). Using interactive technologies and distance learning in sustainable education. In *E3S Web of Conferences*, 250, 07003. EDP Sciences. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202125007003>
- Saari, D. G., & Merlin, V. R.** (1996). The Copeland method. *Economic Theory*, 8, 51–76. <https://doi.org/10.1007/BF01212012>
- Saaty, T. L.** (1990). How to make a decision: The analytic hierarchy process. *European Journal of Operational Research*, 48(1), 9–26. [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(90\)90057-I](https://doi.org/10.1016/0377-2217(90)90057-I)
- Saaty, T. L.** (2004). Decision making—the analytic hierarchy and network processes (AHP/ANP). *Journal of systems science and systems engineering*, 13, 1-35. <https://doi.org/10.1007/s11518-006-0151-5>
- Şahin, Y., & Kulakli, A.** (2023). Evaluation of open and distance education websites: a hybrid multi-criteria decision-making approach. *Systems*, 11(2), 58. <https://doi.org/10.3390/systems11020058>
- Sánchez-Garrido, A. J., Navarro, I. J., & Yepes, V.** (2021). Neutrosophic multi-criteria evaluation of sustainable alternatives for the structure of single-family homes. *Environmental Impact Assessment Review*, 89, 106572. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2021.106572>
- Santoveña-Casal, S., & Fernández Pérez, M. D.** (2020). Sustainable distance education: Comparison of digital pedagogical models. *Sustainability*, 12(21), 9067. <https://doi.org/10.3390/su12219067>
- Saraji, M. K., Mardani, A., Köppen, M., Mishra, A. R., & Rani, P.** (2022). 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*, 55(1), 181-206. <https://doi.org/10.1007/s10462-021-10029-9>
- Saraji, M.K. & Streimikiene, D.** (2022). Evaluating the circular supply chain adoption in manufacturing sectors: A picture fuzzy approach. *Technology in Society*, 70, 102050. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2022.102050>

- Selim, H. M.** (2007). E-learning critical success factors: an exploratory investigation of student perceptions. *International Journal of Technology Marketing*, 2(2), 157-182. <https://doi.org/10.1504/IJTMKT.2007.014791>
- Semenets-Orlova, I., Teslenko, V., Dakal, A., Zadorozhnyi, V., Marusina, O., & Klochko, A.** (2021). Distance learning technologies and innovations in education for sustainable development. *Studies of Applied Economics*, 39(5).
- Senapati, T., & Yager, R. R.** (2020). Fermatean fuzzy sets. *Journal of ambient intelligence and humanized computing*, 11, 663-674. <https://doi.org/10.1007/s12652-019-01377-0>
- Serdar Asan, Ş. ve Kadaifci, C.** (2020). Türkiye Yaş Meyve-Sebze Tedarik Zincirinde Kayıp Yönetimi: Aktör Analizi. *Tarım Ekonomisi Dergisi*, 26(2), 191-203.
- Serdar Asan, Ş., Yılmaz, H., Doğan, E., Koç, B., Kayır, M. H. ve Çatalyürek, M.** (2021). Lojistik ve Tedarik Zinciri Alanında TR Dizin’de İndekslenen Çalışmaların Bibliyometrik Analizi. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, (68), 164-184. <https://doi.org/10.51290/dpusbe.831978>
- Shee, D. Y., & Wang, Y. S.** (2008). Multi-criteria evaluation of the web-based e-learning system: A methodology based on learner satisfaction and its applications. *Computers & Education*, 50(3), 894-905. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2006.09.005>
- Sigama, K., Kalema, B. M., & Kekwaletswe, R. M.** (2012). Utilizing Web 2.0 and Free Open Source Software to advance e-learning in developing countries. In *2012 e-Leadership Conference on Sustainable e-Government and e-Business Innovations (E-LEADERSHIP)* (pp. 1–7). IEEE. <https://doi.org/10.1109/e-Leadership.2012.6524709>.
- Singh, S., Moodley, K. & Cadigan, R.J.** (2022). Online Training as a Means to Improve the Understanding of Ethical, Legal, and Social Aspects of Biobanking Research: Stakeholder Perspectives from South Africa. *Biopreservation and Biobanking*, 20(3), 283-290.
- Smarandache F.** (2003). Definition of neutrosophic logic: a generalization of the intuitionistic fuzzy logic. In: *Proceedings of the third conference of the European society for fuzzy logic and technology, EUSFLAT 2003, September 10–12, 2003, Zittau, Germany*. University of Applied Sciences at Zittau, Goerlitz pp 141–146.
- Smarandache, F.** (1998). Neutrosophy: neutrosophic probability, set, and logic: analytic synthesis & synthetic analysis.
- Su, W., Luo, D., Zhang, C. & Zeng, S.** (2022). Evaluation of online learning platforms based on probabilistic linguistic term sets with self-confidence multiple attribute group decision making method. *Expert Systems with Applications*, 208, 118153. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2022.118153>
- Sun, P. C., Tsai, R. J., Finger, G., Chen, Y. Y., & Yeh, D.** (2008). What drives a successful e-Learning? An empirical investigation of the critical factors influencing learner satisfaction. *Computers & education*, 50(4), 1183-1202. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2006.11.007>

- Suryawati, S. H., Triyanti, R. & Wijaya, R. A.** (2021). Prospective analysis on developing Minapadi system (rice-fish integrated farming): a case study in Samberembe Village, Sleman Regency, DI Yogyakarta Province. *In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 860(1), 012063.
- Terawaki, Y.** (2009). Framework for Supporting Decision Making in Learning Management System Selection. In: Salvendy, G., Smith, M.J. (eds) *Human Interface and the Management of Information. Information and Interaction. Human Interface 2009. Lecture Notes in Computer Science*, vol 5618. Springer, Berlin, Heidelberg.
- Tian, C., Peng, J.-J., Long, Q.-Q., Wang, J.-Q. & Goh, M.** (2022). Extended Picture Fuzzy MULTIMOORA Method Based on Prospect Theory for Medical Institution Selection. *Cognitive Computation*, 14, 1446-1463. <https://doi.org/10.1007/s12559-022-10006-6>
- Toan, P. N., Dang, T. T. & Hong, L. T. T.** (2022). Evaluating Video Conferencing Software for Remote Working Using Two-Stage Grey MCDM: A Case Study from Vietnam. *Mathematics*, 10(6), 946. <https://doi.org/10.3390/math10060946>
- Torra, V.** (2010). Hesitant fuzzy sets. *International journal of intelligent systems*, 25(6), 529-539. <https://doi.org/10.1002/int.20418>
- Tran, M. N.** (2023). A holistic success model for sustainable e-learning based on the stakeholder approach: Case of Vietnamese students during the COVID-19 pandemic. *Cogent Business & Management*, 10(2), 2236298. <https://doi.org/10.1080/23311975.2023.2236298>
- U.N.** (2015). Transforming Our World: the 2030 Agenda for Sustainable Development. New York: United Nations Department of Economic and Social Affairs. <https://stg-wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/11125/unepswiosm1inf7sdg.pdf?sequence=1>
- Varlamis, I. and Apostolakis, I.** (2006). The present and future of standards for e-learning Technologies. *Interdisciplinary Journal of E-Learning and Learning Objects*, 2(1), 59-76.
- Venegas, C., Sánchez-Alfonso, A. C., Vesga, F. J., Martín, A., Celis-Zambrano, C. & González Mendez, M.** (2022). Identification and Evaluation of Determining Factors and Actors in the Management and Use of Biosolids through Prospective Analysis (MicMac and Mactor) and Social Networks. *Sustainability*, 14(11), 6840. <https://doi.org/10.3390/su14116840>
- Vinodh, S., & Chintha, S. K.** (2011). Application of fuzzy QFD for enabling agility in a manufacturing organization: A case study. *The TQM Journal*, 23(3), 343-357. <https://doi.org/10.1108/17542731111124389>
- Vinogradova, I. & Kliukas, R.** (2015). Methodology for Evaluating the Quality of Distance Learning Courses in Consecutive Stages, *2015Procedia - Social and Behavioral Sciences* 191:1583-1589. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.04.364>
- VosViewer.** (2021). “VOSviewer – Visualizing Scientific Landscapes.” <https://www.vosviewer.com>

- Walters, J. P., Alcayaga, H., Busco, C. & Araya, T.** (2021). Mapping and Managing Organization Objectives: A Case Study of the Alto Maipo Hydroelectric Project in Chile. *Journal of Water Resources Planning and Management*, 147(11), 05021022-1, 05021022-14. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)WR.1943-5452.0001474](https://doi.org/10.1061/(ASCE)WR.1943-5452.0001474)
- Wang, J.C. and Chen, T.Y.** (2024). A compromise decision-support technique with an augmented scoring function within circular intuitionistic fuzzy settings. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 128, 107359. <https://doi.org/10.1016/j.engappai.2023.107359>
- Wang, Q., Huang, C., & Quek, C. L.** (2018). Students' perspectives on the design and implementation of a blended synchronous learning environment. *Australasian Journal of Educational Technology*, 34(1). <https://doi.org/10.14742/ajet.3404>
- Wang, Y. S.** (2003). Assessment of learner satisfaction with asynchronous electronic learning systems. *Information & management*, 41(1), 75-86. [https://doi.org/10.1016/S0378-7206\(03\)00028-4](https://doi.org/10.1016/S0378-7206(03)00028-4)
- Wang, Y., Stein, D., & Shen, S.** (2021). Students' and teachers' perceived teaching presence in online courses. *Distance Education*, 42(3), 373-390. <https://doi.org/10.1080/01587919.2021.1956304>
- Wolniak, R.** (2018). The use of QFD method advantages and limitation. *Production Engineering Archives*, 18(18), 14-17.
- Wu, H. Y., & Lin, H. Y.** (2012). A hybrid approach to develop an analytical model for enhancing the service quality of e-learning. *Computers & Education*, 58(4), 1318-1338. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.12.025>
- Xiao-ni, D., Jun-fang, D. & Fang, L.** (2018). An analysis of elements of integration and development of distance education and vocational and technical education in China. *ACM International Conference Proceeding Series*, 167-170.
- Xiong, Y.** (2022). Operational efficiency evaluation of urban and rural residents' basic pension insurance system by utilizing a picture fuzzy TOPSIS method based on the cumulative prospect theory. *Frontiers in Public Health*, 10,1009207. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2022.1009207>
- Xu, X. G., Zhang, L., Mao, L. X., & Li, K.** (2022). New Approach for Quality Function Deployment Using an Extended CoCoSo Method with Spherical Fuzzy Sets. *Systems*, 10(6), 253. <https://doi.org/10.3390/systems10060253>
- Xu, Z., & Liao, H.** (2013). Intuitionistic fuzzy analytic hierarchy process. *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*, 22(4), 749–761. <https://doi.org/10.1109/TFUZZ.2013.2272585>
- Yager, R. R.** (1986). On the theory of bags. *International Journal of General System*, 13(1), 23-37. <https://doi.org/10.1080/03081078608934952>
- Yager, R. R.** (2013). Pythagorean fuzzy subsets. In *2013 joint IFSA world congress and NAFIPS annual meeting (IFSA/NAFIPS)* (57-61). IEEE.
- Yager, R. R.** (2016). Generalized orthopair fuzzy sets. *IEEE transactions on fuzzy systems*, 25(5), 1222-1230.

- Yakovlev, M.V., Gareev, E.S. & Burangulov, E.R.** (2022). Commercial Use of Distance Learning Technologies in the Digital Knowledge Economy: Trends and Prospects. *Education in the Asia-Pacific Region*, 65, 391-396. https://doi.org/10.1007/978-981-16-9069-3_43
- Yazdani, M., Pamucar, D., Erdmann, A., & Toro-Dupouy, L.** (2023). Resilient sustainable investment in digital education technology: A stakeholder-centric decision support model under uncertainty. *Technological Forecasting and Social Change*, 188, 122282. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2022.122282>
- Yilmaz, H. & Yanik, S.** (2022). Prioritization of Factors Affecting Sustainability of Distance Education in Higher Education Institutions. *International Graduate Research Symposium - IGRS'22*, 1-3 June, 2022, İstanbul, Türkiye.
- Yilmaz, H., Karadayi-Usta, S., & Yanik, S.** (2024a). A novel neutrosophic AHP-Copeland approach for distance education: towards sustainability. *Interactive Learning Environments*, 32(5), 2152-2174. <https://doi.org/10.1080/10494820.2022.2141265>
- Yilmaz, H., Karadayi-Usta, S., Yanik, S. & Kahraman, C.** (2024b). Decision process: A stakeholder-oriented video conferencing software selection in sustainable distance education. In Allahviranloo, T., Pedrycz, W. & Seyyedabbasi, A. (Eds.), *Decision-Making Models*, pp. 19-46). Academic Press, Elsevier, Cambridge, Massachusetts, USA. ISBN: 978-0-443-16147-6. <https://doi.org/10.1016/B978-0-443-16147-6.00026-8>
- Yilmaz, M. U., & Yilmaz, H.** (2022). An investigation of meteorological drought studies on a global scale using a bibliometric analysis. *Journal of Innovative Science and Engineering*, 6(1), 76-93. <https://doi.org/10.38088/jise.993473>
- YÖKAK.** (2023). <https://portal.yokak.gov.tr/makale/uzaktan-egitim-ve-kalite-guvence-sistemi/>(Erişim 20 September 2023)
- Zadeh, L. A.** (1965). Fuzzy sets. *Information and control*, 8(3), 338-353.
- Zadeh, L. A.** (1972). Fuzzy-set-theoretic interpretation of linguistic hedge. *Journal of Cybernetics*, 2(1972). 4-34. <https://doi.org/10.1080/01969727208542910>
- Zadeh, L. A.** (1975). The concept of a linguistic variable and its application to approximate reasoning—I. *Information sciences*, 8(3), 199-249. [https://doi.org/10.1016/0020-0255\(75\)90036-5](https://doi.org/10.1016/0020-0255(75)90036-5)
- Zare, M., Pahl, C., Rahnama, H., Nilashi, M., Mardani, A., Ibrahim, O., & Ahmadi, H.** (2016). Multi-criteria decision-making approach in e-learning: A systematic review and classification. *Applied Soft Computing*, 45, 108–128. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2016.04.020>
- Zhang, X., Goh, M., Bai, S., & Wang, Z.** (2024). Risk response decisions for projects in project portfolios considering objective adjustments and project interdependencies. *Kybernetes*, 53(7), 2217-2246. <https://doi.org/10.1108/K-09-2022-1344>
- Zhao, X. K., Zhu, X. M., Bai, K. Y., & Zhang, R. T.** (2023). A novel failure model and effect analysis method using a flexible knowledge acquisition framework based on picture fuzzy sets. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 117, 105625. <https://doi.org/10.1016/j.engappai.2022.105625>



EKLER

EK A: Sürdürülebilirlik Anket Formu

EK B: Anket Katılımcılarının Demografik Bilgileri



EK-A: Sürdürülebilirlik Anket Formu

Yükseköğretimde Uzaktan Eğitimin Sürdürülebilirliğini Etkileyen Faktörleri Belirleme Anketi

36 sorudan oluşan bu anket formu, İstanbul Teknik Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Doktora Programı çerçevesinde yapılan tez çalışmasına veri sağlamak amacıyla hazırlanmıştır. Çalışmanın güvenilirliği ve sağlıklı bir değerlendirmenin gerçekleştirilebilmesi açısından her soruyu cevaplamadan önce dikkatlice okumanız ve bütün soruları eksiksiz olarak cevaplandırmanız önem taşımaktadır. Bu araştırma ile ilgili veriler tamamen istatistiksel ortamda ve toplu olarak değerlendirilecek olup, bunun dışında başka hiçbir amaç için kullanılmayacaktır. Çalışmaya gösterdiğiniz ilgi, ayırdığınız zaman ve değerli katkılarınız için teşekkür ederim.

BÖLÜM 1

Bu bölümde anket katılımcılarının demografik bilgilerine ilişkin sorular yer almaktadır.

1. Üniversiteniz:

2. Cinsiyetiniz:

Kadın
Erkek

3. Yaşınız:

18-23
24-35
36-50
50+

4. Unvanınız

Profesör Dr.
Doçent Dr.
Dr. Öğretim Üyesi
Araştırma Görevlisi
Öğretim Görevlisi
İdari Personel
Doktora Öğrencisi
Yüksek Lisans Öğrencisi
Lisans Öğrencisi
Ön Lisans Öğrencisi

Şekil A.1 : Uzaktan eğitim sürdürülebilirliği anket formu.

BÖLÜM 2

Bu bölümdeki sorular ile ankete katılan katılımcıların görüşleri doğrultusunda “Yükseköğretimde Uzaktan Eğitimin Sürdürülebilirliği”ni etkileyen faktörleri belirlemek amaçlanmıştır. Sorular cevaplanırken, **asağıda tanımlandığı gibi** Yükseköğretimdeki uzaktan eğitim dikkate alınmalıdır.

Çalışma Kapsamında Uzaktan Eğitim: Zamandan ve mekandan tamamen bağımsız bir şekilde öğrencinin ve Öğretim Uyesinin kampüse gelme zorunluluğu olmaksızın mevcut var olan bilgisayar teknolojileri vasıtası ile tamamen sanal ortamda canlı, görüntülü, sesli olarak derslerin işlendiği, katılımcının istediği zaman bunları tekrar izleyebileceği ve görüntüleyebileceği, günümüz şartlarında eğitim ve öğretimin hızla bilgisayar ortamında geçtiği bir eğitim sistemidir.

Uzaktan eğitimde sürdürülebilirlik için aşağıdaki ifadelere katılım derecenizi belirtiniz.

- (1) Kesinlikle Katılmıyorum
- (2) Katılmıyorum
- (3) Kararsızım
- (4) Katılıyorum
- (5) Kesinlikle Katılıyorum

Uzaktan eğitimin sürdürülebilirliği anket soruları

Soru	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Karbon salınımının azalması önemlidir.					
Enerji tüketiminin azalması önemlidir.					
Daha az basılı materyal kullanımı önemlidir.					
Kurumdaki atıkların azalması önemlidir.					
Öğrencilerin öğrenim maliyetlerinin (barınma, ulaşım, yemek vb.) azalması önemlidir.					
Kurumdaki hizmet maliyetlerinin (genel giderler, temizlik, yemek vb.) azalması önemlidir.					
Kurumdaki yeni bina, derslik vb. maliyetlerin azalması önemlidir.					
Yeniden kullanılabilirlik (yazılım, eğitim materyalleri, ders içerikleri vb.) önemlidir.					
Eğitimde fırsat eşitliğinin sağlanması önemlidir.					
Coğrafi sınırların ortadan kalkması önemlidir.					
Nitelikli mezunların yetiştirilmesi önemlidir.					
Paydaş görüşlerinin dikkate alınması önemlidir.					

Şekil A.1 (devamı): Uzaktan eğitim sürdürülebilirliği anket formu.

Sade ve kullanıcı dostu yazılım kullanılması önemlidir.					
Kurumda yeterli teknik altyapının sağlanması önemlidir.					
Kullanılacak yazılımın dersin gereksinimlerini (ödev, proje, sınav vb.) karşılaması önemlidir.					
Kurumun ağ ve sınav güvenliği için gerekli önlemleri alması önemlidir.					
Kullanılan yazılımın ders kaydetme ve tekrar izleme özellikleri önemlidir.					
Elektrik veya internet kesintisi vb. durumlara karşı gerekli önlemlerin alınması önemlidir (telefondan derse bağlanmak, powerbank vb.).					
Eğitim kalitesinin artırılması önemlidir.					
Uzaktan eğitim birimi tarafından hazırlanacak doküman, video vb. hizmetler önemlidir.					
Eğitim programlarında “Sürdürülebilirlik” temalı derslere yer verilmesi önemlidir.					
Kurumun bilgi güvenliği ve etik açısından gerekli önlemleri alması önemlidir.					
Kurumsal uzaktan eğitim vizyonu ve politikasının dönemin şartlarına uygun olarak belirlenmesi önemlidir.					
Akademik birimlerin kendisini değerlendirmesi (öz değerlendirme) ve birbirini değerlendirmesi (akran değerlendirme) önemlidir.					
Eğitici eğitimleri (eğitim veren kişilerin öğrencilere daha verimli bir ders süreci sunması için oluşturulan bir eğitim programı) önemlidir.					
Öğreticinin teknoloji araçlarının kullanımına yönelik dijital becerileri önemlidir.					
Öğretici tarafından yazılımın birçok modülünün aktif kullanılması önemlidir (sınav, ödev, proje, etkinlik, öğrenciyle iletişim vb.).					
Uzaktan eğitime uygun değerlendirme ve ölçme sistemlerinin kullanılması önemlidir.					
Uzaktan eğitime uygun ders içeriğinin tasarlanması ve kaynak çeşitliliğinin artırılması önemlidir.					
Öğreticinin öğrencilerle etkileşim ve iletişim içinde olacağı öğrenme modellerini kullanması önemlidir.					
Öğrenci motivasyonu önemlidir.					
Öğrenci memnuniyeti önemlidir.					
Öğrencilerin derse katılımı önemlidir.					
Öğrencilerin ders dışında birbirleriyle iletişim ve etkileşimde olmaları önemlidir.					
Öğreticinin motivasyonu önemlidir.					
Öğrenci-Öğretici etkileşimi önemlidir.					

BÖLÜM 3

Açık Uçlu Soru: Yukarıda yer verilmeyen ancak uzaktan eğitimin sürdürülebilirliğine etki ettiğini düşündüğünüz faktörleri belirtiniz.

Şekil A.1 (devamı): Uzaktan eğitim sürdürülebilirliği anket formu.

Çizelge B.1 : Anket katılımcılarının demografik bilgileri.

Cinsiyet	n
Kadın	269
Erkek	285
Genel Toplam	554

Üniversite Türü	n
Devlet	523
Vakıf	31
Genel Toplam	554

Yaş	n
18 - 23	117
24 - 35	122
36 - 50	237
> 50	78
Genel Toplam	554

Unvan	n
Profesör Dr.	35
Doçent Dr.	33
Dr. Öğretim Üyesi	68
Öğretim Görevlisi	91
Araştırma Görevlisi	21
İdari Personel	101
Doktora Öğrencisi	17
Yüksek Lisans Öğrencisi	39
Lisans Öğrencisi	122
Ön Lisans Öğrencisi	27
Genel Toplam	554



ÖZGEÇMİŞ

Ad-Soyad : Hülya YILMAZ

ÖĞRENİM DURUMU :

- **Lisans** : 2013, Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü
- **Yüksek Lisans** : 2017, İstanbul Teknik Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Endüstri Mühendisliği Programı

MESLEKİ DENEYİM VE ÖDÜLLER:

- 2015-2019 yılları arasında ATT Tekstil Sanayi ve Ticaret A.Ş.'de Endüstri Mühendisi olarak planlama ve kalite üzerine çalıştı.
- 2019 yılı Eylül ayından itibaren Kırklareli Üniversitesinde Öğretim Görevlisi olarak çalışmaya devam etmektedir.

DOKTORA TEZİNDEN TÜRETİLEN YAYINLAR, SUNUMLAR VE PATENTLER:

- **Yilmaz, H.**, Karadayi-Usta, S. & Yanik, S. (2024). A novel neutrosophic AHP-Copeland approach for distance education: towards sustainability. *Interactive Learning Environments*, 32(5), 2152-2174. <https://doi.org/10.1080/10494820.2022.2141265>
- **Yilmaz, H.**, Karadayi-Usta, S., Yanik, S. & Kahraman, C. (2024). Decision process: A stakeholder-oriented video conferencing software selection in sustainable distance education. In Allahviranloo, T., Pedrycz, W. & Seyyedabbasi, A. (Eds.), *Decision-Making Models*, pp. 19-46). Academic Press, Elsevier, Cambridge, Massachusetts, USA. ISBN: 978-0-443-16147-6. <https://doi.org/10.1016/B978-0-443-16147-6.00026-8>
- **Yilmaz, H.** & Yanik, S. (2022). Prioritization of factors affecting sustainability of distance education in higher education institutions. *International Graduate Research Symposium - IGRS'22*, 1-3 June, 2022, İstanbul, Türkiye.

DİĞER YAYINLAR, SUNUMLAR VE PATENTLER:

- **Yılmaz, H.** & Yanik, S. (2025). Exploring factors influencing the structure of micro-credentials in distance learning from multiple stakeholders' perspectives. In G. Durak & S. Çankaya (Eds.), *Integrating Micro-Credentials With AI in Open Education* (pp. 89-114). IGI Global Scientific Publishing. <https://doi.org/10.4018/979-8-3693-5488-9.ch005>
- Yılmaz, D., **Yılmaz, H.**, Erdem, E. A., Yılmaz, M. U., Vaheddoost, B., & Aras, E. (2024). Mapping the evolution of sea outfall research: insights for marine environmental sustainability. *Politeknik Dergisi*. <https://doi.org/10.2339/politeknik.1543710>
- **Yılmaz, H.** & Yanik, S. (2024). Use of new technologies in transportation corridors and global supply chains. *22nd International Logistics and Supply Chain Congress (LMSCM2024)*, October 17-18, 2024, İstanbul, Türkiye.
- **Yılmaz, H.** ve Yılmaz, M. U. (2024). Kırklareli ilinde kuraklığın tarımsal ürün verimi üzerindeki etkisinin incelenmesi. *12. Ulusal Hidroloji Kongresi*, 16-19 Ekim, 2024, Samsun, Türkiye.
- Özçelik, C., Yılmaz, M. U., **Yılmaz, H.** ve Benli, K. (2024). 15 Mart 2023 Şanlıurfa sel felaketi. *12. Ulusal Hidroloji Kongresi*, 16-19 Ekim, 2024, Samsun, Türkiye.
- Yılmaz, M. U. & **Yılmaz, H.** (2022). An investigation of meteorological drought studies on a global scale using a bibliometric analysis. *Journal of Innovative Science and Engineering*, 6(1), 76-93. <https://doi.org/10.38088/jise.993473>
- Yılmaz, M. U. ve **Yılmaz, H.** (2022). Çok değişkenli kuraklık indeksi kullanılarak kuraklık değerlendirilmesi: Kırklareli İli Örneği. *11. Ulusal Hidroloji Kongresi*, 13-14 Ekim, 2022, Gaziantep, Türkiye.
- Serdar Asan, Ş., **Yılmaz, H.**, Doğan, E., Koç, B., Kayır, M. H. ve Çatalyürek, M. (2021). Lojistik ve tedarik zinciri alanında TR Dizin’de indekslenen çalışmaların bibliyometrik analizi. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, (68), 164-184. <https://doi.org/10.51290/dpusbe.831978>
- **Yılmaz, H.** & Yanik, S. (2020). Design of demerit control charts with fuzzy c-means clustering and an application in textile sector. *Textile and Apparel*, 30(2), 117-125. <https://doi.org/10.32710/tekstilvekonfeksiyon.598582>