



**SALGIN İLE MÜCADELEDE ÜLKELERİN  
ETKİNLİKLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ İÇİN  
ÇOK BOYUTLU BÜTÜNLEŞİK ETKİNLİK ANALİZ  
MODELİ ÖNERİSİ: COVID-19 UYGULAMASI**

**Zeynep Büşra KESKİN**

**Danışman: Doç. Dr. Elif KILIÇ DELİCE**

**Yüksek Lisans Tezi**

**Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı**

**2022**

(Her hakkı saklıdır.)

T.C.  
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

**SALGIN İLE MÜCADELEDE ÜLKELERİN ETKİNLİKLERİNİN  
DEĞERLENDİRİLMESİ İÇİN ÇOK BOYUTLU BÜTÜNLEŞİK ETKİNLİK ANALİZ  
MODELİ ÖNERİSİ: COVID-19 UYGULAMASI**

(Multidimensional Integrated Efficiency Analysis Model Proposal for Assessing the  
Efficiency of Countries in Combating the Pandemic: COVID-19 Application)

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Zeynep Büşra KESKİN

Danışman: Doç. Dr. Elif KILIÇ DELİCE

Erzurum

Mayıs, 2022



**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**  
Graduate School of Natural and  
Applied Sciences

**T.C.**  
**ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ**  
**Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü**  
**TEZ KABUL VE ONAY TUTANAĞI**

Salgın ile Mücadelede Ülkelerin Etkinliklerinin Değerlendirilmesi için Çok Boyutlu Bütünleşik Etkinlik Analiz Modeli Önerisi: COVID-19 Uygulaması

Doç. Dr. Elif KILIÇ DELİCE danışmanlığında, Zeynep Büşra KESKİN tarafından hazırlanan bu çalışma, 20/06/2022 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı Endüstri Mühendisliği Bilim Dalı'nda Yüksek Lisans tezi olarak **oybirliği / oy çokluğu (3./3.)** ile kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı:	Prof. Dr. Cafer ÇELİK <i>Atatürk Üniversitesi</i>	Aslı Islak İmzalıdır
Danışman:	Doç. Dr. ELİF KILIÇ DELİCE <i>Atatürk Üniversitesi</i>	Aslı Islak İmzalıdır
Jüri Üyesi:	Doktor Öğretim Üyesi Hamid YILMAZ <i>Atatürk Üniversitesi</i>	Aslı Islak İmzalıdır

Enstitü Yönetim  
Kurulunun .../.../.... tarih  
ve ..... sayılı kararı.

Bu tezin Atatürk Üniversitesi Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği'nin ilgili maddelerinde belirtilen şartları yerine getirdiğini onaylarım.

**Prof.Dr. Saltuk Buğrahan CEYHUN**

**Enstitü Müdürü**  
Aslı Islak İmzalıdır

Bu çalışma BAP (örn. BAP, DPT, Tübitak 1001, v.s.) projeleri kapsamında desteklenmiştir.  
Proje No: FYL-2021-9792

**T.C.**  
**ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ**

**ETİK BİLDİRİM VE İNTİHAL BEYAN FORMU**

Yüksek Lisans Tezi olarak Doç. Dr. Elif KILIÇ DELİCE danışmanlığında sunulan “SALGIN İLE MÜCADELEDE ÜLKELERİN ETKİNLİKLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ İÇİN ÇOK BOYUTLU BÜTÜNLEŞİK ETKİNLİK ANALİZ MODELİ ÖNERİSİ: COVID-19 UYGULAMASI” başlıklı çalışmanın tarafımızdan bilimsel etik ilkelere uyularak yazıldığını, yararlanılan eserlerin kaynakçada gösterildiğini, Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından belirlenmiş olan Turnitin Programı benzerlik oranlarının aşılmadığını ve aşağıdaki oranlarda olduğunu beyan ederiz.

<b>Tez Bölümleri</b>	<b>Tezin Benzerlik Oranı (%)</b>	<b>Maksimum Oran (%)</b>
Giriş	%10	30
Kuramsal Temeller	%8	30
Materyal ve Metot	%26	35
Araştırma Bulguları ve Tartışma	%3	20
Sonuçlar ve Öneriler	%0	20
Tezin Geneli	%11	25

*Not: Yedi kelimeye kadar benzerlikler ile Başlık, Kaynakça, İçindekiler, Teşekkür, Dizin ve Ekler kısımları tarama dışı bırakılabilir. Yukarıdaki azami benzerlik oranları yanında tek bir kaynaktan olan benzerlik oranlarının %5'den büyük olmaması gerekir.*

Sunulan bilgilerin doğru olduğunu, aksi halde doğacak hukuki sorumlulukları kabul ettiğimizi beyan ederiz.

<b>Tez Yazarı (Öğrenci)</b>	<b>Tez Danışmanı</b>
<b>Zeynep Büşra KESKİN</b>	<b>Doç. Dr. Elif KILIÇ DELİCE</b>
<b>29.6.2022</b>	<b>29.6.2022</b>
İmza:	İmza:

\* Tez ile ilgili YÖKTEZ’de yayımlamasına ilişkin bir engelleme var ise aşağıdaki alanı doldurunuz.

Tezle ilgili patent başvurusu yapılması / patent alma sürecinin devam etmesi sebebiyle Enstitü Yönetim Kurulunun ....../.../.... tarih ve ..... sayılı kararı ile teze erişim 2 (iki) yıl süreyle engellenmiştir.

Enstitü Yönetim Kurulunun ....../.../.... tarih ve ..... sayılı kararı ile teze erişim 6 (altı) ay süreyle engellenmiştir.

## TEŞEKKÜR

Bu tez çalışmasının hazırlanmasında; birlikte çalıőmaktan zevk aldığım, gece gündüz demeden sabırla tüm sorularıma cevap verip, hiçbir zaman desteğini esirgemeyen, tam anlamı ile bana danıőmanlık yapan hocam Doç. Dr. Elif KILIÇ DELİCE' ye teőekkürü bir borç bilirim.

Bu tez alıőması Atatürk Üniversitesi FYL-2021-9792 nolu proje ile Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimince desteklenmiştir.

Zeynep Büşra KESKİN



## ÖZET

### YÜKSEK LİSANS TEZİ

#### SALGIN İLE MÜCADELEDE ÜLKELERİN ETKİNLİKLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ İÇİN ÇOK BOYUTLU BÜTÜNLEŞİK ETKİNLİK ANALİZ MODELİ ÖNERİSİ: COVID-19 UYGULAMASI

Zeynep Büşra KESKİN

Danışman: Doç. Dr. Elif KILIÇ DELİCE

**Amaç:** Bu çalışmada salgın ile mücadelede ülkelerin etkinliklerinin araştırılması, diğer ülkelerle sağlık göstergeleri açısından karşılaştırılması, ülkelerin izlemiş oldukları sağlık politikalarında değişikliğe gereksinim olup olmadığının belirlenmesi, salgın ile mücadelede hangi girdi ve çıktı değişkenlerinin daha önemli bir yere sahip olduğunun tespit edilmesi için çok boyutlu bütünlük etkinliği analiz (ÇBBEA) modeli geliştirilmiştir. Geliştirilen model OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development) ülkelerinin COVID-19 salgını ile mücadelede performanslarının belirlenmesi için kullanılmıştır.

**Yöntem:** Önerilen ÇBBEA modelinin ilk aşamasında salgın ile mücadelede etkili olabilecek girdi ve çıktı kriterleri belirlenmiş ve literatürden farklı olarak; kırsal nüfus oranı, şeker hastalığı yaygınlık oranı, 65 yaş üstü kişi sayısı, yoğun bakım yatak sayısı ve aşı sayısı kriterleri de dikkate alınmıştır. İkinci aşamada girdi ve çıktı kriteri, nesnel verilere dayanan CRITIC (Criteria Importance Through Intercriteria Correlation) yöntemi ve öznel sonuçlar ortaya koyan Bulanık SWARA (Step Wise Weight Assessment Ratio Analysis) yöntemi ile ağırlıklandırılmıştır. Daha sonra elde edilen nesnel ve öznel kriter ağırlıkları SOWIA (Subjective and Objective Weight Integrated Approach) yöntemi ile birleştirilerek bütünlük kriter ağırlıkları elde edilmiştir. Üçüncü aşamada belirlenen kriter ağırlıkları da göz önünde bulundurularak EATWOS (Efficiency Analysis Technique With Output Satisficing), OCRA (Operational Competitiveness Rating) ve BVZA (Bulanık Veri Zarflama Analizi) yöntemleri ile üç ayrı etkinlik analizi yapılmış ve üç ayrı sıralama elde edilmiştir. Son aşamada ise üç yöntemden elde edilen etkinlik analizi sıralama sonuçları TPOP (Technique of Precise Order Preference) yöntemi ile birleştirilerek tek ve kesin bir sıralama ortaya çıkarılmıştır.

**Sonuç:** ÇBBEA modelinin uygulanması sonucunda Yeni Zelanda etkinlik sıralamasında ilk sırada yer alan ülke olmuştur. Yeni Zelanda'yı Çekya, Slovenya ve Estonya takip etmektedir. Şili ve Finlandiya ise etkinlik sıralamasında son sıralarda yer almıştır. Ülkelerin etkinlik skor ortalamaları %52,7 iken sağlık harcamaları bakımından ilk sıralarda yer alan ABD, Almanya, Birleşik Krallık gibi ülkeler etkinliği yakalayamamıştır. Bununla birlikte ülkeler virüsün yayılma hızını kontrol altında tutmak adına mevcut politikalarını değiştirebilir ve sıkılaştırabilirler. Geliştirilen ÇBBEA modeli herhangi bir salgın hastalık olduğunda ülkelerin etkinliklerini ölçmek için kullanılabilir özelliktedir. Salgın hastalıklarda ülkelerin performanslarını değerlendirmeye yönelik bir model önerisi yapan ilk çalışma olması nedeniyle bu çalışmanın literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Etkinlik, Salgın, COVID-19, OECD, Bulanık SWARA, CRITIC, EATWOS, OCRA, BVZA, TPOP.

**Haziran 2022, 102 sayfa**

## ABSTRACT

### MASTER'S THESIS

#### MULTIDIMENSIONAL INTEGRATED EFFICIENCY ANALYSIS MODEL PROPOSAL FOR ASSESSING THE EFFICIENCY OF COUNTRIES IN COMBATING THE PANDEMIC: COVID-19 APPLICATION

Zeynep Büşra KESKİN

Danışman: Assoc. Prof. Dr. Elif KILIÇ DELİCE

**Purpose:** In this study, to determine the effectiveness of the countries in the fight against the epidemic, to compare them with other countries in terms of health indicators, to determine whether there is a need for changes in the health policies followed by the countries to determine, which input and output variables have a more important place in the fight against the epidemic to determine and to contribute to the literature. For this purpose, a multidimensional integrated efficiency analysis (MDIEA) model was developed. With the developed model, the performance of OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development) countries in the fight against the COVID-19 epidemic was examined.

**Method:** In the first stage of the proposed MDIEA model, input and output criteria that can be effective in combating the epidemic were determined. A broad criterion Unlike the literature; The criteria of rural population rate, diabetes prevalence rate, population over 65 years of age, number of intensive care beds and number of vaccinations were taken into account. In the second stage, input and output criteria were weighted with the CRITIC (Criteria Importance Through Intercriteria Correlation) method, which is based on objective data, and the Fuzzy SWARA (Step Wise Weight Assessment Ratio Analysis) method, which reveals subjective results. Then, the objective and subjective criterion weights obtained were combined with the SOWIA (Subjective and Objective Weight Integrated Approach) method and integrated criterion weights were obtained. Considering the criteria weights determined in the third stage, three different efficiency analyzes were performed with EATWOS (Efficiency Analysis Technique With Output Satisficing), OCRA (Operational Competitiveness Rating) and FDEA (Fuzzy Data Envelopment Analysis) methods and three separate rankings were obtained. At the last stage, the efficiency analysis ranking results obtained from the three methods were combined with the TPOP (Technique of Precise Order Preference) method to reveal a single and precise ranking.

**Conclusion:** As a result of the implementation of the MDIEA model, New Zealand was the country in the first place in the event ranking. New Zealand is followed by Czechia, Slovenia and Estonia. Chile and Finland, on the other hand, took the last place in the event ranking. While the average efficiency score of the countries is 52.7%, countries such as the USA, Germany and the United Kingdom, which are in the first place in terms of health expenditures, could not catch up with the efficiency. The developed MDIEA model can be used to measure the effectiveness of countries when there is an epidemic. It is thought that this study will contribute to the literature, as it is the first study to propose a model for evaluating the performance of countries in epidemics.

**Keywords:** Efficiency, Pandemic, COVID-19, OECD, Fuzzy SWARA, CRITIC, EATWOS, OCRA, FDEA, TPOP.

**June 2022, 102 pages**

## İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY TUTANAĞI.....	i
ETİK BİLDİRİM VE İNTİHAL BEYAN FORMU .....	ii
TEŞEKKÜR .....	iii
ÖZET .....	iv
ABSTRACT .....	v
İÇİNDEKİLER.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	viii
TABLolar DİZİNİ.....	ix
KISALTMALAR ve SİMGELER DİZİNİ .....	xi
GİRİŞ.....	1
Çalışmanın Önemi.....	1
Çalışmanın Amacı ve İçeriği.....	2
KURAMSAL TEMELLER.....	4
COVID-19 ve ÇKKV Çalışmaları ile İlgili Literatür İncelemesi .....	4
Çalışmada Kullanılan ÇKKV Metotları ile İlgili Literatür İncelemesi.....	6
CRITIC yöntemi ile ilgili literatür incelemesi .....	6
Bulanık SWARA yöntemi ile ilgili literatür incelemesi .....	7
SOWIA yöntemi ile ilgili literatür incelemesi .....	7
EATWOS yöntemi ile ilgili literatür incelemesi.....	8
OCRA yöntemi ile ilgili literatür incelemesi .....	8
BVZA yöntemi ile ilgili literatür incelemesi .....	9
TPOP yöntemi ile ilgili literatür incelemesi .....	9
MATERYAL VE METOT .....	11
Çok Kriterli Karar Verme .....	11
Sağlık sistemlerinde ÇKKV yaklaşımları .....	12
Bulanık Mantık Kavramı.....	12
Üçgen üyelik fonksiyonu .....	13
Bulanık sayılarda aritmetik işlemler .....	14
Kalite ve Etkinlik Ölçme Kavramları .....	14
Etkinlik.....	14
Teknik etkinlik .....	15
Önerilen Çok Boyutlu Bütünleşik Etkinlik Analiz Modeli.....	15
Aşama 1. Sağlık Göstergelerinden Girdi ve Çıktı Kriterlerinin Belirlenmesi .....	18



Aşama 2. Girdi ve Çıktı Kriterlerinin Bütünleşik Ağırlıklarının Belirlenmesi.....	19
Adım 2.1. CRITIC yöntemi ile kriter ağırlıklarının belirlenmesi .....	20
Adım 2.2. Bulanık SWARA yöntemi ile kriter ağırlıklarının belirlenmesi .....	22
Adım 2.3. SOWIA yöntemi ile bütünleşik kriter ağırlıklarının belirlenmesi .....	23
Aşama 3. Ülkelerin etkinlik sıralarının belirlenmesi .....	24
Adım 3.1. EATWOS yöntemi ile etkinlik sıralarının belirlenmesi.....	24
Adım 3.2. OCRA yöntemi ile etkinlik sıralarının belirlenmesi .....	25
Adım 3.3. BVZA yöntemi ile etkinlik sıralarının belirlenmesi .....	26
Kao Liu modeli .....	27
Minimax pişmanlık yaklaşımı.....	29
Aşama 4. TPOP Yöntemi ile Bütünleşik Etkinlik Sıralamasının Belirlenmesi .....	30
ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	33
COVID-19 Salgınında OECD Ülkelerinin Etkinlik Analizleri İçin ÇBBEA Modelinin Uygulanması .....	33
Aşama 1. Sağlık Göstergelerinin Girdi ve Çıktı Kriterleri Olarak Belirlenmesi .....	33
Aşama 2. Girdi ve Çıktı Kriterlerinin Bütünleşik Ağırlıklarının Belirlenmesi.....	35
Adım 2.1. CRITIC yöntemi ile kriter ağırlıklarının belirlenmesi .....	35
Adım 2.2. Bulanık SWARA yöntemi ile kriter ağırlıklarının belirlenmesi .....	39
Adım 2.3. SOWIA yöntemi ile bütünleşik kriter ağırlıklarının belirlenmesi .....	40
Aşama 3. Ülkelerin Etkinlik Sıralamalarının Belirlenmesi.....	42
Adım 3.1. EATWOS yöntemi ile etkinlik sıralarının belirlenmesi.....	42
Adım 3.2. OCRA yöntemi ile etkinlik sıralarının belirlenmesi .....	54
Adım 3.3. BVZA yöntemi ile etkinlik sıralarının belirlenmesi .....	59
Kao-Liu Modelinin Uygulanması .....	65
Aşama 4. TPOP Yöntemi ile Bütünleşik Etkinlik Sıralamasının Belirlenmesi .....	67
Etkin Olmayan Ülkeler için İyileştirme Önerileri.....	71
SONUÇLAR VE ÖNERİLER .....	74
KAYNAKLAR.....	75
EKLER .....	82
EK-1. Bulanık Swara Anket Uygulaması Formu.....	82
EK-2. ABD $\alpha=0$ için Alt Etkinlik Değeri Kao-Liu Modeli .....	84
ÖZGEÇMİŞ.....	89

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. ÇBBEA Modelinin Literatüre Katkıları.....	3
Şekil 2. ÇBBEA Modelinin Akış Diyagramı .....	15



## TABLolar DİZİNİ

<b>Tablo 1.</b> Notasyonlar.....	17
<b>Tablo 2.</b> Dilsel Kriterler Tablosu Chang (1996).....	22
<b>Tablo 3.</b> Girdi ve Çıktı Kriterlerine ait Genel İstatistik Tablosu (25.10.2021) .....	34
<b>Tablo 4.</b> Standart Karar Matrisi .....	35
<b>Tablo 5.</b> Normalize Karar Matrisi.....	36
<b>Tablo 6.</b> Girdi Kriterleri Korelasyon Matrisi.....	37
<b>Tablo 7.</b> Çıktı Kriterleri Korelasyon Matrisi .....	38
<b>Tablo 8.</b> CRITIC Yöntemi ile Belirlenen Girdi Kriterleri Ağırlık Değerleri ( <i>wkc</i> ).....	38
<b>Tablo 9.</b> CRITIC Yöntemi ile Belirlenen Çıktı Kriterleri Ağırlık Değerleri ( <i>wjc</i> ).....	38
<b>Tablo 10.</b> KV1 İçin Bulanık SWARA Yöntemi İle Girdi Kriterlerinin Ağırlık Hesaplamaları .....	39
<b>Tablo 11.</b> KV1 için Bulanık SWARA Yöntemi ile Çıktı Kriterlerinin Ağırlık Hesaplamaları .....	39
<b>Tablo 12.</b> Bulanık SWARA İle Belirlenen Girdi Kriterleri Ağırlık Değerleri .....	40
<b>Tablo 13.</b> Bulanık SWARA ile Belirlenen Çıktı Kriterleri Ağırlık Değerleri.....	40
<b>Tablo 14.</b> SOWIA ile Belirlenen Bütünleşik Girdi Kriterleri Ağırlıkları.....	41
<b>Tablo 15.</b> SOWIA Bütünleşik Çıktı Kriterleri Ağırlıkları .....	41
<b>Tablo 16.</b> Girdi ve Çıktı Kriterlerine Ait Ağırlık Değerleri .....	42
<b>Tablo 17.</b> EATWOS Yöntemi için Standart Karar Matrisi .....	44
<b>Tablo 18.</b> EATWOS(NS) Modeli için Elde Edilen Normalize Karar Matrisi.....	47
<b>Tablo 19.</b> EATWOS(NS) Modeli için Girdi Kriterlerine ait Ağırlıklandırılmış Mesafe Ölçüleri .....	50
<b>Tablo 20.</b> EATWOS(NS) Modeli için Çıktı Kriterlerine ait Ağırlıklandırılmış Mesafe Ölçüleri .....	52
<b>Tablo 21.</b> EATWOS Modelleri ile Elde Edilen Etkinlik Analizi Sonuçları.....	53
<b>Tablo 22.</b> Ölçeklendirilmemiş Girdi Tercih İndeksleri.....	55
<b>Tablo 23.</b> Ölçeklendirilmemiş Çıktı Tercih İndeksleri .....	57
<b>Tablo 24.</b> OCRA Yöntemi ile Elde Edilen Etkinlik Analizi Sonuçları .....	58
<b>Tablo 25.</b> BVZA Ağırlıklandırılmış Normalize Matris .....	60
<b>Tablo 26.</b> BVZA Girdi Kriterleri Alt Sınır(L) Verileri ( $(Xi0)aL$ ) .....	62
<b>Tablo 27.</b> BVZA Girdi Kriterleri Üst Sınır (U)Verileri ( $(Xi0)aU$ ).....	63
<b>Tablo 28.</b> BVZA Çıktı Kriterleri Alt Sınır(L) ve Üst Sınır (U)Verileri .....	64
<b>Tablo 29.</b> Alternatiflere ait Alt ve Üst Etkinlik Değerleri .....	65

<b>Tablo 30.</b> BVZA Yöntemi ile Elde Edilen Etkinlik Analizi Sonuçları .....	66
<b>Tablo 31.</b> Senaryo 1 için Normalize Edilmiş Önem Ağırlıkları Matrisi .....	68
<b>Tablo 32.</b> Senaryo 1 için ÇKKV Yöntemlerinin Kesin Ağırlık Değerleri .....	69
<b>Tablo 33.</b> Senaryo 1 için TPOP Yöntemi Sıralama Sonuçları.....	69
<b>Tablo 34.</b> Tüm Senaryolar için Bütünleşik Etkinlik Analizi Sonuçları.....	70
<b>Tablo 35.</b> Ülkeler için İyileştirme Önerileri .....	71



## KISALTMALAR ve SİMGELER DİZİNİ

<b>BVZA</b>	: Bulanık Veri Zarflama (Fuzzy Data Envelopment Analysis)
<b>COVID-19</b>	: Coronavirus Disease-19 (Corona Virüs Hastalığı)
<b>CRITIC</b>	: Criteria Importance Through Intercriteria Correlation (Kriterler Arası Korelasyon Yolu ile Kriterlerin Önemi)
<b>ÇAKV</b>	: Çok Amaçlı Karar Verme
<b>ÇKKV</b>	: Çok Kriterli Karar Verme
<b>ÇNKV</b>	: Çok Nitelikli Karar Verme
<b>EATWOS</b>	: Efficiency Analysis Technique With Output Satisficing (Çıktı Memnuniyeti ile Verimlilik Analizi Tekniği)
<b>GSYİH</b>	: Gayri Safi Yurt İçi Hasıla
<b>HIV</b>	: Human Immunodeficiency Virus (İnsan Bağışıklık Yetmezliği Virüsü)
<b>KVB</b>	: Karar Verme Birimi
<b>OCRA</b>	: Operational Competitiveness Rating (Operasyonel Rekabet Derecelendirmesi)
<b>OECD</b>	: Organisation for Economic Co-operation and Development (Ekonomik Kalkınma ve İş birliği Örgütü)
<b>SOWIA</b>	: Subjective and Objective Weight Integrated Approach (Sübjektif ve Objektif Entegre Ağırlık Belirleme Yaklaşımı)
<b>SWARA</b>	: Step-Wise Weight Assessment Ratio Analysis (Adım Adım Ağırlık Değerlendirme Analizi)
<b>TPOP</b>	: Technique of Precise Order Preference (Kesin Sıra Tercih Tekniği)
<b>WHO</b>	: World Health Organization (Dünya Sağlık Örgütü)
<b>KV</b>	: Karar Verici

# GİRİŞ

## Çalışmanın Önemi

Dünyamız, geçmişten günümüze milyonlarca insanın hayatını kaybetmesine neden olan çeşitli salgın hastalıklarla mücadele etmek zorunda kalmıştır. Asya'nın güneybatısında 1300'lü yıllarda başlayan veba salgını ile yaklaşık 50 milyon insan hayatını kaybetmiştir. 1900'lü yıllarda başlayarak günümüzde etkileri devam eden HIV virüsü ile yaklaşık 36 milyon, 1957 yılında Çin'de başlayan Asya gribi ile 24 milyon insan hayata gözlerini yummuştur (Wikipedia, 2021). Bu salgınlar ile etkin mücadele edebilmek sağlık hizmetlerinin kalitesine ve kapasitesine bağlıdır. Aynı zamanda ülkeler sağlık sistemleri alanındaki mevcut kaynaklarını doğru ve etkin bir şekilde kullanmak zorundadırlar. 1 Aralık 2019'da Çin'in Wuhan kentinde ortaya çıkan COVID-19 salgını ile de ülkelerin sağlık hizmetlerinin iyi seviyede olması gerektiği bir kez daha ortaya çıkmıştır. Bu nedenle ülkelerin sağlık kaynaklarının yeterli olması ve sağlık hizmeti verme performanslarının yüksek olması beklenmektedir.

İlk zamanlarda yeteri kadar önemsenmeyen COVID-19 salgını daha sonra hızla ilerleyerek tüm dünyada ekonomiden, turizme, sosyal hayattan, ticari faaliyetlere kadar birçok alanda geniş soluklu değişikliklere sebep olmuş ve tüm dünyanın neredeyse en önemli gündemi haline gelmiştir. 06.04.2022 itibari ile vaka sayısı 490 milyon olurken, salgın nedeni ile hayatını kaybeden sayısı 6 milyona ulaşmıştır (WHO, 2021). Ülkeler mevcut vakalar nedeni ile ölenlerin sayısını azaltmak ve sağlık hizmetleri kapasitelerini aşmadan kaynaklarını etkin bir şekilde kullanabilmek için çeşitli yollara başvurmuşlardır. Fakat alınan tedbirler konusunda ülkeler fikir birliğinde olmadıklarından salgının seyri ve ülkelerin salgın ile mücadele performansları da değişiklik göstermiştir. Ülkeler tarafından gerçekleştirilen farklı uygulamalar ve alınan tedbirlerin yanında pandeminin seyrini ülkelerin sağlık alt yapıları ve nüfus yapıları da etkilemektedir. Ülkelerin sağlık hizmetleri performanslarının birbirleri ile kıyaslanabilmesi için standart, nitel ve nicel sağlık göstergeleri bulunmaktadır. Sağlık göstergeleri ülkelerin sağlık sistemlerinin mevcut durumlarını göstermekle birlikte belirli bir zaman aralığında ortaya çıkan değişimlerin ve performans değerlerinin belirlenmesini sağlamaktadır. Aynı zamanda ülkeler arasında karşılaştırma yapılabilmesine de olanak sağlar (Şahin, 2017). Ülkeler arasında ekonomik, kültürel ve sosyal farklılıklar bulunması ve sağlık göstergelerinin ülkeden ülkeye değişiklik göstermesinin yanısıra bütün sağlık sistemlerinin ortak amacı halkın her kesiminden insanın erişilebileceği etkili sağlık hizmetlerini minimum maliyet ile sunmaktır (Gómez-Gallego et al., 2021). Bununla birlikte, sağlık göstergeleri ülkelerin salgınla başa çıkmada etkinlik ve verimliliklerini belirlemek açısından önemlidir.

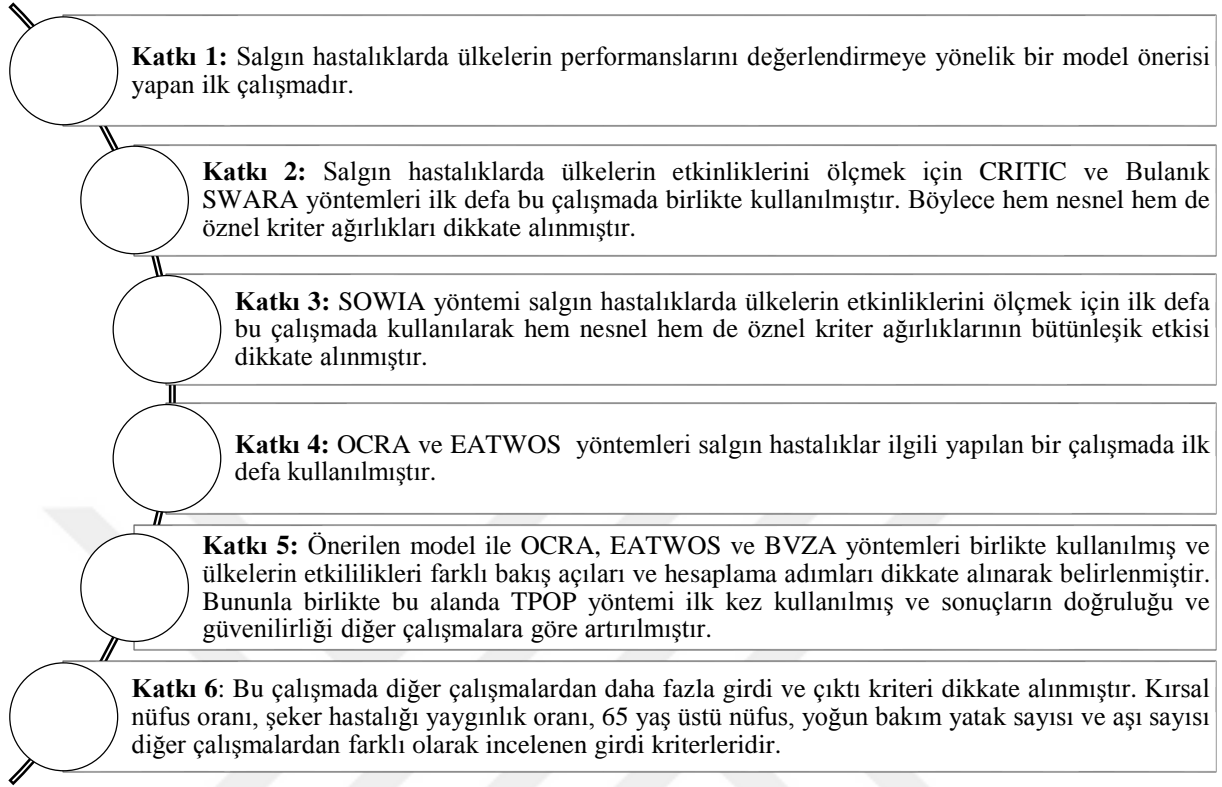
## Çalışmanın Amacı ve İçeriği

Bu çalışmada salgın ile mücadelede ülkelerin etkinliklerinin belirlenmesi, diğer ülkelerle sağlık göstergeleri açısından karşılaştırılması, ülkelerin izlemiş oldukları sağlık politikalarında değişikliğe gereksinim olup olmadığının belirlenmesi, salgın ile mücadelede hangi girdi ve çıktı değişkenlerinin daha önemli bir yere sahip olduğunun belirlenmesi için yeni çok boyutlu bütünleşik etkinlik analiz (ÇBBEA) modeli önerilerek literatüre katkı sağlanmıştır. Geliştirilen model herhangi bir salgın hastalık olduğunda ülkelerin etkinliklerini ölçmek için kullanılabilir özelliktedir. Ayrıca bu model COVID-19 ile mücadelede OECD (Organisation for Economic Cooperation and Development- Ekonomik Kalkınma ve İş birliği Örgütü) ülkelerinin etkinliklerinin belirlenmesi için kullanılacaktır. Yapılan araştırmalarda, OECD'nin hastanelerin sağlık sektörüne yönelik harcamalarının büyük paya sahip olduğu görülmektedir. Bu pay 2017 yılı Sağlık Göstergeleri raporuna göre OECD ülkelerinde ortalama %38 iken, Türkiye'de %53'tür (Arslan, 2019).

Sağlık birçok sektörün aksine çok sayıda girdi ve çıktının olduğu karmaşık bir alandır. Sağlık göstergelerinden uygun girdi ve çıktının belirlenmesi salgın zamanlarında etkinliğin ölçülmesi için son derece önemlidir. Salgın zamanında ülkelerin etkinliğinin belirlenmesi sırasında farklı veya benzer girdi çıktıların yer aldığı bilinmektedir. Girdi olarak alınan bazı sağlık göstergelerinin başka çalışmalarda çıktı olarak alınması söz konusudur. Bu nedenle tez kapsamında girdi ve çıktı göstergeleri (kriterleri) literatürde yapılmış çalışmalar incelenerek belirlenmiştir. Ülkelerin salgın ile mücadelelerinde birbirleri ile çelişen birden fazla kriter bulunduğundan bu tez çalışmasında önerilen etkinlik analiz modelinde Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemleri kullanılmıştır.

ÇKKV yöntemleri kullanılarak geliştirilen ÇBBEA modelinin ilk aşamasında salgın ile mücadelede etkili olabilecek girdi ve çıktı kriterleri belirlenir. İkinci aşamada bu kriterler önem ağırlıkları, nesnel bir kriter ağırlıklandırma yöntemi olan CRITIC (Criteria Importance Through Intercriteria Correlation) ve öznel sonuçlar ortaya koyan Bulanık SWARA (Fuzzy Step Wise Weight Assessment Ratio Analysis) yöntemi ile ortaya çıkarılır. Daha sonra bu iki yöntemden elde edilen nesnel ve öznel kriter ağırlıkları SOWIA (Subjective and Objective Weight Integrated Approach) yöntemi ile birleştirilerek bütünleşik kriter ağırlıkları elde edilir. Üçüncü aşamada belirlenen kriter ağırlıkları da göz önünde bulundurularak EATWOS (Efficiency Analysis Technique With Output Satisficing), OCRA (Operational Competitiveness Rating) ve Bulanık Veri Zarflama Analizi (Fuzzy Data Envelopment Analysis-BVZA) yöntemleri ile üç farklı etkinlik analizi yapılır ve üç ayrı sıralama elde edilir. Son aşamada ise üç yöntemin elde edilen etkinlik analizi sıralama sonuçları TPOP (Technique of Precise Order Preference)

metodu ile birleştirilerek tek ve kesin bir sıralama ortaya çıkarılır. Önerilen ÇBBEA modelinin literatüre katkıları Şekil 1’de gösterilmiştir.



**Şekil 1.** ÇBBEA Modelinin Literatüre Katkıları

Bu tez çalışmasının ikinci bölümünde COVID-19 ve bu çalışmada kullanılan ÇKKV yöntemleri ile ilgili literatür verilmiştir. Üçüncü bölümde tez çalışmasında ele alınan konular ve kullanılan yöntemler ile önerilen ÇBBEA modeli hakkında bilgi verilmiştir. Dördüncü bölüm çalışmanın bulgularını içermektedir. Çalışma beşinci bölüm olan sonuçlar kısmı ile son bulmaktadır.



## KURAMSAL TEMELLER

### COVID-19 ve ÇKKV Çalışmaları ile İlgili Literatür İncelemesi

Literatür incelendiğinde COVID-19 salgını ile ilgili farklı girdi ve çıktı kriterlerini dikkate alan çalışmalar literatürde mevcuttur. Çalışmalarda genellikle birbirine benzer girdi ve çıktı kriterleri değerlendirmeye alınmıştır. COVID-19 vaka, ölüm sayısı ve ölüm oranı, Gayri Safi Yurtiçi Hasıla'dan sağlığa ayrılan pay, kişi başı cari sağlık harcaması, hekim sayısı, hemşire sayısı, hastane yatağı sayısı, test sayısı, vaka sayısı, ölen sayısı ve iyileşen sayısı genel olarak girdi ya da çıktı olarak alınan değerlendirme kriterleridir. Solunum cihazı sayısı, sağlık çalışanı sayısı, toplam kamu finansmanı, karantina merkezlerinin sayısı, karantinaya alınan kişi sayısı, popülasyon; yaşlı nüfus, okuryazarlık oranı, nüfus yoğunluğu ve fiziksel hareketsizlik ise çalışmalarda farklı olarak alınan kriterlerdir. Bu çalışmada ise, kırsal nüfus oranı, şeker hastalığı yaygınlık oranı, 65 yaş üstü nüfus, yoğun bakım yatak sayısı ve aşı sayısı diğer çalışmalardan farklı olarak incelenen kriterlerdir.

Mevcut literatürde, COVID-19 ile ilgili ÇKKV yöntemlerinin kullanıldığı az sayıda çalışmaya rastlanmaktadır. Örneğin; Yiğit (2020), OECD ülkelerinin COVID-19 ile mücadele performansını TOPSIS (The Technique For Order Preference by Similarity to Ideal Solution) yöntemi ile belirlemiştir. Çalışma sonucunda Slovakya, Letonya, Kore, Yeni Zelanda, Avustralya etkinlik skoru olarak ilk sıralarda yer alan ülkeler olmuştur. Maqbool ve Khan (2020), salgını önlemek amacı ile alınan halk sağlığı ve sosyal önlemlerin uygulanmasının önündeki engellerin analiz edilmesi için DEMATEL (Decision Making Trial and Evaluation Laboratory) yöntemini kullanmışlardır. İzolasyon önlemlerinin başarılı bir şekilde uygulanabilmesi büyük ölçüde sağlık kaynaklarının yeterliliğine bağlı olduğu belirlenmiştir. Maity and Barlaskar (2020), COVID-19 ile mücadelede Hindistan eyaletlerini karşılaştırmak ve eyaletler arası eşitsizliklerden sorumlu faktörlerini ortaya çıkarmak için Stokastik Üretim Sınırı Modelini kullanmışlardır. Sonuç olarak yaşlı nüfus, okuryazarlık oranı, nüfus yoğunluğu kriterlerinin iyileşme oranını etkilediğini belirlemişlerdir. Sayan et al. (2020), bulanık TOPSIS ve bulanık PROMETHEE (The Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation) yöntemleri ile en etkili tanı yöntemlerinin belirlenmesi üzerine bir çalışma yapmış ve COVID-19 belirlemede en etkili tanı yönteminin göğüs tomografisi olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Hezam et al. (2021), AHP (Analytical Hierarchical Process) ve TOPSIS kullanarak aşı önceliği ile ilgili çalışma yapmış ve sağlık personeli, yüksek riskli kişiler, yaşlılar, emzikli ve hamilelerin aşı dozu açısından öncelikli sırada yer alması gerektiği belirlenmiştir. Boyacı (2021), COVID-19 salgını ile mücadelede hangi OECD ülkesinin daha

avantajlı olduğunu SWARA (Step Wise Weight Assessment Ratio Analysis), TOPSIS, ARAS (Additive Ratio Assessment) ve COPRAS (Complex Proportional Assessment) yöntemlerini kullanarak belirlemiştir. Japonya etkinlik bakımından birinci sırada, Şili ise son sırada yer almıştır. Ghorui et al. (2021), COVID-19 yayılmasında baskın rol oynayan risk faktörünü Bulanık AHP (Fuzzy Analytical Hierarchical Process), Bulanık HFS (Hesitant Fuzzy Sets) ve TOPSIS yöntemleri ile belirlemiştir. Çalışmanın sonuçlarına göre enfekte kişi ile uzun süre temas en önemli risk faktörü iken, hastane ve kliniklerde yayılma diğer önemli risk faktörü olmuştur. Arsu (2021), Entropi ve WASPAS (Weighted Aggregated Sum Product Assessment) yöntemlerini kullanarak ülkelerin salgına karşı mücadele seyrini değerlendirmiştir. Entropi yöntemi sonuçlarına göre en önemli kriter sağlık harcamaları olurken, WASPAS yöntemi sonuçlarına göre salgın ile en başarılı şekilde mücadele eden ülkeler Rusya, Almanya, Kanada, ABD, Avusturya ve İsviçre olmuştur.

Literatürde salgınla mücadelede EATWOS ve OCRA yöntemleri kullanılarak yapılan bir etkinlik analiz çalışması bulunmamaktadır. COVID-19 ile ilgili etkinlik analizlerinde ise VZA yöntemi kullanıldığı görülmektedir. Hamzah et al. (2020), VZA yöntemi ile Malezya sağlık sisteminin COVID-19'daki etkinliğini değerlendirmiş ve Malezya eyaletlerinin çoğunluğunun salgın ile iyi bir mücadele verdiği gözlemlenmiştir. Bunun en önemli nedeni eyaletlerdeki kaynak dağılımlarının adil olmasıdır. Ergülen et al. (2020), COVID-19 sürecinde Türkiye'nin etkinliğini VZA kullanarak değerlendirmişlerdir. Sonuçlara göre Türkiye'nin salgın ile mücadelede etkili, doğru adımlar attığı fakat ay bazında gözlemlendiğinde dalgalı bir performans gösterdiği görülmüştür. Shirouyehzad et al. (2020), VZA kullanarak COVID-19 salgınından en ciddi şekilde etkilenen ülkelerin performanslarını değerlendirmişlerdir. Singapur, Vietnam ve Belçika en yüksek verimliliğe sahip ülkeler olmuştur. Singapur Güneydoğu Asya'daki en yüksek nüfus yoğunluğuna sahip olan ülke olmasına rağmen etkinlik açısından diğer ülkelerden oldukça ileridir. Avrupa'da Belçika en verimli olan ülke olurken İtalya son sırada yer almıştır. Breitenbach et al. (2020), salgının ilk 100 gününde en çok enfekte sayısına sahip olan ülkeleri VZA kullanarak değerlendirmiş, salgından en çok etkilenen ülkelerin; İtalya, Fransa ve Belçika olduğunu belirlemiştir. Almanya, ABD, Kanada, Avusturya zengin olan ülkeler arasında yer almalarına rağmen etkinlik performansları %50 ile %60 arasındadır. Selamzade ve Özdemir (2020), OECD ülkelerinin COVID-19 salgını ile mücadeledeki etkinliklerini VZA kullanarak belirlemiştir. Bu çalışmada, Slovakya ve İzlanda en yüksek etkinlik skoruna sahip olan ülkeler olarak ortaya çıkarken İtalya, İspanya, ABD, Birleşik Krallık ve Fransa ise son sıralarda yer almıştır. Mariano et al. (2021), VZA yöntemi ile Brezilya eyaletlerinin COVID-19 bağlamında etkinliklerini değerlendirmişlerdir. En kötü etkinlik skoruna sahip olan federatif birim Amazonas olmuştur. En düşük sermaye ise

Manaus'a aittir. Bayram ve Yurtsever (2021), Avrupa ülkelerinin COVID-19 salgınındaki etkinliklerini VZA yöntemi ile değerlendirmişlerdir. Lüksemburg'un virüs bulaşma kontrolü açısından verimsiz olduğu, Danimarka ve İzlanda'nın ise tıbbi tedavide diğer ülkelere kıyasla daha iyi bir seviyede olduğu belirlenmiştir. Kaman ve Yücel (2021), salgından en çok etkilenen 9 OECD ülkesinin sağlık çalışanlarının etkinliğini VZA yöntemi ile belirlemişlerdir. Çalışmanın sonuçlarına göre Çek, Polonya ve Portekiz sağlık çalışanlarının etkinliği bakımından ilk sıralarda yer alırken İtalya etkinliği en düşük olan ülke olmuştur. Bağrıaçık (2021), salgın ile mücadele kapsamında OECD ve AB ülkeleri karşısında Türkiye'nin etkinliğini değerlendirmiştir. En düşük etkinlik skoruna sahip olan ülke Şili iken etkin olmamakla birlikte bu değere en yakın skora sahip olan ülke İrlanda olmuştur. Türkiye ise teknik etkinliği yakalayamayan ülkeler arasındadır. Sel (2021), VZA yöntemi ile G20 ülkelerinin COVID-19 pandemisinde sağlık etkinliklerinin gelişimini incelemiştir. Analiz sonucunda Amerika, Arjantin, Brezilya, Çin, Fransa, İngiltere ve Türkiye etkin olarak bulunmuştur. Taherinezhad ve Alinezhad (2022), VZA ve Makine Öğrenimi yöntemleri ile salgın sırasında ülkelerin performanslarını analiz etmişlerdir.

## **Çalışmada Kullanılan ÇKKV Metotları ile İlgili Literatür İncelemesi**

### **CRITIC yöntemi ile ilgili literatür incelemesi**

Literatürde ÇKKV problemlerinde kriterlerin ağırlıklandırılması için CRITIC yöntemini kullanan çalışmalar mevcuttur. Örneğin: Demircioğlu ve Coşkun (2018), elektrik kesintilerinin olduğu durumlarda kullanılan güç kaynağı seçiminde MOOSRA ((Multi-Objective Optimization on the Basis of Simple Ratio Analysis) ve CRITIC yöntemini birlikte kullanmışlardır. Şenol ve Ulutaş (2018), BIST İstanbul bünyesindeki bazı firmaların muhasebe faaliyetleri sonucu ortaya çıkan performans ölçütleri arasında farklılık olup olmadığını belirlemek için CRITIC ve ARAS yöntemlerini kullanmışlardır. CRITIC yöntemi kriterlerin ağırlıklandırılması için ARAS yöntemi ise firmaların sıralanması için kullanılmıştır. Akbulut (2019), İş Bankasının 2009-2018 yılları arasındaki performansını belirlemek için CRITIC ve EDAS (Average Solution Evaluation by Distance) yöntemlerinden faydalanmıştır. Zolfani vd. (2020), COVID-19 salgını sırasında enfekte olan hastalar için geçici bir hastane yeri seçimi problemi için CRITIC ve CoCoSo (Combined Compromise Solution Method) yöntemlerini birlikte kullanmışlardır. CRITIC yöntemi hastane yer seçimi için belirlenen kriterlerin ağırlıklandırılması, CoCoSo yöntemi ise alternatif lokasyonların önceliklendirilmesi için kullanılmıştır. Wu vd. (2020) demiryolu transit işletme güvenliği değerlendirilmesinde kriterlerin ağırlıklandırılması için CRITIC yöntemini kullanmışlardır. Parlar ve Palancı (2020), dünya üniversitelerinin performanslarını ölçmek için çeşitli ÇKKV yaklaşımlarını

kullanmışlardır. CRITIC ve Entropi yöntemi kriterlerin ağırlıklandırılması, TOPSIS, MAUT(Multi attribute utility theory), SAW (Simple Additive Weighting) ve ARAS yöntemlerini ise üniversitelerin sıralanması için kullanılmıştır. Akçakaya ve Ömürbek (2021), OECD ülkeleri kalite göstergeleri açısından kümeleme analizi ile incelemiş, kalite göstergelerinin ağırlıklarının belirlenmesi için CRITIC yöntemini kullanmışlardır. Ömürbek vd. (2021), özel sektörde bulunan hastanelerin performansını değerlendirmek için CRITIC ve Oyun Teorisi yaklaşımını bütünleşik olarak kullanmışlardır.

### **Bulanık SWARA yöntemi ile ilgili literatür incelemesi**

Bulanık SWARA yöntemine ait literatür incelendiğine bu yöntemi kullanan bazı çalışmalar görülmüştür. Örneğin; Mavi vd. (2017), plastik endüstrisinde önemli bir yere sahip olan üçüncü taraf parti lojistik sağlayıcı şirketi (3PLP) seçiminde, değerlendirme kriterlerini önceliklendirmek için bulanık SWARA yöntemini kullanmışlardır. Şirketlerin sıralanması için ise Bulanık MOORA (Multi-Objective Optimization on the Basis of Ratio Analysis) yöntemi kullanılmıştır. Piriştine (2019), işletmelerin kurumsallık düzeyini incelemiştir. Kurumsallaşma kriterlerinin önem düzeylerini belirlemek için Bulanık SWARA yöntemini kullanmıştır. Mardani ve ark. (2020), dijital teknolojilerin COVID-19 salgını sırasında uygulanması ve benimsenmesinin zorluklarını değerlendirmede Bulanık SWARA yöntemini WASPAS yöntemi ile birlikte kullanmışlardır. Taş (2020), çalışmasında Endüstri 4.0'a uygun yeşil ve çevik tedarikçi seçiminde Bulanık SWARA-BWM (Best Worst Method) yöntemlerini bütünleşik olarak kullanmıştır. Çerçi (2020), sürdürülebilir tedarikçi seçimi için Bulanık SWARA ve Bulanık MOORA yöntemlerini birlikte kullanmıştır. Agarwal vd. (2020), tedarik zinciri yöntemini üzerindeki engelleri ortadan kaldırmak amacı ile bir çalışma yapmışlardır. Çalışmada belirlenen kriterler Bulanık SWARA yöntemi ile ağırlıklandırılmıştır.

### **SOWIA yöntemi ile ilgili literatür incelemesi**

Literatürde; SOWIA yöntemi ile ilgili az sayıda çalışma bulunmaktadır. Örneğin; Das vd. (2012), çalışmalarında Hindistan teknik eğitim sisteminde yer alan kurumların performansını SOWIA ve MOORA yöntemlerini birlikte kullanarak belirlemişlerdir. Zaher vd. (2018), çalışmalarında nesnel ve öznel kriter ağırlıklarını SOWIA yöntemi ile birleştirmiş ve elde edilen ağırlıkları ARAS, OCRA ve MOORA yöntemleri ile kullanmışlardır. Sarkar (2014), Hint teknik eğitim sistemini değerlendirmek için SOWIA ve TOPSIS yöntemlerini kullanmıştır. Narayanamoorthy vd. (2020), Tıp dünyasında kullanılan biyo-tıbbi atık bertaraf yöntemlerinin değerlendirilmesi için SOWIA ve MOOSRA yöntemlerini kullanmışlardır.

### **EATWOS yöntemi ile ilgili literatür incelemesi**

EATWOS yöntemi çeşitli kuruluşların performanslarının belirlenmesinde oldukça sık kullanılan bir yöntemdir. Örneğin; Özdağoğlu (2018) BİST SINAİ kategorisindeki işletmelerin performanslarını değerlendirmek için EATWOS yöntemini kullanmıştır. Çalışmada tatmin seviyesi dikkate alınmamıştır. Kundakçı (2019), şirketler için tedarikçi seçiminde çıktı tatminine dayalı EATWOS ve OCRA yöntemlerini kullanmıştır. Özbek (2017), Kırıkkale ilinde bulunan hayırsever kuruluşların verimlilik analizinde EATWOS ve VZA yöntemlerini kullanmıştır. EATWOS yöntemi için tatmin seviyesi dikkate alınmadan ve çıktı kriterleri için tatmin seviyesi belirlenerek iki farklı şekilde analiz gerçekleştirilmiştir. Görçün (2019), Karadeniz bölgesindeki konteyner limanlarının verimlilik analizinde Entropi ve EATWOS yöntemlerinin birlikte kullanmıştır. Doğan (2020), Türkiye ve AB ülkelerinin ARGE performanslarını, Entropi ve EATWOS yöntemlerini birlikte kullanarak belirlemiştir. Özbek (2015), Türk Kızılayı'nın etkinlik performansını belirlemek için VZA, OCRA ve çıktı tatmin seviyesini dikkate alan EATWOS yöntemlerini kullanmıştır. Bansal vd. (2014) Hindistan'da bulunan bazı satıcıların performanslarının değerlendirilmesi için çıktı tatmin seviyesini dikkate alan EATWOS yöntemini kullanmışlardır.

### **OCRA yöntemi ile ilgili literatür incelemesi**

OCRA yöntemi, birçok sektör ve alanda başarılı ile uygulanmış parametrik olmayan bir performans ölçüm yöntemidir. Parkan (2004), farklı akademik yönelimlere sahip akademisyenlerin performanslarını karşılaştırmak ve maaşlarının performansları ile tutarlı olup olmadığı belirlemek amacı ile OCRA yöntemine başvurmuştur. Özbek (2015), Türkiye'de bulunan 32 adet mevduat bankasının finansal performansını OCRA yöntemi ile belirlemiştir. Darji ve Rao (2014), şeker endüstrisinde kullanılan boruların seçimi için TODIM (Iterative Multi Criteria Decision Making), ARAS, EVAMIX (EVALuation of MIXed Data) yöntemleri ile birlikte OCRA yöntemini kullanmışlardır. Candan (2020), 15 OECD üyesi ülkede yapılan ekonomik araştırmalarının etkinliğini 7 farklı kriter üzerinden değerlendirmiş, kriterlerin ağırlıklandırılması için bulanık AHP, etkinlik analizi için OCRA yöntemini kullanmıştır. Çanakçıoğlu ve Küçükönder (2020), Borsa İstanbul bünyesindeki çimento işletmelerinin finansal performanslarını Entropi ve OCRA entegre yöntemi ile işletmelerin etkinlik performanslarını ise VZA ile belirlemişlerdir. Karaköy ve Ölmez (2019), Balkan ülkelerinin lojistik performanslarını Entropi ve OCRA yöntemleri ile belirlemişlerdir. Entropi yöntemi kriterlerin ağırlıklandırılması, OCRA yöntemi ise ülkelerin sıralanması için kullanılmıştır. Madic vd. (2016), lazer kesim yapan bir işletmede imalat proses koşullarının belirlenmesi için AHP, WASPAS ve OCRA yöntemlerini birlikte kullanmışlardır.

## **BVZA yöntemi ile ilgili literatür incelemesi**

BVZA yöntemi, sağlık alanında yapılan çalışmalarda birçok araştırmacı tarafından kullanılmıştır. Yeşilaydın ve Alptekin (2016), OECD üyesi ülkelerin sağlık alanındaki etkinliklerini BVZA ile belirlenmişlerdir. Analiz için BVZA modellerinden Wang, Greatbanks ve Yang (2005)'in önermiş olduğu model kullanılmış, sonuçlar minimaks pişmanlık yaklaşımı ile sıralanmıştır. Constantino et al. (2013), Güney İtalya bölgesinde bulunan hastanelerin belirsizlik altında performanslarını belirlemek için BVZA'ya başvurmuşlardır. Peykani vd. (2019), Amerika Birleşik Devletleri'nde bulunan 38 adet hastanenin verimliliğini BVZA kullanarak belirlemişlerdir. Hatefi ve Haeri (2019), Kazvin ilinde bulunan 8 adet hastanenin etkinlik analizi için BSC (Dengeli puan kartı) ve BVZA yöntemlerinin birlikte kullanışlardır. BSC metodu hastanelere ait performans göstergelerinin belirlenmesi, BVZA ise etkinlik puanlarının değerlendirilmesi için kullanılmıştır. Doğu vd. (2012), İstanbul'da bulunan bazı hastanelerin performanslarını BVZA ile değerlendirmişlerdir.

Kao-Liu modeli literatürde sıklıkla kullanılan bir yaklaşımdır. Örneğin Arslan (2019), Trabzon ilinde bulunan 22 adet hastanenin etkinliklerini BSC (Dengeli Performans Kartı) ve BVZA kullanarak belirlemiştir. Çalışmada BVZA modellerinden Kao-Liu modeli, etkinliklerin sıralanması için ise Chen-Klein sıralama metodu kullanılmıştır. Çidem (2019), çalışmasında İç Anadolu'da bulunan ağız ve diş sağlığı merkezlerinin etkili çalışıp çalışmadıklarını, BVZA modellerinden Kao-Liu modeli kullanarak belirlemiştir. Gündüz (2015), Malatya'daki kayısı işletmelerinin etkinlik performansını BVZA ile belirlemiştir. Performans analizi Kao-Liu modeline göre yapılmıştır. Altın (2014), çalışmasında Fortune 500 listesinde bulunan işletmelerin 2011 yılında krizden nasıl etkilendiklerinin belirlenmesi için BVZA modellerinden Kao-Liu modeli kullanılmıştır.

## **TPOP yöntemi ile ilgili literatür incelemesi**

TPOP yöntemi ile ilgili literatürde bazı çalışmalar mevcuttur. Örneğin; Bairagi vd. (2015), özellikle birden çok yaklaşımın kullanıldığı ÇKKV problemlerinde uygun karar vermede ve sıralamada belirsizliklere yol açan durumları ortadan kaldırmak amacı ile kullanılmış ve malzeme taşıma sistemi üzerinde uygulamıştır. Dorfeshan vd. (2018), belirsiz proje ortamında, projenin süresini, maliyetini, riskini, kalitesini ve güvenliğini dikkate alan yeni bir kritik yol belirleme yöntemi üzerinde çalışmışlardır. Projenin kritik yollarını belirlemek amacı ile MULTIMOORA, MOOSRA ve TPOP yöntemleri birlikte kullanılmıştır. Kılıç Delice ve Can (2020), çalışmalarında çalışanların ergonomik risklerinin değerlendirilmesi amacı ile üç aşamadan oluşan ergonomik risk değerlendirme yaklaşımı önermişlerdir. İlk aşamada kriterlerin ağırlıklandırılması için KEMIRA-M (Kemeny Median Indicator Rank Accordance

Method- Kemeny Medyan Gösterge Sıra Uyum Yöntemi) ve BWM yöntemi entegre bir şekilde kullanılmış sonuçların sıralanması MOORA, MOOSRA (açılımı) ve COPRAS (Complex Proportional Evaluation- Karmaşık Oransal Değerlendirme) yöntemi ile yapılmıştır. Son aşamada ise farklı sıralama sonuçları TPOP kullanılarak birleştirilmiştir. Yorulmaz ve Can (2022), Web uygulamalarının kullanılabilirlik kriterlerinin önem ağırlıklarının belirlenmesi için Entropi, RS (Rank-Sum) ve TPOP yöntemlerini birlikte kullanmışlardır. Kriterlerin nesnel ağırlıkları Entropi, öznel ağırlıkları RS yöntemi ile belirlenmiş, daha sonra bu ağırlıklar TPOP yöntemi kullanılarak birleştirilmiştir.



## MATERYAL VE METOT

### Çok Kriterli Karar Verme

İnsanlar yaşamları boyunca çeşitli nedenlerden ve olaylardan ötürü karşılarına çıkan problemlerde çeşitli seçenekler arasından kendileri için en uygun olan seçmek, yani karar vermek zorunda kalırlar. Günlük hayatta karşılaştığımız problemlerde bizim için hangi seçeneğin daha doğru olduğuna karar vermek, daha kolay ve mümkün görünmekle birlikte birden fazla birbiri ile çelişen kritere sahip, karmaşık problemler için bu durum pek de kolay olmamaktadır. Bu sebeple karar verme aşamasında birbiri ile çelişen birden fazla kriterin olduğu problemlerde amaca en uygun alternatifin belirlenmesi için çeşitli ÇKKV yaklaşımları geliştirilmiştir. ÇKKV, karar verici (KV)'nin birbirleri ile çelişen birden fazla kriterin olduğu durumlarda birden fazla alternatif arasından yaptığı seçim işlemidir (Karakaşoğlu, 2008). Çoğu zaman karmaşık karar verme problemlerinde alternatifler arasında ölçülemezlik ve karşılaştırılmazlık durumları ortaya çıkar. ÇKKV benzeri durumları dikkate alarak karar vericiye en uygun çözümü elde etme konusunda yardım eder ve yukarıda belirtilen kısıtları ortadan kaldırmak için ek yaklaşımlar sunar (Akıllı, 2018). ÇKKV yaklaşımlarının en önemli amaçlarından biri de karar KV'lerin bir karar verme aşamasında rahat ve güvende hissetmesini sağlayan bilgilerin iyi bir şekilde yorumlanmasında yardımcı bulunmak, bütün kriter ve faktörler dikkate alındığında elde edilen sonuçlardan KV'nin memnun olmasını sağlamak ve pişmanlığı minimum seviyeye indirgemektir (Ertuğrul ve Özçil, 2014).

ÇKKV yaklaşımlarında izlenen adımlar aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Problem ile ilgili alternatiflerin belirlenmesi,
- Amacına uygun kriterlerin belirlenmesi,
- Kriterlerin birbirlerine göre önem derecelerinin belirlenmesi (ağırlıklandırılması),
- Alternatiflerin değerlendirilmesi, sıralanması ve en iyi sahip olan alternatifin seçilmesi.

Bir karar verme probleminde amaçlar, kriterler eldeki verilerin nitelikleri; çok dallı bir yapı olan ÇKKV' nin en önemli unsurlarını oluşturur. ÇKKV problemlerinde elde edilen çıktı bir karardır. Karar verme süreci, alternatifler arasından en uygun olanı seçme işi olarak tamamlanır. Kararın alınmasını gerektiren problem veya ulaşılmak istenilen hedef sürecin girdisi olarak kabul edilebilir (Gök, 2017).

ÇKKV yaklaşımları kullanılan veri türlerine göre deterministik, olasılıklı ve bulanık yöntemler olarak sınıflandırılır. Deterministik yaklaşımlar elde edilen verilerin kesin ve



eksiksiz olduğu durumlarda kullanılır. Bulanık yaklaşımlarda ise karar verme aşamasında kullanılan kriterlere ait veriler kesin değildir. Olasılıklı yaklaşımlarda meydana gelecek olan durumların hangisinin ortaya çıkacağı hakkında belirli olasılıkların bilinmesi gerekir. ÇKKV yaklaşımlarını alternatif ve KV sayısına göre de sınıflandırmak mümkündür. KV sayısına göre; tek karar vericili yaklaşım ve birden fazla KV'li yaklaşım, alternatif sayısına göre ise ÇAKV (Çok Amaçlı Karar Verme) ve ÇNKV (Çok Nitelikli Karar Verme) olmak üzere ikiye ayrılır.

### **Sağlık sistemlerinde ÇKKV yaklaşımları**

Sağlık sistemlerinin etkinliklerinin ölçülmesinde, karar verme aşamasında kullanılan kriterler çoğunlukla karmaşık birbirleri ile çelişen yapıya sahiptir. Birbirleri ile çelişen birden fazla kriterin ve amacın olduğu problemlerde ÇKKV yöntemleri güvenilir ve sağlık sistemlerindeki KVB (Karar Verme Birimi) 'lere en uygun çözümü belirleme ve seçimlerini geliştirme konusunda yardımcı olmaktadır (Karadayı vd., 2020). Sağlık sistemlerindeki kararlar çoğunlukla basit cevaplar içermezler. Bu nedenle kararlarda karmaşıklık kaçınılmazdır. Özellikle karar verme aşamasında birden fazla KV'nin etkili olduğu durumlarda ortak paydada buluşmak oldukça zordur. Bütün bu sebeplerden dolayı karar verme aşamasında sistematik bir yaklaşımın izlenmesi hem kolaylık sağlamakta hem de verilen kararın güvenilirliğini arttırmaktadır (Thokala et al., 2016).

Sağlık alanında verilen kararlarda nesnel yargıların dışında kişisel, öznel yargıların da mutlaka dikkate alınması gerekmektedir. Aynı zamanda kişisel görüşüne başvurulacak olan uzmanların sahip oldukları bilgi derecesi ve çalışma hayatlarındaki tecrübe, verecekleri kararların sonuçlarına önemli derecede etki etmektedir. ÇKKV teknikleri hem objektif hem sübjektif yargıları bir arada değerlendirebildiğinden dolayı uzman görüşünü yansıtmada etkili tekniklerdir (Pecchia et al., 2011). Sağlık sisteminin karmaşıklığı arttığından ve birçok kriterin aynı anda değerlendirilmesinin gerektiği durumların gittikçe çoğalmasından dolayı son yıllarda ÇKKV sağlık alanında da kullanılmaya başlamıştır (Diaby et al., 2013).

### **Bulanık Mantık Kavramı**

Günlük hayatta karşımıza çıkan olay ya da durumları her zaman kesin çizgilerle ayırmamız, nitelendirmemiz mümkün değildir. Örneğin resim sergisinde gösterime açılan bir tablo, bir kişi için çok güzel bulunabilirken başka birisi için çok başarısız ve kötü görülebilir. Bu durumda bu tablo için kesin cümlelerde güzel ya da kötü diyemeyiz. Bunun gibi birçok olay çevreye, duruma ve insanlara göre değişkenlik gösterebilir. Bu durumu aşabilmek adına Zadeh tarafından 1965 yılında bulanık mantık kavramı geliştirilmiştir. Bulanık mantık, geleneksel

mantığa dayalı sistemlerin aksine, kesin olan akıl yürütme yöntemleri için değil de yaklaşık olan akıl yürütme yöntemleri için bir model sağlamayı amaçlamaktadır (Zadeh, 1990).

Bulanık küme teorisi insan düşünce sistemindeki belirsizlikler ile ilgilenir ve bu belirsizliği nesnelleştirmeye, sayısallaştırmaya çalışır. Diğer bir ifadeyle, bulanık mantık ve küme teorisinin asıl amacı, tutarsız ve kesin olmayan bilgiler ışığında tutarlı ve doğru kararlar vermelerini sağlayan düşünme ve karar verme mekanizmalarını modellemesidir (Türkbey, 2003).

Bulanık mantık sisteminin bazı avantajları aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Çok sayıda değişkenin değerlendirilebilmesine olanak sağlar.
- Sözel dilsel ifadeler kullanılabilir.
- Karmaşık ve çözümü zor problemler basit bir biçimde çözülebilmektedir.
- Kullanılan değişkenlerin anlamlandırılması gerekmeden girdi ve çıktı arasında bağlantı kurarak, hassas sistemler tanımlanmasına olanak sağlar.
- Klasik yöntemlere daha ucuzdur kazanılan bilginin gösterimi daha kolaydır.
- İnsan düşüncelerinin sayısal ifadelerle ihtiyaç duymadan ifade edilebilmesine imkân tanır.
- Belirsiz durumlar rahatlıkla ifade edilebilir.
- Eksik veya belirsiz verilerin ifadesini kolaylaştırır.
- Klasik yöntemlere göre oldukça esnek

Bulanık mantığın avantajları yanında bazı dezavantajları da vardır. Bunlar şöyle sıralanabilir:

- Bulanık sistemlerden model geliştirilmesi kolay değildir.
- Geleneksel sistemlere göre daha kolay ve hızlıdır fakat kullanılmadan önce çeşitli ön çalışmaların yapılması gerekmektedir.
- Üyelik fonksiyonunun seçimi kolay değildir. En uygun üyelik fonksiyonu deneme yanılma yolu ile bulunur (Yılmaz, 2020).

### **Üçgen üyelik fonksiyonu**

Bulanık kümelerde üyelik dereceleri klasik kümelerde olduğu gibi kesinlik içermez. Üyelik dereceleri kısmen üye olmak ya da üye olmamak şeklinde olur. Hatta bir eleman birden fazla bulanık kümenin elamanı da olabilmektedir. Bulanık kümelerin üyelik fonksiyonu dereceleri 0 ile 1 arasında değişkenlik gösterir. Kümenin elamanı 0 üyelik derecesine sahip ise o kümenin elemanı değildir. Eğer üyelik derecesi 1 ise o kümenin tam elemanıdır.

Bulanık bir küme, her bir elemanın  $[0,1]$  kapalı aralığında bulunduğu bir üyelik fonksiyonu olarak  $\mu_{\tilde{A}}(x) \in [0,1]$  şeklinde tanımlanır.  $\mu_{\tilde{A}}(x)$   $X$ 'in  $\tilde{A}$  kümesine ait üyelik derecesini göstermektedir (Özkan, 2018).

$\tilde{A}$  üçgen bulanık sayısı,  $\tilde{A} = (a_1, a_2, a_3)$  şeklinde gösterilir ve üyelik fonksiyonunun şekilsel gösteriminin üçgen tipinde olmasından dolayı üçgen bulanık sayı şeklinde adlandırılmıştır.

Üçgen bulanık sayıların üyelik fonksiyonu şu şekilde hesaplanır:

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

### Bulanık sayılarda aritmetik işlemler

Üyelik dereceleri  $\alpha$  ya eşit ya da büyük olan elamanlardan oluşan kümeye  $\alpha$  – kesim kümesi denir.  $\tilde{A}$  bulanık bir küme olmak üzere,  $\alpha$  -kesim  $A_\alpha$  şeklinde gösterilir.  $\alpha$  -kesim kümesi matematiksel olarak,

$$A_\alpha = \{x \in X: \mu_{\tilde{A}}(x) \geq \alpha\} \text{ şeklinde gösterilir.}$$

$\alpha$  - kesim kümeleri kapalı aralıklar olarak ise;  $A_\alpha = [a_1^\alpha, a_3^\alpha]$  şeklinde ifade edilir.

$A_\alpha = [a_1^\alpha, a_3^\alpha]$  ve  $B_\alpha = [b_1^\alpha, b_3^\alpha]$  şeklinde gösterilen  $\tilde{A}$  ve  $\tilde{B}$  bulanık kümeleri için aritmetik işlemler aşağıdaki gibi gösterilir (Güneş, 2006):

$$(A + B)_\alpha = A_\alpha + B_\alpha = [a_1^\alpha + b_1^\alpha, a_3^\alpha + b_3^\alpha] = [c_1^\alpha + c_3^\alpha] = C_\alpha$$

$$(A - B)_\alpha = A_\alpha - B_\alpha = [a_1^\alpha - b_1^\alpha, a_3^\alpha - b_3^\alpha] = [d_1^\alpha + d_3^\alpha] = D_\alpha$$

$$(A * B)_\alpha = A_\alpha * B_\alpha = [a_1^\alpha * b_1^\alpha, a_3^\alpha * b_3^\alpha] = [e_1^\alpha + e_3^\alpha] = E_\alpha$$

$$(A/B)_\alpha = A_\alpha/B_\alpha = [a_1^\alpha/b_1^\alpha, a_3^\alpha/b_3^\alpha] = [f_1^\alpha + f_3^\alpha] = F_\alpha$$

### Kalite ve Etkinlik Ölçme Kavramları

**Etkinlik:** Etkinlik, iktisatçılara göre minimum çaba veya maliyet ile maksimum sonuçları elde etme kapasitesi olarak tanımlansa da organizasyonel anlamda herhangi bir girdi çıktı mekanizması aracılığı ile işlerin en doğru yapılmasıdır (Temür ve Bakırcı, 2008). Başka bir ifadeyle minimum girdi kullanarak maksimum çıktı üretilmesidir.

$$\text{Etkinlik} = \text{Standart Değer} / \text{Fiili Değer}$$

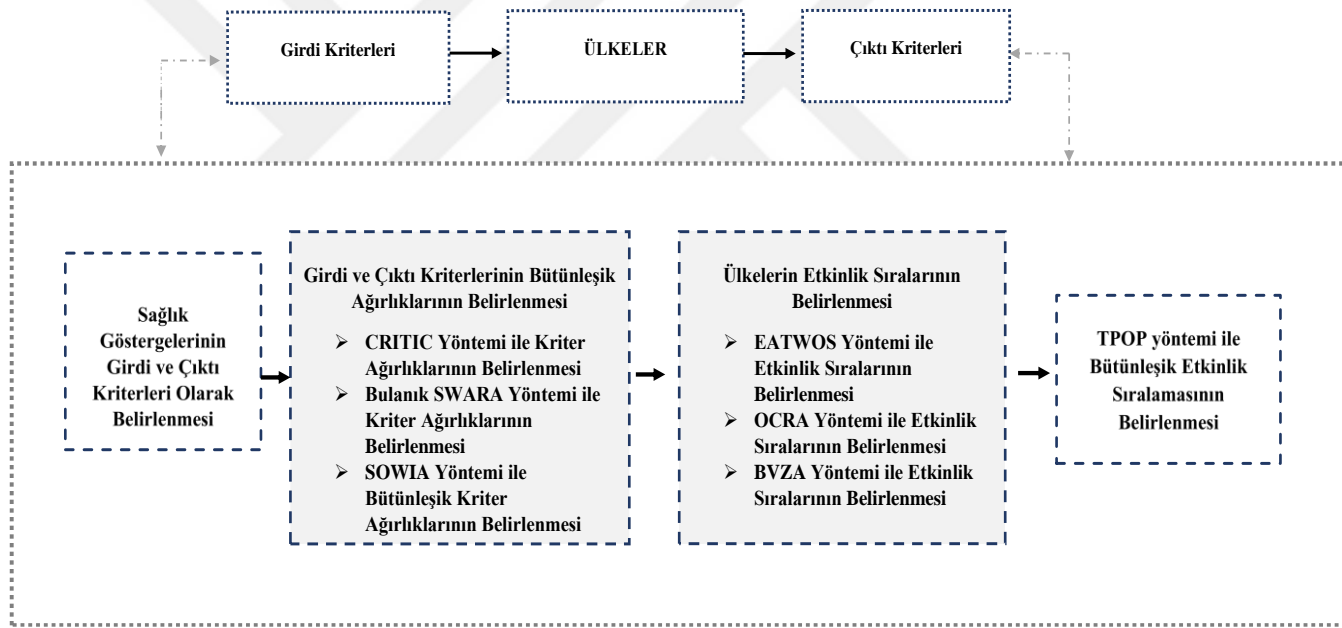
Bir işletmenin etkin sayılabilmesi için etkinlik oranının 1 olması gerekmektedir. Etkinlik oranı 1'den küçük ise o işletme etkin değildir, yani hedeflenen duruma istenildiği gibi

ulaşamadığını gösterir. Etkinlik oranının 1'den büyük olduğu durumlarda ise normal de olması gerekenden daha büyük bir etkinlik olduğunu gösterir (Yükçü ve Atağan, 2009).

**Teknik etkinlik:** Koopmans (1951) tarafından literatüre kazandırılan etkinlik kavramı yerine günümüzde teknik etkinlik (technical efficiency) kavramı kullanılmaktadır (Çakır, 2015). Farrell (1957)'e göre teknik etkinlik, elde bulunan girdileri uygun biçimde kullanarak en fazla çıktıyı üretmektir (Gündüz, 2011). Belirli bir KVB'nin üretim sınırından uzaklığı o KVB'nin teknik etkinlik derecesini belirlemektedir. Teknik etkinlik değeri 0 ile 1 arasında değer almaktadır. Performans arttıkça teknik etkinlik değeri 1'e yaklaşır (Yoluk, 2010).

## Önerilen Çok Boyutlu Bütünleşik Etkinlik Analiz Modeli

Bu bölümde herhangi bir salgın hastalık ortaya çıktığında ülkelerin etkinliklerinin analiz edilebilmesi için önerilen ÇBBEA modeli ve bu modelde kullanılan yöntemlerden açıklanmıştır. ÇBBEA modelinin akış diyagramı Şekil 2'de gösterilmiştir.



*Şekil 2. ÇBBEA modelinin akış diyagramı*

ÇKKV yöntemleri kullanılarak geliştirilen ÇBBEA modelinin ilk aşamasında COVID-19 salgını ile mücadelede etkili olabilecek girdi ve çıktı kriterleri belirlenir.

İkinci aşamada girdi ve çıktı kriterlerinin önem ağırlıkları, nesnel verileri kullanan ve karar verici görüşlerini dikkate almayan CRITIC yöntemi ile belirlenir. Aynı zamanda bu kriterler, kriter değerlerinin kesin ve tam olarak belirlenemediği göz önünde bulundurularak KV'lerin görüşlerine dayanan ve öznel sonuçlar ortaya koyan Bulanık SWARA yöntemi kullanılarak da ağırlıklandırılır. Daha sonra bu iki yöntemden elde edilen nesnel ve öznel kriter

ağırlıkları SOWIA yöntemi ile birleştirilerek bütünleşik kriter ağırlıkları elde edilir ve böylece hem nesnel hem de öznel sonuçlar kriter ağırlıklarına yansıtılmış olur.

Üçüncü aşamada belirlenen kriter ağırlıkları da göz önünde bulundurularak EATWOS, OCRA ve BVZA yöntemleri ile üç farklı etkinlik analizi yapılır ve üç ayrı sıralama elde edilir. EATWOS yöntemi, diğer etkinlik ölçü yöntemlerinden farklı olarak, girdi ve çıktı kriterleri arasındaki maksimum getiriyi ölçmenin ötesinde, karar verme birimleri yani girdi ve çıktı kriterleri için tatmin edici çözümler elde edebilmeye olanak sağlayan etkinlik ölçüm yöntemidir (Özbek, 2017). Girdi ve çıktı kriterlerinin farklı tatmin düzeylerine göre farklı etkinlik sonuçları elde edilebilmektedir. OCRA, birden fazla girdi ve çıktı kriterlerinin olduğu durumlarda, girdi ve çıktı kriterlerindeki duyarlılıkları oldukça verimli bir şekilde analiz edebilir. Uygulanması kolay ve oldukça kullanışlı bir yöntemdir. BVZA'da ise veriler belirli bir aralıkta tanımlanarak analiz edilmekte ve böylece veri kaybı engellenerek daha doğru sonuçlar ortaya çıkarılmaktadır. Salgınla ilgili girdi ve çıktı verileri zamanla değişebilen, dinamik verilerdir. Genellikle bu veriler resmî kurumlardan elde edilir. Fakat bu kurumların sistemlerinden kaynaklı eksik ya da hatalı veriler söz konusu olabilir

Aynı zamanda bütün kriterlere ait verilerin aynı zaman aralığında eksiksiz ve güncel olarak elde edilmesi pek mümkün değildir. Bu nedenlerden dolayı EATWOS, OCRA ve BVZA yöntemlerinin kullanılması uygun görülmüştür.

Son aşamada ise üç yöntemin elde edilen etkinlik analizi sıralama sonuçları TPOP metodu ile birleştirilerek tek ve kesin bir sıralama ortaya çıkarılır. Böylece farklı hesaplama prosedürleri elde edilen farklı sıralama sonuçlarını yansıtan bütünleşik bir sıralama elde edilir. Önerilen bütünleşik etkinlik analiz modelinde kullanılan notasyonlar açıklamaları ile birlikte Tablo 1'de gösterilmiştir.

**Tablo 1.** Notasyonlar

Değişken	Açıklama
$x_{ik}$	k. kriterin i. alternatifine göre aldığı değeri ifade eder.
$y_{ij}$	j. kriterin i. alternatifine göre aldığı değeri ifade eder.
$x_k^{max}, x_k^{min}$	k. girdi kriterine ait en yüksek değer and en düşük değeri ifade eder
$y_j^{max}, y_j^{min}$	j. kriterine ait en yüksek değer and en düşük değeri ifade eder.
$s_{ik}$	$s_{ik}, x_{ik}$ nin normalize edilmiş değerini ifade eder.
$r_{ij}$	$r_{ij}, y_{ij}$ nin normalize edilmiş değerini ifade eder.
$p_{kt}$	k. ve t. girdi kriteri çifti arasındaki korelasyon ilişkisini ifade eder.
$p_{jt}$	j. ve t. çıktı kriteri çifti arasındaki korelasyon ilişkisini ifade eder
$C_k$	k. girdi kriterindeki toplam bilgi miktarını ifade eder.
$C_j$	j. çıktı kriterindeki toplam bilgi miktarını ifade eder.
$\sigma_k$	k. girdi kriteri için standart sapma değerini ifade eder.
$\sigma_j$	j. çıktı kriteri için standart sapma değerini ifade eder.
$w_k^c$	k. girdi kriterinin CRITIC yöntemine ait ağırlık değerini ifade eder.
$w_j^c$	j. çıktı kriterinin CRITIC yöntemine ait ağırlık değerini ifade eder.
$\tilde{S}_k$	k. girdi kriterine ait önem düzeyini ifade eder.
$\tilde{S}_j$	j. çıktı kriterlerine ait önem düzeyini ifade eder.
$\tilde{k}_k$	k. girdi kriteri için katsayı değerini ifade eder.
$\tilde{k}_j$	j. çıktı kriteri için katsayı değerini ifade eder.
$\tilde{q}_k$	k. girdi kriteri için bulanık ağırlık değerini ifade eder.
$\tilde{q}_j$	j. çıktı kriteri için bulanık ağırlık değerini ifade eder
$\tilde{w}_k^s$	k. girdi kriterinin Bulanık SWARA yöntemine ait ağırlık değerini ifade eder.
$\tilde{w}_j^s$	j. çıktı kriterinin Bulanık SWARA yöntemine ait ağırlık değerini ifade eder.
$x_{ik}^*$	$x_{ik}^*, x_{ik}$ nin normalize edilmiş değerini ifade eder.
$y_{ij}^*$	$y_{ij}^*, y_{ij}$ nin normalize edilmiş değerini ifade eder.
$w_k^b$	k. girdi kriterine ait bütünleştirilmiş ağırlık değerini ifade eder.
$w_j^b$	j. çıktı kriterine ait bütünleştirilmiş ağırlık değerini ifade eder.
$ip_{ik}$	k. girdi kriteri ve i. alternatifine ait mesafe ölçüsünü ifade eder.
$op_{ij}$	j. çıktı kriteri ve i. alternatifine ait mesafe ölçüsünü ifade eder.
$E_i$	i. alternatifine ait EATWOS yöntemi verimlilik skorunu ifade eder.
$\bar{I}_i$	i.alternatifine ait ölçeklendirilmemiş girdi tercih endeksini ifade eder.

**Tablo 1.** (Devamı)

---

$\bar{I}_i$	i.alternatife ait ölçeklendirilmiş girdi tercih endeksini ifade eder.
$\bar{O}_i$	i.alternatife ait ölçeklendirilmemiş çıktı tercih endeksini ifade eder.
$\bar{O}_i$	i.alternatife ait ölçeklendirilmiş çıktı tercih endeksini ifade eder.
$E_i$	i.alternatife ait OCRA yöntemi genel tercih endeksini ifade eder.
$I_j$	Karar verme birimlerinin j. indisini ifade eder.
$(\tilde{X}_{ik})_a^L$	k. girdi kriterinin i. alternatife göre alfa kesimi alt sınır değerini ifade eder.
$(\tilde{X}_{ik})_a^U$	k. girdi kriterinin i. alternatife göre alfa kesimi üst sınır değerini ifade eder.
$(\tilde{Y}_{ij})_a^L$	j. çıktı kriterinin i. alternatife göre alfa kesimi alt sınır değerini ifade eder.
$(\tilde{Y}_{ij})_a^U$	j. çıktı kriterinin i. alternatife göre alfa kesimi üst sınır değerini ifade eder.
$(E_i)_{ab}^U$	i. alternatifin üst sınır etkinlik değerini ifade eder.
$(E_i)_{ab}^L$	i.alternatifin alt sınır etkinlik değerini ifade eder.
$z$	Etkinlik değeri hesaplamada kullanılan $\alpha$ sayısını ifade eder. (b=0,...,z)
$m(A_i)$	Alternatiflerin orta noktalarını ifade eder. $(1/2 (a_i^U + a_i^L))$
$w(A_i)$	Alternatiflerin genişliklerini ifade eder. $(1/2 (a_i^U - a_i^L))$
$R(A_i)$	i.alternatife ait maksimum etkinlik kaybını ifade eder.
$f_{ip}$	i.Alternatifin p. ÇKKV yaklaşımına göre sıralama ağırlığını ifade eder.
$\tau_{ip}$	$\tau_{ip}, f_{ip}$ nin normalize edilmiş değerini ifade eder
$W_p$	p. Yaklaşımın ağırlık değerini ifade eder.
$PSI_i$	i.alternatifin ideal referans noktasından göreceli mesafesini ifade eder.
$KV_r$	r. karar vericiyi (r= 1,2,3... ,R) ifade eder.

---

Bu kısımda önerilen ÇBBEA modelinin aşamaları detaylı bir şekilde açıklanmıştır.

### Aşama 1. Sağlık Göstergelerinden Girdi ve Çıktı Kriterlerinin Belirlenmesi

Öncelikle salgınla mücadelede ele alınacak sağlık göstergeleri belirlenir. Daha sonra bu göstergeler girdi ve çıktı göstergeleri olarak ikiye ayrılarak girdi ve çıktı kriterleri oluşturulur.

## **Aşama 2. Girdi ve ıktı Kriterlerinin Bütunleşik Ağırlıklarının Belirlenmesi**

Bu aşamada CRITIC ve Bulanık SWARA yöntemleri kullanılarak girdi ve çıktı kriterlerinin nesnel ve öznel ağırlıkları belirlenir. Daha sonra SOWIA yöntemi kullanılarak CRITIC ve Bulanık SWARA dan elde edilen ağırlıklar birleştirilmiştir.





## Adım 2.1. CRITIC yöntemi ile kriter ağırlıklarının belirlenmesi

Kriter ağırlıklarının seçimi, ölçütlerin özelliklerine ve karar vericinin öznel bakış açısına bağlıdır. Ağırlıklandırmanın öznel olması karar vericilerin tecrübesi, sorunun algısı ve bilgisi ile ilgilidir. Bundan dolayı birçok öznel ağırlıklandırma modeli geliştirilmiştir, ancak sonuçların güvenilirliği konusundan emin olmak için nesnel ağırlıklandırma yöntemlerine başvurulur (Kazan ve Özdemir, 2014). Diakoulaki vd. tarafından 1995'te literatüre kazandırılmış olan CRITIC yöntemi, karar vericilerin görüşleri dikkate alınmadan, girdi ve çıktı kriterlerine ait gerçek veriler ile kriterlerin korelasyon değerlerini ve standart sapmalarını kullanarak nesnel bir sonuç ortaya koyan objektif bir ağırlıklandırma yöntemidir. Yöntem ile elde edilen ağırlıklar her bir kriterin hem zıtlık yoğunluğunu hem de kriterler arasındaki çelişkiyi içermektedir. (Akçakaya ve Ömürbek, 2021) Kriterlerin zıtlık yoğunluğu standart sapma ile değerlendirilmektedir. Aralarındaki çelişki ise korelasyon katsayısı ile ölçülmektedir (Ghorabae et al., 2017). CRITIC yönteminin adımları aşağıda belirtildiği gibidir.

İlk olarak önceden belirlenen girdi ve çıktı kriterleri için Eşitlik (1) ve (2) kullanılarak girdi ve çıktı matrisleri oluşturulur. Girdi karar matrisi, X çıktı karar matrisi Y ile gösterilecektir. X ile gösterilen girdi matrisinde her satır (i) alternatifleri, her sütun ise (k) girdi kriterini temsil etmektedir.

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1k} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2k} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ x_{i1} & x_{i2} & \dots & x_{Ik} \end{bmatrix} \quad i = 1, \dots, I \quad k = 1, \dots, K \quad 0 < x_{ik} < 1 \quad (1)$$

Y ile gösterilen çıktı matrisinde, her satır (i) alternatifleri, her sütun (j) ise çıktı kriterini göstermektedir.

$$Y = \begin{bmatrix} y_{11} & y_{12} & \dots & y_{1j} \\ y_{21} & y_{22} & \dots & y_{2j} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ y_{i1} & y_{i2} & \dots & y_{Ij} \end{bmatrix} \quad i = 1, \dots, I \quad j = 1, \dots, J \quad 0 < y_{ij} < 1 \quad (2)$$

Daha sonra, girdi kriterlerinin fayda ve maliyet kriterleri için sırası ile Eşitlik (3) ve (4) kullanılarak X şeklinde ifade edilen başlangıç karar matrisi normalize edilir ve Eşitlik (5) ile gösterilen normalize girdi matrisi elde edilir.

$$S_{ik} = \frac{x_{ik} - x_k^{\min}}{x_k^{\max} - x_k^{\min}} \quad (3)$$

$$S_{ik} = \frac{x_k^{max} - x_{ik}}{x_k^{max} - x_k^{min}} \quad (4)$$

$$S = \begin{bmatrix} S_{11} & S_{12} & \dots & S_{1k} \\ S_{21} & S_{22} & \dots & S_{2k} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ S_{i1} & S_{i2} & \dots & S_{IK} \end{bmatrix} \quad (5)$$

Benzer şekilde bundan sonraki adımlarda Y şeklinde gösterilen çıktı kriteri başlangıç karar matrisi Eşitlik (6) ve (7) kullanılarak normalize edilir ve Eşitlik (8) ile gösterilen normalize çıktı matrisi elde edilir.

$$r_{ij} = \frac{y_{ij} - y_j^{min}}{y_j^{max} - y_j^{min}} \quad (6)$$

$$r_{ij} = \frac{y_{ij} - y_j^{min}}{y_j^{max} - y_j^{min}} \quad (7)$$

$$\underline{R} = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1j} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2j} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ r_{i1} & r_{i2} & \dots & r_{IJ} \end{bmatrix} \quad (8)$$

Eşitlik (9) yardımı ile herhangi iki girdi kriteri arasındaki korelasyon değerleri hesaplanarak kriterler arasındaki ilişki derecelerine bakılır.

$$p_{kt} = \frac{\sum_{i=1}^m (s_{ik} - \bar{s}_k)(s_{it} - \bar{s}_t)}{\sqrt{\sum_{i=1}^m (s_{ik} - \bar{s}_k)^2 \sum_{i=1}^m (s_{it} - \bar{s}_t)^2}}, \quad k, t = 1, 2, \dots, n \quad (9)$$

Aynı işlem Eşitlik (10) yardımı ile çıktı kriterleri için de gerçekleştirilir.

$$p_{jt} = \frac{\sum_{i=1}^m (r_{ij} - \bar{r}_j)(r_{it} - \bar{r}_t)}{\sqrt{\sum_{i=1}^m (r_{ij} - \bar{r}_j)^2 \sum_{i=1}^m (r_{it} - \bar{r}_t)^2}}, \quad j, t = 1, 2, \dots, n \quad (10)$$

Girdi kriterlerine ait kriter ağırlıkları Eşitlik (11)-(13) yardımı ile hesaplanır.

$$C_k = \sigma_k \sum_{t=1}^n (1 - p_{kt}), \quad (11)$$

$$\sigma_k = \sqrt{\sum_{i=1}^m (s_{ik} - \bar{s}_k)^2 / m} \quad (12)$$

$$w_k^c = \frac{C_k}{\sum_{k=1}^K C_k} \quad (13)$$

Çıktı kriterlerine ait kriter ağırlıkları ise Eşitlik (14)-(16) yardımı ile hesaplanır.

$$C_j = \sigma_j \sum_{t=1}^n (1 - p_{jt}), \quad (14)$$

$$\sigma_j = \sqrt{\sum_{i=1}^m (r_{ij} - r_j)^2 / m} \quad (15)$$

$$w_j^c = \frac{C_j}{\sum_{j=1}^J C_j} \quad (16)$$

## Adım 2.2. Bulanık SWARA yöntemi ile kriter ağırlıklarının belirlenmesi

Kerşulıene et all., (2010) tarafından ortaya koyulan SWARA yöntemi Adım Adım Değerlendirme Oran Analizi şeklinde tanımlanmaktadır. Karar verme problemlerinde kullanılan kriterlerin ağırlıklandırılması için kullanılan bu yöntem karar verici görüşlerinden faydalanır. Bu nedenle öznel sonuçlar içerir. Bulanık SWARA yöntemi ise klasik SWARA yönteminin bulanık sayılar kullanılarak uygulanmasıdır. Kriter değerlerinin kesin belirlenemediği durumlarda, karar verici görüşlerinin daha iyi yansıtılabilmesi amacıyla ve kullanım kolaylığı açısından bulanık SWARA yöntemi kullanılmaktadır.

İlk olarak, girdi kriterleri karar verici(ler) tarafından en yüksek önem düzeyinden en düşük önem düzeyine doğru sıralanır. Tablo 2 ile belirtilen dilsel kriterler tablosundan faydalanılarak k. kriterin kendisinden daha yüksek önem seviyesine sahip k-1. kriterle göre kıyaslaması yapılarak görece önem düzeyleri hesaplanır. Daha sonra aynı uygulama çıktı kriterleri için de gerçekleştirilerek j. kriterin kendisinden daha yüksek önem seviyesine sahip j-1. kriterle göre kıyaslaması yapılır.

$\tilde{S}_k = (\tilde{S}_k^l, \tilde{S}_k^m, \tilde{S}_k^u)$  girdi kriterlerine ait önem düzeyini ve  $\tilde{S}_j = (\tilde{S}_j^l, \tilde{S}_j^m, \tilde{S}_j^u)$  çıktı kriterlerine ait önem düzeyini ifade eder.

**Tablo 2.** Dilsel Kriterler Tablosu Chang (1996)

Dilsel Kriterler	Bulanık Sayılar (l, m, u)	
Eşit Önemli (EÖ)	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)
Orta Derecede Daha Az Önemli (OÖ)	(2/3, 1, 3/2)	(0.67, 1, 1.50)
Daha Az Önemli (DÖ)	(2/5, 1/2, 2/3)	(0.40, 0.50, 0.67)
Çok Daha Az Önemli (ÇDÖ)	(2/7, 1/3, 2/5)	(0.29, 0.33, 0.40)
Oldukça Az Önemli (OAÖ)	(2/9, 1/4, 2/7)	(0.22, 0.25, 0.29)

Girdi kriterleri için Eşitlik (17) kullanılarak  $\tilde{k}_k$  şeklinde gösterilen katsayı değeri hesaplanır. Daha sonra, Eşitlik (18) kullanılarak  $\tilde{q}_k$  şeklinde gösterilen bulanık ağırlık değerleri hesaplanır.

$$\tilde{k}_k = \begin{cases} 1 & k = 1 \\ \tilde{S}_{k+1} & k > 1 \end{cases} \quad \tilde{k}_k = (\tilde{k}_k^l, \tilde{k}_k^m, \tilde{k}_k^u) \quad (17)$$

$$\tilde{q}_k = \begin{cases} 1 & k = 1 \\ \frac{\tilde{q}_{k-1}}{\tilde{k}_k} & k > 1 \end{cases} \quad \tilde{q}_k = (\tilde{q}_k^l, \tilde{q}_k^m, \tilde{q}_k^u) \quad (18)$$

Aynı şekilde çıktı kriterleri için Eşitlik (19) ile  $\tilde{k}_j$  şeklinde gösterilen katsayı değeri ve Eşitlik (20) yardımı ile  $\tilde{q}_j$  şeklinde gösterilen bulanık ağırlık değerleri hesaplanır.

$$\tilde{k}_j = \begin{cases} 1 & j = 1 \\ \tilde{S}_{j+1} & j > 1 \end{cases} \quad \tilde{k}_j = (\tilde{k}_j^l, \tilde{k}_j^m, \tilde{k}_j^u) \quad (19)$$

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

Son olarak girdi ve çıktı kriterleri için ağırlık değerleri sırası ile Eşitlik (21) ve Eşitlik (22) yardımı ile aşağıdaki gibi hesaplanır. Bulanık ağırlık değerleri, Eşitlik (23) ve Eşitlik (24) kullanılarak bulanık olmayan deterministik değerlere dönüştürülür.

$$\tilde{w}_k^s = \frac{\tilde{q}_k}{\sum_{k=1}^K \tilde{q}_k} \quad \tilde{w}_k^s = (\tilde{w}_k^l, \tilde{w}_k^m, \tilde{w}_k^u) \quad (21)$$

$$\tilde{w}_j^s = \frac{\tilde{q}_j}{\sum_{j=1}^J \tilde{q}_j} \quad \tilde{w}_j^s = (\tilde{w}_j^l, \tilde{w}_j^m, \tilde{w}_j^u) \quad (22)$$

$$w_k^s = \frac{(\tilde{w}_k^u - \tilde{w}_k^l) + (\tilde{w}_k^m - \tilde{w}_k^l)}{3} + (\tilde{w}_k^l) \quad (23)$$

$$w_j^s = \frac{(\tilde{w}_j^u - \tilde{w}_j^l) + (\tilde{w}_j^m - \tilde{w}_j^l)}{3} + (\tilde{w}_j^l) \quad (24)$$

### Adım 2.3. SOWIA yöntemi ile bütünleşik kriter ağırlıklarının belirlenmesi

SOWIA yöntemi öznel ve nesnel ağırlıklandırma yöntemleri ile elde edilmiş ağırlıkların kombinasyonuna dayanmaktadır. Nesnel ve öznel ağırlıklar birleştirilerek tek bir ağırlık elde edilir.

İlk olarak; CRITIC yönteminde Eşitlik (1) ve Eşitlik (2)'de gösterildiği gibi girdi ve çıktı kriterleri için başlangıç karar matrisi oluşturulur. Daha sonra, karar matrisi Eşitlik (25) ve Eşitlik (26) kullanılarak normalize edilir.

$$x_{ik}^* = \frac{x_{ik}}{\sum_{i=1}^I x_{ik}} \quad (25)$$

$$y_{ij}^* = \frac{y_{ij}}{\sum_{i=1}^I y_{ij}} \quad (26)$$

Daha sonra, objektif ve subjektif kriter ağırlıkları çeşitli ağırlıklandırma yöntemleri ile belirlenir. Son olarak objektif ve subjektif kriter ağırlıkları birleştirilir. Bu çalışmada girdi

kriterleri için Eşitlik (27) ve çıktı kriterleri için Eşitlik (28) yardımı ile bütünleşik kriter ağırlıkları ( $w_k^b$ ) ve ( $w_j^b$ ) elde edilir. Objektif ağırlıklar CRITIC yönteminden, subjektif ağırlıklar ise Bulanık SWARA yönteminden elde edilmiştir.

$$w_k^b = \alpha w_k^c + (1 - \alpha) w_k^s \quad (27)$$

$\alpha$  değeri faktör karar ağırlığı olarak bilinir ve 0 ile 1 arasında değer alabilir.

$$w_j^b = \alpha w_j^c + (1 - \alpha) w_j^s \quad (28)$$

### Aşama 3. Ülkelerin etkinlik sıralarının belirlenmesi

Bütünleşik kriter ağırlıkları ile EATWOS, OCRA ve BVZA yöntemleri kullanılarak ülkelere ait etkinlik sıralamaları ayrı ayrı belirlenir.

#### Adım 3.1. EATWOS yöntemi ile etkinlik sıralarının belirlenmesi

Karar verme problemlerinde performans ölçümünde yardımcı olması amacı ile girdi ve çıktı kriterleri kullanılır. VZA, OCRA gibi performans ölçüm yöntemleri, girdi ve çıktı kriterleri arasında maksimum bir oran elde edilmesini amaçlar. Peters ve Zelewski (2006) tarafından önerilen EATWOS yöntemi ise, diğer etkinlik ölçü yöntemlerinden farklı olarak, girdi ve çıktı kriterleri arasındaki maksimum getiriyi ölçmenin ötesinde, karar verme birimleri yani alternatifler için tatmin edici çözümler elde edebilmeye olanak sağlayan etkinlik ölçüm yöntemidir (Özbek,2017). Aynı zamanda tatmin seviyeleri dikkate alınmadan da kullanılabilir.

EATWOS yöntemi ile girdi ve çıktı kriterlerinin tatmin düzeyleri dikkate alınarak ve Adım 2.3'de belirlenen bütünleşik kriter ağırlıkları kullanılarak ülkelere ait etkinlik skorları belirlenir. Eşitlik (1) ile gösterilen girdi başlangıç karar matrisi ( $X$ ) Eşitlik (29) kullanılarak normalize edilir ve Eşitlik (5)'de gösterilen normalize edilmiş girdi matrisi elde edilir.

$$\exists i, \exists k \quad x_{ik} \neq 0; S_{ik} = \frac{x_{ik}}{\sqrt{(\sum_{i=1}^I x_{ik}^2)}} \quad (29)$$

$$\forall i = 1, \dots, I \quad \forall k = 1, \dots, K \quad x_{ik} = 0 \quad S_{ik} = 0$$

Eşitlik (2) de gösterilen çıktı başlangıç karar matrisi ( $Y$ ), Eşitlik (30) kullanılarak normalize edilir ve Eşitlik (8) 'de gösterilen normalize edilmiş çıktı matrisi elde edilir.

$$\exists i, \exists j \quad y_{ij} \neq 0; r_{ij} = \frac{y_{ij}}{\sqrt{(\sum_{i=1}^I y_{ij}^2)}} \quad \forall i = 1, \dots, I \quad \forall j = 1, \dots, J \quad (30)$$

$$\forall i = 1, \dots, I \quad \forall j = 1, \dots, J \quad y_{ij} = 0 \quad r_{ij} = 0$$

Normalize edilmiş girdi kriterleri matrisinde ( $S$ ) sütun vektörleri ( $\vec{s}_k$ ) dikkate alınarak her bir  $k$  girdi kriteri için Eşitlik (31) kullanılarak minimum normalize girdi kriterleri  $sk^*$  belirlenir.

$$sk^* = \min_i \{ \vec{S}_k \} \quad \forall k = 1, \dots, K \quad (31)$$

Daha sonra aynı şekilde normalize edilmiş çıktı kriterleri matrisinde ( $R$ ) sütun vektörleri ( $\vec{r}_j$ ) dikkate alınarak her bir  $j$  çıktı kriteri için Eşitlik (32) yardımı ile maksimum normalize çıktı kriterleri  $rj^*$  belirlenir.

$$rj^* = \max \{ \vec{r}_j \} \quad \forall j = 1, \dots, J \quad (32)$$

Girdi kriterleri için mesafe ölçüsü  $ip_{ik}$ , minimum normalize edilmiş girdi miktarları ( $sk^*$ ) dikkate alınarak Eşitlik (33) yardımı ile belirlenir.

$$ip_{ik} = 1 + S_{ik} - S_k^* \quad \forall i = 1, \dots, I \quad \forall j = 1, \dots, K \quad (33)$$

Çıktı kriterleri için mesafe ölçüsü  $op_{ij}$ , maksimum normalize edilmiş çıktı miktarları ( $rj^*$ ) dikkate alınarak Eşitlik (34) yardımı ile elde edilir.

$$op_{ij} = 1 - r_j^* - r_{ij} \quad \forall i = 1, \dots, I \quad \forall j = 1, \dots, J \quad (34)$$

Girdi ve çıktı kriterleri için hesaplanan mesafe ölçüsü değerleri verimlilik skorunun hesaplanmasında kullanılır. Verimlilik skorunun yüksek çıkması, verimliliğin yüksek olduğuna işaret eder. En son olarak etkinlik skoru sonuçları azalan şekilde sıralanarak bir sıralama elde edilir. Etkinlik skoru Eşitlik (35) ile belirlenir. Etkinlik skoru 1 olan alternatif teknik etkin olarak kabul edilir. Skor 1'den uzaklaştıkça o alternatifin etkinlik seviyesi azalır.

$$E_i = \frac{\sum_{j=1}^J w_k^b \cdot op_{ij}}{\sum_{j=1}^J w_j^b \cdot ip_{ik}} \quad \forall i = 1, \dots, I \quad (35)$$

### Adım 3.2. OCRA yöntemi ile etkinlik sıralarının belirlenmesi

OCRA yöntemi Parkan (1991) tarafından literatüre kazandırılmış, günümüze kadar birçok sektör ve alanda başarılı ile uygulanmış parametrik olmayan bir performans ölçüm yöntemidir. OCRA yöntemi, normalizasyon aşamasında sıfıra bölme hatasını önlemek için girdi ve çıktı kriter değerlerinin pozitif olduğunu varsayar. Girdi ve çıktı kriterleri için önem ağırlıkları OCRA uygulayıcıları tarafından belirlenmelidir (Özbek, 2015). OCRA Uygulanması kolay ve oldukça kullanışlı bir yöntemdir ve geliştirildiğinden bu zamana birçok çalışmada kullanılmıştır. OCRA yöntemi ile Adım 2.3'de belirlenen bütünleşik kriter ağırlıkları kullanılarak ülkelere ait etkinlik skorları belirlenir. İşlem adımları aşağıda belirtildiği gibidir:

Eşitlik (1) ile gösterilen girdi kriterleri matrisinden faydalanarak Eşitlik (36) yardımı ile ölçeklendirilmemiş girdi endeksleri hesaplanır.

$$\bar{I}_i = \sum_{k=1}^K w_k^b \frac{\max(x_{ik}) - x_{ik}}{\min(x_{ik})}, \quad (i=1, 2, \dots, I \quad k=1, 2, \dots, K) \quad (36)$$

Ölçeklendirilmiş girdi tercih endeksleri Eşitlik (37) yardımı ile hesaplanır.

$$\bar{\bar{I}}_i = \bar{I}_i - \min(\bar{I}_i) \quad (37)$$

Benzer şekilde Eşitlik (2) ile gösterilen çıktı matrisi baz alınarak Eşitlik (38) yardımı ile ölçeklendirilmemiş çıktı endeksleri oluşturulur.

$$\bar{O}_i = \sum_{j=1}^J w_j^b \frac{x_{ij} - \min(x_{ij})}{\min(x_{ij})}, \quad (i=1, 2, \dots, I \quad j=1, 2, \dots, J) \quad (38)$$

Daha sonra ölçeklendirilmiş çıktı tercih endeksi Eşitlik (39) yardımı ile oluşturulur.

$$\bar{\bar{O}}_i = \bar{O}_i - \min(\bar{O}_i) \quad (39)$$

Son olarak, ölçeklendirilmiş genel tercih indeksi Eşitlik (40) ile hesaplanır ve azalan şekilde sıralanır. En üst sıradaki karar birimi en iyi olarak değerlendirilir.

$$E_i = (\bar{\bar{I}}_i + \bar{\bar{O}}_i) - \min(\bar{\bar{I}} + \bar{\bar{O}}), \quad (i=1, 2, \dots, m) \quad (40)$$

### **Adım 3.3. BVZA yöntemi ile etkinlik sıralarının belirlenmesi**

VZA'nde kullanılacak girdi ve çıktı kriterlerinin doğru ve eksiksiz bir şekilde belirlenmesi çalışmanın güvenilirliği açısından oldukça önemli bir yere sahiptir. Fakat gerçek hayat problemlerinde girdi ve çıktı kriterlerinin her zaman eksiksiz ve doğru bir şekilde belirlenebilmesi mümkün olmamaktadır. Geleneksel VZA modelleri verilerin kesin ve eksiksiz şekilde belirlenebildiği durumlarda kullanılabilir. VZA'nde bu kısıt bulanık mantık yöntemi ile giderilmeye çalışılmış ve verilerin kesin ve eksiksiz olmadığı durumlarda etkinlik ölçümü yapabilmek adına BVZA modelleri geliştirilmiştir. Bulanık veriler aracılığı ile etkinlik ölçümü yapan BVZA, gerçek hayattaki problemleri, klasik veri zarflama analizine göre daha gerçekçi bir şekilde ifade eder (Lertworasirikul et al., 2003).

BVZA'da etkinlik ölçümü için geliştirilmiş çeşitli modeller bulunmaktadır. Bu çalışmada sınırlandırılmış ve kesin değeri bilinen veriler için kullanılan ve bir BVZA modeli olan Kao ve Liu (2000) modeli kullanılacaktır.

## Kao Liu modeli

Kao Liu modeli, Zadeh'in (1965) genişleme prensibini ve  $\alpha$  kesim yöntemini kullanarak, BVZA'nın klasik VZA'ya çevrilmesini esas alan BVZA modelidir. Sınırlandırılmış ve kesin veriler için uygulanabilir.

Kao Liu Modelinin Avantajları:

- Kao-Liu modeli  $\alpha$  kesme ve Zadeh (1965) tarafından geliştirilen genişletme prensibini uygular. Bazı girdi ve çıktı verileri kesin belirli olmadığında etkinlik skorları da kesin değildir.  $\alpha$ -kesme yaklaşımı uygulanarak, bir KVB'nin etkinlik skor dizisi farklı olabilirlik seviyelerinde elde edilebilir (Arslan, 2019).
- Kao-Liu Modeli, kesin ve/veya sınırlandırılmış verilerin bulunduğu problemler için kullanılır. Sınırlandırılmış verilerden kasıt, zamana göre değişebilen, dinamik bir yapıya sahip olan verilerdir. Problemimizde hem dinamik bir yapıya sahip hem de kesin veriler buluyorsa bu modeli kullanmak avantaj oluşturacaktır.
- Kao-liu modeli verilerin üyelik fonksiyonlarının yapısının tam olarak bilinmediği durumlarda rahatlıkla kullanılabilir. Değişkenlerin üyelik fonksiyonlarının karar verici tarafından çalışmanın başında belirtilmesi şartı ile üyelik fonksiyonları için bir sınırlandırma yoktur. Girdi çıktı değişkenlerinin hangi üyelik fonksiyonlarına sahip olduğu bilinmiyorsa veya değişkenlerin üyelik fonksiyonları karar verici tarafından tanımlanmak istiyorsa bu model kullanılabilir.

Kao-Liu Modelinin Dezavantajları:

- Kao-Liu modelinin dezavantajı ise etkinlik skorları bulanık sayı olduğu için karar birimlerini performansa göre sıralayabilmek zordur yani bulanık sayılar durumu zorlaştırmaktadır (Çakır, 2015). Bunun için geliştirilmiş BVZA sıralama yaklaşımları bulunmaktadır. Bu çalışmada Wang et al., (2005) tarafından geliştirilen MİNİMAX pişmanlık yaklaşımı kullanılacaktır.

BVZA Kao-Liu modelinin formüle edilmiş şekli aşağıda belirtildiği gibidir:

Eşitlik (1) ile gösterilen girdi matrisi Eşitlik (41) kullanılarak normalize edilir. Daha sonra Eşitlik (42) yardımı ile ağırlıklandırılarak Eşitlik (43) ile gösterilen ağırlıklandırılmış normalize girdi matrisi elde edilir.

$$S_{ik} = \frac{x_{ik}}{\sum_{i=1}^I x_{ik}} \quad (41)$$

$$\hat{S} = w_k^b * S_{ik} \quad (42)$$



$$\hat{S} = \begin{bmatrix} \hat{S}_{11} & \hat{S}_{12} & \dots & \hat{S}_{1k} \\ \hat{S}_{21} & \hat{S}_{22} & \dots & \hat{S}_{2k} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \hat{S}_{i1} & \hat{S}_{i2} & \dots & \hat{S}_{Ik} \end{bmatrix} \quad (43)$$

Eşitlik (2) ile gösterilen çıktı matrisi Eşitlik (44) kullanılarak normalize edilir. Daha sonra Eşitlik (45) ile ağırlıklandırılarak Eşitlik (46) ile gösterilen ağırlıklandırılmış normalize çıktı matrisi elde edilir.

$$r_{ij} = \frac{y_{ij}}{\sum_{j=1}^J y_{ij}} \quad (44)$$

$$\hat{R} = w_j^b * r_{ij} \quad (45)$$

$$\hat{R} = \begin{bmatrix} \hat{r}_{11} & \hat{r}_{12} & \dots & \hat{r}_{1j} \\ \hat{r}_{21} & \hat{r}_{22} & \dots & \hat{r}_{2j} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \hat{r}_{i1} & \hat{r}_{i2} & \dots & \hat{r}_{Ij} \end{bmatrix} \quad (46)$$

Daha sonra, değişkenlerin standart hatalarından faydalanılarak veriler bulanıklaştırılır. Bunun için her değere standart hata eklenip çıkarılır. Böylece veriler aralıklı veri haline getirilmiş olur. Standart hata Eşitlik (47) yardımı ile hesaplanır.

$$SE = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad \sigma = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \mu)^2}{N}} \quad (47)$$

$\sigma$ : Örneklemin standart sapması  $n, N$ : Örnekleme sayısı  $\mu$ : Örnekleme Ortalaması

$\tilde{X}_{ik}$ , girdi kriterlerini,  $\tilde{Y}_{ij}$ , çıktı kriterlerini göstermek üzere; girdi ve çıktı kriterlerinin  $\alpha$  kesim prensiplerine göre alt ve üst etkinlik sınır değerleri hesaplanır.

$\mu \geq \alpha$  olmak üzere; alt etkinlik sınırı,  $(\tilde{X}_{ik})_{\alpha} = [(\tilde{X}_{ik})_{\alpha}^L, (\tilde{X}_{ik})_{\alpha}^U]$  şeklinde ifade edilirken; üst etkinlik sınırı ise  $(\tilde{Y}_{ij})_{\alpha} = [(\tilde{Y}_{ij})_{\alpha}^L, (\tilde{Y}_{ij})_{\alpha}^U]$  şeklinde ifade edilir. Zadeh'in genişleme ilkesine göre karar verme birimlerinin etkinlik değerlerinin üyelik fonksiyonları Eşitlik (48) de ki gibi ifade edilir.

$$\mu_{\tilde{E}_0}(z) = \sup \min \{ \mu_{\tilde{X}_{ik}}(x_{ik}), \mu_{\tilde{Y}_{ij}}(y_{ij}), \forall i, k, j, z = E_0(x, y) \} \quad (48)$$

$\mu_{\tilde{E}_0}(z) = \alpha$  için  $\min [\mu_{\tilde{X}_{ij}}(x_{ij}), \mu_{\tilde{Y}_{rj}}(y_{rj})] = \alpha$  eşitliği sağlanmalıdır.

$\tilde{X}_{ik}$  ve  $\tilde{Y}_{ij}$  girdi ve çıktı kriter verileri için alt ve üst sınır etkinlik değerleri Eşitlik (49) ve Eşitlik (50) de ki gibi hesaplanır. Karar verme biriminin alt sınır etkinlik değeri ( $E_{0\alpha}^L$ ) Eşitlik (49) ile belirlenir.

$$E_{0\alpha}^L = \max \frac{\sum_{i=1}^s u_j (\tilde{Y}_{io})_a^L}{\sum_{i=1}^m v_k (\tilde{X}_{io})_a^U}$$

$$\frac{\sum_{i=1}^s u_j (\tilde{Y}_{io})_a^L}{\sum_{i=1}^m v_k (\tilde{X}_{io})_a^U} \leq 1 \quad (49)$$

$$\frac{\sum_{i=1}^s u_j (\tilde{Y}_{ij})_a^U}{\sum_{i=1}^m v_k (\tilde{X}_{ik})_a^L} \leq 1 \quad i=1,2,\dots, n \quad i=1,2,\dots, s, m \quad k=1,2,\dots, m \quad v_k, u_j \geq \epsilon$$

Üst sınır etkinlik değeri ( $E_{0\alpha}^U$ ) ise Eşitlik (50) ile hesaplanır.

$$E_{0\alpha}^U = \max \frac{\sum_{i=1}^s u_j (\tilde{Y}_{io})_a^U}{\sum_{i=1}^m v_k (\tilde{X}_{io})_a^L}$$

$$\frac{\sum_{i=1}^s u_j (\tilde{Y}_{io})_a^U}{\sum_{i=1}^m v_k (\tilde{X}_{io})_a^L} \leq 1 \quad (50)$$

$$\frac{\sum_{i=1}^s u_j (\tilde{Y}_{ij})_a^L}{\sum_{i=1}^m v_k (\tilde{X}_{ik})_a^U} \leq 1 \quad i=1,2,\dots, n \quad i=1,2,\dots, s, m \quad k=1,2,\dots, m \quad v_k, u_j \geq \epsilon$$

### Minimax pişmanlık yaklaşımı

BVZA modellerinde KVB'lerin etkinlik değerleri belirli bir aralıkla tanımlanmaktadır. Aralık değerlerin genişlikleri farklı olmasına rağmen merkezleri aynı olduğunda, KVB'lere ait etkinlik değerleri doğrudan karşılaştırılamayabilir. Bu durumda etkinlik değerlerinin sıralanması ve karşılaştırılmasında kullanılacak bir tekniğe ihtiyaç duyulmaktadır (Wang et all., 2005). Bu amaçla Wang ve ark. (2005) tarafından minimax regret sıralama yaklaşımı geliştirilmiştir. Minimax regret yaklaşımı KVB'ler eş merkezli fakat farklı genişlikte olsalar dahi bu KVB'lerin etkinlik aralıklarını sıralamak ve karşılaştırmak için kullanılabilir (Göktulga ve Artut, 2014).

Minimax pişmanlık yaklaşımına göre;

n adet karar verme biriminin etkinlik aralığı Eşitlik (51) de ki gibi tanımlansın.

$$A_i = [a_i^L, a_i^U] = \langle m(A_i), w(A_i) \rangle \quad (i = 1, \dots, n) \quad (51)$$

$A_i = [a_i^L, a_i^U]$  'ın en iyi etkinlik aralığı olarak seçildiği varsayılınsın ve  $b = \max_{j \neq i} \{a_j^U\}$  olsun.

Eğer,  $a_i^L < b$  olursa karara verici etkinlik kaybı yaşar ve pişmanlık duyar. Bu durumda maksimum etkinlik kaybı Eşitlik (52) da ki gibi ifade edilir.

$$\text{maks}(r_i) = b - a_i^L = \text{maks } j \neq i \{a_j^U\} - a_i^L \quad (52)$$

$a_i^L \geq b$  ise karar verici için etkinlik kaybı oluşmaz ve pişmanlık sıfır olarak tanımlanır. İki durum göz önüne alındığında Eşitlik (53) oluşur.

$$\text{maks}(r_i) = \text{maks} [\text{maks } j \neq i (a_j^U) - a_i^L, 0] \quad (53)$$

$A_i = [a_i^L, a_i^U] = \langle m(A_i), w(A_i) \rangle$  ( $i = 1, \dots, n$ ) etkinlik aralıkları kümesi olmak üzere, Her bir etkinlik aralığının maksimum etkinlik kaybı Eşitlik (54) ile ifade edilir.

$$R(A_i) = \text{maks} [\text{maks } j \neq i (a_j^U) - (a_i^L), 0] = \text{maks} [\text{maks } j \neq i \{m(A_j) + w(A_j)\} - (m(A_i) - w(A_i)), 0], \quad i=1, \dots, n \quad (54)$$

Bu durumda maksimum etkinlik kaybı en düşük olan etkinlik aralığı en cazip olan etkinlik aralığıdır.

#### Aşama 4. TPOP Yöntemi ile Bütünleşik Etkinlik Sıralamasının Belirlenmesi

TPOP, farklı ÇKKV yaklaşımlarla elde edilen farklı sıralamalardan ortak bir sıralama oluşturmak amacıyla geliştirilmiştir. TPOP yöntemi, birden çok ÇKKV yönteminin kullanılması durumunda, alternatifler için elde edilen farklı sıralamaların, karar verme aşamasında oluşturacağı karışıklığı ortadan kaldıran, hesaplamaların basit olduğu ve uygulanması kolay bir yöntemdir. TPOP ile birden çok ÇKKV yönteminden elde edilen alternatif sıralamaları her bir yöntemin etkisini yansıtacak şekilde tek bir sıralamaya dönüştürülebilmektedir. Bu yöntem, referans noktası teorisine dayanmaktadır. Referans noktasından minimum mesafeye sahip olan alternatif birinci sırada verilir ve en iyi alternatif olarak seçilir. Öte yandan, referans noktasından maksimum uzaklığa sahip olan alternatif, son sırada verilir ve en kötü alternatif olarak seçilir (Bairagi, 2015). TPOP, kabul edilebilir görelî ağırlıklar sağlayan Entropi ve üstel ağırlıklandırma yaklaşımlarının gelişmiş bir versiyonunu içermektedir (Delice ve Can, 2020).

İlk adımında, farklı ÇKKV yöntemlerinden elde edilen önem ağırlıklarının yer aldığı [S] matrisi Eşitlik (55)'deki gibi oluşturulur.

$$S = \begin{matrix} A_1 \\ A_2 \\ \dots \\ \dots \\ \dots \\ A_3 \end{matrix} \begin{bmatrix} f_{11} & f_{12} & \dots & f_{1t} \\ f_{21} & f_{22} & \dots & f_{2t} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ f_{m1} & f_{m2} & \dots & f_{mt} \end{bmatrix} \quad (55)$$

Burada;  $i$  alternatifleri ( $i= 1, \dots, I$ )  $p$  kullanılan ÇKKV yaklaşımlarını ( $p=1, \dots, t$ ) ifade etmektedir. Eşitlik (55)'te verilen  $S$  başlangıç matrisine Eşitlik (56) uygulanarak her  $f_{ip}$  değerine karşılık gelen normalleştirilmiş  $\tau_{ip}$  değeri elde edilir.

$$\tau_{ip} = \frac{|f_{ip}|}{\sum_{i=1}^I |f_{ip}|} \quad (56)$$

TPOP yöntemi içinde entropi ( $e_p$ ) karar verme problemlerinde veriler içindeki belirsizliğin ortadan kaldırılması ve daha doğru sonuçlar elde edilmesi aşamasında kullanılmaktadır ve Eşitlik (57)'deki gibi hesaplanmaktadır. Eşitlik (58) ile hesaplanan  $s_p$  ile yöntemlerin kendi içindeki sıralamalarına bağlı seçim prosedürleri önemsiz hale gelerek birbirleri arasında değerlendirilmesi sağlanır.

$$e_p = \frac{1}{\ln m} \sum_{i=1}^m |\tau_{ip} \cdot \ln \tau_{ip}| \quad (57)$$

$$s_p = \frac{1-e_p}{\sum_{p=1}^t (1-e_p)} \quad (58)$$

$s'_p$  parametresi aşağıdaki Eşitlik (59) yardımıyla hesaplanır.  $1 - e_p$ ,  $p$ 'inci yaklaşımla belirlenen nihai seçim değerlerinin entropisinin tümleyeni olarak düşünülebilir.

$$s'_p = (1 + \sqrt{s_p}) \quad p = 1, 2, \dots, t, \quad 1 \leq s'_p \leq 2 \quad (59)$$

$S'_p$  parametre değeri, Eşitlik (60)'a göre hesaplanmaktadır. Eşitlikte yer alan  $S'_p$  değeri  $t \leq S'_p \leq 2t$  aralığında olmalıdır ve uygulanacak yöntemin sayısı  $t \geq 2$  olmalıdır.

$$S'_p = \sum_{p=1}^t S'_p = \sum_{p=1}^t (1 + \sqrt{s_p}) = t + \sum_{p=1}^t \sqrt{s_p} \quad (60)$$

ÇKKV yöntemlerinin birbirleri içindeki kesin ağırlık değerleri Eşitlik (61) kullanılarak hesaplanır. Burada yer alan ağırlıkların toplamı 1 olmalıdır ( $\sum_{p=1}^t w_p = 1$ ).

$$w_p = \frac{s'_p}{S'_p} = \frac{1 + \sqrt{s_p}}{t + \sum_{p=1}^t \sqrt{s_p}} \quad (61)$$

$$\min w_p = \frac{\min s'_p}{\max S'_p} = \frac{\min(1 + \sqrt{s_p})}{\max(t + \sum_{p=1}^t \sqrt{s_p})} = \frac{t}{t + \sqrt{t}} \quad (62)$$

$$\max w_p = \frac{\max s'_p}{\min S'_p} = \frac{\max(1 + \sqrt{s_p})}{\min(t + \sum_{p=1}^t \sqrt{s_p})} = \frac{2}{t+1} \quad (63)$$

Tüm  $s_p$  değerlerinin toplamının maksimum 1'e eşit olduğu belirtilmiştir ve buna göre  $\max \sum_{p=1}^t \sqrt{s_p} = \sqrt{t}$  ve  $\min \sum_{p=1}^t \sqrt{s_p} = 1$  olmaktadır. Buradan;  $\max \sum_{p=1}^t \sqrt{s_p} = \sqrt{t} + t$  ve  $\sum_{p=1}^t \sqrt{s_p} = t+1$  çıkarımı yapılabilmektedir. Ayrıca bu durum şu şekilde de açıklanabilir;  $s_p = 0$  iken,  $\min s'_p = \min(1 + \sqrt{s_p}) = 1$  ve  $s_p = 1$  iken,  $\max s'_p = \min(1 + \sqrt{s_p}) = 2$  dir. Böylece,

$w_p$  değerlerinin minimum ve maksimum limitleri yukarıdaki Eşitlik (62) ve (63)'teki biçimde tanımlanmaktadır. Eşitliklerin tanımlamasıyla birlikte hesaplanan kesin ağırlık değeri  $\frac{1}{t+\sqrt{t}} \leq w_p \leq \frac{2}{t+1}$  olmaktadır.

Eşitlik (64) ve (65) kullanılarak ağırlıklar normalize edilir. H, p. ÇKKV yöntemi için en iyi sıralamanın küçükten büyüğe yapıldığı yöntemi ifade ederken; L, p. ÇKKV yöntemi için en iyi sıralamanın büyükten küçüğe yapıldığı alternatif değerlendirme yöntemini ifade etmektedir.

$$g_{ip} = \begin{cases} \frac{(f_p)_{maks} - f_{ip}}{(f_p)_{maks} - (f_p)_{min}}, & f_{ip} \in H \\ \frac{f_{ip} - (f_p)_{min}}{(f_p)_{maks} - (f_p)_{min}}, & f_{ip} \in L \end{cases} \quad (64)$$

$$(65)$$

Her bir alternatif için, üssel(exp) ağırlıklı normalize sıralama değerinin ( $h_{ip}$ ) elde edilmesi için Eşitlik (66) kullanılır.

$$h_{ip} = \exp(w_p + g_{ip}) \quad (66)$$

Alternatifler için nihai seçim indeksi Eşitlik (67) yardımıyla hesaplanır.

$$PSI_i = \sum_{p=1}^t h_{ip} = \sum_{p=1}^t \exp(w_p + g_{ip}) \quad (67)$$

Sıralama aşamasında birinci sıra hesaplanan  $PSI_i$  değerleri dikkate alınır. Maksimum  $PSI_i$ 'ye sahip olan alternatif en başta olmak üzere büyükten küçüğe sıralama işlemi gerçekleşir.

## ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

### COVID-19 Salgınında OECD Ülkelerinin Etkinlik Analizleri İçin ÇBBEA Modelinin Uygulanması

Bu çalışmada COVID-19 pandemisinde Tablo 3’de gösterilen ve OECD ülkeleri arasından seçilen 34 ülkenin etkinlikleri analiz edilmiştir. Kolombiya, Kosta Rika, Macaristan ve İsrail gibi ülkelerin bazı girdi ve çıktı kriterlerine ait verilerin elde edilememesi nedeni ile çalışma dışında bırakılmıştır.

OECD ülkelerinin verilerine ulaşmanın mümkün olması, literatürde bu konuda yapılan çalışmaların sonuçları ile karşılaştırma imkânı bulunması ve benzer hedefe sahip olmaları nedeniyle karar verme birimleri OECD ülkeleri arasından seçilmiştir. Ayrıca sağlık kaynaklarına ayrılan finansman oranı belirli bir düzeyin üstünde olan ülkeler genelde gelişmiş ve/veya gelişmekte olan ülkelerdir. OECD kuruluşu da bu ülkelerin pek çoğunu bünyesinde barındırır.

#### Aşama 1. Sağlık Göstergelerinin Girdi ve Çıktı Kriterleri Olarak Belirlenmesi

Sağlık göstergelerinden uygun girdi ve çıktının belirlenmesi salgın zamanlarında etkinliğin ölçülmesi için son derece önemlidir. Bu sebeple daha önce yapılmış çalışmalar titizlikle incelenmiş ve pandemi sürecine etki edebilecek bütün girdi ve çıktı kriterleri dikkate alınarak bir liste oluşturulmuştur. Listede yer alan kriterler alanında uzman 5 adet karar verici tarafından incelenerek girdi ve çıktı kriterleri kesin olarak belirlenmiştir. Belirlenen kriterler Tablo 3’de gösterilmiştir.

Girdi kriterlerine ait verilerin elde edilmesi için OECD (OECD, 2021) ve Türkiye sağlık istatistikleri raporu, Dünya Bankası (World Bank, 2021) ve Our World in Data (Our World in Data, 2021) COVID-19 istatistiklerinden faydalanılmıştır. Çıktı kriterlerine ait veriler ise Worldometers (Worldometers, 2021) COVID-19 istatistiklerinden elde edilmiştir.

**Tablo 3.** Girdi ve Çıktı Kriterlerine ait Genel İstatistik Tablosu (25.10.2021)

<b>Kriterler</b>	<b>Ortalama Değer</b>	<b>Maksimum Değer</b>	<b>Minimum Değer</b>
Doktor Sayısı ( $G_1$ )	4,23	23,03	1,95
Hemşire Sayısı ( $G_2$ )	9,43	18,05	2,4
Sağlık Harcamalarının GSYİH (Gayri Safi Yurt İçi Hasıla) İçindeki Oranı ( $G_3$ )	9,45	16,8	4,3
Yoğun Bakım Yatak Sayısı ( $G_4$ )	10,34	48	0,6
Hastane Yatağı Sayısı ( $G_5$ )	4,52	12,84	0,97
65 Yaş Üstü Kişi Sayısının Toplam Nüfus İçindeki Oranı ( $G_6$ )	17,82	28,13	7,24
Kırsal Nüfus Oranı ( $G_7$ )	21,72	46,2	1,9
Şeker Hastalığı Yaygınlık Oranı ( $G_8$ )	6,48	13,5	3,2
Nüfus Yoğunluğu ( $G_9$ )	134,84	529,19	3,24
Aşı Sayısı ( $G_{10}$ )	1280934	1830000	870
Test Sayısı ( $G_{11}$ )	2354277	14675179	85856
İyileşen Sayısı ( $C_1$ )	76169	155518	912
Ölen Sayısı ( $C_2$ )	1341	2855	6
Vaka Sayısı ( $C_3$ )	84467	161671	1164

**$G_1, G_2, G_5$ : 1000 kişi başına,  $G_4$  : 100.000 kişi başına,  $C_1, C_2, C_3$  : Milyon kişi başına**

Tablo'3 ün sonuçlarına bakacak olursak, OECD ülkelerinin milyon kişi başına ölen sayısı ortalaması 1341, milyon kişi başına vaka sayısı ortalaması 84.467 olmuştur. Bununla birlikte en çok vaka ve ölen sayısına sahip olan ülke Çekya, en az vaka ve ölen sayısına sahip olan ülke ise Yeni Zelenda'dır.

Sağlık harcamalarının GSYİH içindeki oranı en fazla olan ülke ABD'dir. Türkiye, 1000 kişiye düşen doktor ve hemşire sayısı, sağlık harcamalarının GSYİH içindeki oranı en az olan ülkedir. Bununla birlikte 100.000 nüfus başına 48 yatakla en çok yoğun bakım yatağına sahip olan ülke Türkiye'dir. Türkiye ile birlikte sadece 9 ülke (ABD, Almanya, Avusturya, Belçika, Fransa, Kanada, Güney Kore, Lüksemburg) ortalamanın üstünde yoğun bakım yatak kapasitesine sahiptir. Slovenya ise 0,6 değeri ile ortalamanın oldukça altında bir değer ile yoğun bakım yatak kapasitesi en az olan ülkedir.

1000 kişi başına en çok doktor sayısına sahip olan ülke Birleşik Krallık iken, 1000 kişi başına düşen hemşire sayısı en fazla olan ülke Norveç'tir. 1000 kişi başına düşen hastane yatağı sayısı ve 65 yaş üstü nüfus oranı en fazla olan ülke Japonya'dır. Buna karşılık 1000 kişi başına

hastane yatağı sayısı ve 65 yaş üstü nüfus oranı en az olan ülke Meksika olmuştur. En fazla nüfus yoğunluğuna sahip olan ülke Güney Kore olmasına rağmen vaka sayısı Yeni Zelanda'dan sonra en az olan ülke Güney Kore'dir. Avustralya nüfus yoğunluğu en az olan ülkedir. En fazla kırsal nüfusa sahip olan ülke Slovakya iken Belçika sonuncu sırada yer almaktadır.

Milyon kişi başına en çok aşı yaptıran nüfusa sahip olan ülke Şili'dir. En az aşı sayısına sahip olan ülke ise milyon kişi başına 870 değeri ile Slovakya olmuştur. Milyon kişi başına en çok test sayısına sahip olan ülke Danimarka iken en az test sayısı Meksika'ya aittir.

## Aşama 2. Girdi ve Çıktı Kriterlerinin Bütünleşik Ağırlıklarının Belirlenmesi

### Adım 2.1. CRITIC yöntemi ile kriter ağırlıklarının belirlenmesi

CRITIC yönteminde Eşitlik (1)-(16) kullanılarak nesnel ağırlık değerleri ( $w_k^c$  ve  $w_j^c$ ) değerleri belirlenmiş olup uygulama aşamaları aşağıda belirtildiği gibidir. İlk olarak Eşitlik (1)-(2) yardımı ile 34 adet ülke alternatifi, 14 adet girdi ve çıktı kriteri için Tablo 4 ile belirtilen standart karar matrisi oluşturulur.

**Tablo 4.** Standart Karar Matrisi

	KRİTERLER													
	$G_1$	$G_2$	$G_3$	$G_4$	$G_5$	$G_6$	$G_7$	$G_8$	$G_9$	$G_{10}$	$G_{11}$	$C_1$	$C_2$	$C_3$
ABD	2,64	11,79	16,8	14,05	2,83	16,02	17,3	10,8	35,73	1230000	2069708	108773	2273	139202
Almanya	4,47	13,95	12,5	47,74	7,91	21,46	22,5	10,4	237,29	1320000	871788	50100	1139	53480
Avustralya	3,83	12,22	9,4	9,4	3,84	15,66	13,7	5,6	3,24	1340000	1641591	4977	64	6259
Avusturya	5,36	10,37	11,5	28,9	7,19	18,75	41,2	6,6	107,13	1260000	10529254	83793	1243	88696
Belçika	3,16	11,07	10,7	16,39	5,54	18,83	1,9	4,6	377,38	1440000	1830705	103628	2221	113951
B. Krallık	23,03	8,45	12,8	5,89	2,42	18,31	16	3,9	274,7	1390000	4762083	105315	2046	129519
Çekya	4,07	8,56	7,8	1,2	6,58	19,41	25,9	7	137,69	1110000	3729219	155518	2855	161671
Danimarka	4,19	10,1	10	7,8	2,57	19,46	11,9	8,3	144,84	1510000	14675179	62295	465	65145
Estonya	3,47	6,24	8,1	15	4,53	19,67	30,7	4,2	30,41	1060000	1579858	121524	1112	138968
Finlandiya	3,21	14,26	9,2	5,4	3,35	21,61	14,5	5,6	18,14	1440000	1334862	8285	207	28016
Fransa	3,17	11,07	11,1	19,04	5,84	19,83	19,02	4,8	122,54	1440000	2309763	102290	1796	108973
Hollanda	3,72	10,69	11,2	6,71	3,08	19,01	7,7	5,4	511,78	1390000	1046785	109968	1067	121830
İrlanda	3,47	12,88	7,2	5	2,88	13,86	36,3	3,2	70,65	1460000	1576220	75707	1072	86603
İspanya	4,40	5,89	9,1	9,9	2,95	19,29	19,1	6,9	93,67	1520000	1415474	103881	1865	106975
İsveç	4,32	10,85	11,4	5,24	2,07	19,86	12	4,8	24,98	1410000	1291939	111663	1471	114739
İsviçre	4,41	17,96	11,3	9,75	4,59	18,37	26	5,7	215,46	1250000	1323741	94098	1284	99247
İtalya	4,00	6,07	9,7	8,6	3,16	22,67	28,9	5	202,94	1470000	1688813	75248	2186	78677
İzlanda	3,89	15,73	9,8	0,9	2,85	14,13	6,1	5,8	3,49	1650000	3275546	36109	96	38460
Japonya	2,49	11,76	11	5,2	12,84	28,13	8,2	5,6	347,13	1470000	207858	13446	145	13631
Kanada	2,76	9,98	10,8	12,9	2,52	17,15	18,4	7,6	4,13	1530000	1198495	43176	755	44621



**Tablo 4. (Devamı)**

Güney Kore	2,46	7,94	8,4	10,6	12,44	14,29	18,6	6,9	529,19	1470000	303532	6382	54	6904
Letonya	3,27	4,39	6,7	1	5,42	20,18	31,7	5	31,03	1000000	2599209	91175	1655	110599
Litvanya	4,57	7,74	7,6	1,5	6,35	19,7	31,9	3,8	44,73	1240000	2051720	130758	2130	146851
Lüksemburg	2,98	11,72	5,4	11,65	4,2	14,35	8,5	5	250,185	1260000	5599413	122677	1317	126886
Meksika	2,44	2,85	5,4	3,3	0,97	7,24	19,2	13,5	64,91	880	85856	24095	2192	28953
Norveç	5,01	18,05	11,3	8,5	3,47	17,08	17	5,3	14,54	1440000	1475055	16241	163	36868
Polonya	2,38	5,1	7,2	10,1	6,17	17,23	39,9	6,1	124,03	1020000	580174	71182	2025	78909
Portekiz	5,32	7,08	10,1	4,2	3,51	21,67	33,7	9,8	112,26	1580000	1934376	102117	1786	106943
Slovakya	3,60	5,74	7	0,9	5,76	15,78	46,2	6,5	113,28	870	709121	75884	2368	84252
Slovenya	3,26	10,28	10,1	0,6	4,43	19,67	44,9	5,9	102,99	1100000	816643	143292	2262	155297
Şili	2,79	3,47	9,4	7,3	2,01	11,54	12,2	8,6	25,18	1830000	1203193	84499	1950	87142
Türkiye	1,95	2,4	4,3	48	2,88	8,64	23,9	11,1	106,987	1350000	1113112	85892	813	92471
Yeni Zelenda	3,43	10,59	9,1	3,65	2,49	15,28	13,3	6,2	18,61	1360000	789191	912	6	1164
Yunanistan	6,16	3,38	7,8	5,3	4,18	21,89	20,3	4,7	83,26	1210000	2425926	64852	1517	69966

Tablo 4 ile gösterilen standart karar matrisi Eşitlik (3)-(8) kullanılarak normalize edilmiş ve normalize karar matrisi Tablo 5’de verilmiştir.

**Tablo 5. Normalize Karar Matrisi**

	G <sub>1</sub>	G <sub>2</sub>	G <sub>3</sub>	G <sub>4</sub>	G <sub>5</sub>	G <sub>6</sub>	G <sub>7</sub>	G <sub>8</sub>	G <sub>9</sub>	G <sub>10</sub>	G <sub>11</sub>	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>
	MAX	MAX	MAX	MAX	MİN	MAX	MİN	MİN	MAX	MAX	MAX	MİN	MİN	MAX
ABD	0,0327	0,6000	1,0000	0,2838	0,1567	0,5797	0,3476	0,2621	0,9382	0,6721	0,1360	0,6977	0,2855	0,1400
Almanya	0,1195	0,7380	0,6560	0,9945	0,5847	0,3193	0,4650	0,3010	0,5550	0,7213	0,0539	0,3182	0,6429	0,6741
Avustralya	0,0892	0,6275	0,4080	0,1857	0,2418	0,5969	0,2664	0,7670	1,0000	0,7322	0,1066	0,0263	0,9817	0,9683
Avusturya	0,1618	0,5093	0,5760	0,5970	0,5240	0,4490	0,8871	0,6699	0,8025	0,6885	0,7158	0,5361	0,6101	0,4547
Belçika	0,0574	0,5540	0,5120	0,3331	0,3850	0,4452	0,0000	0,8641	0,2886	0,7869	0,1196	0,6644	0,3019	0,2973
B. Krallık	1,0000	0,3866	0,6800	0,1116	0,1222	0,4701	0,3183	0,9320	0,4839	0,7596	0,3205	0,6753	0,3571	0,2003
Çekya	0,1006	0,3936	0,2800	0,0127	0,4726	0,4174	0,5418	0,6311	0,7444	0,6066	0,2497	1,0000	0,1021	0,0000
Danimarka	0,1063	0,4920	0,4560	0,1519	0,1348	0,4150	0,2257	0,5049	0,7308	0,8251	1,0000	0,3970	0,8553	0,6014
Estonya	0,0721	0,2454	0,3040	0,3038	0,2999	0,4050	0,6501	0,9029	0,9483	0,5792	0,1024	0,7801	0,6514	0,1414
Finlandiya	0,0598	0,7578	0,3920	0,1013	0,2005	0,3121	0,2844	0,7670	0,9717	0,7869	0,0856	0,0477	0,9367	0,8327
Fransa	0,0579	0,5540	0,5440	0,3890	0,4103	0,3973	0,3865	0,8447	0,7732	0,7869	0,1524	0,6557	0,4359	0,3283
Hollanda	0,0840	0,5297	0,5520	0,1289	0,1778	0,4366	0,1309	0,7864	0,0331	0,7596	0,0659	0,7054	0,6656	0,2482
İrlanda	0,0721	0,6696	0,2320	0,0928	0,1609	0,6831	0,7765	1,0000	0,8718	0,7978	0,1022	0,4838	0,6640	0,4677
İspanya	0,1162	0,2230	0,3840	0,1962	0,1668	0,4232	0,3883	0,6408	0,8281	0,8306	0,0911	0,6660	0,4141	0,3408
İsveç	0,1124	0,5399	0,5680	0,0979	0,0927	0,3959	0,2280	0,8447	0,9587	0,7705	0,0827	0,7163	0,5383	0,2924
İsviçre	0,1167	0,9942	0,5600	0,1930	0,3050	0,4672	0,5440	0,7573	0,5965	0,6831	0,0848	0,6027	0,5972	0,3889

**Tablo 5. (Devamı)**

İtalya	0,0972	0,2345	0,4320	0,1688	0,1845	0,2614	0,6095	0,8252	0,6203	0,8033	0,1099	0,4808	0,3130	0,5171
İzlanda	0,0920	0,8518	0,4400	0,0063	0,1584	0,6702	0,0948	0,7476	0,9995	0,9016	0,2186	0,2277	0,9716	0,7676
Japonya	0,0256	0,5981	0,5360	0,0970	1,0000	0,0000	0,1422	0,7670	0,3462	0,8033	0,0084	0,0811	0,9562	0,9223
Kanada	0,0384	0,4843	0,5200	0,2595	0,1306	0,5256	0,3725	0,5728	0,9983	0,8361	0,0763	0,2734	0,7639	0,7293
Güney Kore	0,0242	0,3540	0,3280	0,2110	0,9663	0,6625	0,3770	0,6408	0,0000	0,8033	0,0149	0,0354	0,9849	0,9642
Letonya	0,0626	0,1272	0,1920	0,0084	0,3749	0,3806	0,6727	0,8252	0,9472	0,5464	0,1723	0,5838	0,4803	0,3182
Litvanya	0,1243	0,3412	0,2640	0,0190	0,4532	0,4035	0,6772	0,9417	0,9211	0,6776	0,1347	0,8399	0,3306	0,0923
Lüksemburg	0,0489	0,5955	0,0880	0,2331	0,2721	0,6596	0,1490	0,8252	0,5305	0,6885	0,3779	0,7876	0,5868	0,2167
Macaristan	0,0731	0,2696	0,1680	0,2236	0,4869	0,4303	0,5892	0,6408	0,8025	0,0000	0,0461	0,5287	0,0000	0,4558
Meksika	0,0232	0,0288	0,0880	0,0570	0,0000	1,0000	0,3905	0,0000	0,8827	0,0005	0,0000	0,1499	0,3111	0,8269
Norveç	0,1452	1,0000	0,5600	0,1667	0,2106	0,5290	0,3409	0,7961	0,9785	0,7869	0,0952	0,0991	0,9505	0,7776
Polonya	0,0204	0,1725	0,2320	0,2004	0,4381	0,5218	0,8578	0,7184	0,7703	0,5574	0,0339	0,4545	0,3637	0,5156
Portekiz	0,1599	0,2990	0,4640	0,0759	0,2140	0,3092	0,7178	0,3592	0,7927	0,8634	0,1267	0,6546	0,4390	0,3410
Slovakya	0,0783	0,2134	0,2160	0,0063	0,4035	0,5912	1,0000	0,6796	0,7908	0,0005	0,0427	0,4849	0,2556	0,4823
Slovenya	0,0621	0,5035	0,4640	0,0000	0,2915	0,4050	0,9707	0,7379	0,8103	0,6011	0,0501	0,9209	0,2890	0,0397
Şili	0,0398	0,0684	0,4080	0,1414	0,0876	0,7942	0,2325	0,4757	0,9583	1,0000	0,0766	0,5406	0,3873	0,4643
Türkiye	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	0,1609	0,9330	0,4966	0,2330	0,8027	0,7377	0,0704	0,5497	0,7457	0,4311
Yeni Zelenda	0,0702	0,5233	0,3840	0,0643	0,1281	0,6151	0,2573	0,7087	0,9708	0,7432	0,0482	0,0000	1,0000	1,0000
Yunanistan	0,1997	0,0626	0,2800	0,0992	0,2704	0,2987	0,4153	0,8544	0,8479	0,6612	0,1604	0,4136	0,5238	0,5713

Girdi kriterleri arasındaki korelasyon ilişkisi Eşitlik (9) kullanılarak hesaplanmış sonuçlar Tablo 6'da verilmiştir.

**Tablo 6. Girdi Kriterleri Korelasyon Matrisi**

	$G_1$	$G_2$	$G_3$	$G_4$	$G_5$	$G_6$	$G_7$	$G_8$	$G_9$	$G_{10}$	$G_{11}$
$G_1$	1,0000	0,0172	0,2930	-0,0937	-0,1640	-0,1374	-0,0430	0,2562	-0,1281	0,0952	0,2326
$G_2$	0,0172	1,0000	0,5412	0,0011	0,0595	-0,2143	-0,3064	0,2803	-0,0629	0,3544	0,0987
$G_3$	0,2930	0,5412	1,0000	0,0764	-0,0121	-0,3868	-0,2597	0,0089	-0,1195	0,4329	0,1214
$G_4$	-0,0937	0,0011	0,0764	1,0000	0,1512	0,1348	0,0036	-0,3858	-0,1315	0,1196	0,0702
$G_5$	-0,1640	0,0595	-0,0121	0,1512	1,0000	-0,4207	0,1438	0,1469	-0,5225	-0,0743	-0,0989
$G_6$	-0,1374	-0,2143	-0,3868	0,1348	-0,4207	1,0000	-0,0514	-0,4369	0,1937	-0,2048	-0,0846
$G_7$	-0,0430	-0,3064	-0,2597	0,0036	0,1438	-0,0514	1,0000	0,0125	0,2497	-0,4314	-0,0476
$G_8$	0,2562	0,2803	0,0089	-0,3858	0,1469	-0,4369	0,0125	1,0000	-0,0980	0,2342	0,0273
$G_9$	-0,1281	-0,0629	-0,1195	-0,1315	-0,5225	0,1937	0,2497	-0,0980	1,0000	-0,1051	0,0176
$G_{10}$	0,0952	0,3544	0,4329	0,1196	-0,0743	-0,2048	-0,4314	0,2342	-0,1051	1,0000	0,1815
$G_{11}$	0,2326	0,0987	0,1214	0,0702	-0,0989	-0,0846	-0,0476	0,0273	0,0176	0,1815	1,0000

Çıktı kriterleri arasındaki korelasyon ilişkisi Eşitlik (10) kullanılarak hesaplanmış sonuçlar Tablo 7’de verilmiştir.

**Tablo 7.** Çıktı Kriterleri Korelasyon Matrisi

	$C_1$	$C_2$	$C_3$
$C_1$	1,0000	-0,7044	-0,9872
$C_2$	-0,7044	1,0000	0,6975
$C_3$	-0,9872	0,6975	1,0000

Girdi kriterlerine ait ağırlık değerleri Eşitlik (11)-(13) kullanılarak Tablo 8’de gösterildiği gibi hesaplanmıştır.

**Tablo 8.** CRITIC yöntemi ile belirlenen girdi kriterleri ağırlık değerleri ( $w_k^c$ )

	$G_1$	$G_2$	$G_3$	$G_4$	$G_5$	$G_6$	$G_7$	$G_8$	$G_9$	$G_{10}$	$G_{11}$	$C_k$	$w_k^c$
$G_1$	0,0000	0,9828	0,7070	1,0937	1,1640	1,1374	1,0430	0,7438	1,1281	0,9048	0,7674	1,5419	0,0638
$G_2$	0,9828	0,0000	0,4588	0,9989	0,9405	1,2143	1,3064	0,7197	1,0629	0,6456	0,9013	2,3504	0,0972
$G_3$	0,7070	0,4588	0,0000	0,9236	1,0121	1,3868	1,2597	0,9911	1,1195	0,5671	0,8786	1,8077	0,0748
$G_4$	1,0937	0,9989	0,9236	0,0000	0,8488	0,8652	0,9964	1,3858	1,1315	0,8804	0,9298	2,3124	0,0957
$G_5$	1,1640	0,9405	1,0121	0,8488	0,0000	1,4207	0,8562	0,8531	1,5225	1,0743	1,0989	2,3490	0,0972
$G_6$	1,1374	1,2143	1,3868	0,8652	1,4207	0,0000	1,0514	1,4369	0,8063	1,2048	1,0846	2,1730	0,0899
$G_7$	1,0430	1,3064	1,2597	0,9964	0,8562	1,0514	0,0000	0,9875	0,7503	1,4314	1,0476	2,7142	0,1123
$G_8$	0,7438	0,7197	0,9911	1,3858	0,8531	1,4369	0,9875	0,0000	1,0980	0,7658	0,9727	2,1964	0,0909
$G_9$	1,1281	1,0629	1,1195	1,1315	1,5225	0,8063	0,7503	1,0980	0,0000	1,1051	0,9824	2,7333	0,1131
$G_{10}$	0,9048	0,6456	0,5671	0,8804	1,0743	1,2048	1,4314	0,7658	1,1051	0,0000	0,8185	2,1502	0,0890
$G_{11}$	0,7674	0,9013	0,8786	0,9298	1,0989	1,0846	1,0476	0,9727	0,9824	0,8185	0,0000	1,8403	0,0761

Çıktı kriterlerine ait ağırlık değerleri Eşitlik (14)-(16) kullanılarak Tablo 9’da gösterildiği gibi hesaplanmıştır.

**Tablo 9.** CRITIC Yöntemi ile Belirlenen Çıktı Kriterleri Ağırlık Değerleri ( $w_j^c$ )

	$C_1$	$C_2$	$C_3$	$C_j$	$w_j^c$
$C_1$	0,0000	1,7044	1,9872	0,9900	0,4578
$C_2$	1,7044	0,0000	0,3025	0,5421	0,2506
$C_3$	1,9872	0,3025	0,0000	0,6307	0,2916

## Adım 2.2. Bulanık SWARA yöntemi ile kriter ağırlıklarının belirlenmesi

Bulanık SWARA yönteminde Eşitlik (17)-(24) kullanılarak  $w_k^s$  ve  $w_j^s$  değerleri belirlenmiştir. Bulanık SWARA yöntemi ile ağırlıklar belirlenirken anket yöntemi ile 5 uzmanın görüşleri alınmıştır. Bulanık SWARA Uygulaması Anket Formu Ek 1’de verilmiştir.

Tablo 10’da örnek olarak  $KV_1$ ’in anket uygulamasına göre elde edilen girdi kriterleri ağırlık hesabı işlem adımları gösterilmiştir.

**Tablo 10.** KV1 İçin Bulanık SWARA Yöntemi ile Girdi Kriterlerinin Ağırlık Hesaplamaları

Girdi Kriterleri	Önem Sırası	$\tilde{S}_k$ (1 m u)	$(\tilde{k}_k^l \tilde{k}_k^m \tilde{k}_k^u)$	$(\tilde{q}_k^l \tilde{q}_k^m \tilde{q}_k^u)$	$(\tilde{w}_k^l \tilde{w}_k^m \tilde{w}_k^u)$	Durulaştırma ( $w_k^s$ )
$G_4$	1		(1 1 1)	(1,0000 1,0000 1,0000)	(0,4549 0,4919 0,5291)	0,4920
$G_5$	2	(1 1 1)	(2 2 2)	(0,5000 0,5000 0,5000)	(0,2275 0,2459 0,2646)	0,2460
$G_1$	3	(0,67 1 1,50)	(1,67 2 2,50)	(0,2000 0,2500 0,2994)	(0,1362 0,1230 0,1058)	0,1217
$G_2$	4	(1 1 1)	(2 2 2)	(0,1000 0,1250 0,1497)	(0,0681 0,0615 0,0529)	0,0608
$G_{10}$	5	(0,67 1 1,50)	(1,67 2 2,50)	(0,0400 0,0625 0,0896)	(0,0408 0,0307 0,0212)	0,0309
$G_3$	6	(0,40 0,50 0,67)	(1,4 1,5 1,67)	(0,0240 0,0417 0,0640)	(0,0291 0,0205 0,0127)	0,0208
$G_8$	7	(0,40 0,50 0,67)	(1,4 1,5 1,67)	(0,0143 0,0278 0,0457)	(0,0208 0,0137 0,0076)	0,0140
$G_6$	8	(1 1 1)	(2 2 2)	(0,0072 0,0139 0,0229)	(0,0104 0,0068 0,0038)	0,0070
$G_7$	9	(0,67 1 1,50)	(1,67 2 2,50)	(0,0029 0,0069 0,0137)	(0,0062 0,0034 0,0015)	0,0037
$G_9$	10	(0,67 1 1,50)	(1,67 2 2,50)	(0,0011 0,0035 0,0082)	(0,0037 0,0017 0,0006)	0,0020
$G_{11}$	11	0,67 1 1,50	(1,67 2 2,50)	(0,0005 0,0017 0,0049)	(0,0022 0,0009 0,0002)	0,0011

Tablo 11’de örnek olarak  $KV_1$ ’in anket uygulamasına göre elde edilen çıktı kriterleri ağırlık hesabı işlem adımları gösterilmiştir.

**Tablo 11.** KV1 için Bulanık SWARA yöntemi ile çıktı kriterlerinin ağırlık hesaplamaları

Çıktı Kriterleri	Önem Sırası	$\tilde{S}_k$ (1 m u)	$(\tilde{k}_j^l \tilde{k}_j^m \tilde{k}_j^u)$	$(\tilde{q}_j^l \tilde{q}_j^m \tilde{q}_j^u)$	$(\tilde{w}_j^l \tilde{w}_j^m \tilde{w}_j^u)$	Durulaştırma ( $w_j^s$ )
$C_3$	1		(1 1 1)	(1 1 1)	(0,5557 0,5714 0,5882)	0,5718
$C_2$	2	(1 1 1)	(2 2 2)	(0,5 0,5 0,5)	(0,2779 0,2857 0,2941)	0,2859
$C_1$	3	(0,67 1 1,50)	(1,67 2 2,5)	(0,2 0,25 0,29)	(0,1664 0,1429 0,1176)	0,1423

Tablo 10 ve Tablo 11 ile gösterilen  $KV_1$  için uygulanan işlem adımları diğer 4 karar verici için de uygulanmış ve elde edilen ağırlık değerleri geometrik ortalama yöntemi ile birleştirilerek tek bir ağırlık değeri elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlar girdi ve çıktı kriterleri için sırası ile Tablo 12 ve Tablo 13’de verilmiştir.

**Tablo 12.** Bulanık SWARA İle Belirlenen Girdi Kriterleri Ağırlık Değerleri

Girdi Kriterleri	$KV_1$	$KV_2$	$KV_3$	$KV_4$	$KV_5$	$w_j^S$
$G_1$	0,1217	0,4983	0,0106	0,0078	0,0617	0,0895
$G_2$	0,0608	0,0058	0,0203	0,0039	0,0314	0,0277
$G_3$	0,0208	0,0008	0,4883	0,2293	0,2485	0,0969
$G_4$	0,4920	0,2491	0,1199	0,1145	0,4971	0,4350
$G_5$	0,2460	0,0623	0,0397	0,0512	0,0088	0,0874
$G_6$	0,0070	0,1246	0,2398	0,0764	0,0164	0,0867
$G_7$	0,0037	0,0016	0,0047	0,0022	0,0016	0,0045
$G_8$	0,0140	0,0156	0,0058	0,0017	0,0033	0,0105
$G_9$	0,0020	0,0030	0,0072	0,0268	0,0048	0,0101
$G_{10}$	0,0309	0,0311	0,0599	0,4719	0,1243	0,1445
$G_{11}$	0,0011	0,0078	0,0038	0,0143	0,0023	0,0072

**Tablo 13.** Bulanık SWARA ile belirlenen Çıktı Kriterleri Ağırlık Değerleri

Çıktı Kriterleri	$KV_1$	$KV_2$	$KV_3$	$KV_4$	$KV_5$	$w_j^S$
$C_1$	0,1423	0,1429	0,1429	0,1802	0,1429	0,1570
$C_2$	0,2859	0,5714	0,2857	0,5466	0,2857	0,3923
$C_3$	0,5718	0,2857	0,5714	0,2733	0,5714	0,4507

### Adım 2.3. SOWIA yöntemi ile bütünleşik kriter ağırlıklarının belirlenmesi

Eşitlik (25)-(28) yardımı ile SOWIA yönteminden girdi ve çıktı kriterleri için bütünleşik ağırlık değerleri elde edilmiştir (Keskin ve Delice, 2022a).  $\alpha$  değeri 0,5 olarak alınmıştır . Girdi kriterleri için elde edilen  $w_k^b$  değerleri Tablo 14’de gösterilmiştir.

**Tablo 14.** SOWIA ile Belirlenen Bütünleşik Girdi Kriterleri Ağırlıkları

Girdi Kriterleri	$w_k^s$	$w_k^c$	$w_k^b$
$G_1$	0,0895	0,0748	0,0822
$G_2$	0,0277	0,0957	0,0617
$G_3$	0,0969	0,0899	0,0934
$G_4$	0,4350	0,0638	0,2494
$G_5$	0,0874	0,0972	0,0923
$G_6$	0,0867	0,0909	0,0888
$G_7$	0,0045	0,1131	0,0588
$G_8$	0,0105	0,1123	0,0614
$G_9$	0,0101	0,0890	0,0495
$G_{10}$	0,1445	0,0972	0,1208
$G_{11}$	0,0072	0,0761	0,0417

Çıktı kriterleri için elde edilen  $w_j^b$  değerleri Tablo 15’de gösterilmiştir.

**Tablo 15.** SOWIA Bütünleşik Çıktı Kriterleri Ağırlıkları

Çıktı Kriterleri	$w_j^s$	$w_j^c$	$w_j^b$
$C_1$	0,1570	0,4578	0,3074
$C_2$	0,3923	0,2506	0,3215
$C_3$	0,4507	0,2916	0,3711

Son olarak her üç yöntemden elde edilen girdi ve çıktı kriterleri ağırlık değerleri Tablo 16’da birleştirilmiştir (Keskin ve Delice, 2022b).

**Tablo 16.** Girdi ve Çıktı Kriterlerine Ait Ağırlık Değerleri

Girdi Kriterleri	$w_k^c$	$w_k^s$	$w_k^b$
$G_1$	0,0638	0,0895	0,0934
$G_2$	0,0972	0,0277	0,0923
$G_3$	0,0748	0,0969	0,0822
$G_4$	0,0957	0,4350	0,2494
$G_5$	0,0972	0,0874	0,1208
$G_6$	0,0899	0,0867	0,0614
$G_7$	0,1123	0,0045	0,0588
$G_8$	0,0909	0,0105	0,0617
$G_9$	0,1131	0,0101	0,0495
$G_{10}$	0,0890	0,1445	0,0888
$G_{11}$	0,0761	0,0072	0,0417
Çıktı Kriterleri	$w_j^c$	$w_j^s$	$w_j^b$
$C_1$	0,4576	0,1570	0,3074
$C_2$	0,2506	0,3923	0,3215
$C_3$	0,2916	0,4507	0,3711

Tablo 16’da verilen sonuçlar doğrultusunda CRITIC yöntemine göre en yüksek ağırlığa sahip olan girdi kriteri  $G_9$  (nüfus yoğunluğu) iken  $C_1$  (iyileşen sayısı) en önemli çıktı kriteridir. Bulanık SWARA yönteminde girdi kriterlerinden  $G_4$  (yoğun bakım yatak kapasitesi), çıktı kriterlerinden  $C_3$  (vaka sayısı) en fazla öneme sahip kriterler olmuştur. SOWIA yöntemi ile birleştirilmiş sonuçlara göre en önemli girdi kriteri ise  $G_4$  (yoğun bakım yatak kapasitesi) ve en önemli çıktı kriteri  $C_3$  (vaka sayısı)’dır.

### Aşama 3. Ülkelerin Etkinlik Sıralamalarının Belirlenmesi

Bu aşamada Adım 3.1-3.3 uygulanarak 34 OECD ülkesi için EATWOS, OCRA ve BVZA yöntemleri ile etkinlik analizi yapılmıştır.

#### Adım 3.1. EATWOS yöntemi ile etkinlik sıralamalarının belirlenmesi

EATWOS yöntemi ile tatmin seviyesi olmadan EATWOS(NS), iyileşen sayısı çıktı kriteri için tatmin seviyesine sahip EATWOS( $C_1$ ) ve iyileşen, ölen ve vaka sayısı çıktı kriterleri için tatmin seviyesine sahip EATWOS( $C_1$ - $C_2$ - $C_3$ ) modeli olmak üzere 3 farklı modele göre analiz gerçekleştirilmiştir. Tatmin seviyesi olarak ilgili kriterin ortalama değeri alınmıştır.

Etkinlik analiz yöntemlerinde genellikle çıktıların maksimize edilmesi amaçlanır. Çıktı kriterleri arasında yer alan vaka sayısı ve ölen sayısının maksimize edilmesi bizim için istenmeyen bir durumdur. Bu nedenle Tablo 4 ile gösterilen standart karar matrisinde vaka ve ölen sayısı kriterlerinin tersi alınmış ve Tablo 17’de gösterilmiştir. Sonraki adımlar bu tabloya göre uygulanmıştır.





**Tablo 17.** EATWOS Yöntemi için Standart Karar Matrisi

	$G_1$	$G_2$	$G_3$	$G_4$	$G_5$	$G_6$	$G_7$	$G_8$	$G_9$	$G_{10}$	$G_{11}$	$C_1$	$1/C_2$	$1/C_3$
ABD	2,64	11,79	16,8	14,05	2,83	16,02	17,3	10,8	35,73	1230000	2069708	108773	0,00044	0,00000718
Almanya	4,47	13,95	12,5	47,74	7,91	21,46	22,5	10,4	237,29	1320000	871788	50100	0,000878	0,0000187
Avustralya	3,83	12,22	9,4	9,4	3,84	15,66	13,7	5,6	3,24	1340000	1641591	4977	0,015625	0,00015977
Avusturya	5,36	10,37	11,5	28,9	7,19	18,75	41,2	6,6	107,13	1260000	10529254	83793	0,000805	0,00001127
Belçika	3,16	11,07	10,7	16,39	5,54	18,83	1,9	4,6	377,38	1440000	1830705	103628	0,00045	0,00000878
Birleşik Krallık	23,03	8,45	12,8	5,89	2,42	18,31	16	3,9	274,7	1390000	4762083	105315	0,000489	0,00000772
Çekya	4,07	8,56	7,8	1,2	6,58	19,41	25,9	7	137,69	1110000	3729219	155518	0,00035	0,00000619
Danimarka	4,19	10,1	10	7,8	2,57	19,46	11,9	8,3	144,84	1510000	14675179	62295	0,002151	0,00001535
Estonya	3,47	6,24	8,1	15	4,53	19,67	30,7	4,2	30,41	1060000	1579858	121524	0,000899	0,0000072
Finlandiya	3,21	14,26	9,2	5,4	3,35	21,61	14,5	5,6	18,14	1440000	1334862	8285	0,004831	0,00003569
Fransa	3,17	11,07	11,1	19,04	5,84	19,83	19,02	4,8	122,54	1440000	2309763	102290	0,000557	0,00000918
Hollanda	3,72	10,69	11,2	6,71	3,08	19,01	7,7	5,4	511,78	1390000	1046785	109968	0,000937	0,00000821
İrlanda	3,47	12,88	7,2	5	2,88	13,86	36,3	3,2	70,65	1460000	1576220	75707	0,000933	0,00001155
İspanya	4,40	5,89	9,1	9,9	2,95	19,29	19,1	6,9	93,67	1520000	1415474	103881	0,000536	0,00000935
İsveç	4,32	10,85	11,4	5,24	2,07	19,86	12	4,8	24,98	1410000	1291939	111663	0,00068	0,00000872
İsviçre	4,41	17,96	11,3	9,75	4,59	18,37	26	5,7	215,46	1250000	1323741	94098	0,000779	0,00001008
İtalya	4,00	6,07	9,7	8,6	3,16	22,67	28,9	5	202,94	1470000	1688813	75248	0,000457	0,00001271
İzlanda	3,89	15,73	9,8	0,9	2,85	14,13	6,1	5,8	3,49	1650000	3275546	36109	0,010417	0,000026
Japonya	2,49	11,76	11	5,2	12,84	28,13	8,2	5,6	347,13	1470000	207858	13446	0,006897	0,00007336
Kanada	2,76	9,98	10,8	12,9	2,52	17,15	18,4	7,6	4,13	1530000	1198495	43176	0,001325	0,00002241

**Tablo 17. (Devamı)**

Güney Kore	2,46	7,94	8,4	10,6	12,44	14,29	18,6	6,9	529,19	1470000	303532	6382	0,018519	0,00014484
Letonya	3,27	4,39	6,7	1	5,42	20,18	31,7	5	31,03	1000000	2599209	91175	0,000604	0,00000904
Litvanya	4,57	7,74	7,6	1,5	6,35	19,7	31,9	3,8	44,73	1240000	2051720	130758	0,000469	0,00000681
Lüksemburg	2,98	11,72	5,4	11,65	4,2	14,35	8,5	5	250,185	1260000	5599413	122677	0,000759	0,00000788
Meksika	2,44	2,85	5,4	3,3	0,97	7,24	19,2	13,5	64,91	880	85856	24095	0,000456	0,00003454
Norveç	5,01	18,05	11,3	8,5	3,47	17,08	17	5,3	14,54	1440000	1475055	16241	0,006135	0,00002712
Polonya	2,38	5,1	7,2	10,1	6,17	17,23	39,9	6,1	124,03	1020000	580174	71182	0,000494	0,00001267
Portekiz	5,32	7,08	10,1	4,2	3,51	21,67	33,7	9,8	112,26	1580000	1934376	102117	0,00056	0,00000935
Slovakya	3,60	5,74	7	0,9	5,76	15,78	46,2	6,5	113,28	870	709121	75884	0,000422	0,00001187
Slovenya	3,26	10,28	10,1	0,6	4,43	19,67	44,9	5,9	102,99	1100000	816643	143292	0,000442	0,00000644
Şili	2,79	3,47	9,4	7,3	2,01	11,54	12,2	8,6	25,18	1830000	1203193	84499	0,000513	0,00001148
Türkiye	1,95	2,4	4,3	48	2,88	8,64	23,9	11,1	106,987	1350000	1113112	85892	0,00123	0,00001081
Yeni Zelenda	3,43	10,59	9,1	3,65	2,49	15,28	13,3	6,2	18,61	1360000	789191	912	0,166667	0,00085911
Yunanistan	6,16	3,38	7,8	5,3	4,18	21,89	20,3	4,7	83,26	1210000	2425926	64852	0,000659	0,00001429

EATWOS(NS) modeli için örnek olarak hesaplamalar yapılmış etkinlik skorları ( $E_i$ ) elde edilmiş ve ülkeler etkinlik skorlarına göre sıralanmıştır. Girdi ve çıktı kriterleri Eşitlik (29)-(30) ile normalize edilerek normalize karar matrisi elde edilmiş ve Tablo 18 ile gösterilmiştir.



**Tablo 18.** EATWOS(NS) modeli için elde edilen Normalize Karar Matrisi

	$G_1$	$G_2$	$G_3$	$G_4$	$G_5$	$G_6$	$G_7$	$G_8$	$G_9$	$G_{10}$	$G_{11}$	$C_1$	$1/C_2$	$1/C_3$
ABD	0,083	0,197	0,296	0,159	0,093	0,150	0,121	0,269	0,032	0,158	0,096	0,214	0,003	0,008
Almanya	0,141	0,233	0,220	0,541	0,260	0,202	0,158	0,259	0,212	0,170	0,040	0,099	0,005	0,021
Avustralya	0,121	0,204	0,165	0,106	0,126	0,147	0,096	0,140	0,003	0,173	0,076	0,010	0,092	0,179
Avusturya	0,169	0,174	0,202	0,327	0,236	0,176	0,288	0,165	0,096	0,162	0,487	0,165	0,005	0,013
Belçika	0,100	0,185	0,188	0,186	0,182	0,177	0,013	0,115	0,338	0,185	0,085	0,204	0,003	0,010
Birleşik Krallık	0,728	0,141	0,225	0,067	0,080	0,172	0,112	0,097	0,246	0,179	0,220	0,208	0,003	0,009
Çekya	0,129	0,143	0,137	0,014	0,216	0,182	0,181	0,175	0,123	0,143	0,173	0,307	0,002	0,007
Danimarka	0,132	0,169	0,176	0,088	0,085	0,183	0,083	0,207	0,130	0,194	0,679	0,123	0,013	0,017
Estonya	0,110	0,104	0,142	0,170	0,149	0,185	0,215	0,105	0,027	0,136	0,073	0,240	0,005	0,008
Finlandiya	0,101	0,239	0,162	0,061	0,110	0,203	0,102	0,140	0,016	0,185	0,062	0,016	0,029	0,040
Fransa	0,100	0,185	0,195	0,216	0,192	0,186	0,133	0,120	0,110	0,185	0,107	0,202	0,003	0,010
Hollanda	0,118	0,179	0,197	0,076	0,101	0,179	0,054	0,135	0,458	0,179	0,048	0,217	0,006	0,009
İrlanda	0,110	0,216	0,127	0,057	0,095	0,130	0,254	0,080	0,063	0,188	0,073	0,149	0,006	0,013
İspanya	0,139	0,099	0,160	0,112	0,097	0,181	0,134	0,172	0,084	0,196	0,066	0,205	0,003	0,010
İsveç	0,136	0,182	0,201	0,059	0,068	0,187	0,084	0,120	0,022	0,182	0,060	0,220	0,004	0,010
İsviçre	0,139	0,301	0,199	0,110	0,151	0,173	0,182	0,142	0,193	0,161	0,061	0,185	0,005	0,011
İtalya	0,126	0,102	0,171	0,097	0,104	0,213	0,202	0,125	0,182	0,189	0,078	0,148	0,003	0,014
İzlanda	0,123	0,263	0,172	0,010	0,094	0,133	0,043	0,145	0,003	0,212	0,152	0,071	0,062	0,029
Japonya	0,079	0,197	0,193	0,059	0,422	0,264	0,057	0,140	0,311	0,189	0,010	0,027	0,041	0,082
Kanada	0,087	0,167	0,190	0,146	0,083	0,161	0,129	0,190	0,004	0,197	0,055	0,085	0,008	0,025
Güney Kore	0,078	0,133	0,148	0,120	0,409	0,134	0,130	0,172	0,474	0,189	0,014	0,013	0,110	0,162

**Tablo 18. (Devamı)**

Letonya	0,103	0,073	0,118	0,011	0,178	0,190	0,222	0,125	0,028	0,129	0,120	0,180	0,004	0,010
Litvanya	0,144	0,130	0,134	0,017	0,209	0,185	0,223	0,095	0,040	0,160	0,095	0,258	0,003	0,008
Lüksemburg	0,094	0,196	0,095	0,132	0,138	0,135	0,060	0,125	0,224	0,162	0,259	0,242	0,004	0,009
Meksika	0,077	0,048	0,095	0,037	0,032	0,068	0,134	0,337	0,058	0,000	0,004	0,047	0,003	0,039
Norveç	0,158	0,302	0,199	0,096	0,114	0,160	0,119	0,132	0,013	0,185	0,068	0,032	0,036	0,030
Polonya	0,075	0,085	0,127	0,114	0,203	0,162	0,279	0,152	0,111	0,131	0,027	0,140	0,003	0,014
Portekiz	0,168	0,118	0,178	0,048	0,115	0,204	0,236	0,244	0,100	0,203	0,090	0,201	0,003	0,010
Slovakya	0,114	0,096	0,123	0,010	0,189	0,148	0,323	0,162	0,101	0,000	0,033	0,150	0,002	0,013
Slovenya	0,103	0,172	0,178	0,007	0,146	0,185	0,314	0,147	0,092	0,142	0,038	0,282	0,003	0,007
Şili	0,088	0,058	0,165	0,083	0,066	0,108	0,085	0,215	0,023	0,236	0,056	0,167	0,003	0,013
Türkiye	0,062	0,040	0,076	0,544	0,095	0,081	0,167	0,277	0,096	0,174	0,052	0,169	0,007	0,012
Yeni Zelenda	0,108	0,177	0,160	0,041	0,082	0,144	0,093	0,155	0,017	0,175	0,037	0,002	0,986	0,962
Yunanistan	0,195	0,057	0,137	0,060	0,137	0,206	0,142	0,117	0,075	0,156	0,112	0,128	0,004	0,016

Girdi ve çıktı kriterleri için mesafe ölçüsü Eşitlik (31)-(34) ile hesaplanmış ve SOWIA yönteminden elde edilen ve Tablo 16’da gösterilen ağırlıklar ile Eşitlik (35)’e göre çarpılarak, ağırlıklandırılmış girdi ve çıktı kriterleri mesafe ölçüleri elde edilmiştir. Girdi kriterleri için ağırlıklandırılmış mesafe ölçüleri Tablo 19’da gösterilmiştir.



**Tablo 19.** EATWOS(NS) modeli için Girdi Kriterlerine ait Ağırlıklandırılmış Mesafe Ölçüleri

	MESAFE ÖLÇÜSÜ										
	$G_1$	$G_2$	$G_3$	$G_4$	$G_5$	$G_6$	$G_7$	$G_8$	$G_9$	$G_{10}$	$G_{11}$
ABD	0,0954	0,1068	0,1002	0,2874	0,1282	0,0665	0,0651	0,0734	0,0510	0,1028	0,0455
Almanya	0,1008	0,1101	0,0940	0,3826	0,1484	0,0696	0,0673	0,0728	0,0599	0,1038	0,0432
Avustralya	0,0989	0,1075	0,0895	0,2743	0,1323	0,0663	0,0636	0,0654	0,0495	0,1041	0,0447
Avusturya	0,1035	0,1046	0,0926	0,3294	0,1456	0,0680	0,0749	0,0669	0,0541	0,1032	0,0618
Belçika	0,0970	0,1057	0,0914	0,2940	0,1390	0,0681	0,0588	0,0639	0,0661	0,1052	0,0451
Birleşik Krallık	0,1556	0,1016	0,0945	0,2644	0,1266	0,0678	0,0646	0,0628	0,0616	0,1046	0,0507
Çekya	0,0996	0,1018	0,0872	0,2511	0,1431	0,0684	0,0686	0,0676	0,0555	0,1014	0,0487
Danimarka	0,1000	0,1042	0,0904	0,2698	0,1272	0,0685	0,0629	0,0696	0,0558	0,1060	0,0699
Estonya	0,0979	0,0982	0,0877	0,2901	0,1350	0,0686	0,0706	0,0632	0,0507	0,1009	0,0446
Finlandiya	0,0971	0,1106	0,0893	0,2630	0,1303	0,0697	0,0640	0,0654	0,0502	0,1052	0,0441
Fransa	0,0970	0,1057	0,0920	0,3015	0,1402	0,0687	0,0658	0,0642	0,0548	0,1052	0,0460
Hollanda	0,0986	0,1051	0,0921	0,2667	0,1292	0,0682	0,0612	0,0651	0,0721	0,1046	0,0435
İrlanda	0,0979	0,1085	0,0864	0,2618	0,1284	0,0652	0,0729	0,0617	0,0525	0,1054	0,0446
İspanya	0,1006	0,0977	0,0891	0,2757	0,1287	0,0684	0,0659	0,0674	0,0535	0,1061	0,0443
İsveç	0,1004	0,1054	0,0924	0,2625	0,1252	0,0687	0,0629	0,0642	0,0505	0,1049	0,0440
İsviçre	0,1007	0,1163	0,0923	0,2753	0,1352	0,0678	0,0687	0,0656	0,0589	0,1030	0,0441
İtalya	0,0994	0,0980	0,0900	0,2720	0,1296	0,0703	0,0699	0,0645	0,0584	0,1056	0,0448
İzlanda	0,0991	0,1129	0,0901	0,2503	0,1283	0,0654	0,0605	0,0657	0,0495	0,1076	0,0478

**Tablo 19. (Devamı)**

Japonya	0,0950	0,1068	0,0919	0,2624	0,1680	0,0735	0,0614	0,0654	0,0648	0,1056	0,0419
Kanada	0,0958	0,1040	0,0916	0,2842	0,1270	0,0671	0,0656	0,0685	0,0496	0,1062	0,0438
Güney Kore	0,0949	0,1009	0,0881	0,2777	0,1664	0,0655	0,0656	0,0674	0,0728	0,1056	0,0421
Letonya	0,0973	0,0954	0,0856	0,2505	0,1385	0,0689	0,0710	0,0645	0,0508	0,1002	0,0465
Litvanya	0,1011	0,1005	0,0869	0,2520	0,1422	0,0686	0,0711	0,0626	0,0514	0,1029	0,0455
Lüksemburg	0,0964	0,1067	0,0838	0,2806	0,1337	0,0655	0,0615	0,0645	0,0605	0,1032	0,0523
Meksika	0,0948	0,0930	0,0838	0,2570	0,1208	0,0614	0,0659	0,0776	0,0523	0,0888	0,0417
Norveç	0,1024	0,1165	0,0923	0,2717	0,1308	0,0671	0,0650	0,0649	0,0500	0,1052	0,0444
Polonya	0,0947	0,0965	0,0864	0,2763	0,1415	0,0672	0,0744	0,0662	0,0549	0,1004	0,0426
Portekiz	0,1033	0,0995	0,0906	0,2596	0,1309	0,0697	0,0719	0,0719	0,0544	0,1068	0,0453
Slovakya	0,0983	0,0975	0,0861	0,2503	0,1399	0,0663	0,0770	0,0668	0,0544	0,0888	0,0429
Slovenya	0,0973	0,1045	0,0906	0,2494	0,1346	0,0686	0,0765	0,0659	0,0539	0,1013	0,0431
Şili	0,0959	0,0940	0,0895	0,2683	0,1250	0,0639	0,0630	0,0700	0,0505	0,1097	0,0438
Türkiye	0,0934	0,0923	0,0822	0,3833	0,1284	0,0622	0,0678	0,0739	0,0541	0,1042	0,0437
Yeni Zelenda	0,0978	0,1050	0,0891	0,2580	0,1269	0,0660	0,0635	0,0663	0,0502	0,1043	0,0430
Yunanistan	0,1058	0,0938	0,0872	0,2627	0,1336	0,0699	0,0663	0,0640	0,0531	0,1026	0,0462



Çıktı kriterleri için elde edilen ağırlıklandırılmış mesafe ölçüleri Tablo 20’de gösterilmiştir.

**Tablo 20.** EATWOS(NS) Modeli için Çıktı Kriterlerine ait Ağırlıklandırılmış Mesafe Ölçüleri

	MESAFE ÖLÇÜSÜ		
	$C_1$	$1/C_2$	$1/C_3$
ABD	0,2036	0,0073	0,0161
Almanya	0,1777	0,0084	0,0206
Avustralya	0,1577	0,0454	0,0760
Avusturya	0,1926	0,0082	0,0177
Belçika	0,2013	0,0073	0,0167
Birleşik Krallık	0,2021	0,0074	0,0163
Çekya	0,2243	0,0070	0,0157
Danimarka	0,1831	0,0116	0,0193
Estonya	0,2093	0,0084	0,0161
Finlandiya	0,1592	0,0183	0,0273
Fransa	0,2008	0,0075	0,0168
Hollanda	0,2042	0,0085	0,0165
İrlanda	0,1890	0,0085	0,0178
İspanya	0,2015	0,0075	0,0169
İsveç	0,2049	0,0079	0,0167
İsviçre	0,1971	0,0081	0,0172
İtalya	0,1888	0,0073	0,0182
İzlanda	0,1715	0,0323	0,0234
Japonya	0,1615	0,0235	0,0420
Kanada	0,1746	0,0095	0,0220
Güney Kore	0,1584	0,0527	0,0701
Letonya	0,1958	0,0077	0,0168
Litvanya	0,2133	0,0073	0,0159
Lüksemburg	0,2098	0,0081	0,0163
Meksika	0,1662	0,0073	0,0268
Norveç	0,1627	0,0216	0,0239
Polonya	0,1870	0,0074	0,0182
Portekiz	0,2007	0,0076	0,0169
Slovakya	0,1891	0,0072	0,0179
Slovenya	0,2189	0,0073	0,0158
Şili	0,1929	0,0074	0,0177
Türkiye	0,1935	0,0092	0,0175
Yeni Zelenda	0,1559	0,4251	0,3507
Yunanistan	0,1842	0,0078	0,0188

EATWOS(NS) modeli için Ülkeler için etkinlik skorları Eşitlik (35) yardımı ile oluşturulmuş ve etkinlik skorlarına göre azalan düzeyde Tablo 21’de gösterildiği gibi sıralanmıştır. Diğer EATWOS modelleri içinde benzer işlemler yapılarak elde edilen etkinlik skorları Tablo 21 ile gösterilmiştir.

**Tablo 21.** EATWOS Modelleri ile Elde Edilen Etkinlik Analizi Sonuçları

	EATWOS(NS)		EATWOS ( $C_1$ )		EATWOS( $C_1-C_2-C_3$ )	
	$E_i$	Sıralama	$E_i$	Sıralama	$E_i$	Sıralama
ABD	0,2022	Yeni Zelanda	0,2206	Yeni Zelanda	0,2693	Yeni Zelanda
Almanya	0,1650	Avustralya	0,1409	Slovakya	0,2674	Avustralya
Avustralya	0,2547	Güney Kore	0,1241	Letonya	0,7211	Japonya
Avusturya	0,1813	Çekya	0,2076	Şili	0,2932	Güney Kore
Belçika	0,1987	Slovenya	0,2189	İsveç	0,2773	İzlanda
Birleşik Krallık	0,1955	Litvanya	0,2147	İrlanda	0,2676	Norveç
Çekya	0,2259	İsveç	0,2259	Litvanya	0,2651	Finlandiya
Danimarka	0,1903	Lüksemburg	0,1906	Slovenya	0,3740	Danimarka
Estonya	0,2110	İzlanda	0,2246	İspanya	0,2972	Meksika
Finlandiya	0,1880	Estonya	0,0642	Çekya	0,5195	Kanada
Fransa	0,1973	Hollanda	0,2179	Portekiz	0,2836	İrlanda
Hollanda	0,2071	Letonya	0,2253	Hollanda	0,3061	Türkiye
İrlanda	0,1983	İspanya	0,2296	Estonya	0,3330	Şili
İspanya	0,2058	Portekiz	0,2266	Lüksemburg	0,2949	Slovakya
İsveç	0,2122	Şili	0,2301	İtalya	0,3029	İtalya
İsviçre	0,1972	ABD	0,2213	İsviçre	0,3042	Yunanistan
İtalya	0,1944	Slovakya	0,2242	ABD	0,3092	Hollanda
İzlanda	0,2110	Japonya	0,1505	Belçika	0,6692	Letonya
Japonya	0,1997	Belçika	0,0925	Fransa	0,6965	İsviçre
Kanada	0,1868	İrlanda	0,1438	Birleşik Krallık	0,3331	İsveç
Güney Kore	0,2451	Hollanda	0,1235	Polonya	0,6927	Polonya
Letonya	0,2060	İsviçre	0,2326	Türkiye	0,3043	Estonya
Litvanya	0,2181	Birleşik Krallık	0,2282	Avusturya	0,2777	İspanya
Lüksemburg	0,2112	İtalya	0,2243	Yunanistan	0,2940	Portekiz
Meksika	0,1931	Yunanistan	0,1013	Danimarka	0,3368	Lüksemburg
Norveç	0,1875	Meksika	0,0840	İzlanda	0,5426	Avusturya
Polonya	0,1931	Polonya	0,2136	Kanada	0,3004	Fransa
Portekiz	0,2040	Danimarka	0,2254	Almanya	0,2944	Litvanya
Slovakya	0,2005	Finlandiya	0,2327	Avustralya	0,3132	Belçika
Slovenya	0,2228	Norveç	0,2278	Güney Kore	0,2735	Slovenya
Şili	0,2031	Kanada	0,2324	Meksika	0,3146	ABD
Türkiye	0,1858	Türkiye	0,2117	Japonya	0,3160	Birleşik Krallık
Yeni Zelanda	0,8706	Avusturya	0,7274	Norveç	0,7274	Almanya
Yunanistan	0,1943	Almanya	0,2005	Finlandiya	0,3073	Çekya

Tablo 21'e bakıldığında sıralamalarda farklılıklar görülse bile 3 analize göre de Yeni Zelanda etkinlik sıralamasında ilk sırada yer almaktadır.

### **Adım 3.2. OCRA yöntemi ile etkinlik sıralarının belirlenmesi**

Eşitlik (36)-(40) uygulanarak OCRA yöntemi ile hesaplamalar yapılarak etkinlik skorları ( $E_i$ ) elde edilmiş ve ülkeler etkinlik skorlarına göre sıralanmıştır. Başlangıç matrisi olarak Tablo 17'de verilen matris kullanılmış, diğer tüm işlemler bu matris baz alınarak gerçekleştirilmiştir. Girdi kriterleri için ölçeklendirilmemiş tercih indeksleri Eşitlik (36) ile hesaplanmış ve Tablo 22'de verilmiştir.



**Tablo 22.** Ölçeklendirilmemiş Girdi Tercih İndeksleri

	$G_1$	$G_2$	$G_3$	$G_4$	$G_5$	$G_6$	$G_7$	$G_8$	$G_9$	$G_{10}$	$G_{11}$
ABD	0,8592	0,1610	0,0000	14,1126	0,9525	0,1485	0,8940	0,0518	7,5420	83,3428	6,1213
Almanya	0,7821	0,1054	0,0934	0,1081	0,4691	0,0818	0,7331	0,0595	4,4614	70,8414	6,7030
Avustralya	0,8090	0,1499	0,1607	16,0456	0,8564	0,1529	1,0053	0,1516	8,0386	68,0633	6,3292
Avusturya	0,7446	0,1975	0,1151	7,9397	0,5376	0,1150	0,1547	0,1324	6,4507	79,1757	2,0133
Belçika	0,8373	0,1795	0,1325	13,1399	0,6946	0,1140	1,3704	0,1708	2,3203	54,1728	6,2373
Birleşik Krallık	0,0000	0,2468	0,0869	17,5047	0,9915	0,1204	0,9342	0,1842	3,8896	61,1181	4,8138
Çekya	0,7989	0,2440	0,1955	19,4542	0,5957	0,1069	0,6280	0,1247	5,9837	100,0114	5,3154
Danimarka	0,7939	0,2044	0,1477	16,7107	0,9773	0,1063	1,0610	0,0998	5,8744	44,4495	0,0000
Estonya	0,8242	0,3037	0,1890	13,7177	0,7908	0,1037	0,4795	0,1785	7,6233	106,9566	6,3591
Finlandiya	0,8352	0,0975	0,1651	17,7083	0,9030	0,0799	0,9806	0,1516	7,8108	54,1728	6,4781
Fransa	0,8369	0,1795	0,1238	12,0384	0,6661	0,1018	0,8408	0,1670	6,2152	54,1728	6,0047
Hollanda	0,8137	0,1892	0,1216	17,1638	0,9287	0,1118	1,1909	0,1554	0,2661	61,1181	6,6180
İrlanda	0,8242	0,1329	0,2085	17,8746	0,9478	0,1750	0,3062	0,1977	7,0083	51,3947	6,3609
İspanya	0,7850	0,3127	0,1672	15,8377	0,9411	0,1084	0,8383	0,1267	6,6564	43,0604	6,4390
İsveç	0,7884	0,1851	0,1173	17,7749	1,0248	0,1014	1,0579	0,1670	7,7063	58,3400	6,4989
İsviçre	0,7846	0,0023	0,1195	15,9001	0,7850	0,1197	0,6249	0,1497	4,7950	80,5647	6,4835
İtalya	0,8019	0,3080	0,1542	16,3781	0,9211	0,0669	0,5352	0,1631	4,9864	50,0057	6,3062
İzlanda	0,8065	0,0597	0,1520	19,5789	0,9506	0,1717	1,2404	0,1478	8,0348	25,0028	5,5357
Japonya	0,8655	0,1617	0,1260	17,7915	0,0000	0,0000	1,1755	0,1516	2,7826	50,0057	7,0254
Kanada	0,8541	0,2075	0,1303	14,5907	0,9820	0,1346	0,8600	0,1132	8,0250	41,6714	6,5443

**Tablo 22. (Devamı)**

Güney Kore	0,8668	0,2600	0,1824	15,5468	0,0381	0,1697	0,8538	0,1267	0,0000	50,0057	6,9789
Letonya	0,8326	0,3512	0,2194	19,5374	0,7061	0,0975	0,4485	0,1631	7,6138	115,2909	5,8641
Litvanya	0,7779	0,2651	0,1998	19,3295	0,6176	0,1034	0,4424	0,1861	7,4044	81,9538	6,1300
Lüksemburg	0,8449	0,1628	0,2476	15,1103	0,8222	0,1690	1,1662	0,1631	4,2643	79,1757	4,4072
Meksika	0,8676	0,3908	0,2476	18,5813	1,1295	0,2561	0,8352	0,0000	7,0960	254,0733	7,0846
Norveç	0,7593	0,0000	0,1195	16,4197	0,8916	0,1355	0,9033	0,1574	7,8659	54,1728	6,4100
Polonya	0,8701	0,3330	0,2085	15,7546	0,6347	0,1336	0,1949	0,1420	6,1924	112,5128	6,8446
Portekiz	0,7463	0,2821	0,1455	18,2072	0,8878	0,0792	0,3867	0,0710	6,3723	34,7262	6,1870
Slovakya	0,8187	0,3165	0,2129	19,5789	0,6737	0,1514	0,0000	0,1343	6,3567	254,0747	6,7820
Slovenya	0,8331	0,1998	0,1455	19,7037	0,8003	0,1037	0,0402	0,1458	6,5140	101,4004	6,7297
Şili	0,8529	0,3749	0,1607	16,9185	1,0305	0,2034	1,0517	0,0940	7,7032	0,0000	6,5420
Türkiye	0,8883	0,4024	0,2715	0,0000	0,9478	0,2390	0,6898	0,0461	6,4529	66,6742	6,5858
Yeni Zelenda	0,8259	0,1918	0,1672	18,4358	0,9849	0,1576	1,0177	0,1401	7,8037	65,2852	6,7431
Yunanistan	0,7109	0,3772	0,1955	17,7499	0,8241	0,0765	0,8012	0,1689	6,8156	86,1209	5,9483

Çıktı kriterleri için ölçeklendirilmemiş tercih indeksleri Eşitlik (38) ile hesaplanmış ve ve Tablo 23’de gösterilmiştir.

**Tablo 23.** Ölçeklendirilmemiş Çıktı Tercih İndeksleri

	$C_1$	$1/C_2$	$1/C_3$
ABD	26,5262	0,1694	0,0561
Almanya	12,0968	0,7613	0,7087
Avustralya	0,9997	20,6883	8,7002
Avusturya	20,3829	0,6620	0,2878
Belçika	25,2609	0,1834	0,1467
Birleşik Krallık	25,6758	0,2354	0,0867
Çekya	38,0222	0,0482	0,0000
Danimarka	15,0959	2,4809	0,5189
Estonya	29,6621	0,7901	0,0572
Finlandiya	1,8132	6,1028	1,6712
Fransa	24,9319	0,3273	0,1694
Hollanda	26,8201	0,8414	0,1144
İrlanda	18,3943	0,8355	0,3036
İspanya	25,3232	0,2995	0,1790
İsveç	27,2370	0,4935	0,1433
İsviçre	22,9172	0,6273	0,2204
İtalya	18,2814	0,1931	0,3694
İzlanda	8,6560	13,6505	1,1222
Japonya	3,0825	8,8940	3,8052
Kanada	10,3940	1,3647	0,9189
Güney Kore	1,3452	24,5982	7,8545
Letonya	22,1984	0,3914	0,1615
Litvanya	31,9330	0,2093	0,0351
Lüksemburg	29,9457	0,6010	0,0957
Meksika	5,7014	0,1914	1,6060
Norveç	3,7699	7,8649	1,1857
Polonya	17,2815	0,2422	0,3671
Portekiz	24,8893	0,3315	0,1790
Slovakya	18,4379	0,1456	0,3218
Slovenya	35,0155	0,1723	0,0142
Şili	20,5565	0,2679	0,2997
Türkiye	20,8991	1,2370	0,2617
Yeni Zelenda	0,0000	224,7843	48,3175
Yunanistan	15,7248	0,4657	0,4589

Ölçeklendirilmiş girdi, çıktı ve genel tercih indeksi Eşitlik (37) ve Eşitlik (39) ile hesaplandıktan sonra Eşitlik (40) ile ülkelerin etkinlik skorları belirlenmiştir. Etkinlik skorları belirlenen alternatifler için azalan seviyede sıralama sonuçları Tablo 24’de gösterilmiştir.

**Tablo 24.** OCRA Yöntemi ile elde edilen Etkinlik Analizi Sonuçları

	$\bar{I}_i$	$\bar{O}_i$	$E_i$	$E_i$	Sıralama
ABD	79,2536	3,5675	80	0,3151	Slovakya
Almanya	49,5062	1,8092	48	0,1910	Meksika
Avustralya	66,8305	4,0524	68	0,2681	Letonya
Avusturya	62,6442	2,8448	63	0,2469	Polonya
Belçika	44,4373	3,4127	45	0,1774	Estonya
Birleşik Krallık	54,9582	3,4669	56	0,2190	Slovenya
Çekya	98,5263	5,0769	101	0,3970	Çekya
Danimarka	35,4929	2,4131	35	0,1382	Yeni Zelenda
Estonya	102,5940	4,0686	104	0,4091	Yunanistan
Finlandiya	54,4509	1,2785	53	0,2084	Litvanya
Fransa	46,4147	3,3910	47	0,1851	ABD
Hollanda	53,7454	3,7040	55	0,2152	İsviçre
İrlanda	50,4988	2,6049	50	0,1981	Lüksemburg
İspanya	40,3409	3,4408	41	0,1614	Avustralya
İsveç	58,8300	3,7171	60	0,2353	Avusturya
İsviçre	75,3969	3,1692	76	0,2984	İsveç
İtalya	45,6948	2,5129	45	0,1788	Birleşik Krallık
İzlanda	26,7489	3,1243	27	0,1066	Hollanda
Japonya	45,1534	2,1045	44	0,1751	Finlandiya
Kanada	39,1811	1,6906	38	0,1499	Meksika
Güney Kore	40,0967	4,5071	42	0,1646	İrlanda
Letonya	116,1926	3,0340	116	0,4585	Almanya
Litvanya	82,4779	4,2910	84	0,3307	Türkiye
Lüksemburg	71,6011	4,0863	73	0,2870	Fransa
Meksika	255,6301	1,0000	254	0,9998	İtalya
Norveç	52,9029	1,7097	52	0,2040	Belçika
Polonya	108,8892	2,3858	108	0,4272	Japonya
Portekiz	33,1591	3,3872	34	0,1329	Güney Kore
Slovakya	254,1679	2,5211	254	1,0000	İspanya
Slovenya	101,6842	4,6943	104	0,4079	Kanada
Şili	0,0000	2,8170	0	0,0004	Danimarka
Türkiye	48,2657	2,9869	48	0,1908	Portekiz
Yeni Zelenda	66,8209	36,4194	100	0,3956	İzlanda
Yunanistan	84,8568	2,2203	84	0,3319	Şili

Tablo 24’de verilen sonuçlara göre en yüksek etkinlik skoru Slovakya’ya (254) aittir. Değerlendirmenin 1 üzerinden yapılabilmesi için her alternatifin etkinlik değeri 254’e bölünerek ölçek dönüşümü gerçekleştirilmiştir. Ölçek dönüşümü yapılmış etkinlik skorlarına ülkelerin etkinlik ortalaması %28,84 değeri ile oldukça düşüktür. Yine ölçek dönüşümü yapılmış sonuçlara göre 1,0000 değeri ile teknik etkin bulunan tek ülke Slovakya dır. Meksika, teknik etkinlik değerine oldukça yakın olan %99 luk bir skorla Slovakya’yı takip etmektedir. Şili %0,03 lük etkinlik skoru ile son sırada yer almaktadır.

### **Adım 3.3.BVZA yöntemi ile etkinlik sıralarının belirlenmesi**

Bu aşamada Eşitlik (41)-(53) kullanılarak BVZA ile etkinlik analizi gerçekleştirilerek ülkelere ait etkinlik skorları ( $E_i$ ) belirlenmiştir. Tablo 17’de gösterilen karar matrisi Eşitlik (41) ve Eşitlik (44) ile normalize edilir. Daha sonra normalize değerler Eşitlik (42) ve (44)’e göre SOWIA yönteminden elde edilen ağırlıklar ( $w_k^b, w_j^b$ ) ile çarpılarak ağırlıklandırılmış normalize girdi ve çıktı matrisi Tablo 25’de gösterildiği gibi elde edilmiştir.



**Tablo 25.** BVZA Ağırlıklandırılmış Normalize Matris

	$G_1$	$G_2$	$G_3$	$G_4$	$G_5$	$G_6$	$G_7$	$G_8$	$G_9$	$G_{10}$	$G_{11}$	$C_1$	$1/C_2$	$1/C_3$
ABD	0,00151	0,00227	0,00488	0,00997	0,00170	0,00235	0,00138	0,00301	0,00039	0,00341	0,00108	0,00942	0,00075	0,00154
Almanya	0,00256	0,00268	0,00363	0,03386	0,00475	0,00314	0,00179	0,00290	0,00256	0,00366	0,00045	0,00434	0,00150	0,00401
Avustralya	0,00219	0,00235	0,00273	0,00667	0,00230	0,00229	0,00109	0,00156	0,00003	0,00372	0,00086	0,00043	0,02674	0,03425
Avusturya	0,00307	0,00200	0,00334	0,02050	0,00431	0,00275	0,00328	0,00184	0,00116	0,00350	0,00548	0,00726	0,00138	0,00242
Belçika	0,00181	0,00213	0,00311	0,01163	0,00332	0,00276	0,00015	0,00128	0,00408	0,00400	0,00095	0,00897	0,00077	0,00188
Birleşik Krallık	0,01317	0,00163	0,00372	0,00418	0,00145	0,00268	0,00127	0,00109	0,00297	0,00386	0,00248	0,00912	0,00084	0,00166
Çekya	0,00233	0,00165	0,00227	0,00085	0,00395	0,00284	0,00206	0,00195	0,00149	0,00308	0,00194	0,01347	0,00060	0,00133
Danimarka	0,00240	0,00194	0,00291	0,00553	0,00154	0,00285	0,00095	0,00231	0,00156	0,00419	0,00764	0,00540	0,00368	0,00329
Estonya	0,00198	0,00120	0,00236	0,01064	0,00272	0,00288	0,00244	0,00117	0,00033	0,00294	0,00082	0,01052	0,00154	0,00154
Finlandiya	0,00184	0,00274	0,00268	0,00383	0,00201	0,00317	0,00115	0,00156	0,00020	0,00400	0,00070	0,00072	0,00827	0,00765
Fransa	0,00181	0,00213	0,00323	0,01351	0,00350	0,00290	0,00151	0,00134	0,00132	0,00400	0,00120	0,00886	0,00095	0,00197
Hollanda	0,00213	0,00206	0,00326	0,00476	0,00185	0,00278	0,00061	0,00151	0,00553	0,00386	0,00055	0,00952	0,00160	0,00176
İrlanda	0,00198	0,00248	0,00209	0,00355	0,00173	0,00203	0,00289	0,00089	0,00076	0,00405	0,00082	0,00656	0,00160	0,00248
İspanya	0,00252	0,00113	0,00265	0,00702	0,00177	0,00283	0,00152	0,00192	0,00101	0,00422	0,00074	0,00900	0,00092	0,00200
İsveç	0,00247	0,00209	0,00331	0,00372	0,00124	0,00291	0,00095	0,00134	0,00027	0,00391	0,00067	0,00967	0,00116	0,00187
İsviçre	0,00252	0,00346	0,00329	0,00692	0,00275	0,00269	0,00207	0,00159	0,00233	0,00347	0,00069	0,00815	0,00133	0,00216
İtalya	0,00229	0,00117	0,00282	0,00610	0,00190	0,00332	0,00230	0,00139	0,00219	0,00408	0,00088	0,00652	0,00078	0,00272
İzlanda	0,00222	0,00303	0,00285	0,00064	0,00171	0,00207	0,00049	0,00162	0,00004	0,00458	0,00171	0,00313	0,01783	0,00557
Japonya	0,00142	0,00226	0,00320	0,00369	0,00770	0,00412	0,00065	0,00156	0,00375	0,00408	0,00011	0,00116	0,01180	0,01573
Kanada	0,00158	0,00192	0,00314	0,00915	0,00151	0,00251	0,00146	0,00212	0,00004	0,00425	0,00062	0,00374	0,00227	0,00480
Güney Kore	0,00141	0,00153	0,00244	0,00752	0,00746	0,00209	0,00148	0,00192	0,00572	0,00408	0,00016	0,00055	0,03169	0,03105
Letonya	0,00187	0,00084	0,00195	0,00071	0,00325	0,00296	0,00252	0,00139	0,00034	0,00277	0,00135	0,00790	0,00103	0,00194

**Tablo 25. (Devamı)**

Litvanya	0,00261	0,00149	0,00221	0,00106	0,00381	0,00289	0,00254	0,00106	0,00048	0,00344	0,00107	0,01132	0,00080	0,00146
Lüksemburg	0,00170	0,00226	0,00157	0,00826	0,00252	0,00210	0,00068	0,00139	0,00270	0,00350	0,00292	0,01062	0,00130	0,00169
Meksika	0,00140	0,00055	0,00157	0,00234	0,00058	0,00106	0,00153	0,00376	0,00070	0,00000	0,00004	0,00209	0,00078	0,00740
Norveç	0,00287	0,00347	0,00329	0,00603	0,00208	0,00250	0,00135	0,00148	0,00016	0,00400	0,00077	0,00141	0,01050	0,00581
Polonya	0,00136	0,00098	0,00209	0,00716	0,00370	0,00252	0,00317	0,00170	0,00134	0,00283	0,00030	0,00616	0,00085	0,00272
Portekiz	0,00304	0,00136	0,00294	0,00298	0,00211	0,00317	0,00268	0,00273	0,00121	0,00438	0,00101	0,00884	0,00096	0,00200
Slovakya	0,00206	0,00110	0,00204	0,00064	0,00346	0,00231	0,00368	0,00181	0,00122	0,00000	0,00037	0,00657	0,00072	0,00254
Slovenya	0,00186	0,00198	0,00294	0,00043	0,00266	0,00288	0,00357	0,00165	0,00111	0,00305	0,00043	0,01241	0,00076	0,00138
Şili	0,00160	0,00067	0,00273	0,00518	0,00121	0,00169	0,00097	0,00240	0,00027	0,00508	0,00063	0,00732	0,00088	0,00246
Türkiye	0,00112	0,00046	0,00125	0,03405	0,00173	0,00127	0,00190	0,00310	0,00116	0,00375	0,00058	0,00744	0,00211	0,00232
Yeni Zelenda	0,00196	0,00204	0,00265	0,00259	0,00149	0,00224	0,00106	0,00173	0,00020	0,00377	0,00041	0,00008	0,28523	0,18418
Yunanistan	0,00352	0,00065	0,00227	0,00376	0,00251	0,00321	0,00162	0,00131	0,00090	0,00336	0,00126	0,00562	0,00113	0,00306
Standart Hata	0,00033	0,00013	0,00012	0,00135	0,00027	0,00010	0,00015	0,00011	0,00025	0,00017	0,00026	0,00062	0,00824	0,00534

Sınırlandırılmış verilerin üçgen üyelik fonksiyonuna sahip olduğunu varsayarak, kriterlerin Tablo 25’de gösterilen veriler standart hataları aracılığı ile aralık verilere dönüştürülmüş yani bulanıklaştırılmıştır. Bunun için Eşitlik (47) kullanılarak her bir kriterin verilerine standart hata eklenip çıkarılmıştır. Böylece alt ve üst sınır verileri elde edilmiştir. Girdi kriterleri için elde edilen alt sınır (L) verileri Tablo 26 ile gösterilmiştir.

**Tablo 26.** BVZA Girdi Kriterleri Alt Sınır (L) Verileri ( $(\tilde{X}_{i0})_a^L$ )

	$G_1$	$G_2$	$G_3$	$G_4$	$G_5$	$G_6$	$G_7$	$G_8$	$G_9$	$G_{10}$	$G_{11}$
ABD	0,0012	0,0021	0,0048	0,0086	0,0014	0,0022	0,0012	0,0029	0,0001	0,0032	0,0008
Almanya	0,0022	0,0026	0,0035	0,0325	0,0045	0,0030	0,0016	0,0028	0,0023	0,0035	0,0002
Avustralya	0,0019	0,0022	0,0026	0,0053	0,0020	0,0022	0,0009	0,0015	-0,0002	0,0035	0,0006
Avusturya	0,0027	0,0019	0,0032	0,0192	0,0040	0,0026	0,0031	0,0017	0,0009	0,0033	0,0052
Belçika	0,0015	0,0020	0,0030	0,0103	0,0031	0,0027	0,0000	0,0012	0,0038	0,0038	0,0007
Birleşik Krallık	0,0128	0,0015	0,0036	0,0028	0,0012	0,0026	0,0011	0,0010	0,0027	0,0037	0,0022
Çekya	0,0020	0,0015	0,0021	-0,0005	0,0037	0,0027	0,0019	0,0018	0,0012	0,0029	0,0017
Danimarka	0,0021	0,0018	0,0028	0,0042	0,0013	0,0028	0,0008	0,0022	0,0013	0,0040	0,0074
Estonya	0,0017	0,0011	0,0022	0,0093	0,0025	0,0028	0,0023	0,0011	0,0001	0,0028	0,0006
Finlandiya	0,0015	0,0026	0,0026	0,0025	0,0017	0,0031	0,0010	0,0015	-0,0001	0,0038	0,0004
Fransa	0,0015	0,0020	0,0031	0,0122	0,0032	0,0028	0,0014	0,0012	0,0011	0,0038	0,0009
Hollanda	0,0018	0,0019	0,0031	0,0034	0,0016	0,0027	0,0005	0,0014	0,0053	0,0037	0,0003
İrlanda	0,0017	0,0023	0,0020	0,0022	0,0015	0,0019	0,0027	0,0008	0,0005	0,0039	0,0006
İspanya	0,0022	0,0010	0,0025	0,0057	0,0015	0,0027	0,0014	0,0018	0,0008	0,0040	0,0005
İsveç	0,0021	0,0020	0,0032	0,0024	0,0010	0,0028	0,0008	0,0012	0,0000	0,0037	0,0004
İsviçre	0,0022	0,0033	0,0032	0,0056	0,0025	0,0026	0,0019	0,0015	0,0021	0,0033	0,0004
İtalya	0,0020	0,0010	0,0027	0,0048	0,0016	0,0032	0,0021	0,0013	0,0019	0,0039	0,0006
İzlanda	0,0019	0,0029	0,0027	-0,0007	0,0014	0,0020	0,0003	0,0015	-0,0002	0,0044	0,0015
Japonya	0,0011	0,0021	0,0031	0,0023	0,0074	0,0040	0,0005	0,0015	0,0035	0,0039	-0,0001
Kanada	0,0012	0,0018	0,0030	0,0078	0,0012	0,0024	0,0013	0,0020	-0,0002	0,0041	0,0004
Güney Kore	0,0011	0,0014	0,0023	0,0062	0,0072	0,0020	0,0013	0,0018	0,0055	0,0039	-0,0001
Letonya	0,0015	0,0007	0,0018	-0,0006	0,0030	0,0029	0,0024	0,0013	0,0001	0,0026	0,0011
Litvanya	0,0023	0,0014	0,0021	-0,0003	0,0035	0,0028	0,0024	0,0009	0,0002	0,0033	0,0008
Lüksemburg	0,0014	0,0021	0,0014	0,0069	0,0023	0,0020	0,0005	0,0013	0,0025	0,0033	0,0027
Meksika	0,0011	0,0004	0,0014	0,0010	0,0003	0,0010	0,0014	0,0037	0,0004	-0,0002	-0,0002
Norveç	0,0025	0,0033	0,0032	0,0047	0,0018	0,0024	0,0012	0,0014	-0,0001	0,0038	0,0005
Polonya	0,0010	0,0008	0,0020	0,0058	0,0034	0,0024	0,0030	0,0016	0,0011	0,0027	0,0000
Portekiz	0,0027	0,0012	0,0028	0,0016	0,0018	0,0031	0,0025	0,0026	0,0010	0,0042	0,0008
Slovakya	0,0017	0,0010	0,0019	-0,0007	0,0032	0,0022	0,0035	0,0017	0,0010	-0,0002	0,0001
Slovenya	0,0015	0,0018	0,0028	-0,0009	0,0024	0,0028	0,0034	0,0015	0,0009	0,0029	0,0002
Şili	0,0013	0,0005	0,0026	0,0038	0,0009	0,0016	0,0008	0,0023	0,0000	0,0049	0,0004
Türkiye	0,0008	0,0003	0,0011	0,0327	0,0015	0,0012	0,0017	0,0030	0,0009	0,0036	0,0003
Yeni Zelenda	0,0016	0,0019	0,0025	0,0012	0,0012	0,0021	0,0009	0,0016	-0,0001	0,0036	0,0002
Yunanistan	0,0032	0,0005	0,0021	0,0024	0,0022	0,0031	0,0015	0,0012	0,0006	0,0032	0,0010

Girdi kriterleri için elde edilen üst sınır verileri (U) ise Tablo 27’de gösterildiği gibi elde edilmiştir.

**Tablo 27.** BVZA Girdi Kriterleri Üst Sınır (U) Verileri ( $(\tilde{X}_{i0})_a^U$ )

	$G_1$	$G_2$	$G_3$	$G_4$	$G_5$	$G_6$	$G_7$	$G_8$	$G_9$	$G_{10}$	$G_{11}$
ABD	0,0018	0,0024	0,0050	0,0113	0,0020	0,0024	0,0015	0,0031	0,0006	0,0036	0,0013
Almanya	0,0029	0,0028	0,0038	0,0352	0,0050	0,0032	0,0019	0,0030	0,0028	0,0038	0,0007
Avustralya	0,0025	0,0025	0,0029	0,0080	0,0026	0,0024	0,0012	0,0017	0,0003	0,0039	0,0011
Avusturya	0,0034	0,0021	0,0035	0,0218	0,0046	0,0028	0,0034	0,0020	0,0014	0,0037	0,0057
Belçika	0,0021	0,0023	0,0032	0,0130	0,0036	0,0029	0,0003	0,0014	0,0043	0,0042	0,0012
Birleşik Krallık	0,0135	0,0018	0,0038	0,0055	0,0017	0,0028	0,0014	0,0012	0,0032	0,0040	0,0027
Çekya	0,0027	0,0018	0,0024	0,0022	0,0042	0,0029	0,0022	0,0021	0,0017	0,0033	0,0022
Danimarka	0,0027	0,0021	0,0030	0,0069	0,0018	0,0030	0,0011	0,0024	0,0018	0,0044	0,0079
Estonya	0,0023	0,0013	0,0025	0,0120	0,0030	0,0030	0,0026	0,0013	0,0006	0,0031	0,0011
Finlandiya	0,0022	0,0029	0,0028	0,0052	0,0023	0,0033	0,0013	0,0017	0,0004	0,0042	0,0010
Fransa	0,0021	0,0023	0,0033	0,0149	0,0038	0,0030	0,0017	0,0014	0,0016	0,0042	0,0015
Hollanda	0,0025	0,0022	0,0034	0,0061	0,0021	0,0029	0,0008	0,0016	0,0058	0,0040	0,0008
İrlanda	0,0023	0,0026	0,0022	0,0049	0,0020	0,0021	0,0030	0,0010	0,0010	0,0042	0,0011
İspanya	0,0029	0,0013	0,0028	0,0084	0,0020	0,0029	0,0017	0,0020	0,0013	0,0044	0,0010
İsveç	0,0028	0,0022	0,0034	0,0051	0,0015	0,0030	0,0011	0,0014	0,0005	0,0041	0,0009
İsviçre	0,0029	0,0036	0,0034	0,0083	0,0030	0,0028	0,0022	0,0017	0,0026	0,0036	0,0009
İtalya	0,0026	0,0013	0,0029	0,0074	0,0022	0,0034	0,0025	0,0015	0,0024	0,0043	0,0011
İzlanda	0,0026	0,0032	0,0030	0,0020	0,0020	0,0022	0,0006	0,0017	0,0003	0,0048	0,0020
Japonya	0,0018	0,0024	0,0033	0,0050	0,0080	0,0042	0,0008	0,0017	0,0040	0,0043	0,0004
Kanada	0,0019	0,0021	0,0033	0,0105	0,0018	0,0026	0,0016	0,0022	0,0003	0,0044	0,0009
Güney Kore	0,0017	0,0017	0,0026	0,0089	0,0077	0,0022	0,0016	0,0020	0,0060	0,0043	0,0004
Letonya	0,0022	0,0010	0,0021	0,0021	0,0035	0,0031	0,0027	0,0015	0,0006	0,0029	0,0016
Litvanya	0,0029	0,0016	0,0023	0,0024	0,0041	0,0030	0,0027	0,0012	0,0007	0,0036	0,0013
Lüksemburg	0,0020	0,0024	0,0017	0,0096	0,0028	0,0022	0,0008	0,0015	0,0030	0,0037	0,0032
Meksika	0,0017	0,0007	0,0017	0,0037	0,0008	0,0012	0,0017	0,0039	0,0010	0,0002	0,0003
Norveç	0,0032	0,0036	0,0034	0,0074	0,0023	0,0026	0,0015	0,0016	0,0004	0,0042	0,0010
Polonya	0,0017	0,0011	0,0022	0,0085	0,0040	0,0026	0,0033	0,0018	0,0016	0,0030	0,0006
Portekiz	0,0034	0,0015	0,0031	0,0043	0,0024	0,0033	0,0028	0,0028	0,0015	0,0046	0,0013
Slovakya	0,0024	0,0012	0,0022	0,0020	0,0037	0,0024	0,0038	0,0019	0,0015	0,0002	0,0006
Slovenya	0,0022	0,0021	0,0031	0,0018	0,0029	0,0030	0,0037	0,0018	0,0014	0,0032	0,0007
Şili	0,0019	0,0008	0,0029	0,0065	0,0015	0,0018	0,0011	0,0025	0,0005	0,0053	0,0009
Türkiye	0,0014	0,0006	0,0014	0,0354	0,0020	0,0014	0,0021	0,0032	0,0014	0,0039	0,0008
Yeni Zelanda	0,0023	0,0022	0,0028	0,0039	0,0018	0,0023	0,0012	0,0018	0,0005	0,0039	0,0007
Yunanistan	0,0039	0,0008	0,0024	0,0051	0,0028	0,0033	0,0018	0,0014	0,0012	0,0035	0,0015

Çıktı kriterleri için elde edilen alt sınır (L) ve üst sınır (U) verileri ise Tablo 28 ile gösterilmiştir.

**Tablo 28.** BVZA Çıktı Kriterleri Alt Sınır (L) ve Üst Sınır (U) Verileri

	$C_1$	$1/C_2$	$1/C_3$	$C_1$	$1/C_2$	$1/C_3$
	$(\tilde{Y}_{i0})_a^L$	$(\tilde{Y}_{i0})_a^L$	$(\tilde{Y}_{i0})_a^L$	$(\tilde{Y}_{i0})_a^U$	$(\tilde{Y}_{i0})_a^U$	$(\tilde{Y}_{i0})_a^U$
ABD	0,0088	-0,0075	-0,0038	0,0100	0,0090	0,0069
Almanya	0,0037	-0,0067	-0,0013	0,0050	0,0097	0,0094
Avustralya	-0,0002	0,0185	0,0289	0,0011	0,0350	0,0396
Avusturya	0,0066	-0,0069	-0,0029	0,0079	0,0096	0,0078
Belçika	0,0084	-0,0075	-0,0035	0,0096	0,0090	0,0072
Birleşik Krallık	0,0085	-0,0074	-0,0037	0,0097	0,0091	0,0070
Çekya	0,0128	-0,0076	-0,0040	0,0141	0,0088	0,0067
Danimarka	0,0048	-0,0046	-0,0021	0,0060	0,0119	0,0086
Estonya	0,0099	-0,0067	-0,0038	0,0111	0,0098	0,0069
Finlandiya	0,0001	0,0000	0,0023	0,0013	0,0165	0,0130
Fransa	0,0082	-0,0073	-0,0034	0,0095	0,0092	0,0073
Hollanda	0,0089	-0,0066	-0,0036	0,0101	0,0098	0,0071
İrlanda	0,0059	-0,0066	-0,0029	0,0072	0,0098	0,0078
İspanya	0,0084	-0,0073	-0,0033	0,0096	0,0092	0,0073
İsveç	0,0090	-0,0071	-0,0035	0,0103	0,0094	0,0072
İsviçre	0,0075	-0,0069	-0,0032	0,0088	0,0096	0,0075
İtalya	0,0059	-0,0075	-0,0026	0,0071	0,0090	0,0081
İzlanda	0,0025	0,0096	0,0002	0,0038	0,0261	0,0109
Japonya	0,0005	0,0036	0,0104	0,0018	0,0200	0,0211
Kanada	0,0031	-0,0060	-0,0005	0,0044	0,0105	0,0101
Güney Kore	-0,0001	0,0235	0,0257	0,0012	0,0399	0,0364
Letonya	0,0073	-0,0072	-0,0034	0,0085	0,0093	0,0073
Litvanya	0,0107	-0,0074	-0,0039	0,0119	0,0090	0,0068
Lüksemburg	0,0100	-0,0069	-0,0037	0,0112	0,0095	0,0070
Meksika	0,0015	-0,0075	0,0021	0,0027	0,0090	0,0127
Norveç	0,0008	0,0023	0,0005	0,0020	0,0187	0,0112
Polonya	0,0055	-0,0074	-0,0026	0,0068	0,0091	0,0081
Portekiz	0,0082	-0,0073	-0,0033	0,0095	0,0092	0,0073
Slovakya	0,0059	-0,0075	-0,0028	0,0072	0,0090	0,0079
Slovenya	0,0118	-0,0075	-0,0040	0,0130	0,0090	0,0067
Şili	0,0067	-0,0074	-0,0029	0,0079	0,0091	0,0078
Türkiye	0,0068	-0,0061	-0,0030	0,0081	0,0103	0,0077
Yeni Zelanda	-0,0005	0,2770	0,1788	0,0007	0,2935	0,1895
Yunanistan	0,0050	-0,0071	-0,0023	0,0062	0,0094	0,0084

## Kao-Liu Modelinin Uygulanması

Alternatiflere ait girdi ve çıktı kriterleri negatif değerler aldığıında VZA'nın değişkenlerdeki pozitiflik (negatif olmama) ihmal edilir. Böyle durumlarda literatürde yer alan veri dönüşümleri uygulanır. Negatif değere sahip değişkenlere sabit bir sayının eklenerek ilgili değişkenin pozitif değer almasının sağlanması da bu veri dönüşümlerinden biridir. Ayrıca etkinlik sınır değerinin değişmemesi için bu dönüşüm veri setindeki tüm değişkenlere uygulanmalıdır (Bowlin, 1998). Bu çalışmada da Tablo 26-28'de uygulanan işlemler sonucu elde edilen negatif değerlerden kurtulmak adına bütün değişkenlere sabit bir sayı eklenmiştir. Sonraki adımlar bu işlem doğrultusunda gerçekleştirilmiştir.

Kao-Liu modeli ile  $\alpha=0$ ,  $\alpha=0.25$ ,  $\alpha=0.5$ ,  $\alpha=0.75$  ve  $\alpha=1$  değerleri için ayrı ayrı hesaplamalar yapılarak bütün alternatifler için alt ve üst sınır etkinlik değerleri hesaplanmıştır. Tüm alfa değerleri için hesaplanmış alt ve üst etkinlik değerleri Tablo 29'da gösterilmiştir. Modellerin çözümlenmesi için LINGO 17.0 programı kullanılmıştır.  $\alpha=0$  için ABD Kao-Liu modelinin kurulumu örnek olarak EK 2'de verilmiştir.

**Tablo 29.** Alternatiflere ait Alt ve Üst Etkinlik Değerleri

$\alpha$ değeri	0		0.25		0.50		0.75		1	
	$E_{0\alpha}^L$	$E_{0\alpha}^U$	$E_{0\alpha}^L$	$E_{0\alpha}^U$	$E_{0\alpha}^L$	$E_{0\alpha}^U$	$E_{0\alpha}^L$	$E_{0\alpha}^U$	$E_{0\alpha}^L$	$E_{0\alpha}^U$
ABD	0,99637	1,00000	1,00000	0,36267	1,00000	0,11307	1,00000	0,02131	1,00000	0,00001
Almanya	0,99069	0,99522	1,00000	0,35996	1,00000	0,11191	1,00000	0,02090	1,00000	0,00001
Avustralya	0,98907	0,99367	1,00000	0,35927	1,00000	0,11163	1,00000	0,02174	1,00000	0,00002
Avusturya	0,99253	0,99695	1,00000	0,36110	1,00000	0,11251	1,00000	0,02113	1,00000	0,00001
Belçika	0,99593	0,99992	1,00000	0,36221	1,00000	0,11291	1,00000	0,02127	1,00000	0,00001
Birleşik Krallık	0,99631	1,00000	1,00000	0,36258	1,00000	0,11300	1,00000	0,02129	1,00000	0,00001
Çekya	1,00000	1,00000	1,00000	0,36463	1,00000	0,11397	1,00000	0,02166	1,00000	0,00001
Danimarka	0,99258	0,99710	1,00000	0,36091	1,00000	0,11222	1,00000	0,02100	1,00000	0,00001
Estonya	0,99655	1,00000	1,00000	0,36291	1,00000	0,11327	1,00000	0,02140	1,00000	0,00001
Finlandiya	0,98802	0,99254	1,00000	0,35880	1,00000	0,11126	1,00000	0,02068	1,00000	0,00001
Fransa	0,99461	0,99882	1,00000	0,36202	1,00000	0,11286	1,00000	0,02126	1,00000	0,00001
Hollanda	0,99640	1,00000	1,00000	0,36274	1,00000	0,11309	1,00000	0,02133	1,00000	0,00001
İrlanda	0,99342	0,99783	1,00000	0,36129	1,00000	0,11244	1,00000	0,02109	1,00000	0,00001
İspanya	0,99587	1,00000	1,00000	0,36244	1,00000	0,11295	1,00000	0,02128	1,00000	0,00001
İsveç	0,99707	1,00000	1,00000	0,36294	1,00000	0,11316	1,00000	0,02135	1,00000	0,00001
İsviçre	0,99410	0,99842	1,00000	0,36181	1,00000	0,11275	1,00000	0,02120	1,00000	0,00001
İtalya	0,99324	0,99766	1,00000	0,36125	1,00000	0,11241	1,00000	0,02108	1,00000	0,00001
İzlanda	0,99066	0,99606	1,00000	0,36028	1,00000	0,11192	1,00000	0,02092	1,00000	0,00002
Japonya	0,98894	0,99347	1,00000	0,35906	1,00000	0,11143	1,00000	0,02079	1,00000	0,00001
Kanada	0,99108	0,99560	1,00000	0,36018	1,00000	0,11187	1,00000	0,02086	1,00000	0,00001
Güney Kore	0,98911	0,99366	1,00000	0,35927	1,00000	0,11157	1,00000	0,02150	1,00000	0,00002
Letonya	0,99392	0,99975	1,00000	0,36198	1,00000	0,11270	1,00000	0,02119	1,00000	0,00001

**Tablo 29.** (Devamı)

Litvanya	0,99732	1,00000	1,00000	0,36341	1,00000	0,11338	1,00000	0,02146	1,00000	0,00001
Lüksemburg	0,99704	1,00000	1,00000	0,36311	1,00000	0,11331	1,00000	0,02141	1,00000	0,00001
Meksika	0,99080	0,99532	1,00000	0,35997	1,00000	0,11177	1,00000	0,02084	1,00000	0,00001
Norveç	0,98848	0,99299	1,00000	0,35904	1,00000	0,11139	1,00000	0,02072	1,00000	0,00001
Polonya	0,99251	1,00000	1,00000	0,36333	1,00000	0,11598	1,00000	0,02483	1,00000	0,00005
Portekiz	0,99532	0,99956	1,00000	0,36223	1,00000	0,11289	1,00000	0,02127	1,00000	0,00001
Slovakya	0,99468	0,99908	1,00000	0,36175	1,00000	0,11260	1,00000	0,02111	1,00000	0,00001
Slovenya	0,99874	1,00000	1,00000	0,36408	1,00000	0,11378	1,00000	0,02159	1,00000	0,00001
Şili	0,99477	0,99915	1,00000	0,36185	1,00000	0,11263	1,00000	0,02115	1,00000	0,00001
Türkiye	0,99443	0,99873	1,00000	0,36175	1,00000	0,11266	1,00000	0,02115	1,00000	0,00001
Yeni Zelenda	1,00000	1,00000	1,00000	0,49696	1,00000	0,17597	1,00000	0,04470	1,00000	0,00017
Yunanistan	0,99189	0,99640	1,00000	0,36078	1,00000	0,11223	1,00000	0,02101	1,00000	0,00001

Tablo 29'a göre  $\alpha$  değeri yani bulanıklık derecesi değıştikçe ortaya çıkan sonuçlar da değışkenlik göstermiştir. Bulanıklık derecesi arttıkça, ( $\alpha$  değeri 0'a yaklaştıkça) alt etkinlik skorlarında azalış gözlenirken üst etkinlik skorları artmıştır.  $\alpha=0$  için alt ve üst etkinlik skorlarında 1 değerini alarak tam etkin çıkan ülke Yeni Zelenda'nın,  $\alpha$  değerinin 0.25, 0.50, 0.75 ve 1 olduğu durumlarda tam etkin olmadığı gözlemlenmiştir. Ülkelere ait üst etkinlik skorları sonuçlarına göre hiçbir ülke tam olarak etkin değildir. Alt etkinlik skorları incelendiğinde ise  $\alpha =0.25,0.50, 0.75$  ve 1 olduğu durumlarda tüm ülkeler etkin görülmektedir.

Tablo 29'da alt ve üst etkinlik değerleri hesaplanan alternatiflerin minimax yaklaşımı ile etkinlik kayıpları belirlenerek en az etkinlik kaybı olan alternatif ilk sırada olacak şekilde sıralama yapılmış ve Tablo 30'da verilmiştir.

**Tablo 30.** BVZA Yöntemi ile Elde Edilen Etkinlik Analizi Sonuçları

	R ( $A_i$ )	BVZA Sıralama
ABD	0,69986	Yeni Zelenda
Almanya	0,70054	Polonya
Avustralya	0,70055	Letonya
Avusturya	0,70017	Estonya
Belçika	0,69992	Litvanya
Birleşik Krallık	0,69989	İspanya
Çekya	0,69995	Lüksemburg
Danimarka	0,70027	Hollanda
Estonya	0,69979	Slovenya
Finlandiya	0,70094	Abd
Fransa	0,69993	Portekiz
Hollanda	0,69985	Birleşik Krallık
İrlanda	0,70015	İsveç
İspanya	0,69984	Belçika

**Tablo 30.** (Devamı)

İsveç	0,69992	Fransa
İsviçre	0,69998	Çekya
İtalya	0,70017	İsviçre
İzlanda	0,70029	Şili
Japonya	0,70084	Slovakya
Kanada	0,70051	Türkiye
Güney Kore	0,70062	İrlanda
Letonya	0,69966	İtalya
Litvanya	0,69981	Avusturya
Lüksemburg	0,69984	Danimarka
Meksika	0,70058	Yunanistan
Norveç	0,70087	İzlanda
Polonya	0,69766	Kanada
Portekiz	0,69987	Almanya
Slovakya	0,70003	Avustralya
Slovenya	0,69986	Meksika
Şili	0,70000	Güney Kore
Türkiye	0,70003	Japonya
Yeni Zelanda	0,65644	Norveç
Yunanistan	0,70029	Finlandiya

BVZA Kao-Liu modeli ile elde edilen ve Tablo 30'da gösterilen etkinlik analizi sonuçlarına göre ülkelerin etkinlik kaybı değerleri birbirine oldukça yakın ve %50'nin üzerinde değerlerdir. Etkinlik kaybı en az olan ülke Yeni Zelanda'dır. Yeni Zelanda'yı Polonya ve Çekya takip etmektedir. Etkinlik kaybı en fazla olan Finlandiya ise son sırada yer almaktadır.

#### **Aşama 4. TPOP Yöntemi ile Bütünleşik Etkinlik Sıralamasının Belirlenmesi**

Bu aşamada Eşitlik (52)-(67) kullanılarak TPOP yöntemi ile aşağıda açıklanan 3 senaryo için ülkelerin bütünleşik etkinlik sıralamaları elde edilmiştir:

**Senaryo 1:** EATWOS (NS), OCRA ve BVZA yöntemlerinden ayrı ayrı elde edilmiş etkinlik değerlerinin, TPOP yöntemi ile birleştirilmiş sonuçlarını içerir.

**Senaryo 2:** EATWOS ( $C_1$ ), OCRA ve BVZA yöntemlerinden ayrı ayrı elde edilmiş etkinlik değerlerinin, TPOP yöntemi ile birleştirilmiş sonuçlarını içerir.

**Senaryo 3:** EATWOS ( $C_1 - C_2 - C_3$ ), OCRA ve BVZA yöntemlerinden ayrı ayrı elde edilmiş etkinlik değerlerinin, TPOP yöntemi ile birleştirilmiş sonuçlarını içerir.

Senaryo 1 için yapılan çözümler örnek olarak gösterilmiştir. Ünelere ait EATWOS, OCRA ve BVZA yöntemlerinden elde edilen etkinlik değerleri ile önem ağırlıkları matrisi



oluşturulmuş ve Eşitlik (56) ile Tablo 31’de gösterildiği gibi normalize edilmiştir. BVZA için etkinlik değeri olarak Tablo 30’da verilen bütün  $\alpha$  değerlerine ait etkinlik değerlerinin ortalamaları ele alınmıştır.

**Tablo 31.** Senaryo 1 için Normalize Edilmiş Önem Ağırlıkları Matrisi ( $\tau_{ip}$ )

	OCRA	EATWOS-NS	BVZA
ABD	0,03214	0,02675	0,02941
Almanya	0,01948	0,02183	0,02934
Avustralya	0,02734	0,03370	0,02933
Avusturya	0,02518	0,02399	0,02937
Belçika	0,01809	0,02628	0,02940
Birleşik Krallık	0,02234	0,02587	0,02941
Çekya	0,04049	0,02989	0,02944
Danimarka	0,01410	0,02518	0,02937
Estonya	0,04172	0,02792	0,02941
Finlandiya	0,02126	0,02488	0,02931
Fransa	0,01888	0,02611	0,02939
Hollanda	0,02195	0,02740	0,02941
İrlanda	0,02020	0,02624	0,02938
İspanya	0,01646	0,02723	0,02941
İsveç	0,02399	0,02808	0,02941
İsviçre	0,03043	0,02609	0,02939
İtalya	0,01823	0,02573	0,02937
İzlanda	0,01087	0,02791	0,02935
Japonya	0,01785	0,02643	0,02932
Kanada	0,01529	0,02472	0,02935
Güney Kore	0,01679	0,03244	0,02933
Letonya	0,04676	0,02726	0,02939
Litvanya	0,03373	0,02885	0,02942
Lüksemburg	0,02927	0,02795	0,02942
Meksika	0,10196	0,02555	0,02934
Norveç	0,02081	0,02481	0,02932
Polonya	0,04357	0,02555	0,02942
Portekiz	0,01355	0,02699	0,02940
Slovakya	0,10199	0,02653	0,02939
Slovenya	0,04160	0,02948	0,02943
Şili	0,00010	0,02688	0,02939
Türkiye	0,01946	0,02458	0,02939
Yeni Zelenda	0,04034	0,11519	0,03043
Yunanistan	0,03385	0,02571	0,02936

EATWOS, OCRA ve BVZA yöntemlerinin birbirlerine göre ağırlıkları Eşitlik (54)-(58) ile belirlenmiş ve Tablo 32’de verilmiştir.

**Tablo 32.** Senaryo 1 için ÇKKV Yöntemlerinin Kesin Ağırlık Değerleri

EATWOS $e_p$	OCRA $e_p$	BVZA $e_p$	EATWOS $s_p$	OCRA $s_p$	BVZA $s_p$	$S'_p$	EATWOS $w_p$	OCRA $w_p$	BVZA $w_p$
0,9778	0,9425	1,0000	0,2788	0,7211	0,0001	4,7383	0,3644	0,4055	0,2301

Eşitlik (55) ile gösterilen önem ağırlıkları matrisi Eşitlik (64)-(65) kullanılarak normalize edilmiştir. Daha sonra Eşitlik (66)-(67) yardımı ile diğer işlem adımları uygulanarak nihai seçim alternatiflerin nihai seçim endeksleri hesaplanarak sıralama yapılmış ve Tablo 33'de verilmiştir.

**Tablo 33.** Senaryo 1 için TPOP Yöntemi Sıralama Sonuçları ( $h_{ip}$ )

EATWOS	OCRA	BVZA	$PSI_i$	Sıralama
1,5177	2,0552	1,3767	4,9496	Yeni Zelenda
1,4397	1,8153	1,2969	4,5518	Çekya
1,6349	1,9608	1,2797	4,8754	Slovenya
1,4734	1,9196	1,3263	4,7193	Estonya
1,5101	1,7907	1,3702	4,6710	Polonya
1,5033	1,8669	1,3755	4,7457	Litvanya
1,5696	2,2306	1,4155	5,2157	Slovakya
1,4923	1,7219	1,3241	4,5382	Meksika
1,5368	2,2577	1,3807	5,1752	ABD
1,4875	1,8471	1,2587	4,5934	Lüksemburg
1,5072	1,8045	1,3554	4,6672	İsveç
1,5282	1,8597	1,3775	4,7654	Hollanda
1,5094	1,8281	1,3364	4,6739	Birleşik Krallık
1,5255	1,7622	1,3719	4,6596	İspanya
1,5394	1,8974	1,3829	4,8197	Letonya
1,5070	2,0211	1,3484	4,8765	Avustralya
1,5011	1,7932	1,3340	4,6283	Yunanistan
1,5367	1,6682	1,3030	4,5079	İsviçre
1,5124	1,7865	1,2709	4,5698	Güney Kore
1,4850	1,7421	1,3017	4,5288	Avusturya
1,6129	1,7679	1,2783	4,6591	İrlanda
1,5260	2,3723	1,3554	5,2536	Finlandiya
1,5522	2,0875	1,3889	5,0286	Norveç
1,5372	1,9983	1,3849	4,9204	Fransa
1,4983	4,0767	1,2971	6,8721	Belçika
1,4864	1,8390	1,2654	4,5908	Japonya
1,4983	2,2991	1,3952	5,1926	İtalya
1,5215	1,7127	1,3648	4,5990	Türkiye
1,5141	4,0777	1,3536	6,9454	Portekiz
1,5627	2,2552	1,4037	5,2216	Almanya
1,5197	1,5001	1,3553	4,3751	Kanada
1,4828	1,8148	1,3508	4,6484	Danimarka
3,9134	2,2275	3,4214	9,5623	İzlanda
1,5008	2,0900	1,3162	4,9070	Şili

Son olarak Senaryo 2 ve Senaryo 3'e ait sonuçlar da benzer şekilde TPOP yöntemi ile birleştirilerek tek bir sıralama elde edilmiş ve sonuçlar Tablo 34'de gösterilmiştir.

**Tablo 34.** Tüm senaryolar için Bütünleşik Etkinlik Analizi Sonuçları

Ülkeler	Senaryo 1	Sıralama	Senaryo 2	Sıralama	Senaryo 3	Sıralama
ABD	0,51762	Yeni Zelanda	0,54943	Yeni Zelanda	0,54119	Yeni Zelanda
Almanya	0,47602	Çekya	0,49453	Slovakya	0,49476	Slovakya
Avustralya	0,50986	Slovenya	0,50381	Meksika	0,65201	Meksika
Avusturya	0,49354	Estonya	0,52623	Letonya	0,52183	Avustralya
Belçika	0,48848	Polonya	0,52052	Slovenya	0,50481	Japonya
Birleşik Krallık	0,49629	Litvanya	0,52789	Polonya	0,51351	Güney Kore
Çekya	0,54545	Slovakya	0,57346	Çekya	0,57061	İzlanda
Danimarka	0,47460	Meksika	0,50059	Estonya	0,51792	Letonya
Estonya	0,54121	ABD	0,57222	Litvanya	0,57930	Polonya
Finlandiya	0,48036	Lüksemburg	0,47563	ABD	0,57100	Estonya
Fransa	0,48808	İsveç	0,52014	Lüksemburg	0,50660	Norveç
Hollanda	0,49835	Hollanda	0,53034	İsviçre	0,52456	Slovenya
İrlanda	0,48878	Birleşik Krallık	0,52390	Yunanistan	0,52236	Finlandiya
İspanya	0,48729	İspanya	0,51991	İsveç	0,50635	Çekya
İsveç	0,50404	Letonya	0,53627	Hollanda	0,52976	Litvanya
İsviçre	0,50997	Avustralya	0,54304	Birleşik Krallık	0,54291	Yunanistan
İtalya	0,48402	Yunanistan	0,51844	Avusturya	0,50973	İsviçre
İzlanda	0,47142	İsviçre	0,48218	İrlanda	0,59756	Lüksemburg
Japonya	0,47790	Güney Kore	0,47703	Belçika	0,61824	ABD
Kanada	0,47361	Avusturya	0,48810	Fransa	0,50509	İsveç
Güney Kore	0,48724	İrlanda	0,48327	İspanya	0,61548	Hollanda
Letonya	0,54941	Finlandiya	0,58385	Türkiye	0,59424	İrlanda
Litvanya	0,52587	Norveç	0,55626	İtalya	0,55013	Avusturya
Lüksemburg	0,51456	Fransa	0,54539	Portekiz	0,54177	Danimarka
Meksika	0,71867	Belçika	0,72199	Avustralya	0,83995	Türkiye
Norveç	0,48009	Japonya	0,47998	Danimarka	0,57787	Birleşik Krallık
Polonya	0,54303	İtalya	0,57500	Almanya	0,58830	İtalya
Portekiz	0,48095	Türkiye	0,51361	Şili	0,49810	Fransa
Slovakya	0,72633	Portekiz	0,76248	Kanada	0,84099	İspanya
Slovenya	0,54606	Almanya	0,57532	Güney Kore	0,57499	Kanada
Şili	0,45754	Kanada	0,49232	İzlanda	0,47247	Belçika
Türkiye	0,48612	Danimarka	0,51898	Norveç	0,51732	Portekiz
Yeni Zelanda	1,00000	İzlanda	1,00000	Japonya	1,00000	Almanya
Yunanistan	0,51316	Şili	0,54105	Finlandiya	0,54910	Şili

Tablo 34'e bakıldığında üç farklı senaryoya göre de analiz kapsamında yer alan 34 OECD ülkesinden 33'ünün COVID-19 salgını ile mücadelede etkinlik sınırını yakalayamadığı yani etkinliklerinin 1'den düşük çıktığı görülmektedir. 34 ülkeden sadece Yeni Zelanda, teknik etkinliği yakalayarak etkinlik sıralamasında ilk sırada yer almıştır. Bunun nedeni, Yeni Zelanda'nın verilerin elde edildiği tarih itibari ile en az vaka sayısına dolayısı ile en az ölüm sayısına sahip olması olabilir. Şili ve Finlandiya ise etkinlik sıralamasında son sıralarda yer alan ülkelerdir. Senaryo 1'e göre yani EATWOS yöntemi için tatmin seviyesinin belirlenmediği EATWOS(NS) modeline göre ülkelerinin ortalama etkinlik değeri %52,7'dir. Yeni Zelanda ile birlikte Çekya, Estonya Letonya, Polonya, Slovakya ve Slovenya ortalama etkinlik değerinin üstünde skora sahip olan ülkelerdir. Senaryo 2 ve Senaryo 3'e göre ülkelerin etkinlik skor ortalamaları sırası ile %55 ve % 57 olmuştur.

### Etkin Olmayan Ülkeler için İyileştirme Önerileri

Bu bölümde COVID-19 salgını ile mücadelede Etkin olmayan OECD ülkeleri için iyileştirme önerileri sunulmuştur. Tablo 35'de mevcut sağlık personeli ile etkinlik değerini yakalamayan ülkelerin etkin olabilmeleri için çıktı kriterlerinin alması gereken yaklaşık değerleri göstermektedir. EATWOS yöntemi için EATWOS(NS) modeli dikkate alınmıştır. Tablo 35'de vaka ve ölüm sayısı kriterleri için Tablo 17 itibari ile gösterilenin tersini alma işlemi düzeltilmiş ve hesaplamalar o şekilde yapılmıştır. Hedef değer, ülkelerin etkinliği yakalayabilmeleri adına ilgili kriterin mevcut durumuna göre alması gereken değeri gösterir.

**Tablo 35.** Ülkeler için İyileştirme Önerileri

	İyileşen Sayısı	Hedef Değer	İyileştirme %	Ölen Sayısı	Hedef Değer	İyileştirme %	Vaka Sayısı	Hedef Değer	İyileştirme %
ABD	108773	210141	93,19	2273	1177	-48,24	139202	72054	-48,24
Almanya	50100	105248	110,08	1139	542	-52,40	53480	25458	-52,40
Avustralya	4977	9762	96,13	64	33	-49,01	6259	3191	-49,01
Avusturya	83793	169781	102,62	1243	613	-50,65	88696	43775	-50,65
Belçika	103628	212145	104,72	2221	1085	-51,15	113951	55662	-51,15
Birleşik Krallık	105315	212204	101,49	2046	1015	-50,37	129519	64279	-50,37
Çekya	155518	285119	83,34	2855	1557	-45,46	161671	88183	-45,46
Danimarka	62295	131259	110,71	465	221	-52,54	65145	30918	-52,54
Estonya	121524	224541	84,77	1112	602	-45,88	138968	75211	-45,88
Finlandiya	8285	17247	108,18	207	99	-51,96	28016	13458	-51,96
Fransa	102290	209575	104,88	1796	877	-51,19	108973	53188	-51,19
Hollanda	109968	220663	100,66	1067	532	-50,16	121830	60714	-50,16

**Tablo 35. (Devamı)**

İrlanda	75707	154888	104,59	1072	524	-51,12	86603	42330	-51,12
İspanya	103881	213182	105,22	1865	909	-51,27	106975	52128	-51,27
İsveç	111663	221537	98,40	1471	741	-49,60	114739	57833	-49,60
İsviçre	94098	184517	96,09	1284	655	-49,00	99247	50613	-49,00
İtalya	75248	155466	106,60	2186	1058	-51,60	78677	38081	-51,60
İzlanda	36109	76595	112,12	96	45	-52,86	38460	18131	-52,86
Japonya	13446	28136	109,25	145	69	-52,21	13631	6514	-52,21
Kanada	43176	91163	111,14	755	358	-52,64	44621	21133	-52,64
Güney Kore	6382	13098	105,24	54	26	-51,28	6904	3364	-51,28
Letonya	91175	165952	82,01	1655	909	-45,06	110599	60764	-45,06
Litvanya	130758	248649	90,16	2130	1120	-47,41	146851	77225	-47,41
Lüksemburg	122677	238410	94,34	1317	678	-48,54	126886	65291	-48,54
Meksika	24095	33527	39,15	2192	1575	-28,13	28953	20808	-28,13
Norveç	16241	33829	108,29	163	78	-51,99	36868	17700	-51,99
Polonya	71182	131084	84,15	2025	1100	-45,70	78909	42850	-45,70
Portekiz	102117	212323	107,92	1786	859	-51,90	106943	51434	-51,90
Slovakya	75884	104476	37,68	2368	1720	-27,37	84252	61195	-27,37
Slovenya	143292	262409	83,13	2262	1235	-45,39	155297	84802	-45,39
Şili	84499	184682	118,56	1950	892	-54,25	87142	39871	-54,25
Türkiye	85892	176690	105,71	813	395	-51,39	92471	44952	-51,39
Yeni Zelanda	912	912	0,00	6	6	0,00	1164	1164	0,00
Yunanistan	64852	126378	94,87	1517	778	-48,68	69966	35904	-48,68

Tablo 35'e göre etkinlik sıralaması bakımından son sırada yer alan Şili'nin yaklaşık %54 lük bir oranla vaka sayısını 87 binlerden 39 binlere düşürmesi gerekir. Yine teknik etkinlik skorunun altında kalan Türkiye vaka ve ölen sayısını %51 oranında düşürüp iyileşen sayısını %105 oranında arttırırsa etkinliği yakalayabilir. ABD'nin etkin olabilmesi için milyon kişi başı düşen vaka sayısı, 139 binlerden 72 binlere düşmelidir. Etkinlik sıralamasında Yeni Zelanda'dan sonra ikinci sırada yer alan Çekya'nın etkin olabilmesi için iyileştirme oranını %83 oranında arttırması gerekmektedir. Özellikle iyileşen sayıları için iyileştirme yüzdelere bakıldığında Yeni Zelanda Meksika ve Slovakya hariç ülkelerin teknik etkinlikten ne kadar uzakta olduğu görülmektedir.

Ülkeler, Tablo 35'de verilen hedef değerlere ulaşabilmek ve bundan sonra meydana gelebilecek herhangi bir salgın zamanında daha iyi bir mücadele sergileyebilmek adına uzun vadeli bir dizi yatırım programları uygulayabilirler. Örneğin;

- Mevcut sağlık çalışanı sayılarının arttırılması,
- Sağlık alışanlarının çalışma koşullarının iyileştirilmesi,
- Yoğun bakım ve hastane yatağı sayılarının arttırılması,
- Sağlık için merkezi bütçeden daha fazla pay ayrılması,
- Salgın hastalık zamanında karantina, sosyal mesafe, maske kullanımı gibi kurallarına uyulması konusunda halkın bilinçlendirilmesi
- Yurt içi yurt dışı seyahatler konusunda alınan tedbirlerin geliştirilmesi ve elden bırakılmaması.



## SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada salgın hastalıklar ile mücadelede ülkelerinin etkinliklerinin belirlenmesi için ÇBBEA modeli geliştirilmiştir. Geliştirilen modelin avantajı karmaşık karar verme problemleri için öznel ve nesnel yöntemlerin birleştirilerek sonuçların güvenilirliğini artırılmasıdır. Aynı zamanda mevcut literatürdeki çalışmalara göre içerdiği kriter çeşitliliği ve birlikte kullanılan yöntemler nedeni ile literatüre farklılık ve katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Analiz sonuçlarına göre ülkelerin ortalama etkinlik değeri %52,7 olmuştur. Slovakya, Estonya, Letonya, Polonya, Slovenya ve Çekya, bu değer üstünde skora sahip olan ülkelerdir. Tüm sonuçlar gözden geçirildiğinde salgın ile mücadelede tek bir kriterin etkili olduğunu söylemek zordur. Avustralya nüfus yoğunluğu en az olan ülkedir. Şili milyon kişi başına en fazla aşı sayısına sahip olan ülkedir. ABD, Almanya, Avusturya, Birleşik Krallık gibi ülkeler sağlık harcamaları yönünden zengin olan ülkeler arasındadır. Fakat bahsi geçen tüm ülkelerin etkinlik skoru ortalamanın altında değer göstermektedir.

Bulaş hızını dolayısı ile vaka sayısını kontrol altında tutabilmek salgın ile etkili mücadelede önemli derecede rol oynamaktadır. Sonuçlar, çalışmanın uygulandığı tarih ve kullanılan yöntemlerin farklılığı nedeni ile ilgili diğer çalışmalardan farklılık gösterebilir. Bütün OECD ülkelerine ve bütün kriterlere ait verilerin aynı tarih itibari ile elde edilebilmesi ve güncel verileri içermesi mümkün olmamaktadır. Bu durum çalışmanın kısıtı olarak değerlendirilebilir.

Gelecek çalışmalarda farklı girdi ve çıktı kriterleri kullanılabilir. Girdi kriterleri ile çıktı kriterleri arasında değişim yapılarak birden fazla analiz gerçekleştirilebilir. Örneğin, test sayısı ve aşı sayısı girdi yerine çıktı kriterleri olarak değerlendirilebilir. Farklı ÇKKV yöntemleri kullanılabilir. Farklı zaman dilimleri için etkinlik analizi yapıp salgın ile mücadele seyri karşılaştırılabilir.

## KAYNAKLAR

- Agarwal, S., Kant, R., & Shankar, R. (2020). Evaluating solutions to overcome humanitarian supply chain management barriers: a hybrid fuzzy SWARA–Fuzzy WASPAS approach. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 51, 101838.
- Akbulut, O. Y. (2019). CRITIC ve EDAS yöntemleri ile İş Bankası'nın 2009-2018 yılları arasındaki performansının analizi. *Ekonomi Politika ve Finans Araştırmaları Dergisi*, 4(2), 249-263
- Akçakaya, E. D. U., & Ömürbek, N. (2021). OECD Ülkelerinin Demokrasi Kalitesi Göstergeleri Açısından Kümeleneşmesi. *OPUS Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi*, 18(Yönetim ve Organizasyon Özel Sayısı), 1365-1393.
- Akıllı, K. (2018). Çok kriterli karar verme teknikleri ile bursiyer seçimi üzerine bir uygulama.
- Altın, F. (2014). *İşletmelerin finansal kriz öncesi ve sonrası performanslarının bulanık veri zarflama analizi ile değerlendirilmesi* (Doctoral dissertation, Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü).
- Arslan, F. (2019). *Hastanelerin etkinliklerinin dengeli performans karnesi tabanlı bulanık veri zarflama analizi ile değerlendirilmesi* (Master's thesis, Sakarya Üniversitesi).
- Arslan, H. M., Köse, A., Durak, İ. (2018). Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ile Eğitim Kurumları Karar Problemlerinin Çözümü. *Ejovoc (Electronic Journal of Vocational Colleges)*, 8(2), 27-34.
- Arsu, T. (2021). Ülkelerin COVID-19 Pandemisine karşı mücadelesinin çok kriterli karar verme yöntemleri ile değerlendirilmesi. *Bitlis Eren Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Akademik İzdüşüm Dergisi*, 6(1), 128-140.
- Bağrıaçık, E. A. (2021). COVID-19 ile Mücadelede OECD ve AB Üye Ülkeleri Karşısında Türkiye'nin Etkinliğinin Değerlendirilmesi. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, (60), 215-233.
- Bairagi, B., Dey, B., Sarkar, B., & Sanyal, S. K. (2015). A De Novo multi-approaches multi-criteria decision making technique with an application in performance evaluation of material handling device. *Computers & Industrial Engineering*, 87, 267-282.
- Bansal, A., Singh, R. K., Issar, S., & Varkey, J. (2014). Evaluation of vendors ranking by EATWOS approach. *Journal of Advances in Management Research*.
- Baş Kaman, F., Yücel, A. (2021). COVID-19'dan En Çok Etkilenen 9 OECD Ülkesinin Sağlık Çalışanlarının Etkinliğinin İncelenmesi Üzerine Bir Çalışma. *Uygulamalı Sosyal Bilimler ve Güzel Sanatlar Dergisi*, 3(5).
- Bayram, G., & Yurtsever, Ö. (2021). Efficiency Evaluation Of European Countries in Terms of COVID-19. *International Journal of Advances in Engineering and Pür'e Sciences*, 33(3), 366-375.
- Boyacı, A. Ç. (2021). Which OECD Countries Are Advantageous in Fight Against COVID-19? *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilimleri Dergisi*, 37(1), 137-148.
- Breitenbach, M. C., Ngobeni, V., & Aye, G. C. (2021). Efficiency Of Healthcare Systems In The First Wave Of Covid-19-A Technical Efficiency Analysis. *Economic Studies*, 30(6).
- Candan, G. (2020). Efficiency and performance analysis of economics research using hesitant fuzzy AHP and OCRA methods. *Scientometrics*, 124(3), 2645-2659.



- Chang, D. Y. (1996). Kapsam analizi yönteminin bulanık AHP üzerine uygulamaları. *Avrupa yöneylem araştırması dergisi*, 95(3), 649-655.
- Conçstantino, N., Dotoli, M., Epicoco, N., Falagario, M., & Sciancalepore, F. (2013). Using cross efficiency fuzzy data envelopment analysis for healthcare facilities performance evaluation under uncertainty. *International Conference on Systems, Man, and Cybernetics, Manchester*, 912-917.
- Çağlar, A. (2003). Veri zarflama analizi ile belediyelerin etkinlik ölçümü.
- Çakır, S. (2015). Bütünleşik bulanık Shannon Entropi-bulanık Veri Zarflama Analizi yöntemiyle teknoloji firmalarında etkinlik ölçümü.
- Çanakçıoğlu, M., & Küçükönder, H. (2020). Borsa İstanbul'daki Çimento İşletmelerinin Etkinlik ve Performanslarının Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ile Analizi. *Muhasebe ve Denetime Bakış*, 20(61), 165-192.
- Çerçi, M. Sürdürülebilir tedarikçi seçimi: bulanık SWARA ve bulanık MOORA uygulamaları. Yüksek lisans tezi, Kocaeli üniversitesi, 2020
- Çidem, Ş. (2019). *Etkinlik ölçümünde bulanık veri zarflama analizi: İç Anadolu bölgesinde bulunan ağız ve diş sağlığı merkezlerinde bir uygulama* (Master's thesis, Aksaray Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü).
- Darji, V. P., & Rao, R. V. (2014). Intelligent multi criteria decision making methods for material selection in sugar industry. *Procedia Materials Science*, 5, 2585-2594.
- Delice, E. K., & Can, G. F. (2020). A new approach for ergonomic risk assessment integrating KEMIRA, best-worst and MCDM methods. *Soft Computing*, 24(19), 15093-15110.
- Demircioğlu, M., & Coşkun, İ. T. (2018). CRITIC-MOOSRA yöntemi ve UPS seçimi üzerine bir uygulama. *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 27(1), 183-195.
- Diaby, V., Campbell, K., & Goeree, R. (2013). Multi-criteria decision analysis (MCDA) in health care: a bibliometric analysis. *Operations Research for Health Care*, 2(1-2), 20-24.
- Diakoulaki, D., Mavrotas, G., & Papayannakis, L. (1995). Determining objective weights in multiple criteria problems: The CRITIC method. *Computers & Operations Research*, 22(7), 763-770.
- Doğan, H. (2020). Türkiye ve AB Ülkelerinin AR-GE Verimliliklerinin Entropi-EATWOS Yöntemleri ile Karşılaştırılması. *Karadeniz Sosyal Bilimler Dergisi*, 12(23), 515-533.
- Doğu, E., Cedolin, M., & Albayrak, Y. E. (2012). Hospital Performance Evaluation, A Fuzzy Data Envelopment Analysis Approach.
- Dorfeshan, Y., Mousavi, S. M., Mohagheghi, V., & Vahdani, B. (2018). Selecting project-critical path by a new interval type-2 fuzzy decision methodology based on MULTIMOORA, MOOSRA and TPOP methods. *Computers & Industrial Engineering*, 120, 160-178.
- Ergülen, A., Bolayır, B., Zeynep, Ü. N. A. L., & Harmankaya, İ. (2020). Covid-19 sürecinde Türkiye'nin etkinliğinin veri zarflama analizi ile değerlendirilmesi. *Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Elektronik Dergisi*, 11(Ek), 275-286.
- Ertuğrul, İ., & Özçil, A. (2014). Çok kriterli karar vermede TOPSIS ve VIKOR yöntemleriyle klima seçimi. *Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 4(1), 267-282.
- Farrell, M. J. (1957). The measurement of productive efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society: Series A (General)*, 120(3), 253-281.

- Ghorabae, M. K., Amiri, M., Zavadskas, E. K. and Antuchevičienė, J. (2017). Assessment of third-party logistics providers using A CRITIC–WASPAS approach with interval Type-2 Fuzzy Sets. *Transport*, 32(1), 66–78.
- Ghorui, N., Ghosh, A., Mondal, S. P., Bajuri, M. Y., Ahmadian, A., Salahshour, S., & Ferrara, M. (2021). Identification of dominant risk factor involved in spread of COVID-19 using hesitant fuzzy MCDM methodology. *Results in physics*, 21, 103811.
- Gómez-Gallego, J. C., Gómez-Gallego, M., García-García, J. F., & Faura-Martinez, U. (2021, October). Evaluation of the Efficiency of European Health Systems Using Fuzzy Data Envelopment Analysis. In *Healthcare* (Vol. 9, No. 10, p. 1270). Multidisciplinary Digital Publishing Institute.
- Gök, M., & Yiğit, A. M. (2017). TOPSIS ve GİA Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ile Lastik Seçimi. *ODÜ Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi (ODÜSOBİAD)*, 7(3), 423-431.
- Göktolga, Z., & Artut, A. (2014). İktisadi ve İdari Bilimler Fakülteleri'nin Bulanık Veri Zarflama Analizi ile Verimlilik Ölçümü. *Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 15(1), 55-75.
- Görçün, Ö. F. (2019). Entegre Entropi ve EATWOS yöntemleri kullanılarak Karadeniz konteyner limanlarının verimlilik analizi. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 14(3), 811-830.
- Gupta, S., Vijayvargy, L., & Gupta, K. (2021). Assessment of stress level in urban area's during COVID-19 outbreak using critic and topsis: A case of Indian cities. *Journal of Statistics and Management Systems*, 24(2), 411-433.
- Gündüz, O. (2011). Süt sığırcılığında teknik etkinlik: stokastik etkinlik sınırı yaklaşımı. *Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 15(1), 11-20.
- Gündüz, O. (2015). Bulanık Veri Zarflama ile Kuru Kayısı Yetiştiren İşletmelerin Etkinlik. *Journal of Agricultural Sciences*, 21(4), 525-537.
- Güneş, T. (2006). Bulanık veri zarflama analizi. *Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Ankara*.
- Güran, M., & Cingi, S. (2002). Efficiency of Economic Interventions of Government. *Akdeniz İİBF Dergisi*, 2(3), 56-90.
- Hashemkhani Zolfani, S., Yazdani, M., Ebadi Torkayesh, A., & Derakhti, A. (2020). Application of a gray-based decision support framework for location selection of a temporary hospital during COVID-19 pandemic. *Symmetry*, 12(6), 886.
- Hatefi, S. M., & Haeri, A. (2019). Evaluating hospital performance using an integrated balanced scorecard and fuzzy data envelopment analysis. *Journal of Health Management & Information Science*, 6(2), 66-76.
- Hezam, I. M., Nayeem, M. K., Foul, A., & Alrasheedi, A. F. (2021). COVID-19 Vaccine: A neutrosophic MCDM approach for determining the priority groups. *Results in physics*, 20, 103654.
- Kao, C., & Liu, S. T. (2000). Fuzzy efficiency measures in data envelopment analysis. *Fuzzy sets and systems*, 113(3), 427-437
- Karadayı, M. A., Yılmaz, B. Ö., Erol, B. E., & Tozan, H. (2020). Sağlık teknolojisi değerlendirmede çok kriterli karar verme yaklaşımları üzerine bir derleme çalışması. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 8(1), 264-289.

- Karakaşoğlu, N. (2008). *Bulanık çok kriterli karar verme yöntemleri ve uygulama* (Master's thesis).
- Karaköy, Ç., & Ölmez, U. (2019). Balkan ülkelerinde lojistik performans endeksi değerlendirilmesi. *Uluslararası Sosyal, Beşerî ve İdari Bilimlerde Yenilikçi Yaklaşımlar Sempozyumu*, 178-180.
- Kavuncubaşı, Ş., & Yıldırım, S. (2012). Hastane ve Sağlık Kurumları Yönetimi, Siyasal Yayınevi, 3. Baskı, Ankara.
- Kazan, H., & Ozdemir, O. (2014). Financial performance assessment of large scale conglomerates via TOPSIS and CRITIC methods. *International Journal of Management and Sustainability*, 3(4), 203-224.
- Keskin, Z.B., Delice, E.K. (2022a). “Nesnel, Öznel ve Bütünleşik Kriter Ağırlıklandırma Yöntemlerinin Karşılaştırılması: COVID-19 Uygulaması”. 2. Uluslararası Mühendislik ve Doğa Bilimleri Konferansı: 10-13 Mart 2022 – Konya: Bildiriler (s.461).
- Keskin, Z.B., Delice, E.K. (2022b). Nesnel, Öznel ve Bütünleşik Kriter Ağırlıklandırma Yöntemlerinin Karşılaştırılması: COVID-19 Uygulaması. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (34), 579-584
- Keršulienė, V., Zavadskas, E. K., & Turskis, Z. (2010). Selection of rational dispute resolution method by applying new step-wise weight assessment ratio analysis (SWARA). *Journal of business economics and management*, 11(2), 243-258.
- Kundakçı, N. (2019). Tedarikçi Değerlendirmesi İçin EATWOS ve OCRA Yöntemlerine Dayalı Karşılaştırmalı Bir Analiz. *Alfanümerik Dergi*, 7(1), 103-112.
- Kurt, Ü. (2003). *Karar verme sürecinde yöneticileri kişilik yapılarının etkileri* (Master's thesis, Sosyal Bilimler Enstitüsü).
- Kuruüzüm, A. (1998). Karar Destek Sistemlerinde Çok Amaçlı Yöntemler. Antalya: Akdeniz Üniversitesi Basımevi.
- Küçükönder, Ü. H., & Şişmanoğlu, Ü. E. (2020). Bıst Tekstil, Deri Endeksindeki İşletmelerin Finansal Performansları İçin Çkv Yöntemlerine Dayalı Alternatif Bir Değerlendirme Çerçevesi. *Mali Cozum Dergisi/Financial Analysis*, 30(159).
- Lertworasirikul, S., Fang, S. C., Joines, J. A., & Nuttle, H. L. (2003). Fuzzy data envelopment analysis (DEA): a possibility approach. *Fuzzy sets and Systems*, 139(2), 379-394.
- Madic, M., Antucheviciene, J., Radovanovic, M., & Petkovic, D. (2016). Determination of manufacturing process conditions by using MCDM methods: Application in laser cutting. *Engineering Economics*, 27(2), 144-150.
- Maity, S., Ghosh, N., & Barlasakar, U. R. (2020). Interstate disparities in the performances in combatting COVID-19 in India: efficiency estimates across states. *BMC public health*, 20(1), 1-12.
- Maqbool, A., & Khan, N. Z. (2020). Analyzing barriers for implementation of public health and social measures to prevent the transmission of COVID-19 disease using DEMATEL method. *Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews*, 14(5), 887-892.
- Mardani, A., Saraji, M. K., Mishra, A. R., & Rani, P. (2020). A novel extended approach under hesitant fuzzy sets to design a framework for assessing the key challenges of digital health interventions adoption during the COVID-19 outbreak. *Applied Soft Computing*, 96, 106613.

- Mariano, E., Torres, B., Almeida, M., Ferraz, D., Rebelatto, D., & de Mello, J. C. S. (2021). Brazilian states in the context of COVID-19 pandemic: an index proposition using Network Data Envelopment Analysis. *IEEE Latin America Transactions*, 19(6), 917-924.
- Mavi, R. K., Goh, M., & Zarbakhshnia, N. (2017). Sustainable third-party reverse logistic provider selection with fuzzy SWARA and fuzzy MOORA in plastic industry. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 91(5), 2401-2418.
- Hamzah, N., Yu, M. M., & See, K. F. (2021). Assessing the efficiency of Malaysia health system in COVID-19 prevention and treatment response. *Health Care Management Science*, 24(2), 273-285.
- OECD, "OECD Data", (Erişim: 25 Ekim 2021). <https://data.oecd.org/>.
- Our World in Data. "Coronavirus Pandemic (COVID-19)". Erişim: 25 Ekim 2021. <https://ourworldindata.org/coronavirus>.
- Ömürbek, N., Yıldırım, H., Parlar, G., & Karaatlı, M. (2021). CRITIC Yöntemi ve Oyun Teorisi Bütünleşik Yaklaşımı ile Hastane Performanslarının Değerlendirilmesi. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 8(1), 539-560.
- Özbek, A. (2015). 2012-2014 yılları arasında Türk Kızılay'ının verimlilik analizi. *Uluslararası Ekonomi ve Finans Dergisi*, 7(9), 322-334
- Özbek, A. (2017). Çok Ölçütlü Karar Verme Yöntemleriyle Hayırsever Kuruluşlarında Verimlilik Analizi. *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 18(2), 99-114.
- Özdağoğlu, A. (2018). BIST Sınai İşletmelerinin Gri Entropi-EATWIOS Bütünleşik Yaklaşımı İle Performans Değerlendirmesi. *Dokuz Eylül Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi*, 19(2), 271-299.
- Özkan, M. (2018). Bulanık Çıkarım Sistemi ile Bireysel Personel Performansının Değerlendirilmesinde Bir Uygulama. *Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 19(2), 372-388.
- Öztürk, A. (2004). Yöneylem Araştırması. *Genişletilmiş Dokuzuncu Baskı, Bursa: Ekin Kitabevi Yayınları*, s.25-26
- Parkan, C. (1991). Operasyonel performans derecelendirmelerinin hesaplanması. *Uluslararası Üretim Ekonomisi Dergisi*, 24(1-2), 165-173.
- Parlar, G., & Palanci, O. (2020). Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ile Dünya Üniversitelerinin Performanslarının Değerlendirilmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Vizyoner Dergisi*, 11(26), 203-227.
- Pecchia, L., Bath, P. A., Pendleton, N., & Bracale, M. (2011). Analytic hierarchy process (AHP) far examining healthcare professionals' assessments of risk factors. *Methods of information in medicine*, 50(05), 435-444.
- Peters, M. L., & Zelewski, S. (2006, April). Efficiency Analysis Under Consideration Of Satisficing Levels For Output Quantities. In *Proceedings of the 17th Annual Conference of the Production and Operations Management Society (POMS)* (Vol. 28, No. 1.05).
- Peykani, P., Mohammadi, E., Emrouznejad, A., Pishvae, M. S., & Rostamy-Malkhalifeh, M. (2019). Fuzzy data envelopment analysis: an adjustable approach. *Expert Systems with Applications*, 136, 439-452.
- Piriştine, B. (2019). *Bulanık SWARA yöntemi ile işletmelerin kurumsallık düzeyinin belirlenmesi* (Master's thesis, Sakarya Üniversitesi).

- Sayan, M., Sarigul Yildirim, F., Sanlidag, T., Uzun, B., Uzun Ozsahin, D., & Ozsahin, I. (2020). Capacity evaluation of diagnostic tests for COVID-19 using multicriteria decision-making techniques. *Computational and Mathematical Methods in Medicine*, 2020.
- Sel, A. (2021). Measuring the Efficiency of Health System Developments in the Covid 19 Pandemic: A Study on the G-20. *Kırklareli Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*.
- Selamzade, F., & Özdemir, Y. (2020). COVID-19'a Karşı OECD Ülkelerinin Etkinliğinin VZA ile Değerlendirilmesi. *Electronic Turkish Studies*, 15(4).
- Shirouyehzad, H., Jouzdani, J., & Khodadadi Karimvand, M. (2020). Fight against COVID-19: a global efficiency evaluation based on contagion control and medical treatment. *Journal of Applied Research on Industrial Engineering*, 7(2), 109-120.
- Şahin, D. (2017). Sağlık göstergeleri bakımından Türkiye'nin Avrupa Birliği ülkeleri arasındaki yeri: istatistiksel bir analiz. *Çankırı Karatekin Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 8(2), 55-77.
- Şenol, Z., & Ulutaş, A. (2018). Muhasebe temelli performans ölçümleri ile piyasa temelli performans ölçümlerinin CRITIC ve ARAS yöntemleriyle değerlendirilmesi. *Finans Politik ve Ekonomik Yorumlar*, (641), 983-1002.
- Taherinezhad, A., & Alinezhad, A. (2022). Nations performance evaluation during SARS-CoV-2 outbreak handling via data envelopment analysis and machine learning methods. *International Journal of Systems Science: Operations & Logistics*, 1-18.
- Temür, Y., & Bakırcı, F. (2008). Türkiye'de sağlık kurumlarının performans analizi: bir VZA uygulaması.
- The World Bank. "World Bank Open Data". Erişim: 25 Ekim 2021. <https://data.worldbank.org/>.
- Thokala, P., Devlin, N., Marsh, K., Baltussen, R., Boysen, M., Kalo, Z., ... & Ijzerman, M. (2016). Multiple criteria decision analysis for health care decision making—an introduction: report 1 of the ISPOR MCDA Emerging Good Practices Task Force. *Value in health*, 19(1), 1-13.
- Türkbeş, O. (2003). Makina sıralama problemlerinde çok amaçlı bulanık küme yaklaşımı. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 18(2), 63-77.
- Wang, Y. M., & Parkan, C. (2005). A minimax disparity approach for obtaining OWA operator weights. *Information Sciences*, 175(1-2), 20-29.
- WHO. "WHO Coronavirus (COVID-19) Dashboard". Erişim: 25 Ekim 2021. <https://covid19.who.int/>
- Wikipedia. "Salgınlar Listesi- Wikipedi". Erişim: 25 Ekim 2021. [https://tr.wikipedia.org/wiki/Salgınlar\\_listesi](https://tr.wikipedia.org/wiki/Salgınlar_listesi).
- Worldometers. "COVID Live- Coronavirus Statistics". Erişim: 25 Ekim 2021. <https://www.worldometers.info/coronavirus/>.
- Wu, H. W., Zhen, J., & Zhang, J. (2020). Urban rail transit operation safety evaluation based on an improved CRITIC method and cloud model. *Journal of Rail Transport Planning & Management*, 16, 100206.
- Yeşilaydin, G., & Alptekin, N. (2016). Bulanık Veri Zarflama Analizi ile OECD Ülkelerinin Sağlık Alanındaki Etkinliklerinin Değerlendirilmesi. *Sosyoekonomi*, 24(30), 207-225.

- Yiğit, A. (2020). The Performance of OECD Countries in Combating with COVID- 19 Pandemics: A Cross-Sectional Study. *Journal of Current Researches on Social Sciences*, 10(10), 2.
- Yoluk, M. (2010). *Hastane performansının veri zarflama analiz yöntemi (vza) ile değerlendirilmesi* (Master's thesis, Sosyal Bilimler Enstitüsü).
- Yorulmaz, M., & Can, G. F. (2022). Task and user-based Entropy-Rank Sum-TPOP integration proposal for usability evaluation of web applications. *Journal of King Saud University-Computer and Information Sciences*.
- Yükçü, S., & Atağan, G. (2009). Etkinlik, Etkililik ve Verimlilik Kavramlarının Yarattığı Karışıklık. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 23(4), 1-13.
- Zadeh, L. A. (1990). The birth and evolution of fuzzy logic. *International Journal of General System*, 17(2-3), 95-105.
- Zaher, H., Khalifa, H. A., & Mohamed, S. (2018). On rough interval multi criteria decision making. *Int. J. Sci. Technol. Res*, 7(3), 44-54.



## EKLER

### EK-1. Bulanık Swara Anket Uygulaması Formu

COVID-19 ile mücadelede etkili olabilecek girdi ve çıktı kriterlerinin Bulanık SWARA yöntemi ile uzman görüşleri doğrultusunda değerlendirilmesi için bir anket çalışması gerçekleştirilmiştir. Alanında uzman 5 adet karar vericinin görüşlerinden faydalanılmıştır.

**Soru 1:** Girdi kriterlerini önem düzeyine göre sıralayınız.

(En önemli =1, en az önemli = 11 olacak şekilde)

Girdi Kriterlerinin Sıralanması

Girdi Kriterleri	Sıralama
Doktor Sayısı	
Hemşire Sayısı	
Sağlık Harcamalarının GSYİH (Gayri Safi Yurt İçi Hasıla) İçindeki Oranı	
Yoğun Bakım Yatak Sayısı	
Hastane Yatağı Sayısı	
65 Yaş Üstü Kişi Sayısının Toplam Nüfus İçindeki Oranı	
Kırsal Nüfus Oranı	
Şeker Hastalığı Yaygınlık Oranı	
Nüfus Yoğunluğu	
Aşı Sayısı	
Test Sayısı	

**Soru 2:** Girdi kriterlerini sıraladıktan sonra aşağıda verilen dilsel kriterler tablosundan faydalanarak, girdi kriterleri arasında bir kıyaslama yaparak önem düzeylerini belirtiniz ve buna karşılık gelen bulanık sayı değerini yazınız.

Girdi Kriterleri Değerlendirme Tablosu

Girdi Kriterleri Sıralama	Önem Düzeyi	Bulanık Sayı (l, m, u)

**Soru 3:** Çıktı kriterlerini önem düzeyine göre sıralayınız.

(En önemli =1 , en az önemli = 3 olacak şekilde)

Çıktı Kriterlerinin Sıralanması

Çıktı Kriterleri	Sıralama
İyileşen Sayısı	
Ölen Sayısı	
Vaka Sayısı	

**Soru 4:** Tablo 40 da çıktı kriterlerini Tablo 39 da yaptığınız sıralama ile yerleştirdikten sonra çıktı kriterleri arasında bir kıyaslama yaparak önem düzeylerini belirtiniz ve buna karşılık gelen bulanık sayı değerini yazınız.

Çıktı Kriterleri Değerlendirme Tablosu

Çıktı Kriterleri Sıralama	Önem Düzeyi	Bulanık Sayı (l,m,u)



## EK-2. ABD $\alpha=0$ için Alt Etkinlik Değeri Kao-Liu Modeli

$$\text{MAX} = u_1*(1.00880+\text{alfa}) + u_2*(0.99251+\text{alfa}) + u_3*(0.99619+\text{alfa});$$

$$v_1*(1.00184-\text{alfa})+v_2*(1.00240-\text{alfa})+v_3*(1.00501-\text{alfa})+v_4*(1.01131-\text{alfa})+v_5*(1.00197-\text{alfa})+v_6*(1.00245-\text{alfa})+v_7*(1.00153-\text{alfa})+v_8*(1.00312-\text{alfa})+v_9*(1.00064-\text{alfa})+v_{10}*(1.00359-\text{alfa})+v_{11}*(1.00133-\text{alfa})=1;$$

$$(u_1*(1.00880+\text{alfa})+u_2*(0.99251+\text{alfa})+u_3*(0.99619+\text{alfa}))-$$

$$(v_1*(1.00184-\text{alfa})+v_2*(1.00240-\text{alfa})+v_3*(1.00501-\text{alfa})+v_4*(1.01131-\text{alfa})+v_5*(1.00197-\text{alfa})+v_6*(1.00245-\text{alfa})+v_7*(1.00153-\text{alfa})+v_8*(1.00312-\text{alfa})+v_9*(1.00064-\text{alfa})+v_{10}*(1.00359-\text{alfa})+v_{11}*(1.00133-\text{alfa}))\leq 0;$$

$$(u_1*(1.00496-\text{alfa})+u_2*(1.00974-\text{alfa})+u_3*(1.00935-\text{alfa}))-$$

$$(v_1*(1.00222+\text{alfa})+v_2*(1.00255+\text{alfa})+v_3*(1.00351+\text{alfa})+v_4*(1.03252+\text{alfa})+v_5*(1.00448+\text{alfa})+v_6*(1.00304+\text{alfa})+v_7*(1.00164+\text{alfa})+v_8*(1.00279+\text{alfa})+v_9*(1.00231+\text{alfa})+v_{10}*(1.00349+\text{alfa})+v_{11}*(1.00020+\text{alfa}))\leq 0;$$

$$(u_1*(1.00106-\text{alfa})+u_2*(1.03498-\text{alfa})+u_3*(1.03960-\text{alfa}))-$$

$$(v_1*(1.00186+\text{alfa})+v_2*(1.00222+\text{alfa})+v_3*(1.00261+\text{alfa})+v_4*(1.00532+\text{alfa})+v_5*(1.00204+\text{alfa})+v_6*(1.00219+\text{alfa})+v_7*(1.00094+\text{alfa})+v_8*(1.00145+\text{alfa})+v_9*(0.99978+\text{alfa})+v_{10}*(1.00354+\text{alfa})+v_{11}*(1.00060+\text{alfa}))\leq 0;$$

$$(u_1*(1.00788-\text{alfa})+u_2*(1.00961-\text{alfa})+u_3*(1.00776-\text{alfa}))-$$

$$(v_1*(1.00273+\text{alfa})+v_2*(1.00186+\text{alfa})+v_3*(1.00322+\text{alfa})+v_4*(1.01915+\text{alfa})+v_5*(1.00405+\text{alfa})+v_6*(1.00265+\text{alfa})+v_7*(1.00312+\text{alfa})+v_8*(1.00173+\text{alfa})+v_9*(1.00090+\text{alfa})+v_{10}*(1.00332+\text{alfa})+v_{11}*(1.00523+\text{alfa}))\leq 0;$$

$$(u_1*(1.00960-\text{alfa})+u_2*(1.00901-\text{alfa})+u_3*(1.00723-\text{alfa}))-$$

$$(v_1*(1.00147+\text{alfa})+v_2*(1.00200+\text{alfa})+v_3*(1.00299+\text{alfa})+v_4*(1.01028+\text{alfa})+v_5*(1.00306+\text{alfa})+v_6*(1.00266+\text{alfa})+v_7*(1.00000+\text{alfa})+v_8*(1.00117+\text{alfa})+v_9*(1.00382+\text{alfa})+v_{10}*(1.00382+\text{alfa})+v_{11}*(1.00070+\text{alfa}))\leq 0;$$

$$(u_1*(1.00975-\text{alfa})+u_2*(1.00907-\text{alfa})+u_3*(1.00700-\text{alfa}))-$$

$$(v_1*(1.01284+\text{alfa})+v_2*(1.00149+\text{alfa})+v_3*(1.00360+\text{alfa})+v_4*(1.00283+\text{alfa})+v_5*(1.00119+\text{alfa})+v_6*(1.00258+\text{alfa})+v_7*(1.00112+\text{alfa})+v_8*(1.00098+\text{alfa})+v_9*(1.00271+\text{alfa})+v_{10}*(1.00368+\text{alfa})+v_{11}*(1.00222+\text{alfa}))\leq 0;$$

$$(u_1*(1.01409-\text{alfa})+u_2*(1.00884-\text{alfa})+u_3*(1.00667-\text{alfa}))-$$

$$(v_1*(1.00199+\text{alfa})+v_2*(1.00152+\text{alfa})+v_3*(1.00215+\text{alfa})+v_4*(0.99951+\text{alfa})+v_5*(1.00368+\text{alfa})+v_6*(1.00274+\text{alfa})+v_7*(1.00191+\text{alfa})+v_8*(1.00184+\text{alfa})+v_9*(1.00124+\text{alfa})+v_{10}*(1.00291+\text{alfa})+v_{11}*(1.00169+\text{alfa}))\leq 0;$$

$$\begin{aligned}
& (u_1*(1.00602-\text{alfa})+u_2*(1.01192-\text{alfa})+u_3*(1.00864-\text{alfa})- \\
& (v_1*(1.00206+\text{alfa})+v_2*(1.00181+\text{alfa})+v_3*(1.00279+\text{alfa})+v_4*(1.00419+\text{alfa})+ \\
& v_5*(1.00128+\text{alfa})+v_6*(1.00275+\text{alfa})+v_7*(1.00079+\text{alfa})+v_8*(1.00220+\text{alfa})+ \\
& v_9*(1.00131+\text{alfa})+v_{10}*(1.00402+\text{alfa})+v_{11}*(1.00739+\text{alfa}))\leq 0; \\
& (u_1*(1.01115-\text{alfa})+u_2*(1.00978-\text{alfa})+u_3*(1.00689-\text{alfa})- \\
& (v_1*(1.00165+\text{alfa})+v_2*(1.00107+\text{alfa})+v_3*(1.00224+\text{alfa})+v_4*(1.00929+\text{alfa})+ \\
& v_5*(1.00245+\text{alfa})+v_6*(1.00278+\text{alfa})+v_7*(1.00229+\text{alfa})+v_8*(1.00106+\text{alfa})+ \\
& v_9*(1.00008+\text{alfa})+v_{10}*(1.00277+\text{alfa})+v_{11}*(1.00057+\text{alfa}))\leq 0; \\
& (u_1*(1.00134-\text{alfa})+u_2*(1.01651-\text{alfa})+u_3*(1.01300-\text{alfa})- \\
& (v_1*(1.00150+\text{alfa})+v_2*(1.00261+\text{alfa})+v_3*(1.00255+\text{alfa})+v_4*(1.00249+\text{alfa})+ \\
& v_5*(1.00174+\text{alfa})+v_6*(1.00307+\text{alfa})+v_7*(1.00100+\text{alfa})+v_8*(1.00145+\text{alfa})+ \\
& v_9*(0.99994+\text{alfa})+v_{10}*(1.00382+\text{alfa})+v_{11}*(1.00044+\text{alfa}))\leq 0; \\
& (u_1*(1.00948-\text{alfa})+u_2*(1.00919-\text{alfa})+u_3*(1.00731-\text{alfa})- \\
& (v_1*(1.00148+\text{alfa})+v_2*(1.00200+\text{alfa})+v_3*(1.00311+\text{alfa})+v_4*(1.01216+\text{alfa})+ \\
& v_5*(1.00324+\text{alfa})+v_6*(1.00281+\text{alfa})+v_7*(1.00136+\text{alfa})+v_8*(1.00123+\text{alfa})+ \\
& v_9*(1.00107+\text{alfa})+v_{10}*(1.00382+\text{alfa})+v_{11}*(1.00095+\text{alfa}))\leq 0; \\
& (u_1*(1.01015-\text{alfa})+u_2*(1.00984-\text{alfa})+u_3*(1.00710-\text{alfa})- \\
& (v_1*(1.00179+\text{alfa})+v_2*(1.00192+\text{alfa})+v_3*(1.00314+\text{alfa})+v_4*(1.00341+\text{alfa})+ \\
& v_5*(1.00158+\text{alfa})+v_6*(1.00269+\text{alfa})+v_7*(1.00046+\text{alfa})+v_8*(1.00140+\text{alfa})+ \\
& v_9*(1.00528+\text{alfa})+v_{10}*(1.00368+\text{alfa})+v_{11}*(1.00029+\text{alfa}))\leq 0; \\
& (u_1*(1.00718-\text{alfa})+u_2*(1.00983-\text{alfa})+u_3*(1.00782-\text{alfa})- \\
& (v_1*(1.00165+\text{alfa})+v_2*(1.00235+\text{alfa})+v_3*(1.00197+\text{alfa})+v_4*(1.00220+\text{alfa})+ \\
& v_5*(1.00146+\text{alfa})+v_6*(1.00193+\text{alfa})+v_7*(1.00273+\text{alfa})+v_8*(1.00078+\text{alfa})+ \\
& v_9*(1.00051+\text{alfa})+v_{10}*(1.00388+\text{alfa})+v_{11}*(1.00057+\text{alfa}))\leq 0; \\
& (u_1*(1.00962-\text{alfa})+u_2*(1.00916-\text{alfa})+u_3*(1.00735-\text{alfa})- \\
& (v_1*(1.00218+\text{alfa})+v_2*(1.00100+\text{alfa})+v_3*(1.00253+\text{alfa})+v_4*(1.00568+\text{alfa})+ \\
& v_5*(1.00150+\text{alfa})+v_6*(1.00273+\text{alfa})+v_7*(1.00137+\text{alfa})+v_8*(1.00181+\text{alfa})+ \\
& v_9*(1.00076+\text{alfa})+v_{10}*(1.00404+\text{alfa})+v_{11}*(1.00048+\text{alfa}))\leq 0; \\
& (u_1*(1.01030-\text{alfa})+u_2*(1.00940-\text{alfa})+u_3*(1.00721-\text{alfa})- \\
& (v_1*(1.00214+\text{alfa})+v_2*(1.00196+\text{alfa})+v_3*(1.00319+\text{alfa})+v_4*(1.00237+\text{alfa})+ \\
& v_5*(1.00098+\text{alfa})+v_6*(1.00281+\text{alfa})+v_7*(1.00080+\text{alfa})+v_8*(1.00123+\text{alfa})+ \\
& v_9*(1.00002+\text{alfa})+v_{10}*(1.00374+\text{alfa})+v_{11}*(1.00042+\text{alfa}))\leq 0; \\
& (u_1*(1.00877-\text{alfa})+u_2*(1.00957-\text{alfa})+u_3*(1.00751-\text{alfa})- \\
& (v_1*(1.00219+\text{alfa})+v_2*(1.00332+\text{alfa})+v_3*(1.00317+\text{alfa})+v_4*(1.00557+\text{alfa})+ \\
& v_5*(1.00249+\text{alfa})+v_6*(1.00259+\text{alfa})+v_7*(1.00191+\text{alfa})+v_8*(1.00148+\text{alfa})+
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&v_9*(1.00208+alfa)+v_{10}*(1.00329+alfa)+v_{11}*(1.00043+alfa))\leq 0; \\
&(u_1*(1.00714-alfa)+u_2*(1.00902-alfa)+u_3*(1.00807-alfa))- \\
&(v_1*(1.00195+alfa)+v_2*(1.00104+alfa)+v_3*(1.00270+alfa)+v_4*(1.00475+alfa)+ \\
&v_5*(1.00163+alfa)+v_6*(1.00322+alfa)+v_7*(1.00215+alfa)+v_8*(1.00128+alfa)+ \\
&v_9*(1.00194+alfa)+v_{10}*(1.00391+alfa)+v_{11}*(1.00062+alfa))\leq 0; \\
&(u_1*(1.00375-alfa)+u_2*(1.02607-alfa)+u_3*(1.01092-alfa))- \\
&(v_1*(1.00189+alfa)+v_2*(1.00290+alfa)+v_3*(1.00273+alfa)+v_4*(0.99929+alfa)+ \\
&v_5*(1.00144+alfa)+v_6*(1.00197+alfa)+v_7*(1.00033+alfa)+v_8*(1.00151+alfa)+ \\
&v_9*(0.99979+alfa)+v_{10}*(1.00440+alfa)+v_{11}*(1.00145+alfa))\leq 0; \\
&(u_1*(1.00179-alfa)+u_2*(1.02004-alfa)+u_3*(1.02107-alfa))- \\
&(v_1*(1.00109+alfa)+v_2*(1.00213+alfa)+v_3*(1.00308+alfa)+v_4*(1.00234+alfa)+ \\
&v_5*(1.00744+alfa)+v_6*(1.00402+alfa)+v_7*(1.00050+alfa)+v_8*(1.00145+alfa)+ \\
&v_9*(1.00350+alfa)+v_{10}*(1.00391+alfa)+v_{11}*(0.99985+alfa))\leq 0; \\
&(u_1*(1.00436-alfa)+u_2*(1.01050-alfa)+u_3*(1.01015-alfa))- \\
&(v_1*(1.00124+alfa)+v_2*(1.00179+alfa)+v_3*(1.00302+alfa)+v_4*(1.00781+alfa)+ \\
&v_5*(1.00125+alfa)+v_6*(1.00241+alfa)+v_7*(1.00131+alfa)+v_8*(1.00201+alfa)+ \\
&v_9*(0.99979+alfa)+v_{10}*(1.00407+alfa)+v_{11}*(1.00037+alfa))\leq 0; \\
&(u_1*(1.00118-alfa)+u_2*(1.03993-alfa)+u_3*(1.03640-alfa))- \\
&(v_1*(1.00107+alfa)+v_2*(1.00140+alfa)+v_3*(1.00232+alfa)+v_4*(1.00617+alfa)+ \\
&v_5*(1.00720+alfa)+v_6*(1.00199+alfa)+v_7*(1.00133+alfa)+v_8*(1.00181+alfa)+ \\
&v_9*(1.00546+alfa)+v_{10}*(1.00391+alfa)+v_{11}*(0.99990+alfa))\leq 0; \\
&(u_1*(1.00852-alfa)+u_2*(1.00927-alfa)+u_3*(1.00728-alfa))- \\
&(v_1*(1.00154+alfa)+v_2*(1.00071+alfa)+v_3*(1.00183+alfa)+v_4*(0.99936+alfa)+ \\
&v_5*(1.00299+alfa)+v_6*(1.00286+alfa)+v_7*(1.00237+alfa)+v_8*(1.00128+alfa)+ \\
&v_9*(1.00008+alfa)+v_{10}*(1.00260+alfa)+v_{11}*(1.00110+alfa))\leq 0; \\
&(u_1*(1.01195-alfa)+u_2*(1.00904-alfa)+u_3*(1.00680-alfa))- \\
&(v_1*(1.00228+alfa)+v_2*(1.00136+alfa)+v_3*(1.00209+alfa)+v_4*(0.99972+alfa)+ \\
&v_5*(1.00354+alfa)+v_6*(1.00279+alfa)+v_7*(1.00238+alfa)+v_8*(1.00095+alfa)+ \\
&v_9*(1.00023+alfa)+v_{10}*(1.00327+alfa)+v_{11}*(1.00081+alfa))\leq 0; \\
&(u_1*(1.01125-alfa)+u_2*(1.00954-alfa)+u_3*(1.00703-alfa))- \\
&(v_1*(1.00137+alfa)+v_2*(1.00212+alfa)+v_3*(1.00145+alfa)+v_4*(1.00692+alfa)+ \\
&v_5*(1.00225+alfa)+v_6*(1.00200+alfa)+v_7*(1.00052+alfa)+v_8*(1.00128+alfa)+ \\
&v_9*(1.00245+alfa)+v_{10}*(1.00332+alfa)+v_{11}*(1.00266+alfa))\leq 0; \\
&(u_1*(1.00271-alfa)+u_2*(1.00902-alfa)+u_3*(1.01275-alfa))- \\
&(v_1*(1.00106+alfa)+v_2*(1.00042+alfa)+v_3*(1.00145+alfa)+v_4*(1.00100+alfa)+
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&v5*(1.00032+alfa)+v6*(1.00096+alfa)+v7*(1.00137+alfa)+v8*(1.00365+alfa)+ \\
&v9*(1.00045+alfa)+v10*(0.99983+alfa)+v11*(0.99979+alfa))<=0; \\
&(u1*(1.00203-alfa)+u2*(1.01874-alfa)+u3*(1.01116-alfa))- \\
&(v1*(1.00253+alfa)+v2*(1.00334+alfa)+v3*(1.00317+alfa)+v4*(1.00468+alfa)+ \\
&v5*(1.00182+alfa)+v6*(1.00240+alfa)+v7*(1.00120+alfa)+v8*(1.00137+alfa)+ \\
&v9*(0.99990+alfa)+v10*(1.00382+alfa)+v11*(1.00051+alfa))<=0; \\
&(u1*(1.00679-alfa)+u2*(1.00908-alfa)+u3*(1.00806-alfa))- \\
&(v1*(1.00103+alfa)+v2*(1.00085+alfa)+v3*(1.00197+alfa)+v4*(1.00582+alfa)+ \\
&v5*(1.00344+alfa)+v6*(1.00242+alfa)+v7*(1.00302+alfa)+v8*(1.00159+alfa)+ \\
&v9*(1.00109+alfa)+v10*(1.00266+alfa)+v11*(1.00005+alfa))<=0; \\
&(u1*(1.00947-alfa)+u2*(1.00920-alfa)+u3*(1.00735-alfa))- \\
&(v1*(1.00271+alfa)+v2*(1.00123+alfa)+v3*(1.00282+alfa)+v4*(1.00163+alfa)+ \\
&v5*(1.00184+alfa)+v6*(1.00307+alfa)+v7*(1.00253+alfa)+v8*(1.00262+alfa)+ \\
&v9*(1.00096+alfa)+v10*(1.00421+alfa)+v11*(1.00075+alfa))<=0; \\
&(u1*(1.00720-alfa)+u2*(1.00896-alfa)+u3*(1.00789-alfa))- \\
&(v1*(1.00172+alfa)+v2*(1.00097+alfa)+v3*(1.00192+alfa)+v4*(0.99929+alfa)+ \\
&v5*(1.00319+alfa)+v6*(1.00221+alfa)+v7*(1.00352+alfa)+v8*(1.00170+alfa)+ \\
&v9*(1.00097+alfa)+v10*(0.99983+alfa)+v11*(1.00011+alfa))<=0; \\
&(u1*(1.01303-alfa)+u2*(1.00899-alfa)+u3*(1.00673-alfa))- \\
&(v1*(1.00153+alfa)+v2*(1.00185+alfa)+v3*(1.00282+alfa)+v4*(0.99908+alfa)+ \\
&v5*(1.00239+alfa)+v6*(1.00278+alfa)+v7*(1.00342+alfa)+v8*(1.00154+alfa)+ \\
&v9*(1.00086+alfa)+v10*(1.00288+alfa)+v11*(1.00017+alfa))<=0; \\
&(u1*(1.00794-alfa)+u2*(1.00912-alfa)+u3*(1.00781-alfa))- \\
&(v1*(1.00126+alfa)+v2*(1.00054+alfa)+v3*(1.00261+alfa)+v4*(1.00383+alfa)+ \\
&v5*(1.00094+alfa)+v6*(1.00159+alfa)+v7*(1.00082+alfa)+v8*(1.00229+alfa)+ \\
&v9*(1.00002+alfa)+v10*(1.00490+alfa)+v11*(1.00037+alfa))<=0; \\
&(u1*(1.00806-alfa)+u2*(1.01034-alfa)+u3*(1.00766-alfa))- \\
&(v1*(1.00078+alfa)+v2*(1.00033+alfa)+v3*(1.00113+alfa)+v4*(1.03270+alfa)+ \\
&v5*(1.00146+alfa)+v6*(1.00117+alfa)+v7*(1.00175+alfa)+v8*(1.00299+alfa)+ \\
&v9*(1.00090+alfa)+v10*(1.00357+alfa)+v11*(1.00032+alfa))<=0; \\
&(u1*(1.00070-alfa)+u2*(1.29347-alfa)+u3*(1.18952-alfa))- \\
&(v1*(1.00163+alfa)+v2*(1.00191+alfa)+v3*(1.00253+alfa)+v4*(1.00124+alfa)+ \\
&v5*(1.00123+alfa)+v6*(1.00214+alfa)+v7*(1.00090+alfa)+v8*(1.00162+alfa)+ \\
&v9*(0.99995+alfa)+v10*(1.00360+alfa)+v11*(1.00016+alfa))<=0;
\end{aligned}$$

$(u_1*(1.00624-\text{alfa})+u_2*(1.00937-\text{alfa})+u_3*(1.00841-\text{alfa})-$   
 $(v_1*(1.00319+\text{alfa})+v_2*(1.00052+\text{alfa})+v_3*(1.00215+\text{alfa})+v_4*(1.00241+\text{alfa})+$   
 $v_5*(1.00224+\text{alfa})+v_6*(1.00311+\text{alfa})+v_7*(1.00146+\text{alfa})+v_8*(1.00120+\text{alfa})+$   
 $v_9*(1.00065+\text{alfa})+v_{10}*(1.00318+\text{alfa})+v_{11}*(1.00101+\text{alfa}))\leq 0;$   
 $u_1\geq 0;$   
 $u_2\geq 0;$   
 $u_3\geq 0;$   
 $v_1\geq 0;$   
 $v_2\geq 0;$   
 $v_3\geq 0;$



## ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı:	Zeynep Büşra KESKİN
Eğitim	
Lise:	R.K. Bayburt Anadolu Öğretmen Lisesi
Lisans:	Atatürk Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği
Yüksek lisans:	Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Ens., Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı (2022)
Yabancı Dil Bilgisi	
İngilizce:	Orta-İyi
Tezden Üretilmiş Yayınlar	
<p>1. Keskin, Z.B., Delice, E.K. (2022a). “Nesnel, Öznel ve Bütünleşik Kriter Ağırlıklandırma Yöntemlerinin Karşılaştırılması: COVID-19 Uygulaması”. 2. Uluslararası Mühendislik ve Doğa Bilimleri Konferansı: 10-13 Mart 2022 – Konya: Bildiriler (s.461).</p> <p>2. Keskin, Z.B., Delice, E.K. (2022b). Nesnel, Öznel ve Bütünleşik Kriter Ağırlıklandırma Yöntemlerinin Karşılaştırılması: COVID-19 Uygulaması. Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, (34), 579-584</p> <p>3.A New Multi-dimensional Integrated Efficiency Analysis Model To Assess The Efficiency Of Countries During Pandemics: COVID-19 Case, İncelemede.</p>	