

Makale Türü/Article Type: Araştırma Makalesi

Sürdürülebilir Kalkınma Hedefi-3'e Ait Göstergelerin Bulanık LMAW Yöntemi İle Önceliklendirilmesi

Prioritization of Indicators of Sustainable Development Goal-3 with The Fuzzy LMAW Method

Ahmet Turan DEMİR¹

Öz

Genellikle küresel hedefler olarak adlandırılan Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri (SKH), Birleşmiş Milletler üye ülkelerinin 2030 yılına kadar tamamlaması beklenen bir dizi hedefdir. Sağlıklı ve Kaliteli Yaşamı Üçüncü Sürdürülebilir Kalkınma Hedefi (SKH-3), tüm insanlar için sağlıklı ve kaliteli yaşamı teşvik etmeyi amaçlamaktadır. Bu çalışmada, SKH-3 ve göstergelerini incelemek için çok kriterli karar verme (ÇKKV) yöntemi kullanılmıştır. Birleşmiş Milletler'in bu sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmak için, Fuzzy Logarithm Methodology of Additive Weights (F-LMAW) modeli ile sağlanmaktadır. Elde edilen sonuçlara göre F-LMAW kullanılarak SKH-3 göstergelerine öncelik verilerek yöntemin analiz aşamaları sürdürülmüştür. SKH-3'e ulaşmak için en önemli göstergenin 0,05954 ağırlıkla kalp damar hastalıkları, kanser, diyabet ve kronik solunum hastalığına bağlı ölüm oranı olduğu, diğer önemli göstergenin de 0,058774 ağırlıkla karayolu trafik kazaları nedeniyle ölüm oranı olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Sürdürülebilir kalkınma hedefleri, SKH-3, F-LMAW, ÇKKV.

Abstract

The Sustainable Development Goals (SDGs), commonly referred to as global goals, are a set of objectives that the United Nations' member nations are expected to complete by the year 2030. Life of Health and Quality: The third Sustainable Development Goal (SDG-3) aspires to promote life of health and quality for all people. In this study, the multi-criteria decision making (MCDM) method is used to examine SDG-3 and its indicators. In order to meet these sustainable development goals of the United Nations, the Fuzzy Logarithm Methodology of Additive Weights (F-LMAW) model is provided. According to the results obtained, the analysis stages of the method were continued by giving priority to the SDG-3 indicators using F-LMAW. It was concluded that the most important indicator to reach SDG-3 was the mortality rate due to cardiovascular diseases, cancer, diabetes and chronic respiratory disease with a weight of 0,05954, and the other important indicator was the mortality rate due to road traffic accidents with a weight of 0,058774.

Keywords: Sustainable development goals, SDG-3, F-LMAW, MCDM.

1. Giriş

Birleşmiş Milletler'in 193 üye devleti, yoksulluğun ortadan kaldırılması, çevrenin korunması ve 2030 yılına kadar herkesin barış ve refah içinde yaşamasını sağlamak amacıyla SKH'leri 17 Ocak 2016'da onayladı. SKH'ler yasal olarak uygulanabilir olmasa da, ülkelerin

¹ **Sorumlu Yazar:** Doktora Adayı, phddemirahmet@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-3464-0466>

Bu Yayına Atıfta Bulunmak İçin/Cite as:

Demir, A. T. (2022). Sürdürülebilir Kalkınma Hedefi-3'e Ait Göstergelerin Bulanık LMAW Yöntemi İle Önceliklendirilmesi. *Sosyal Bilimlerde Nicel Araştırmalar Dergisi*, 2(2), 115-127.

SKH'leri gerçekleştirmek için ulusal düzeyde uygulamaya koyarak sahiplik göstermeleri gerekmektedir (Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları Değerlendirme Raporu, 2019). 17 başlıkta toplanan SKH'lerin özeti Şekil 1 verilmiştir.



Şekil 1. 17 SKH (Kaynak: Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları Değerlendirme Raporu, 2019)

Tanımlanan hedeflerden Hedef 3.1 ve Hedef 3.2 dışındaki hedefler Türkiye için geçerlidir (Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları Değerlendirme Raporu, 2019). Bu nedenle çalışmanın uygulama kısmında Hedef 3.1 ve Hedef 3.2 dışındakiler değerlendirmeye tabi tutulmuştur. Mevcut çalışmanın literatüre başlıca katkıları ve etkileri şu şekilde sıralanabilir:

i. Ölçütlerin ağırlıkları, nispeten yeni bir ağırlıklandırma yöntemi olan F-LMAW ile belirlendi.

ii. Çalışmamız, SKH'den olan SKH-3'e ait göstergelerin önemliliğini anlamak için yeni bir hibrit ÇKKV yaklaşımı için analitik bir çerçeve sunmaktadır.

SKH-3'e ulaşmak için, SKH-3 başlığı altında yer alan 13 hedefin 23 farklı göstergesinin ölçülmesi ve değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu bağlamda, SKH-3 olarak nihai hedefe ulaşılmasında her göstergenin farklı bir etkiye sahip olduğunu düşünülerek bu çalışmada, uzmanların görüşlerine dayalı olarak göstergelerin önemi sunulmaktadır. Bu amaçla SKH-3 göstergeleri için önceliklendirme problemi bir karar verme problemi olarak modellenmiştir. Daha sonra bu model ÇKKV ile çözülmüştür. Bu problemin üstesinden gelmek için, F-LMAW metodolojisi uygulanmıştır.

Bu çalışmanın organizasyonu şu şekilde özetlenebilir: SKH konularını dikkate alan ÇKKV uygulamaları ile ilgili ve F-LMAW yöntemi ile ilişkin literatür taraması, Bölüm 2'de sunulmaktadır. Bölüm 3, F-LMAW metodolojisini ayrıntılı olarak tanıtmaktadır. Bölüm 4, önerilen F-LMAW tabanlı SKH-3 göstergelerinin önceliklendirme metodolojisinin uygulamasını sunar. Son olarak, sonuç bölümünde çalışmanın sonucu özetlemekte ve önerilerde bulunmaktadır.

2. Literatür incelemesi

SKH konularını dikkate alan ÇKKV uygulamaları ile ilgili çalışmalardan güncel olanlardan; SDG-7 ve göstergelerinin çok kriterli karar verme (MCDM) yaklaşımı ile analiz edildiği bir çalışmada, Birleşmiş Milletler'in sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmak için göstergelerin önceliklendirilmesinde kullanılabilecek yeni bir MCDM modeli ortaya koyulmuş ve MCDM modellerinden biri olan Kademeli Ağırlık Değerlendirme Oranı Analizi (SWARA),

Fermatean Bulanık (FF) ortamında genişletilmiştir. Sonuç olarak, “elektriğe erişim” ve “yenilenebilir enerji payı”, SKH-7’ye ulaşmak için en önemli göstergeler olarak belirlenmiştir (Ayyıldız, 2022). Bir diğer çalışmada, SKH Hindistan İndeksi 3.0’ı kullanılarak Hindistan Birliği Bölgeleri için kilit hedeflerin mevcut durumunun incelendiği ve birlik bölgelerinin başarı dereceleriyle değerlendirilmesi için ÇKKV modelinde Shannon Entropisi ve CoCoSo tekniği kullanılmıştır.

Çalışmadan elde edilen sonuçlar, Chandigarh’ın diğer eyaletlere kıyasla en iyi sonuçları elde etmek için sürdürülebilir hedef amaçlarını en iyi şekilde uyguladığı, Dadra Nagar Haveli ve Daman & Diu’nun ise son sırada olduğunu göstermiştir (Dwivedi ve Sharma 2022). Dokuz kritere bağlı sosyoekonomik durumun ve demografik özelliklerin topluluk kaynak ve finansman tahsisinde nasıl önceliklendirildiğini araştırmak için çok kriterli karar verme yönteminin kullanıldığı bir başka çalışmada, ÇKKV yöntemi aracılığıyla, idari bölgeler arasında kamu politikası finansman eşitsizliğini azaltmak için toplum bakımı kaynak tahsisi için önemli kriterlere öncelik vermek amaçlanmıştır. Otuz dört toplum bakımı ve yaşlanma uzmanı, modifiye edilmiş Delphi yöntemine ve analitik hiyerarşi süreci (AHP) yöntemine dayanan bir anketi doldurmaya davet edilmiş ve toplum kaynaklarının tahsisine ilişkin değerlendirme kriterleri, engellilik düzeyi, yaş, hane halkı kompozisyonu, sosyal refahın kimliği, aile geliri, etnik köken, medeni durum, eğitim düzeyi ve cinsiyet sırasına göre önceliklendirilmiştir (Wu, 2022). Tedarikçileri, dairesel tedarik zincirindeki geçişe doğru değerlendirmek ve sıralamak için çok kriterli karar verme yöntemleri ve bulanık çıkarım sistemi entegre edilerek yeni bir yaklaşımın geliştirildiği bir diğer çalışmada, alt kriterlerin ağırlıkları bulanık analitik hiyerarşi süreci (FAHP) yöntemine göre belirlenmiş ve daha sonra her tedarikçinin her bir kriter açısından puanı, FTOPSIS ile hesaplanmıştır. Bu çalışmanın, İyi Sağlık ve Refah (SKH-3), Temiz Su ve Sanitasyon (SKH-6); İnsana Yakışır İş ve Ekonomik Büyüme (SKH-8); Endüstri, İnovasyon ve Altyapı (SKH-9); Sorumlu Tüketim ve Üretim (SKH-12) ve İklim Eylemi (SKH-13) gibi sürdürülebilir kalkınma hedeflerine katkıda bulunduğu ileri sürülmüştür. Tedarikçilerin döngüsel tedarik zincirinde sıralanması için pratik bir yaklaşım önerilmiştir (Mina, vd., 2021). Çok kriterli bir karar verme yöntemi olan AHP kullanarak çok önemli göstergeleri test eden, sektörde sürdürülebilir kalkınmayı teşvik etmeye odaklanan bir diğer çalışmada, iyileştirilmesi gereken belirli alanlar, göstergelerin önemi ayrı ayrı belirtilerek, endüstri, ekonomi ve üretimdeki önem ve etkilerine göre sıralanmıştır. Analiz sonuçlarının, gelişmekte olan ülkeler (Batı Balkanlar) için doğru yönde tanımlama, analiz etme ve uygun adımları atma mantığında bir temel olarak kullanılacağını, özellikle Kosova Cumhuriyeti ve genel olarak bölgenin, kendi topraklarının sürdürülebilir kalkınması üzerinde etkisi olan daha fazla gösterge tanımlamak için gelecekte bu sorunları ele alması gerektiği önerilmiştir (Osmani, vd., 2020). Modern portföy teorisinin bir uygulamasını sunan başka bir çalışmada, analizleri beş BRICS ülkesi için enerji sürdürülebilirliği ile ilgili SKH-7 (uygun fiyatlı ve temiz enerji) göstergeleriyle sınırlandırmıştır. Brezilya için hesaplamalar ayrıntılı olarak ve BRICS için genel bir tartışma sunulmuştur (Brandi ve dos Santos 2020). AB (Avrupa Birliği) ülkelerinin SKH’lere göre konumlarının tanımlanmasında çok kriterli karar alma yaklaşımının uygulanmasının önerildiği bir diğer araştırmada, ÇKKC modeli, Birleşik Uzlaşma Çözümü (CoCoSo) ve Shannon Entropi yöntemlerine dayandırılmıştır. Nihai sonuçlar, İsveç’in belirlenen SKH hedeflerini en iyi uygulayan ve bunlara göre en iyi çıktılara sahip olan ülke

olduğunu ve Romanya'nın son sırada yer aldığını göstermiştir. Bu tür sonuçların temel nedeni ise, listenin altındaki ülkelerin nispeten yeni AB üyeleri olmalarına ve SDG'leri henüz düzgün bir şekilde uygulamak için yapılmamış olmalarına bağlanmıştır (Stanujkic, vd., 2020).

Literatüre yeni kazandırılan F-LMAW yöntemi ile ilgili çalışmalar ise; tarım üreticilerinin karar vermede belirsizliği kullanarak yeşil tarımsal üretimi uygulamalarına en iyi şekilde yardımcı olacak bir yeşil tedarikçiler seçimi bulmak için tasarlanan çalışmada uzmanların karar vermesinde belirsizlik olasılığını ortadan kaldırmak için Z-sayıları bulanık LMAW (Logarithm Methodology of Additive Weights) yöntemi ve bulanık CRADIS (Compromise Ranking of Alternatives from Distance to Ideal Solution) yöntemi ile birlikte kullanılmıştır (Puška vd., 2022). Bir başka çalışmada LMAW yönteminin üçgen bulanık sayılarla genişletilmiş hali sunulmuştur (Božanić vd., 2022). Bu çalışmada, yük akışkanlığı ölçüm alternatiflerine öncelik vermek için entegre bir karar verme modeli önerilmiştir. Önerilen modelin ilk aşamasında, Dombi normlarına dayalı LMAW kriterlerin ağırlıklarını bulmak için kullanılmıştır. İkinci aşamada, nihai sıralama sonuçlarını belirlemek için Dombi işlevli EDAS yöntemine dayalı bir model genişletilmiştir (Deveci, vd., 2022). Farklı bir araştırmada, çok boyutlu yoksulluk endeksinin üç bileşeni -sağlık, eğitim ve yaşam standartları- ve göstergelerinin her birinin göreceli önemi, uzman görüşmesine dayanan F-LMAW yaklaşımı kullanılarak modellenmiştir. Çalışmaya göre, temel göstergelerinden biri olan yaşam standardının büyüklüğü ve temiz suya erişim, bu standardın önemli bir kısmını oluşturmaktadır (Demir, 2022).

3. Metodoloji

Bu çalışmada, 17 tane olan SKH'lerinden SKH-3'e ait göstergelerin ağırlıklandırılması için F-LMAW yöntemi kullanılmıştır.

3.1. Üçgen bulanık sayılar

1965 yılında Lotfi A. Zadeh'in "Information and Control" dergisinde Bulanık Kümeler adlı makalesinin yayınlanmasıyla bulanık küme teorisi literatüre girdi. Belirsizliği ifade etmek için bir teknik olan bulanık küme teorisi, karar vericilerin dilsel değişkenleri kullanarak durumları değerlendirmelerini sağlar. Geleneksel bir küme fikrinin, bulanık kümelerde genelleştirildiği söylenebilir. Klasik kümede elemanlar $\{0,1\}$ için üyelik değerleri alırken, bulanık kümede $[0,1]$ için herhangi bir değeri alabilir. İki küme arasındaki en büyük fark, klasik ve bulanık kümelerin özelliklerinin gösterdiği gibi, üyelik işlevlerinin doğasıdır.

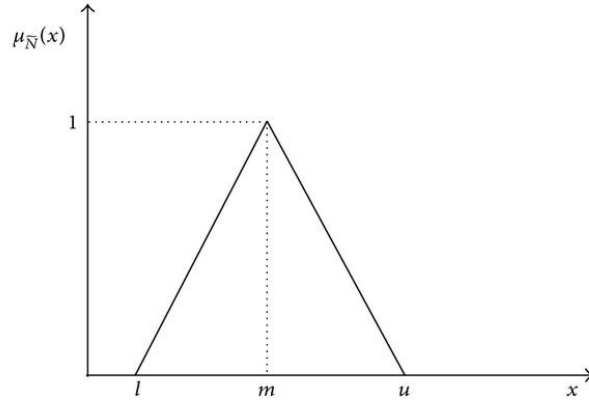
Bulanık kümelerin özel alt kümeleri bulanık sayılardan oluşur. Hem teoride hem de uygulamada, bulanık sayılar çeşitli şekiller alabilir. Bu ifade teknikleri, belirsiz miktarları iletmek için geliştirilmiştir. Bununla birlikte, en tipik bulanık sayılar üçgen bulanık olanlardır. Üçgen, bulanık (\tilde{N}) kümesinde (l, m, u) bulanık tamsayılar olarak ifade edilir. İfade edilen değerler göz önünde bulundurulduğunda;

l : Mümkün olan en küçük değer

m : En çok beklenen değer

u : Mümkün olan en yüksek değer olarak tanımlanır.

Bir üçgen bulanık sayının gösterimi Şekil 2'de sunulmuştur.

Şekil 2. Üçgen bulanık sayı \tilde{N}

Bulanık mantığa ait temel tanımlar şu şekildedir:

Tanım 1: Bulanık (\tilde{N}) bir kümede, üçgen bulanık sayı (l, m, u) üç değer ile ve üyelik fonksiyonu Eşitlik (1) ile ifade edilir.

$$\mu_{\tilde{N}}(x) = \begin{cases} 0 & x \leq l \\ \frac{x-l}{m-l} & l \leq x \leq m \\ \frac{u-x}{u-m} & m \leq x \leq u \\ 0 & x > u \end{cases} \quad (1)$$

Burada l, m ve u reel sayılardır ve $l \leq x \leq m$ olmalıdırlar.

Tanım 2: İki bulanık küme $\tilde{A}(a_1, a_2, a_3)$ ve $\tilde{B}(b_1, b_2, b_3)$ olsun. Bu bulanık kümelere ait bazı işlemler aşağıdaki gibi tanımlanmıştır.

$$1. (a_1, a_2, a_3) \oplus (b_1, b_2, b_3) = (a_1 + b_1, a_2 + b_2, a_3 + b_3) \quad (2)$$

$$2. (a_1, a_2, a_3) \otimes (b_1, b_2, b_3) = (a_1 \cdot b_1, a_2 \cdot b_2, a_3 \cdot b_3) \quad (3)$$

$$3. (a_1, a_2, a_3) \ominus (b_1, b_2, b_3) = (a_1 - b_3, a_2 - b_2, a_3 - b_1) \quad (4)$$

$$4. k \otimes (a_1, a_2, a_3) = (k \cdot a_1, k \cdot a_2, k \cdot a_3), k > 0 \quad (5)$$

$$5. (a_1, a_2, a_3) / (b_1, b_2, b_3) \cong (a_1/b_3, a_2/b_2, a_3/b_1) \quad (6)$$

3.2. F-LMAW yöntemi

2021 yılında LMAW yönteminin mimarları olan Pamučar vd. hem kriter ağırlıklandırmak hem de alternatifleri sıralamak için bu yöntemi ilk defa kullanmışlardır (Pamučar vd., 2021). Božanić vd. tarafından 2022 yılında, üçgen bulanık sayıları kullanarak yöntemin bulanık halini literatüre kazandırmışlardır. Yöntemin işlem adımları şu şekildedir (Božanić vd., 2022):

Adım 1. Başlangıç (uzman) karar verme matrislerinin (\tilde{X}^e) oluşturulması

İlk adımda, k uzmanları grubundan ($1 \leq e \leq k$) her uzman (e), n kriteri $C = \{C_1, C_2, \dots, C_n\}$ ile ilişkili olarak m alternatifleri $A = \{A_1, A_2, \dots, A_m\}$ değerlendirmesini yaptığı bir ilk karar verme matrisi tanımlar. Buna göre, her uzman için $\tilde{X}^e = [\tilde{v}_{ij}^e]_{m \times n}$ matrisi elde

edilir, burada $\tilde{\vartheta}_{ij}^e$, uzman e 'nin j . kriteri ile i . alternatifini değerlendirdiği bulanık değer sunar. Değerlendirme, kriterin türüne bağlı olarak nicel göstergelere veya bulanık dilsel tanımlayıcılara dayanarak yapılır.

Adım 2. Başlangıç (toplu) karar verme matrisinin (\tilde{X}) oluşturulması

Başlangıç (uzman) matrislerinin bir toplu matris halinde toplanması, Eşitlik (7)'ye göre Bonferroni toplayıcı uygulanarak yapılır:

$$\tilde{\vartheta}_{ij} = \left(\frac{1}{k(k-1)} \sum_{\substack{i,j=1 \\ i \neq j}}^k \tilde{\vartheta}_i^{(e)p} \tilde{\vartheta}_j^{(e)q} \right) = \left\{ \left(\frac{1}{k(k-1)} \sum_{\substack{i,j=1 \\ i \neq j}}^k \vartheta_i^{(l_e)p} \vartheta_j^{(l_e)q} \right)^{\frac{1}{p+q}}, \left(\frac{1}{k(k-1)} \sum_{\substack{i,j=1 \\ i \neq j}}^k \vartheta_i^{(m_e)p} \vartheta_j^{(m_e)q} \right)^{\frac{1}{p+q}}, \left(\frac{1}{k(k-1)} \sum_{\substack{i,j=1 \\ i \neq j}}^k \vartheta_i^{(r_e)p} \vartheta_j^{(r_e)q} \right)^{\frac{1}{p+q}} \right\} \quad (7)$$

burada $\tilde{\vartheta}_{ij}$, Bonferroni toplayıcısının uygulanmasıyla elde edilen ortalama değerleri sunar; $p, q \geq 0$, Bonferroni toplayıcısının stabilizasyon parametrelerini sunar, e . uzman $1 \leq e \leq k$, l - bulanık bir sayının sol dağılımını, r - bulanık bir sayının sağ dağılımını ve m - bulanık bir sayının üyelik fonksiyonunun bire eşit olduğu değeri sunar. Toplamadan önce, dilsel kriterlerin nicelleştirilmesi gerçekleştirilir.

Adım 3. İlk karar verme matrisinin elemanlarının normalleştirilmesi

Eşitlik (8) uygulandığında, normalleştirilmiş matris $\tilde{Y} = [\tilde{\vartheta}'_{ij}]_{m \times n}$ elde edilir.

$$\tilde{\vartheta}'_{ij} = \begin{cases} 1 + \frac{\tilde{\vartheta}_{ij}}{\tilde{\vartheta}_j^{(+)}} = \left(1 + \frac{\vartheta_{ij}^{(l)}}{\vartheta_j^{(+)}} , 1 + \frac{\vartheta_{ij}^{(m)}}{\vartheta_j^{(+)}} , 1 + \frac{\vartheta_{ij}^{(r)}}{\vartheta_j^{(+)}} \right) & \text{eğer } j \in \text{fayda} \\ 1 + \frac{\tilde{\vartheta}_{ij}}{\tilde{\vartheta}_j^{(-)}} = \left(1 + \frac{\tilde{\vartheta}_j^{(-)}}{\vartheta_{ij}^{(r)}} , 1 + \frac{\tilde{\vartheta}_j^{(-)}}{\vartheta_{ij}^{(m)}} , 1 + \frac{\tilde{\vartheta}_j^{(-)}}{\vartheta_{ij}^{(l)}} \right) & \text{eğer } j \in \text{maliyet} \end{cases} \quad (8)$$

burada $\tilde{\vartheta}'_{ij}$, ilk karar verme matrisinin normalleştirilmiş değerlerini sunar, $\tilde{\vartheta}_j^{(+)} = \max(\vartheta_j^{(r)})$ ve $\tilde{\vartheta}_j^{(-)} = \min(\vartheta_j^{(l)})$ ve l , bulanık bir sayının sol dağılımını, r , bulanık bir sayının sağ dağılımını ve m bulanık bir sayının üyelik işlevinin bire eşit olduğu değeri sunar.

Adım 4. Kriterlere ait ağırlık katsayılarının hesaplanması

Kriterlerin ağırlık katsayılarını hesaplamak için, bazı uzmanların $E = \{E_1, E_2, \dots, E_k\}$ görüşleri gerekmektedir. Bu adımda karar vericiler, Tablo 1'de verilen dilsel değerlendirme ölçeğini dikkate alarak seçim kriterlerini önceliklendirmekte ve alternatifleri değerlendirmektedir.

Tablo 1. Kriterlerin Önceliklendirilmesi için Bulanık Ölçek

Bulanık Dilsel Tanımlayıcının Adı	Kısaltma	Bulanık Sayı
Kesinlikle düşük	KD	(1,1,1)
Çok düşük	ÇD	(1,1.5,2)
Düşük	D	(1.5,2,2.5)
Orta	O	(2,2.5,3)
Eşit	E	(2.5,3,3.5)
Orta yüksek	OE	(3,3.5,4)
Yüksek	Y	(3.5,4,4.5)
Çok yüksek	ÇY	(4,4.5,5)
Kesinlikle yüksek	KY	(4.5,5,5)

Kaynak: (Božanić vd., 2022)

Adım 4.1 Kriterlerin ağırlıklandırılması. Belirlenen bulanık dil ölçeğine göre değerlendirme yapan uzmanlar $C = \{C_1, C_2, \dots, C_n\}$ kriterlerini değerlendirir. En önemli kritere, bulanık dil ölçeğinde yer alan en yüksek değer atanır, bunun tersi de uygulanabilir. Böylece her uzmana ait öncelik vektörleri $\tilde{P}^e = (\tilde{\gamma}_{C_1}^e, \tilde{\gamma}_{C_2}^e, \dots, \tilde{\gamma}_{C_n}^e)$ tanımlanır, burada $\tilde{\gamma}_{C_n}^e$, uzman e 'nin ($1 \leq e \leq k$) n kriterine atadığı bulanık dilsel ölçekteki bulanık sayıyı ifade eder.

Adım 4.2 Mutlak bulanık anti-ideal noktanın ($\tilde{\gamma}_{AIP}$) belirlenmesi. Bu değer, öncelik vektör kümesindeki bütün değerlerden daha küçük olan bir bulanık sayı karar vericiler sayesinde belirlenir.

Adım 4.3 Bulanık ilişki vektörünün (\tilde{R}^e) hesaplanması. Öncelik vektörünün elemanları ile mutlak anti-ideal nokta ($\tilde{\gamma}_{AIP}$) arasındaki ilişki Eşitlik (9) uygulanarak bulanık ilişki vektörü belirlenir.

$$\tilde{\eta}_{C_n}^e = \left(\frac{\tilde{\gamma}_{C_n}^e}{\tilde{\gamma}_{AIP}} \right) = \left(\frac{\gamma_{C_n}^{(l)e}}{\gamma_{AIP}^{(r)}}, \frac{\gamma_{C_n}^{(m)e}}{\gamma_{AIP}^{(m)}}, \frac{\gamma_{C_n}^{(r)e}}{\gamma_{AIP}^{(l)}} \right) \quad (9)$$

Eşitlik (4) uygulandığında, e uzmanının ($1 \leq e \leq k$) $\tilde{R}^e = (\tilde{\eta}_{C_1}^e, \tilde{\eta}_{C_2}^e, \dots, \tilde{\eta}_{C_n}^e)$ ilişki vektörü hesaplanır.

Adım 4.4 Her bir uzmana ait $w_j^e = (\tilde{w}_1^e, \tilde{w}_2^e, \dots, \tilde{w}_n^e)^T$ ağırlık katsayı vektörlerinin hesaplanması. Eşitlik (10) ile uzman e 'ye ait ($1 \leq e \leq k$) kriterler için ağırlık katsayılarının bulanık değerleri bulunur.

$$\tilde{w}_j^e = \left(\frac{\ln(\tilde{\eta}_{C_n}^e)}{\ln(\prod_{j=1}^n \tilde{\eta}_{C_n}^e)} \right) = \left(\frac{\ln(\eta_{C_n}^{(l)e})}{\ln(\prod_{j=1}^n \eta_{C_n}^{(r)e})}, \frac{\ln(\eta_{C_n}^{(m)e})}{\ln(\prod_{j=1}^n \eta_{C_n}^{(m)e})}, \frac{\ln(\eta_{C_n}^{(r)e})}{\ln(\prod_{j=1}^n \eta_{C_n}^{(l)e})} \right) \quad (10)$$

burada $\tilde{\eta}_{C_n}^e$ ilişki vektörüne ait \tilde{R}^e elemanlar için sunar, $\eta_{C_n}^{(l)e}$ bulanık öncelikli vektörün mümkün olan en küçük değerini, $\eta_{C_n}^{(r)e}$ bulanık öncelikli vektörün mümkün olan en büyük değerini ve $\eta_{C_n}^{(m)e}$ bulanık öncelikli vektörün en çok beklenen değeri ifade eder.

Adım 4.5 Birleştirilmiş bulanık vektörlere ait ağırlık katsayılarının $w_j = (\tilde{w}_1, \tilde{w}_2, \dots, \tilde{w}_n)^T$ belirlenmesi. Ağırlık katsayılarının birleştirilmiş bulanık vektörleri, Eşitlik (11) uygulanarak Bonferroni toplayıcısı ile hesaplanır.

$$\tilde{w}_j = \left(\frac{1}{k(k-1)} \sum_{\substack{i,j=1 \\ i \neq j}}^k \tilde{w}_i^{e(p)} \tilde{w}_j^{e(q)} \right)^{\frac{1}{p+q}} = \left\{ \left(\frac{1}{k(k-1)} \sum_{\substack{i,j=1 \\ i \neq j}}^k w_i^{(l_e)p} w_j^{(l_e)q} \right)^{\frac{1}{p+q}}, \left(\frac{1}{k(k-1)} \sum_{\substack{i,j=1 \\ i \neq j}}^k w_i^{(m_e)p} w_j^{(m_e)q} \right)^{\frac{1}{p+q}}, \left(\frac{1}{k(k-1)} \sum_{\substack{i,j=1 \\ i \neq j}}^k w_i^{(r_e)p} w_j^{(r_e)q} \right)^{\frac{1}{p+q}} \right\} \quad (11)$$

burada $p, q \geq 0$, \tilde{w}_j^e , e. uzmana ait ($1 \leq e \leq k$) değerlendirmeler sonucunda elde edilen ağırlık katsayılarını ifade ederken, $w_j^{(l_e)}$, bulanık ağırlık katsayısının \tilde{w}_j^e en küçük değerini, $w_j^{(r_e)}$, bulanık ağırlık katsayısının \tilde{w}_j^e en büyük değerini, $w_j^{(m_e)}$, bulanık ağırlık katsayısı \tilde{w}_j^e 'in fonksiyonunun en çok beklenen değerini gösterir.

Adım 4.6 Ağırlık katsayılarına ait durulaştırılmış değerlerin $w_j = (w_1, w_2, \dots, w_n)^T$ elde edilmesi. Kriterlere ait durulaştırılmış değerler Eşitlik (12) ile hesaplanır.

$$w_j = \frac{l+4m+r}{6} \quad (12)$$

4. Uygulama

SKH-3'e ait göstergeler	Kriteri	Açıklaması
3.3.1	K1	Cinsiyet, yaş ve belirli gruplara göre enfekte olmamış her 1.000 kişiye düşen HIV enfeksiyonuna yeni yakalananların sayısı
3.3.2	K2	100.000 kişi başına tüberküloz insidansı (İnsidans: Risk altındaki sağlam kişilerin belirli sürede, belirli bir hastalığa yakalanma olasılığını gösteren ölçüt)
3.3.3	K3	1.000 kişi başına sıtma insidansı
3.3.4	K4	100.000 kişi başına Hepatit B insidansı
3.3.5	K5	İhmal edilmiş tropik hastalıklara karşı müdahaleye ihtiyaç duyan kişi sayısı
3.4.1	K6	Kalp damar hastalıkları, kanser, diyabet ve kronik solunum hastalığına bağlı ölüm oranı
3.4.2	K7	İntihar ölüm oranı
3.5.1	K8	Madde kullanımına bağlı hastalık sebebi ile tedavi gören kişi sayısı (farmakolojik, psikososyal ve rehabilitasyon ve tedavi sonrası bakım hizmetleri)
3.5.2	K9	Alkolün zararlı kullanımı, ulusal bağlama göre tanımlanmış, bir takvim yılında kişi başına (15 yaş ve üzeri) tüketilen litre olarak saf alkol miktarı
3.6.1	K10	Karayolu trafik kazaları nedeniyle ölüm oranı
3.7.1	K11	Modern yöntemlerle aile planlaması ihtiyacını karşılayabilen üreme çağındaki (15-49 yaş) kadınların oranı
3.7.2	K12	10-14 yaş ve 15-19 yaş gruplarında, 1.000 kadın başına düşen adölesan doğurganlık hızı (Adölesan doğurganlık hızı: 15-19 yaş grubunda bin kadın başına düşen ortalama canlı doğan çocuk sayısını ifade etmektedir)
3.8.1	K13	Temel sağlık hizmetlerinin kapsama oranı (genel ve en dezavantajlı nüfus içinde üreme, anne, yeni doğan ve çocuk sağlığını, bulaşıcı ve bulaşıcı

		olmayan hastalıkları, hizmet kapasitesi ve erişimi içeren izleyici müdahalelere dayalı temel hizmetlerin ortalama kapsanma oranı)
3.8.2	K14	Sağlık alanında geniş hane halkı harcaması olan nüfusun oranı (toplam hane halkı harcaması ya da gelirin payı olarak)
3.9.1	K15	Evsel ve çevresel hava kirliliğine bağlı ölüm oranı
3.9.2	K16	Güvenilir olmayan su, güvenilir olmayan sanitasyon ve hijyen eksikliğine bağlı ölüm oranı (Güvenilir olmayan Herkes İçin Su, Sanitasyon ve Hijyen (Water, Sanitation and Hygiene for All- WASH) hizmetlerine maruz kalma)
3.9.3	K17	Kazayla zehirlenmeye bağlı ölümlerin oranı
3.a.1	K18	15 yaş ve üzeri bireyler arasında mevcut tütün kullanımının yaşa göre standartlaştırılmış yaygınlığı
3.b.1	K19	Ulusal programdaki tüm aşular ile kapsanan hedef nüfusun oranı
3.b.2	K20	Tıbbi araştırma ve temel sağlık sektörlerine toplam net resmi kalkınma yardımı
3.b.3	K21	Sürdürülebilir bir temelde elde edilebilir ve karşılanabilir temel ilaçlar setine sahip sağlık tesislerinin oranı
3.c.1	K22	Sağlık çalışanı yoğunluğu ve dağılımı
3.d.1	K23	Uluslararası Sağlık Tüzüğü konusundaki kapasite ve sağlık acil durumlarına hazır olma oranı

Tablo 2. SKH-3'e ait Göstergeler (**Kaynak:** Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları Değerlendirme Raporu, 2019)

4.1. Problemin tanımlanması

SKH'de yer alan SKH-3'e ait göstergelerin ağırlıklandırma probleminde, F-LMAW yöntemi kullanılmıştır. Bu göstergelere ait bilgiler Tablo 2'de sunulmuştur.

4.2. F-LMAW yönteminin uygulanması

Sürdürülebilir kalkınma hedefleri üzerine çalışma yapan akademisyen ve sağlık sektöründe faaliyette bulunan üç kişilik bir uzman grubu karar vericiler olarak seçilmiştir. Uzmanların SKH-3'e ait göstergeleri için kullandıkları dilsel değerlendirmeleri Tablo 3'te sunulmuştur.

Tablo 3. Uzmanlar Tarafından Kriterler için Yapılan Dilsel Değerlendirmeler

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12
Uzman1	ÇD	KD	KD	ÇD	KD	KY	OY	OY	OY	KY	OY	ÇD
Uzman2	ÇD	KD	ÇD	ÇD	KD	KY	E	D	OY	KY	E	D
Uzman3	ÇD	ÇD	ÇD	D	KD	KY	E	D	OY	ÇY	D	D
	K13	K14	K15	K16	K17	K18	K19	K20	K21	K22	K23	
Uzman1	Y	Y	D	D	D	O	KY	Y	ÇY	ÇY	ÇY	
Uzman2	OY	Y	O	D	D	O	ÇY	Y	ÇY	Y	ÇY	
Uzman3	OY	OY	O	O	D	O	ÇY	Y	ÇY	Y	Y	

İlk karar matrisi, Tablo 4'te gösterildiği gibi uzmanların değerlendirmesine göre modelin 4. uygulama adımından oluşturulur.

Tablo 4. Uzmanların Değerlendirilmesine Göre Sayısal Değerler

	K1			K2			K3			K4		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u
Uzman1	1	1,5	2	1	1	1	1	1	1	1	1,5	2
Uzman2	1	1,5	2	1	1	1	1	1,5	2	1	1,5	2
Uzman3	1	1,5	2	1	1,5	2	1	1,5	2	1,5	2	2,5

	K5			K6			K7			K8		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u
Uzman1	1	1	1	4,5	5	5	3	3,5	4	3	3,5	4
Uzman2	1	1	1	4,5	5	5	2,5	3	3,5	1,5	2	2,5
Uzman3	1	1	1	4,5	5	5	2,5	3	3,5	1,5	2	2,5

	K9			K10			K11			K12		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u
Uzman1	3	3,5	4	4,5	5	5	3	3,5	4	1	1,5	2
Uzman2	3	3,5	4	4,5	5	5	2,5	3	3,5	1,5	2	2,5
Uzman3	3	3,5	4	4	4,5	5	1,5	2	2,5	1,5	2	2,5

	K13			K14			K15			K16		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u
Uzman1	3,5	4	4,5	3,5	4	4,5	1,5	2	2,5	1,5	2	2,5
Uzman2	3	3,5	4	3,5	4	4,5	2	2,5	3	1,5	2	2,5
Uzman3	3	3,5	4	3	3,5	4	2	2,5	3	2	2,5	3

	K17			K18			K19			K20		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u
Uzman1	1,5	2	2,5	2	2,5	3	4,5	5	5	3,5	4	4,5
Uzman2	1,5	2	2,5	2	2,5	3	4	4,5	5	3,5	4	4,5
Uzman3	1,5	2	2,5	2	2,5	3	4	4,5	5	3,5	4	4,5

	K21			K22			K23		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u
Uzman1	4	4,5	5	4	4,5	5	4	4,5	5
Uzman2	4	4,5	5	3,5	4	4,5	4	4,5	5
Uzman3	4	4,5	5	3,5	4	4,5	3,5	4	4,5

Tablo 4'te sunulan 23 kritere ait öncelikli vektör oluşturulduktan sonra, bu vektörlerin her bir elemanı ile mutlak anti ideal nokta (AIP) arasındaki ilişki tanımlanır. Bu amaçla AIP , $\tilde{\gamma}_{AIP} = (0,5, 0,5, 0,5)$ olarak kabul edilmiştir (Božanić vd., 2022). Örneğin, Uzman1 tarafından tanımlanan öncelikli vektör elemanları ile mutlak anti ideal nokta arasındaki ilişki aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$\tilde{\eta}_{K1}^{Uzman1} = \left(\frac{1}{0,5}, \frac{1,5}{0,5}, \frac{2}{0,5} \right) = (2,3,4), \dots, \tilde{\eta}_{K23}^{Uzman1} = \left(\frac{4}{0,5}, \frac{4,5}{0,5}, \frac{5}{0,5} \right) = (8,9,10).$$

Diğer uzmanlar için hesaplamalar benzer şekilde yapılır. Ağırlık katsayıları vektörünün belirlenmesi Eşitlik (10) uygulanarak yapılır. Uzman1 için ağırlık katsayısı vektörünün K1 kriterine göre hesaplanması örneği aşağıda verilmiştir:

$$\tilde{w}_1^1 = \left(\frac{\ln(2)}{\ln(4 * \dots * 10)}, \frac{\ln(3)}{\ln(3 * \dots * 9)}, \frac{\ln(4)}{\ln(2 * \dots * 8)} \right) = (0,016669 \quad 0,028414 \quad 0,039979)$$

Uzmanlar tarafından kriterlerin ağırlık katsayılarının diğer değerleri de benzer şekilde hesaplanarak Tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 5. Kriterlere ait Ağırlık Katsayı Vektörleri

	K1			K2			K3			K4		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u
Uzman1	0,016669	0,028414	0,039979	0,016669	0,017927	0,019989	0,016669	0,017927	0,019989	0,016669	0,028414	0,039979
Uzman2	0,016614	0,028642	0,040887	0,016614	0,018071	0,020443	0,016614	0,028642	0,040887	0,016614	0,028642	0,040887
Uzman3	0,016402	0,028527	0,041158	0,016402	0,028527	0,041158	0,016402	0,028527	0,041158	0,025996	0,035998	0,047783
	K5			K6			K7			K8		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u
Uzman1	0,016669	0,017927	0,019989	0,052839	0,059552	0,066403	0,043088	0,050327	0,059968	0,043088	0,050327	0,059968
Uzman2	0,016614	0,018071	0,020443	0,052664	0,060031	0,067911	0,038576	0,046713	0,057392	0,026332	0,036142	0,047468
Uzman3	0,016402	0,017999	0,020579	0,051992	0,059791	0,068361	0,038084	0,046526	0,057772	0,025996	0,035998	0,047783
	K9			K10			K11			K12		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u
Uzman1	0,043088	0,050327	0,059968	0,052839	0,059552	0,066403	0,043088	0,050327	0,059968	0,016669	0,028414	0,039979
Uzman2	0,042945	0,050732	0,06133	0,052664	0,060031	0,067911	0,038576	0,046713	0,057392	0,026332	0,036142	0,047468
Uzman3	0,042398	0,050529	0,061737	0,049205	0,057055	0,068361	0,025996	0,035998	0,047783	0,025996	0,035998	0,047783
	K13			K14			K15			K16		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u
Uzman1	0,046795	0,053781	0,063365	0,046795	0,053781	0,063365	0,02642	0,035854	0,046414	0,02642	0,035854	0,046414
Uzman2	0,042945	0,050732	0,06133	0,04664	0,054213	0,064804	0,033227	0,04196	0,052845	0,026332	0,036142	0,047468
Uzman3	0,042398	0,050529	0,061737	0,042398	0,050529	0,061737	0,032803	0,041792	0,053196	0,032803	0,041792	0,053196
	K17			K18			K19			K20		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u
Uzman1	0,02642	0,035854	0,046414	0,033338	0,041625	0,051672	0,052839	0,059552	0,066403	0,046795	0,053781	0,063365
Uzman2	0,026332	0,036142	0,047468	0,033227	0,04196	0,052845	0,049841	0,057284	0,067911	0,04664	0,054213	0,064804
Uzman3	0,025996	0,035998	0,047783	0,032803	0,041792	0,053196	0,049205	0,057055	0,068361	0,046045	0,053996	0,065233
	K21			K22			K23					
	l	m	u	l	m	u	l	m	u			
Uzman1	0,050007	0,056827	0,066403	0,050007	0,056827	0,066403	0,050007	0,056827	0,066403			
Uzman2	0,049841	0,057284	0,067911	0,04664	0,054213	0,064804	0,049841	0,057284	0,067911			
Uzman3	0,049205	0,057055	0,068361	0,046045	0,053996	0,065233	0,046045	0,053996	0,065233			

Eşitlik (11) kullanılarak kriterlere ait ağırlık katsayıları için kümelenmiş bulanık vektörler elde edilir. Ağırlık katsayısı vektörünün toplanması K1 kriteri için örneklendirilmiştir:

$$\tilde{w}_1 = \left(\sqrt{\frac{1}{3 * (3 - 1)} * \{(0,016669 * (0,016614 + 0,016402) + 0,016614 * (0,016669 + 0,016402) + 0,016402 * (0,016669 + 0,016614)\}}, \right. \\ \left. \sqrt{\frac{1}{3 * (3 - 1)} * \{(0,028414 * (0,028642 + 0,028527) + 0,028642 * (0,028414 + 0,028527) + 0,028527 * (0,028414 + 0,028642)\}}, \right. \\ \left. \sqrt{\frac{1}{3 * (3 - 1)} * \{(0,039979 * (0,040887 + 0,041158) + 0,040887 * (0,039979 + 0,041158) + 0,041158 * (0,039979 + 0,040887)\}} \right)$$

$$\tilde{w}_1 = (0,016561 \ 0,028528 \ 0,040673)$$

Diğer ölçütler de aynı hesaplama yöntemi kullanılarak oluşturulur. Ağırlık katsayısının nihai değerleri Eşitlik (12) uygulanarak elde edilir. K1 kriteri için ağırlık katsayısı hesaplama örneği aşağıda verilmiştir:

$$w_1 = \frac{0,016561 + 4 * 0,028528 + 0,040673}{6} = 0,028557$$

Diğer kriterler için benzer hesaplamalar yapılarak kriterlere ait nihai ağırlık katsayıları ve onlara ait normalize değerleri Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 6. Kriterlere Ait Nihai Ağırlıklar ve Normalize Değerleri

Kriterler	Nihai Ağırlık Katsayıları	Normalize Edilen Ağırlık Katsayıları	Sıralama
K1	0,028557	0,0284	20
K2	0,021288	0,021171	22
K3	0,024826	0,024689	21
K4	0,030999	0,030828	19
K5	0,018149	0,018049	23
K6	0,05987	0,05954	1
K7	0,048269	0,048003	11
K8	0,040843	0,040618	14
K9	0,050989	0,050709	10
K10	0,0591	0,058774	2
K11	0,044498	0,044253	12
K12	0,033578	0,033393	18
K13	0,052141	0,051854	9
K14	0,053311	0,053017	8
K15	0,04013	0,039909	15
K16	0,038156	0,037946	16
K17	0,036243	0,036044	17
K18	0,042143	0,041911	13
K19	0,058334	0,058013	3
K20	0,054491	0,054191	7
K21	0,057577	0,05726	4
K22	0,055508	0,055202	6
K23	0,056538	0,056227	5
Toplam	1,005538	1	

Kalp damar hastalıkları, kanser, diyabet ve kronik solunum hastalığına bağlı ölüm oranı (K6) kriteri yani SKH-3'ün 3.4.1 göstergesi 0,05954 ağırlığı ile ilk sırada iken 0,018049 ağırlığı ile ihmal edilmiş tropik hastalıklara karşı müdahaleye ihtiyaç duyan kişi sayısı (K5) kriteri yani SKH-3'ün 3.3.5 göstergesi son sırada yer almıştır.

5. Sonuç

Bu çalışmada, SKH-3'e ulaşmak için göstergeler dikkate alınmış ve bir ÇKKV problemi olarak modellenmiştir. Bu amaçla her bir gösterge bir kriter olarak ele alınmış ve her bir göstergenin SKH-3'e ulaşmadaki önemi belirlenmiştir. Hem akademisyen ve hem de sağlık sektöründen üç kişilik bir uzman grubu karar verici olarak belirlenmiştir. Daha sonra her bir göstergenin önemi konusunda uzman görüşleri alınmıştır. Tüm göstergenin önem düzeyi F-LMAW ile belirlenmiş ve bu şekilde göstergelerin önceliklendirilmesi gerçekleştirilmiştir.

Bu çalışmanın uygulama alanına ve literatüre başlıca katkıları aşağıdaki gibidir:

1) Sağlıklı ve kaliteli yaşam olan SKH-3'e ulaşmak için sunulan göstergeler ÇKKV problemi olarak modellenmiştir.

2) SKH-3'ün en önemli göstergeleri bulanık ortam altında belirlenmiştir. Bu çalışma SKH-3 göstergelerinin önceliklendirilmesi ile sınırlıdır. ÇKKV yaklaşımının, SKH'lerin göstergelerini önceliklendirmek için yararlı bir araç olduğunu göstermektedir. Bu çalışmada SKH-3'ün göstergelerine öncelik verilmiştir, ancak önerilen yaklaşımla diğer SKH'ler de analiz edilebilir.

Sonuçlar, en önemli göstergenin kalp damar hastalıkları, kanser, diyabet ve kronik solunum hastalığına bağlı ölüm oranının olduğunu gösterdi. Bununla birlikte, farklı ÇKKV yaklaşımları, aynı probleme kullanıldıklarında farklı sonuçlar verebilir.

Gelecekteki çalışmalar olarak, farklı yöntemlerdeki ve elde edilen sonuçlardaki benzerlikleri ve farklılıkları belirlemek ve ele alınan probleme uygulanabilirliğini değerlendirmek için farklı ÇKKV yaklaşımları uygulanabilir ve değerlendirilebilir. Önerilen grup karar verme metodolojisinin, hedeflere ulaşmak için stratejiler geliştirmek üzere farklı ülkeler tarafından farklı SKH'lerin göstergelerine öncelik vermek için kullanılabileceği amaçlanmaktadır.

Kaynakça

- Ayyıldız, E. 2022. Fermatean fuzzy step-wise Weight Assessment Ratio Analysis (SWARA) and its application to prioritizing indicators to achieve sustainable development goal-7. (2022). *Renewable Energy*. 193, 136-148. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2022.05.021>
- Božanić, D., Pamučar, D., Milić, A., Marinković, D. & Komazec, N. (2022). Modification of the Logarithm Methodology of Additive Weights (LMAW) by a Triangular Fuzzy Number and Its Application in Multi-Criteria Decision Making. *Axioms*. 11(3):89. <https://doi.org/10.3390/axioms11030089>
- Brandi, H.S. & dos Santos, S.F. 2020. Measuring sustainable development goals: an application of modern portfolio theory on sustainability systems. *Clean Technologies and Environmental Policy*. 22 (803), 803-815.
- Demir, G. (2022). Evaluation of the Global Multidimensional Poverty Index by Fuzzy LMAW Method. *Sosyal Bilimlerde Nicel Araştırmalar Dergisi*, 2(1), 67-77.

- Deveci, M., Gokasar, I., Castillo, O. & Daim, T. (2022). Evaluation of Metaverse integration of freight fluidity measurement alternatives using fuzzy Dombi EDAS model. *Computers & Industrial Engineering*. 174, 108773. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2022.108773>
- Dwivedi, P.P. & Sharma, D.K. (2022). Application of Shannon Entropy and CoCoSo techniques to analyze performance of sustainable development goals: The case of the Indian Union Territories. *Results in Engineering*. 14 (100416), 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2022.100416>
- Mina, H., Kannan, D., Gholami-Zanjani, S.M., Biuki, M. (2021). Transition towards circular supplier selection in petrochemical industry: A hybrid approach to achieve sustainable development goals. *Journal of Cleaner Production*. 286 (125273), 1-16. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.125273>
- Osmani, F., Kochov, A., Shabani, B., Ilazi, M. (2020). The Importance of SD Goals Indicators 7, 8, 9 and 12 in the Industry Development by Using Multi Criteria and Decision Making Method. *Technical Journal*. 14 (4), 524-530. <https://doi.org/10.31803/tg-20200917084550>
- Pamučar, D., Žižović, M., Biswas, S. & Božanić, D. (2021). A new Logarithm Methodology of Additive Weights (LMAW) for Multi-Criteria Decision-Making: Application in Logistics. *Facta Univ.-Ser. Mech. Eng.* 19, 361–380. <https://doi.org/10.22190/FUME210214031P>
- Puška, A., Božanić, D., Nedeljković, M., & Janošević, M. (2022). Green supplier selection in an uncertain environment in agriculture using a hybrid MCDM model: Z-Numbers–Fuzzy LMAW–Fuzzy CRADIS model. *Axioms*, 11(9), 427. <https://doi.org/10.3390/axioms11090427>
- Stanujkic, D., Popovic, G., Zavadskas, E.K., Karabasevic, D., Binkyte-Veliene A. (2020). Assessment of Progress towards Achieving Sustainable Development Goals of the “Agenda 2030” by Using the CoCoSo and the Shannon Entropy Methods: The Case of the EU Countries. *Sustainability*. 12 (5717) 1-16. <https://doi.org/10.3390/su12145717>
- Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları Değerlendirme Raporu, (2019). Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı.
- Wu, H.C. (2022). Priority Criteria for Community-Based Care Resource Allocation for Health Equity: Socioeconomic Status and Demographic Characteristics in the Multicriteria Decision-Making Method. *Healthcare*. 10 (1358), 1-18. <https://doi.org/10.3390/healthcare10071358>
- Zadeh, L.A. (1965). Fuzzy Sets. *Information and Control*, 8, 338–353. [https://doi.org/10.1016/S0019-9958\(65\)90241-X](https://doi.org/10.1016/S0019-9958(65)90241-X)