



Nesnel, Öznel ve Bütünleşik Kriter Ağırlıklandırma Yöntemlerinin Karşılaştırılması: COVID-19 Uygulaması

Zeynep Büşra Keskin¹, Elif Kılıç Delice^{2*}

¹ Atatürk Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Erzurum, Türkiye, (ORCID: 0000-0002-7510-7131),
zyynppoztrk@hotmail.com

² *Atatürk Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Erzurum, Türkiye, (ORCID: 0000-0002-3051-0496),
elif.kdelice@atauni.edu.tr

(2nd International Conference on Applied Engineering and Natural Sciences ICAENS 2022, March 10-13, 2022)

(DOI: 10.31590/ejosat.1083549)

ATIF/REFERENCE: Keskin, Z.B., Delice, E.K. (2022). Nesnel, Öznel ve Bütünleşik Kriter Ağırlıklandırma Yöntemlerinin Karşılaştırılması: COVID-19 Uygulaması. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (34), 579-584.

Öz

Performans ölçüm problemlerinde, karar verme sürecinde etkili olan kriterler genellikle farklı özelliklere ve önem düzeylerine sahiptir. Bu kriterleri önem düzeylerine göre sıralayabilmek için çeşitli ağırlıklandırma yöntemleri geliştirilmiştir. Bu çalışmada, OECD ülkelerinin COVID-19 salgını ile mücadele performanslarını etkileyen girdi ve çıktı kriterleri, nesnel ağırlıklandırma yöntemi olan CRITIC ve öznel ağırlıklandırma yöntemi olan bulanık SWARA ile ağırlıklandırılmış, daha sonra bu iki yöntemden elde edilen ağırlık değerleri SOWIA yöntemi ile birleştirilerek bütünleşik ağırlık değerleri elde edilmiştir. Böylece nesnel, öznel ve bütünleşik ağırlıklandırma yöntemleri karşılaştırılmış, salgın ile mücadelede hangi girdi ve çıktı kriterlerinin daha önemli olduğu belirlenmiştir. Çalışma kapsamında 1000 kişi başına doktor, hemşire ve hastane yatağı sayısı, 100.000 nüfus başına yoğun bakım yatak sayısı, sağlık harcamalarının GSYİH içindeki oranı, 65 yaş üstü kişi sayısının toplam nüfus içindeki oranı, kırsal nüfus oranı, şeker hastalığı yaygınlık oranı, nüfus yoğunluğu, milyon kişi başına aşı ve test sayıları girdi kriterleri olarak alınırken; milyon kişi başına vaka, iyileşen ve ölen sayıları çıktı kriterleri olarak alınmıştır. CRITIC yöntemine göre nüfus yoğunluğu ve iyileşen sayısı en önemli girdi ve çıktı kriterleridir. Bulanık SWARA yöntemine göre yoğun bakım yatak kapasitesi en önemli girdi, vaka sayısı ise en önemli çıktı kriteri olmuştur. SOWIA yöntemi ile elde edilen birleştirilmiş ağırlıklara göre ise en önemli girdi yoğun bakım yatak kapasitesi, en önemli çıktı kriteri vaka sayısı olmuştur. Uygulamada kullanılan nesnel ve öznel ağırlıklandırma yöntemleri ile elde edilen sonuçlar farklılık göstermektedir. Bu nedenle hem nesnel hem öznel ağırlıklandırma yöntemlerinin etkilerini dikkate alarak kriter ağırlıklarının bulunması tek ve nihai bir sonuca ulaşılması için tercih edilebilir.

Anahtar Kelimeler: COVID-19, OECD, CRITIC, Bulanık SWARA, SOWIA

Comparison of Objective, Subjective and Integrated Criteria Weighting Methods: COVID-19 Application

Abstract

In performance measurement problems, the criteria that are effective in the decision-making process usually have different characteristics and levels of importance. Various weighting methods have been developed to rank these criteria according to their importance levels. In this study, the input and output criteria affecting the performance of OECD countries in combating the COVID-19 epidemic were weighted with the objective weighting method CRITIC and the subjective weighting method fuzzy SWARA. Then, the weight values obtained from these two methods were combined with the SOWIA method, and the integrated weight values were obtained. Thus, the objective, subjective and integrated weighting methods are compared, which input and output variables are more important in the fight against the pandemic are determined. The number of doctors, nurses, hospital beds per 1000 people, the number of intensive care beds per 100,000 population, the rate of health expenditures in GDP, the rate of people over 65 years old in the population, rural population rate, diabetes prevalence rate, population density, the number of vaccines and tests per million people were used as input criteria, and the number of cases, recovered, and died per million people were used as output criteria. Thus, objective, subjective and integrated weighting methods were compared and it was determined which input and output criteria were more important in the fight against the pandemic. According to the CRITIC method, population density and the number of recoveries are the most important input and output criteria. According to the fuzzy SWARA method, intensive care bed capacity was the most important input, and the number of cases was the most important output criterion. According to the combined weights obtained by the SOWIA method, the most important input was the intensive care bed capacity, and the most important output criterion was the number of cases. The results obtained with the objective and subjective weighting methods used in practice differ. Therefore, considering the effects of both objective and subjective weighting methods, it may be preferable to find criterion weights to reach a single and final result.

Keywords: COVID-19, OECD, CRITIC, Fuzzy SWARA, SOWIA

* Sorumlu Yazar: elif.kdelice@atauni.edu.tr

1. Giriş

Karar verme, hayatın her anında karşılaşılabilen iki veya daha fazla alternatif arasından seçim yapma ya da belirlenen amaç veya hedefe ulaşmak için alternatif durumlar arasından seçim yapma eylemi olarak tanımlanır (Forman ve Selly,2001; Harris,1998). Karar vermede tek bir kriter olduğunda kişinin o kritere göre karar vermesi kolaydır fakat kişilerin günlük yaşamlarında karşılarına çıkan karar verme sorunları, genellikle ikiden fazla ve birbiriyle çelişen karmaşık kriterlere sahiptir. Kriter sayısı arttıkça kişilerin karar vermesi için yapılan işlemler çoğalmakta dolayısıyla karar verme zorlaşmaktadır (Cengiz,2012).

Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) problemlerinde kriter ağırlıklarının belirlenmesi ve problemin çözümü için uygun modelin seçilmesi önemli iki sorundur. Problem için hangi modelin uygulanması ve ağırlıklandırma için en uygun yöntemin belirlenmesine yönelik literatürde fikir birliği bulunmamaktadır (Demir ve Bircan,2020). Kriterler ağırlıklandırılırken amaç, kriterleri bir değerle eşleştirmek ve kriterlerin karar problemlerindeki göreceli önemini belirlemektir (Güler,2021).

Karar verme sürecinde önemli rolü olan, öznel veya nesnel yapıya sahip birbirleri ile çelişebilen kriterlerin farklı önem derecelerine sahip oldukları düşünülürse; bu kriterlerin ağırlıklandırılarak önem seviyelerinin belirlenmesi kaçınılmazdır. Bunun için öznel ve nesnel ağırlıklandırma yöntemleri kullanılmaktadır. Öznel ağırlık belirleme yöntemlerinde kriterlerin önem seviyeleri karar vericiler tarafından belirlenir. Nesnel ağırlık belirleme yöntemleri ise kişisel görüşe yer vermeyen, objektif sonuçlar ortaya koyan ve bunun için matematiksel modellerden faydalanan yöntemlerdir. Nesnel ağırlık belirleme yöntemlerinde uzman karar vericilerin görüşlerinden faydalanma imkânı yokken öznel yöntemlerde karar vericilerin görüşlerinden kaynaklı hatalar olabilir. Öznel ve nesnel ağırlıklandırma yöntemlerinin söz konusu dezavantajları bu yöntemlerin birlikte kullanımı ile giderilebilir. Bu bağlamda çalışma kapsamında kriter ağırlıklarının belirlenmesi için nesnel ağırlıklandırma yöntemi olan CRITIC (Criteria Importance Through Intercriteria Correlation), öznel ağırlıklandırma yöntemi olan bulanık SWARA (Fuzzy Step Wise Weight Assessment Ratio Analysis) ve bütünleşik ağırlıklandırma yöntemi olan SOWIA (Subjective and objective weight integrated approach) birlikte kullanılmıştır. Bu çalışmada OECD (Organisation for Economic Cooperation and Development) ülkeleri için COVID-19 salgını ile mücadelede en önemli girdi ve çıktı kriterleri bu üç yöntemle ayrı ayrı belirlenmiş ve sonuçlar karşılaştırılmıştır. 1 Aralık 2019 tarihinde Çin'in Hubei bölgesinin başkenti olan Wuhan'da ortaya çıkan ve Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) tarafından 11 Mart 2020 de küresel salgın olarak ilan edilen COVID-19 salgını da tüm dünyada ekonomiden sosyal hayata turizm faaliyetlerinden ticari faaliyetlere kadar birçok alanda olağanüstü etkilere ve yeni dünya düzeni diye adlandırılan bir dönemin başlamasına sebep olmuştur. Daha önceki salgınlara oranla üreme oranı çok daha fazla olan COVID-19 salgını kontrol altında tutmak için sağlık kuruluşlarının kapasitesi ve performansı daha önemli bir hale gelmiştir. Bu nedenle, sağlık kuruluşlarının kapasite ve performansını etkileyen girdi ve çıktı kriterlerinin önem düzeylerinin belirlenmesi son derece önemlidir. Bu çalışma ile, COVID-19 salgını ile mücadelede hangi girdi ve çıktı kriterlerinin daha önemli olduğu ortaya çıkarılarak ve daha önceki çalışmalara göre daha fazla kriterin etkisi incelenerek literatüre katkı sağlanması amaçlanmıştır.

Çalışmanın ikinci bölümünde literatür, üçüncü bölümde kullanılan yöntemler, dördüncü bölümde uygulama ve son bölümde tartışma ve sonuç kısmı yer almaktadır.

2.Literatür Taraması

CRITIC, Bulanık SWARA ve SOWIA yöntemi ile ilgili yapılan literatür araştırması sonucunda bu yöntemler ile elde edilen kriter ağırlıklarının farklı ÇKKV yöntemleri tarafından çeşitli seçim ve sıralama problemlerinin çözümü için kullanıldığı görülmüştür. CRITIC yönteminin COVID-19 ile ilgili iki çalışmada kullanıldıkları fakat üç yöntemin kriter ağırlıklarının belirlenmesi amacı ile birlikte herhangi bir çalışmada kullanılmadıkları belirlenmiştir. Zolfani vd. (2020) COVID-19 salgını sırasında geçici hastane yerlerini belirlemek amacı ile yaptıkları çalışmada kriter ağırlıklarını belirlemek için CRITIC yöntemini kullanmışlardır.Gupta vd. (2021) COVID-19 salgını sırasında kentsel alanlarda meydana gelen stres çeşitlerinin ağırlıklarını belirlemek için CRITIC yöntemini kullanmışlardır.

Literatür incelendiğinde çeşitli ÇKKV yaklaşımları ile nesnel ve öznel ağırlıklandırma yöntemlerini bir arada veya ayrı ayrı kullanan çeşitli çalışmalara rastlanmaktadır. Örneğin; Akçakanat vd. (2018) bankaların performanslarını ölçmek amacı ile gerçekleştirdikleri çalışmada kriter ağırlıklarını Modifiye Edilmiş Dijital Mantık (MDL) ve CRITIC yöntemi ile belirlemişlerdir. Elde edilen ağırlıklar EDAS (Evaluation by Average Solution Distance) yönteminde kullanılmış etkinlik sıralaması aynı bulunmuştur. Çırak (2018) işletmelerin finansal performansları için önemli olan kriterleri nesnel ve öznel ağırlıklandırma yöntemleri ile ayrı ayrı ağırlıklandırmışlardır. Nesnel yöntemlerden Entropi, CRITIC, Standart Sapma, Eşitlik Ağırlık yöntemi, öznel yöntemlerden AHP yöntemi kullanılmıştır. Durmuş ve Tayyar (2017) AHP (Analytical Hierarchy Process) TOPSIS (The Technique For Order Preference By Similarity To Ideal Solution) yöntemleri ile İkili Karşılaştırma, MAX100 ve SWARA yöntemlerini kullanmışlardır. Elde edilen sonuçlar SWARA ve MAX100 yöntemlerinin İkili Karşılaştırma yöntemine göre karar verici görüşlerine daha yakın sonuçlar ortaya koyduğu belirlenmiştir. Gül (2021) çalışmasında hastane yeri seçim problemi için sezgisel bulanık sayılar aracılığı ile uzman görüşlerinden faydalanmıştır. Uzman görüşlerindeki öznellik durumunu sınırlandırmak için ise nesnel yöntemlerden olan OWA (Ordered Weighted Averaging) yöntemini kullanmıştır. Güler (2021) Türkiye'deki devlet ve Üniversite hastanelerinin verilerini MAX100, SWARA, AHP, ENTROPY, DEMATEL (Decision Making Experiment and Evaluation Laboratory Method), KEMIRA-M (KEmeny Median Indicator Rank Accordance-Modified) ve CRITIC yöntemleri ile ağırlıklandırmışlar daha sonuçları Coopeland yöntemi ile birleştirerek tek bir ağırlık elde etmişlerdir. Bütünleşik ağırlık değerlerine en yakın olan sonuç AHP yöntemine ait çıkmıştır. Deng vd. (2000) tekstil şirketlerinin performanslarının karşılaştırılması için kullanılan kriterleri nesnel ağırlıklandırma yöntemlerinden olan CRITIC, ENTROPİ, Standart Sapma ve Ortalama Ağırlık yöntemleri ağırlıklandırmış ve TOPSIS yöntemi ile kullanmışlardır. Ardakani vd. (2016) ÇKKV'de ağırlıklandırma yöntemlerinin etkisi üzerine bir çalışma yaparak nesnel ve öznel yöntemleri karşılaştırmışlardır. Entropi, CRITIC ve MDL yöntemi kullanılan nesnel yöntemler olarak alınırken, NL (Numeric Logic) ve ADL (Adjustable Mean Bars) yöntemleri ise

öznel yöntemler olarak kullanılmıştır. NL yönteminin, MDL yöntemi ile kıyaslandığında kriterlere atanan ağırlıkların doğruluğunu arttırdığı tespit edilmiştir.

3. Materyal ve Yöntem

Bu bölümde CRITIC, Bulanık SWARA ve SOWIA yöntemleri hakkında bilgi verilmiştir.

3.1.CRITIC Yöntemi

Bütün kriterlere ait özellikler çoğu zaman birbirleri ile aynı değildir. Kriterlere ait özellikler farklı olduğu için de her bir kriter için ağırlıklandırma yapılmalıdır (Demircioğlu ve Coşkun,2018). Bu amaçla öznel ve nesnel ağırlıklandırma yöntemleri geliştirilmiştir. Sonuçların karar verici yorumlarından uzak ve objektif olması isteniyorsa nesnel ağırlıklandırma yöntemlerine başvurulur. Diakoulaki vd. (1995) tarafından 1995'te literatüre kazandırılmış olan CRITIC yöntemi, karar vericilerin görüşlerine yer vermeden, girdi ve çıktı kriterlerine ait 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). CRITIC yöntemi aşağıda belirtilen aşamalardan oluşmaktadır (Ömürbek vd.,2021).

İlk olarak $i = 1, 2, \dots, m$ ve $j = 1, 2, \dots, n$ olmak üzere m tane alternatif n tane kriterle göre değerlendirerek girdi ve çıktı kriterleri için başlangıç karar matrisi Eşitlik (1)'deki gibi oluşturulur.

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix} \quad (1)$$

Burada; x_{ij} ; i . alternatifin j . kriterle göre aldığı değeri göstermektedir. Fayda ve maliyet kriterleri için sırası ile Eşitlik (2) ve Eşitlik (3) kullanılarak başlangıç karar matrisi normalize edilir ve normalize karar matrisi elde edilir.

$$r_{ij} = \frac{x_{ij} - x_j^{\min}}{x_j^{\max} - x_j^{\min}} \quad (2)$$

$$r_{ij} = \frac{x_j^{\max} - x_{ij}}{x_j^{\max} - x_j^{\min}} \quad (3)$$

x_j^{\min} ; j . kriterle ait en küçük değeri ve x_j^{\max} ; j . kriterle ait en yüksek değeri göstermektedir.

Eşitlik (4) yardımı ile herhangi iki kriter arasındaki korelasyon değerleri hesaplanarak kriterler arasındaki ilişki derecelerine bakılır.

$$p_{jk} = \frac{\sum_{i=1}^m (r_{ij} - \bar{r}_j)(r_{ik} - \bar{r}_k)}{\sqrt{\sum_{i=1}^m (r_{ij} - \bar{r}_j)^2 \sum_{i=1}^m (r_{ik} - \bar{r}_k)^2}} \quad j, k = 1, 2, \dots, n \quad (4)$$

p_{jk} değeri kriter çiftleri arasındaki korelasyon katsayısını gösterir. Her bir kriterdeki toplam bilgi miktarı C_j Eşitlik (5) yardımı ile hesaplanır. Her bir kriteri için standart sapma değerini gösteren σ_j değeri ise Eşitlik (6) yardımı ile hesaplanır.

$$C_j = \sigma_j \sum_{k=1}^n (1 - p_{jk}) \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (5)$$

$$\sigma_j = \sqrt{\sum_{i=1}^m (r_{ij} - \bar{r}_j)^2 / m} \quad (6)$$

Son olarak; belirlenen kriterlerin ağırlıkları Eşitlik (7) yardımı ile hesaplanır.

$$W_{jc} = \frac{c_j}{\sum_{k=1}^n c_k} \quad j, k = 1, 2, \dots, n \quad (7)$$

W_{jc} ; CRITIC yönteminden elde edilen kriter ağırlıklarını ve $\sum_{k=1}^n c_k$ ise tüm kriter değerlerinin toplamını ifade eder.

3.2.Bulanık SWARA Yöntemi

Bulanık SWARA, SWARA metodunda karşılaştırmaların yapılması esnasında bulanık ifadelerin kullanıldığı öznel bir ağırlıklandırma yöntemidir. Bulanık mantık üzerine kurgulanmış olan Bulanık SWARA metodu, karar verirken yaşanan zorlukların ve etkenler nedeniyle karmaşıklaşan değerlendirme sürecinin daha etkin ve gerçeğe yakın şekilde yapılmasına olanak sağlamaktadır (Şengül ve Çağıl,2020). Çalışmada girdi ve çıktı verilerinin tam ve doğru bir şekilde belirlenemeyebileceği göz önüne alınarak ve alanında uzman kişilerin de görüşlerinden faydalanabilmek adına bulanık SWARA yöntemi tercih edilmiştir. Bulanık SWARA yönteminin adımları aşağıda belirtildiği gibidir (Çerçi,2020).

İlk olarak, bütün değerlendirme kriterleri karar verici(ler) tarafından en yüksek önem düzeyinden en düşük önem düzeyine doğru sıralanır. Tablo 1 göre j . kriterin kendisinden daha yüksek önem seviyesine sahip $j-1$. kriterle göre kıyaslaması yapılarak görelî önem düzeyleri hesaplanır. \tilde{S}_j ; görelî önem düzeyini ifade eder ve $\tilde{S}_j = (\tilde{S}_j^l, \tilde{S}_j^m, \tilde{S}_j^u)$ şeklinde tanımlanır.

Tablo 1. Dilsel değişkenler tablosu

Dilsel Değişkenler	Bulanık Sayı (l, m, u)
Eşit Önemli (EÖ)	(1,1,1)
Orta Derecede Daha Az Önemli (OÖ)	(2/3,1, 3/2)
Daha Az Önemli (DÖ)	(2/5,1/2,2/3)
Çok Daha Az Önemli (ÇDÖ)	(2/7, 1/3,2/5)
Oldukça Az Önemli (OAÖ)	(2/9,1/4,2/7)

Bütün kriterler için Eşitlik (8) kullanılarak \tilde{k}_j şeklinde gösterilen katsayı değeri hesaplanır. Daha sonra, bütün kriterler için, Eşitlik (9) kullanılarak \tilde{q}_j şeklinde gösterilen ara ağırlık değerleri hesaplanır.

$$k_j = \begin{cases} 1 & j = 1 \\ \tilde{S}_j + 1 & j > 1 \end{cases} \quad (8)$$

$$\tilde{k}_j = (\tilde{k}_j^l, \tilde{k}_j^m, \tilde{k}_j^u)$$

$$\tilde{q}_j = \begin{cases} 1 & j = 1 \\ \frac{\tilde{q}_{j-1}}{k_j} & j > 1 \end{cases} \quad (9)$$

$$\tilde{q}_j = (\tilde{q}_j^l, \tilde{q}_j^m, \tilde{q}_j^u)$$

Son olarak, bulanık SWARA yönteminden elde edilen kriter ağırlık değerleri \tilde{w}_{js} Eşitlik (10) yardımı ile aşağıdaki gibi

hesaplanır. Bulanık ağırlık değerleri, Eşitlik (11) kullanılarak bulanık olmayan deterministik değerlere (W_{js}) dönüştürülür.

$$\tilde{w}_{js} = \frac{\tilde{q}_j}{\sum_{k=1}^n \tilde{q}_k} \quad (10)$$

$$\tilde{w}_{js} = (\tilde{w}_{js}^l, \tilde{w}_{js}^m, \tilde{w}_{js}^u)$$

$$W_{js} = \frac{(w_j^u - w_j^l) + (w_j^m - w_j^l) + (w_j^l)}{3} \quad (11)$$

3.3.SOWIA Yöntemi

SOWIA yöntemi öznel ve nesnel ağırlıklandırma yöntemleri ile elde edilmiş ağırlıkların kombinasyonuna dayanmaktadır. Bu yöntemde, nesnel ve öznel ağırlıklar birleştirilerek tek bir ağırlık elde edilir. SOWIA yöntemi aşağıdaki aşamalardan oluşur (Zaher vd., 2018)

İlk olarak; CRITIC yönteminde Eşitlik (1)'de gösterildiği gibi başlangıç karar matrisi oluşturulur. Daha sonra, karar matrisi Eşitlik (12) kullanılarak normalize edilir.

$$x_{ij}^* = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^m x_{ij}} \quad (12)$$

x_{ij}^* , x_{ij} nin normalize edilmiş değeridir. $\sum_{i=1}^m x_{ij}$, m sayıda alternatif için j. öznelitektir değerlerinin toplamıdır.

Daha sonra, nesnel kriter ağırlıkları (O_j) ve öznel kriter ağırlıkları (S_j) belirlenir. Nesnel kriter ve öznel kriter ağırlıkları birleştirilerek Eşitlik (13) yardımı ile bütünleşik ağırlıklar (W_{jb}) elde edilir.

$$W_{jb} = \alpha O_j + (1 - \alpha) S_j \quad (13)$$

α değeri nesnel faktör karar ağırlığı olarak bilinir ve 0 ile 1 arasında değer alabilir. O_j ve S_j ; 0 ile 1 arasında değer alabilirler.

4. Uygulama

Bu bölümde, OECD ülkeleri için uygulama yapılmıştır. OECD ekonomi konusunda uzmanlaşmış kişilerden oluşan uluslararası bir istişare kuruluşudur (OECD, 2019). OECD'ye üye ülkelerin verilerine ulaşmanın mümkün olması nedeniyle uygulama bu ülkeler üzerinde yapılmıştır. Bununla birlikte, OECD ülkelerinden olan Kolombiya, Kosta Rika, Macaristan ve İsrail için bazı kriterlere ait verilerin elde edilememesi nedeni ile bu ülkeler dışında kalan 34 ülke uygulamada yer almıştır.

Çalışmada; doktor sayısı (G_1), hemşire sayısı (G_2), sağlık harcamalarının GSYİH (Gayri Safi Yurt İçi Hasıla) içindeki oranı (G_3), yoğun bakım yatak sayısı (G_4), hastane yatağı sayısı (G_5), 65 yaş üstü kişi sayısının toplam nüfus içindeki oranı (G_6), kırsal nüfus oranı (G_7), şeker hastalığı yaygınlık oranı (G_8), nüfus yoğunluğu (G_9), milyon kişi başına düşen aşı (G_{10}) ve test sayısı (G_{11}) girdi kriterleri olarak alınırken; iyileşen sayısı (C_1), ölen sayısı (C_2) ve vaka sayısı (C_3) ise çıktı kriterleri olarak alınmıştır.

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. Girdi ve çıktı kriterlerine ait istatistikler Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Girdi ve Çıktı Kriterlerine ait Genel İstatistik Tablosu

Kriterler	Ortalama Değer	Maksimum Değer	Minimum Değer
G_1	4,23	23,03	1,95
G_2	9,43	18,05	2,4
G_3	9,45	16,8	4,3
G_4	10,34	48	0,6
G_5	4,52	12,84	0,97
G_6	17,82	28,13	7,24
G_7	21,72	46,2	1,9
G_8	6,48	13,5	3,2
G_9	134,84	529,19	3,24
G_{10}	1280934	1830000	870
G_{11}	2354277	14675179	85856
C_1	76169	155518	912
C_2	1341	2855	6
C_3	84467	161671	1164

G_1, G_2 ve G_5 kriterleri 1000 kişi için, G_4 girdi kriteri ise 100.000 kişi için belirlenmiştir.

CRITIC yönteminde Eşitlikler (1)-(7) kullanılarak W_{jc} değerleri belirlenirken, bulanık SWARA yönteminde Eşitlikler (8)-(11) kullanılarak W_{js} değerleri belirlenmiştir. Bulanık SWARA yöntemi ile ağırlıklar belirlenirken 5 adet uzmanın görüşlerinden faydalanılmıştır. CRITIC yöntemi ile belirlenen ağırlıklar ise tamamen nesnel sonuçlar içerir. Daha sonra, SOWIA yönteminde Eşitlik (13)'de O_j değerleri yerine W_{jc} değerleri ve S_j değerleri yerine W_{js} değerleri kullanılarak W_{jb} değerleri elde edilmiştir Tablo 3'de gösterildiği gibi elde edilmiştir.

Tablo 3. Kriterlere Ait Ağırlık Değerleri

Girdi Kriterleri	W_{jc}	W_{js}	W_{jb}
G_1	0,063	0,089	0,082
G_2	0,097	0,027	0,061
G_3	0,074	0,096	0,093
G_4	0,095	0,435	0,249
G_5	0,097	0,087	0,092
G_6	0,089	0,086	0,088
G_7	0,112	0,004	0,058
G_8	0,090	0,0105	0,061
G_9	0,113	0,0101	0,049
G_{10}	0,089	0,144	0,120

G_{11}	0,076	0,007	0,041
Çıktı Kriterleri	W_{jc}	W_{js}	W_{jb}
C_1	0,457	0,157	0,307
C_2	0,250	0,392	0,322
C_3	0,291	0,450	0,371

CRITIC yöntemi sonuçlarına göre G_9 (nüfus yoğunluğu) en önemli ağırlığa sahip olan girdi kriteri iken C_1 (iyileşen sayısı) en önemli çıktı kriteri olmuştur. Bulanık SWARA yönteminde girdi kriterlerinden G_4 (yoğun bakım yatak kapasitesi), çıktı kriterlerinden C_3 (vaka sayısı) en fazla öneme sahip kriterlerdir. SOWIA yöntemi ile elde edilen bütünleşik sonuçlara göre ise en önemli çıktı kriteri C_3 (vaka sayısı), en önemli girdi kriteri ise G_4 (yoğun bakım yatak kapasitesi) kriteridir.

CRITIC yönteminin sonuçlarına göre kırsal nüfus oranı, nüfus yoğunluğundan sonra en önemli kriterdir. Bulanık SWARA yöntemine göre ise yoğun bakım yatak kapasitesinden sonra en önemli kriter aşı sayısıdır. Doktor sayısı kriteri CRITIC yönteminde son sırada yer almıştır. CRITIC yöntemine göre en önemli çıktı kriteri iyileşen sayısı iken entegre SOWIA sonuçlarında iyileşen sayısı kriteri son sıradadır.

SOWIA yöntemi sonuçlarına göre vaka sayısı çıktı kriteri en önemli kriterdir. Bunu ölen sayısı ve iyileşen sayısı takip eder. Vaka sayısı ne kadar az olursa ölen sayısı da ona bağlı olarak daha az olacaktır. Aşı sayısı yoğun bakım yatak sayısından sonra en önemli ikinci kriterdir. Bunları sağlık harcamalarının GSYİH içindeki oranı ve hastane yatağı sayısı takip etmektedir.

SOWIA yöntemine ait sonuçlar incelendiğinde bu sonuçlar üzerinde bulanık SWARA yönteminin CRITIC yöntemine göre daha baskın olduğu gözlemlenmektedir. Bulanık SWARA yönteminde önem sıralamasında ilk ve son sırada çıkan kriterler SOWIA yönteminde de aynı şekildedir. Bulanık SWARA yönteminde karar vermede rol oynayan uzman sayısı ve önemli görülen kriterler konusundaki fikir birliği sonuçlar üzerinde etkilidir.

4.Sonuç

Bu çalışmada OECD ülkelerine ait verilerden faydalanarak, COVID-19 salgını ile mücadele seyrini etkileyebilecek en önemli kriterler belirlenmiş öznel, nesnel ve entegre yöntemler ile ağırlıklandırılmış sonuçlar karşılaştırılmıştır. Nesnel ve öznel yöntemler ile elde edilen kriter ağırlıkları arasında farklılıklar görülebilmektedir. Nesnel yöntemlerle gerçek değerler ve öznel yöntemlerle karar vericilerin görüşleri kriter ağırlıklarına yansıtılmaktadır. Farklı bakış açıları ve hesaplama prosedürleri olan yöntemlerin etkilerinin kriter ağırlıklarına yansıtılması için SOWIA gibi bütünleşik ağırlıklandırma yöntemleri kullanılmalıdır. Birbirinden farklı özelliklere sahip, öznel ve nesnel kriterler içeren, karar verme problemlerinde öznel ve nesnel ağırlıklandırma yöntemlerinin bütünleşik bir şekilde kullanılması sonuçların doğruluğunu arttıracaktır. Gelecek

çalışmalarda nesnel ve öznel kriter ağırlıklandırma yöntemleri çeşitli performans ölçüm yöntemleri ile birlikte ayrı ayrı ve entegre bir şekilde kullanılabilir ve sonuçlar karşılaştırılabilir.

5.Teşekkür

Bu çalışma, FYL-2021-9792 nolu proje ile Atatürk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimince desteklenmiştir.

Kaynakça

- Akçakanat, Ö., Aksoy, E., & Teker, T. (2018). CRITIC ve MDL Temelli Edas Yöntemi ile Tr-61 Bölgesi Bankalarının Performans Değerlendirmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 1(32), 1-24
- Akçakaya, E. D. U., & Ömürbek, N. (2021). OECD Ülkelerinin Demokrasi Kalitesi Göstergeleri Açısından Kümelenmesi. OPUS Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi, 18(Yönetim ve Organizasyon Özel Sayısı), 1365-1393.
- Alemi-Ardakani, M., Milani, A. S., Yannacopoulos, S., & Shokouhi, G. (2016). On the effect of subjective, objective and combinative weighting in multiple criteria decision making: A case study on impact optimization of composites. Expert Systems with Applications, 46, 426-438.
- Cengiz, D. (2012). Çok kriterli karar verme yöntemleri üzerine karşılaştırmalı analiz.
- Çerçi, M. (2020). Sürdürülebilir tedarikçi seçimi: bulanık swara ve bulanık moora uygulamaları. Yüksek lisans tezi, Kocaeli üniversitesi.
- Çırak, B. (2018). Şirketlerin mali verilerinden yararlanarak çok kriterli karar verme yöntemleriyle finansal performanslarının analizi.
- Demir, G. (2021). Türk Çimento Firmalarının Finansal Performansının Bulanık SWARA-COPRAS-MAUT Yöntemleri ile Karşılaştırılması. Gaziantep University Journal of Social Sciences, 20(4), 1875-1892.
- Demir, G., & Bircan, H. (2020). Kriter ağırlıklandırma yöntemlerinden bwm ve fucom yöntemlerinin karşılaştırılması ve bir uygulama. Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 21(2), 170-185.
- 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
- Deng, H., Yeh, C., Willis, R. J., (2000). Inter-company comparison using modified TOPSIS with objective weights. Computers & Operations Research, 27(10), 963-973.
- Diakoulaki, D., Mavrotas, G., & Papayannakis, L. (1995). Determining objective weights in multiple criteria problems: The critic method. Computers & Operations Research, 22(7), 763-770.
- Durmuş, M., & Tayyar, N. (2017). AHP ve TOPSIS ile farklı kriter ağırlıklandırma yöntemlerinin kullanılması ve karar verici görüşleriyle karşılaştırılması. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 12(3), 65-80.
- Forman, E. H. & Selly, M. A. (2001). Decision by Objectives: How to Convince Others that You are Right. World Scientific Press.
- 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.

- Güler, A. (2021). Farklı kriter ağırlıklandırma yöntemleri ile veri zarflama analizi: Türkiye'deki devlet üniversitesi hastanelerinde uygulama.
- Harris, R. (1998). Introduction to Decision Making, VirtualSalt. <http://www.virtualsalt.com/crebook5.htm>.
- 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.
- Karakış, E. (2021). CRITIC ve MAUT Yöntemleriyle bir Tekstil Firması için Makine Seçimi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (27), 842-848. DOI: 10.31590/ejosat.994697
- 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.
- 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.
- OECD. "OECD Data". Erişim: 25 Ekim 2021. <https://data.oecd.org/>.
- Orhan, M. (2019). Türkiye ile Avrupa Birliği Ülkelerinin Lojistik Performanslarının Entropi Ağırlıklı Edas Yöntemiyle Karşılaştırılması. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (17), 1222-1238. DOI: 10.31590/ejosat.657693
- 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.
- Sait, G. Ü. L. Hastane Yeri Seçiminde Nesnel Ağırlıklandırma Sezgisel Bulanık Vikor Yöntemi. *Endüstri Mühendisliği*, 32(2), 177-200.
- Şahin, M. (2020). Endüstriyel Robot Seçimi için Hibrit Çok Kriterli Karar Yaklaşımı. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, Ejosat Özel Sayı 2020 (ISMSIT), 1-9. DOI: 10.31590/ejosat.818275
- Şengül, D., & Cagıl, G. (2020). Bulanık SWARA ve Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi yöntemi ile iş değerlemesi. *Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Dergisi*, 11(3), 965-976.
- The World Bank. "World Bank Open Data". Erişim: 25 Ekim 2021. <https://data.worldbank.org/>.
- Worldometers. "COVID Live- Coronavirus Statistics ". Erişim: 25 Ekim 2021. <https://www.worldometers.info/coronavirus/>.
- Zaher, H., Khalifa, H. A., & Mohamed, S. (2018) Grey Multi Criteria Decision Making Methods.
- ZARBAKHSHNIA, N., Soleimani, H., & Ghaderi, H. (2018). Sustainable third-party reverse logistics provider evaluation and selection using fuzzy SWARA and developed fuzzy COPRAS in the presence of risk criteria. *Applied Soft Computing*, 65, 307-319.
- Zolfani, S. H., Salimi, J., Maknoon, R. ve Kildiene, S. (2015). Technology foresight about R&D projects selection; application of SWARA method at the policy making level. *Engineering Economics*, 26(5), 571-580.