

## G20 ÜLKELERİNİN UZUN DÖNEMLİ SAĞLIK GÖSTERGELERİ KULLANILARAK SINIFLANDIRILMASI VE PERFORMANSLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Ahmet SEL<sup>1</sup>

### ÖZET

**Amaç:** Bu çalışmada Dünya Bankası sitesinde yer alan açık veri kaynağında sağlık göstergeleri olarak bulunan 30 adet değişken kullanılmış ve G-20 ülkelerinin sağlık sistemlerinin performansları değerlendirilmiştir.

**Yöntem:** Sağlık göstergeleri için 2000-2018 yılları arasında toplam 19 yıllık veri kullanılmıştır. Oluşan veri sayısının fazla olmasından dolayı kümeleme analizi ile sınıflandırma yapılabilmesi adına veri madenciliği yöntemleri kullanılmıştır. Kümelerin performanslarının değerlendirilmesinde öncelikle ağırlıkların belirlenmesi için sağlık göstergeleri önem derecesine göre uzman kişiler tarafından gruplandırılmış ve sıralanmıştır. Elde edilen değerler ile çok kriterli karar verme tekniklerinden MAUT yöntemi kullanılarak kümelerin performansları değerlendirilmiştir.

**Bulgular:** Kümeleme analizi sonucunda ülkelerin 4 farklı kümede sınıflandıkları görülmüştür. Sağlık göstergeleri açısından "Çok Yüksek" performansa sahip olan ülkeler Çin ve Güney Kore'dir. "Yüksek" düzeyde performansa sahip olan kümede yer alan ülkeler; Almanya, Amerika, Avustralya, Fransa, İngiltere, İtalya, Japonya, Kanada ve Rusya şeklindedir. "Ortalama Üstü" düzeyde performansa sahip olan kümede yer alan ülkeler; Arjantin, Brezilya, Meksika, Suudi Arabistan ve Türkiye'dir. "Düşük" performansa sahip olan kümede yer alan ülkeler; Endonezya, Güney Afrika ve Hindistan'dır.

**Özgünlük:** Uygulama sonucunda ülkelerin bulunduğu kümeler arasında sağlık alanındaki yetersizlikleri açık şekilde görülebilmektedir. Böylece yapılması gereken iyileştirmeler açısından karar vericiler için ortak bir planlama alanı oluşturulmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Sağlık Göstergeleri, ROC Ağırlıklandırma, MAUT Yöntemi, Veri Madenciliği, SOM Ağları.

**JEL Kodları:** H51, H11, C38.

## CLASSIFICATION AND EVALUATION OF THE PERFORMANCE OF G20 COUNTRIES BY USING LONG-TERM HEALTH INDICATORS

### ABSTRACT

**Purpose:** In this study, the performances of G-20 countries were evaluated by using 30 indicators under the title of health in the World Bank database.

**Methodology:** A total of 19 years of data were used for health indicators between 2000 and 2018. Due to the large number of data generated, data mining methods were used for classification by cluster analysis. In evaluating the performances of these clusters, firstly, health indicators are grouped and ranked by experts according to their importance. The performances of the clusters were evaluated by using the MAUT method, which is one of the multi-criteria decision making techniques.

**Findings:** As a result of cluster analysis, it is seen that countries are classified in 4 different clusters. The nations in the cluster with "Very High" performance in terms of health metrics, according to the report, are China and South Korea. Germany, America, Australia, France, England, Italy, Japan, Canada, and Russia are among the countries in the cluster with "High" performance levels. Argentina, Brazil, Mexico, Saudi Arabia, and Turkey are among the countries with "Above Average" results. Indonesia, South Africa, and India are among the countries in the "Poor" performance cluster.

**Originality:** As a consequence of, the analysis, the shortcomings in the field of health among the country clusters were clearly seen. Thus, a common planning area has been created for decision makers in terms of improvements that need to be made.

**Keywords:** Health Indicators, ROC Weighting, MAUT Method, Data Mining, SOM Networks.

**JEL Codes:** H51, H11, C38.

<sup>1</sup> Dr., Millî Eğitim Bakanlığı, Şehit Polis Elvan Özbay Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi, Altıntaş, Kütahya, Türkiye, selahmet43@gmail.com, ORCID: 0000-0003-1914-5878.

## 1. GİRİŞ

Bir ülkede yer alan sağlık sisteminin öncelikli amacı bireylerin doğrudan sağlığını iyileştirme, geliştirme ya da korunması açısından tüm faaliyetlerin, kurum ve kaynakların bütünüdür. Ayrıca bireylerin insani değerler seviyesinde hizmet almasını ve bireylerin hastane maliyetlerinden korunması sorumluluğu da vardır. Bu yüzden sağlık sistemleri iyi çalışan parasal sisteme, eğitilmiş iş gücüne, güvenilir bilgiye, en üst donanıma sahip tesislere ve ulaşım ağına ihtiyaç duymaktadır (WHO, 2000). Elde edilen bilgilerin ise en iyi şekilde değerlendirilerek sisteme geri dönüt sağlanarak sağlık sistemlerinin iyileşmesi ve veriminin artması sağlanabilir.

Ülkelerin kalkınmışlık derecesinin ve sosyoekonomik gelişmişlik düzeylerinin belirlenmesinde ekonomik, sosyal ve kültürel etmenlerin yanı sıra sağlık da önemli bir ölçüt olarak kullanılmaktadır (Temür ve Bakırcı, 2008). Ülkelerin refah seviyelerini gösteren sağlık hizmetleri tüm toplumlar için önemlidir. Teknoloji ile hızlı değişimlerin olması, toplumun eğitim düzeyinin artması doğrudan sağlık sektöründe hizmet ve maliyetlerin artmasına neden olmaktadır. Bu yüzden ülkeler sağlık hizmetlerinin etkinliğini değerlendirmek ve elde edilen bilgilerin yorumlanması ile bu alanda gelişimlerini sürdürmek istemektedir.

Her ülkenin ekonomik, politik ve kültürel elverişliliğine göre meydana getirdiği sağlık politikaları; doğumda yaşam süresini artırmak, bebek ölüm oranlarını düşürmek ve topluma yenilikçi teknolojiler içeren, yeterli kapasite ve etkinliğe sahip kaliteli sağlık hizmeti sunmaktır (Kocaman ve diğerleri, 2012). Kısacası sağlık sistemi toplumda sağlık alanında en iyi sistemi oluşturmak ve sunmaktadır. Ancak ülkelerin sağlık düzeyini etkileyen gelir seviyesi ve eğitimden yanı sıra başka faktörler de mevcuttur. Gelir ve eğitim düzeyleri benzer olan bazı ülkelerin sağlık çıktılarında farklılıkların bulunması, bu ülkelerin sağlık sistemlerinin performansı ile açıklanabilir. Sağlık sistemlerini oluşturan tasarım, içerik ve yönetimdeki bazı değişiklikler farklı sağlık çıktılarına neden olmaktadır. Bu yüzden, ülkedeki tüm karar vericilerin sağlık sisteminin performansındaki farklılığı ölçmesi, performansı etkileyen faktörleri ortaya çıkarması ve daha iyi sonuçlar verecek politikaları benimsemeleri gerekmektedir. Sağlık sistemlerinin performansı hakkında bulunacak karşılaştırılabilir ve anlamlı bilgiler, ulusal ve uluslararası düzeyde uygulanacak sağlık politikalarının bilimsel temelini güçlendirebilecektir (Murray ve Frenk, 2000).

Ülkelerin sağlık sistemi yapılarının performansı değerlendirilirken sağlık düzeyini görünür hale getiren göstergelere ihtiyaç vardır. Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü (OECD), Dünya Bankası (World Bank) ve Dünya Sağlık Örgütü (WHO) ve benzeri kuruluşlar ülkelerin sağlık alanında düzeyini gösteren geçerli ve standart bilgiler ile veriler sağlamaktadır. Çalışmalarda kullanılan veriler araştırmanın içeriğine uygun olacak biçimde ilgili kuruluşların veri tabanında açık erişimli olarak yayınlanmaktadır.

Bu çalışmada yer alan G20 ülkeleri için 2000-2018 yılları arasındaki sağlık hizmetleri göstergeleri kullanılarak performansları değerlendirilmiştir. Uygulamada ülkelerin oluşturduğu kümeler arasında sağlık alanındaki farklılıklar gözlenmek istenmiştir. Böylece yapılması gereken iyileştirmeler ya da örnek alınması gereken yapılar açısından karar vericiler için ortak bir planlama alanı oluşturulması amaçlanmıştır. Araştırmada Türkiye'nin de içinde bulunduğu G20 ülkelerinin seçilmesinde, dünya ekonomisinde yaklaşık %85'i temsil etmesi ve ticaretin %75'ini gerçekleştiriyor olması etkili olmuştur. Ayrıca dünya nüfusunun 2/3'ü G20 ülkelerinde yaşamaktadır (Dışişleri Bakanlığı, 2020).

Çalışmada öncelikle verilerin elde edilmesi ile başlanmıştır. Dünya Bankası veri tabanında bulunan sağlık göstergeleri incelendiğinde 250 ayrı değişkenin yer aldığı görülmüştür. Öncelikle sağlık göstergeleri incelenerek oran ve yüzde biçiminde bulunan göstergeler çalışmaya dahil edilmiştir. Uygulamanın yapıldığı yıllarda ve G20 ülkeleri için çoğunda eksik olan göstergeler elenerek 30 gösterge kullanılmıştır. Oluşan veri sayısının fazla olmasından dolayı kümeleme analizi ile sınıflandırma yapılabilmesi adına veri madenciliği yöntemlerinden biri olan SOM (Self Organizing Maps-Kohonen Map-Özdüzenleyici Haritalar) kullanılmıştır. Elde edilen kümelerin performansların değerlendirilmesinde MAUT (Multiple Attribute Utility Theory-Çok Kriterli Karar Verme), ağırlıkların belirlenmesinde ROC Yöntemi (Rank-Order Centroid Weight Method-Merkezi Ağırlıkları Derece-Sıralama Yöntemi) kullanılmıştır. Son bölümde elde edilen kümeler karşılaştırılarak küme bazında yapılması gerekenler incelenmiştir.

## 2. LİTERATÜR TARAMASI

Literatürde bu konu hakkında yapılan çalışmalar incelendiğinde kümeleme analizi ile çok kriterli karar verme tekniklerinin aynı anda kullanıldığı görülmüştür. Sağlık göstergeleri kullanılarak literatürde illerin sınıflandırılması konusunda yapılan çalışmalar (Çelik, 2013; Tekin, 2015; Gençoğlu, 2018) olduğu görülmüştür. Genel anlamda performans değerlendirmesinden önce kümeleme analizi kullanıldığı ve oluşan kümeler ile performanslar incelenmiştir. Sağlık alanında performansların değerlendirilmesi konusunda Eren ve Ömürbek (2019), çalışmalarında Türkiye'de sağlık göstergeleri açısından 81 ili 22 sağlık değişkeni açısından sınıflandırmış ve kümelere ayırmıştır. Daha sonra elde edilen kümeler için çok

kriterli karar verme yöntemleri içerisinde yer alan MULTIMOORA yöntemiyle performans düzeyleri belirlenmiştir. Uygulama sonucunda elde edilen en iyi kümeler 2 ve 5 şeklindedir. Küme 2'de büyük ve gelişmiş iller, Küme 5'te ise gelişmekte olan iller olduğu görülmüştür. Sağlık göstergeleri açısından bu kümelerdeki illerin diğerlerine nazaran daha iyi durumda yer aldığı görülmüştür.

Literatürde ülkelerin sağlık göstergelerine göre kümeleme analizi yapılarak sınıflandırılması konusunda yapılan çalışmalar (Çetintürk ve Gençtürk, 2020; Alptekin ve Yeşilaydın, 2015; Mut ve Akyürek, 2017; Şahin, 2017; Sonğur, 2016) incelenmiştir. Ülkelerin performanslarının değerlendirilmesini konu alan çalışmalar incelendiğinde; Konca ve diğerleri (2019), G20 ülkeleri için 2012-2014 yılları arasında meydana gelen özel, kamu ve cepten oluşan sağlık harcamaları için etkinliklerini Veri Zarflama Analizi (VZA) kullanarak incelemiştir. Analiz sonucunda etkin olmayan ülkeler arasından en düşük skora sahip ülkeler; Kanada, Almanya, ABD ve Brezilya şeklinde bulunmuştur. Ölçek etkinlikleri için yapılan değerlendirmede en düşük olan ülkeler; Avustralya, Kanada ve Arjantin'dir. Teleş ve diğerleri (2018), araştırmalarında 2014 yılına ait sağlık göstergelerini kullanarak Avrupa Birliği (AB) içinde yer alan ülkelerin sağlık sistemlerini VZA yöntemi ile karşılaştırmıştır. Uygulama öncesinde kümeleme analizi yardımıyla karşılaştırılan ülkeler sınıflandırmaya tabi tutulmuştur. Analiz sonucunda, birinci küme için ülkelerin %56,25'i, ikinci küme için ülkelerin %65'inin verimli olduğu görülmüştür. Demirci ve Konca (2019), çalışmasında Türkiye ile G20 ülkeleri için sağlık sistemlerinin performansını Malmquist Toplam Faktör Verimliliği (MTFV) Endeksi yöntemi kullanarak değerlendirmiştir. Uygulama sonucunda Türkiye'nin; 2000-2010, 2010-2015 ve 2000-2015 dönemlerinde sağlık sisteminin verimliliğinin arttığı görülmüştür. Sel (2021), çalışmasında G20 ülkeleri için sağlık sistemlerinde meydana gelen gelişmelerin Covid 19 pandemisindeki etkinliğini araştırmıştır. Dünya Bankası yer alan veri tabanı sisteminde sağlık başlığında bulunan 5 gösterge girdi olarak alınmış ve Covid 19 sonucunda meydana gelen iyileşen, ölüm ve test sayıları çıktı şeklinde kullanılmıştır. Uygulama VZA yöntemi ile çıktı yönelimli değişken ve sabit getiri yöntemleri ile ölçek etkinlik skorları ve süper etkinlik değerleri bulunmuştur. Analiz sonuçları incelendiğinde ölçek etkinlik skorlarına göre Brezilya, Amerika, İngiltere, Arjantin, Çin, Fransa ve Türkiye'nin etkin olduğu görülmüştür. Bu çalışmada gösterge sayıları ve uzunluğu daha geniş tutularak geçmiş dönem sağlık yatırımlarının etkisi gözlenmiştir.

### 3. YÖNTEM

Bu bölümde çalışmada kullanılmış olan veri madenciliği yöntemlerinden biri olan SOM kümeleme yöntemi, performansların değerlendirilmesinde kullanılan MAUT yöntemi ile kriter ağırlıklandırma kullanılan ROC yöntemine ilişkin açıklamalara yer verilmiştir. Uygulamada kümeleme analizinin yapılabilmesi için WEKA (Waikato Environment for Knowledge Analysis) programının 3.8.4 sürümü, performans değerlendirmesinde ise Excel programı kullanılmıştır.

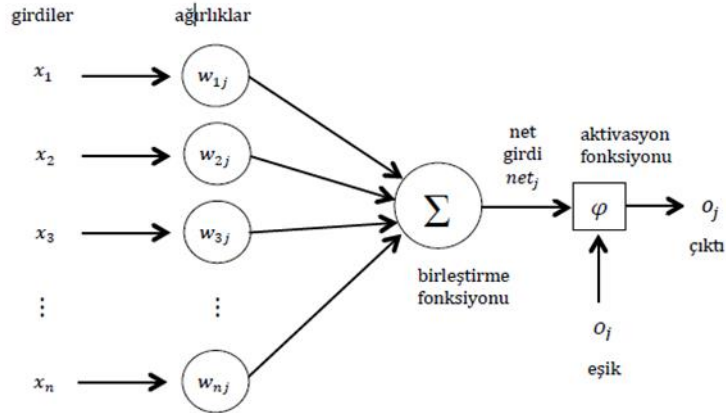
#### 3.1. SOM Kümeleme Yöntemi

Son dönemde meydana gelen teknolojik gelişmelere paralel olarak kurumlar büyük düzeylerde veri oluşturmaktadır. Ancak verilerin işlenerek anlamlı ve yararlı bilgiye dönüşmesinde bazı zorluklar yaşanabilmektedir. Özellikle klasik istatistiksel yöntemlerin büyük boyutlardaki veriyi çözülmesi her zaman kolay olamamaktadır. Bu nedenle verilerin işlenmesi ve çözülmesi için özel yöntem ve tekniklere ihtiyaç duyulmuştur. Günümüzde veri madenciliği yöntemlerinin bu ihtiyacın karşılanması amacıyla ortaya çıktığı söylenebilir (Özkan, 2008; 4). Veri madenciliği, verinin tamamını kullanması açısından diğer istatistiksel yöntemlerden ayrılmaktadır. Bu yöntemle, klasik yollarla elde edilen küçük verilerle çalışmak yerine daha kolay değerlendirme yapabilecek, yeni bağımsız veriler tercih edilebilmektedir (Weiss ve Zhang, 2003; 426).

Veri madenciliği yöntemleri içerisinde biri de kümeleme analizidir. Kümeleme olarak da bilinen kümeleme analizi verilerde yer alan özelliklerin kullanılarak veriler arasındaki benzerlikleri bulma ve benzer veri nesnelerinin birlikte yer aldığı birbirinden ayrık ve homojen gruplar oluşturacak şekilde sınıflandırma işlemidir. Başka bir deyişle, benzer nesnelerin aynı kümede ve benzer olmayan nesnelerin ise başka bir kümede gruplanmasıdır. Veri madenciliğinin temel yöntemlerinden biri olan kümeleme analizi makine öğrenimi, pazar araştırması, kalıp tanıma, biyoinformatik, görüntü işleme, veri sıkıştırma, bilgisayar grafikleri gibi birçok alanda yaygın olarak kullanılan istatistiksel yöntemdir (Han ve diğerleri, 2012). Özellikle bu çalışmada da büyük veriler elde edilmesinden dolayı anlamlı ilişkilerin bulunması adına öncelikle veri madenciliği yöntemleri tercih edilmiştir.

Veri madenciliği yöntemlerinden biri de yapay sinir ağlarını kullanan SOM kümeleme tekniğidir. Özellikle sinir ağlarının geleneksel istatistiksel tekniklere göre avantajı, verilerin dağılımı varsayımları ile değişkenlerle ilgili varsayımlara ihtiyaç duymamasıdır. Ayrıca yapay sinir ağları, bazı değişkenlerde bulunan eksik verilerin tolere edilmesinde de etkindir. Ancak, sinir ağlarının eğitilmesinde çok sayıda verinin

gerekmesi ve ağ modelinin kurulmasındaki güçlükler, dezavantaj olarak görülebilir (Öztemel, 2003; 29). Genel olarak yapay sinir ağlarının yapısına örnek gösterim Şekil 1'de verilmiştir.



**Şekil 1. Yapay sinir hücresinin yapısı (Öztemel, 2003:49)**

Sinir ağında yer alan çıkış katmanında düğümler rastgele seçilmiş ağırlık değerleri ile başlayarak birçok eğitimden geçer ve öz-düzenleme içinde yer alırlar. Döngüler boyunca, her giriş vektörünün buna karşılık geldiği kabul edilir ve kazanan düğümler için minimum uzaklığı veren Öklid uzaklığı Eşitlik 1 ile bulunur.

$$\|x_i - w_{nj}\| = \min \|x_i - w_{nj}\|, \quad i = 1, \dots, n \quad (1)$$

Kazanan düğüm için ağırlık vektörleri ve komşu düğümlerin ağırlık vektörü Eşitlik 2 ve Eşitlik 3 kullanılarak elde edilir.

$$\Delta w = \alpha(x_i - w_i^{eski}) \quad (2)$$

$$w_i^{yeni} = w_i + \alpha(x_i - w_i^{eski}) \quad (3)$$

$x_i$ ; giriş vektörü için,  $\alpha$ ; öğrenme katsayısı olarak belirtilir. Bu işlemler döngü halinde sırasıyla kriter koşulu sağlanana kadar devam eder.

Kohonen'in araştırmaları sonucunda bulunan ve Kohonen Haritası olarak bilinen SOM, yapay sinir ağları modeli olarak tanımlanır. Yapay sinir ağları bilgiyi klasik matematiksel yöntemlerden farklı şekilde yeni bir yolla işler. Öz düzenleyici harita olarak Türkçe'ye çevirilen SOM yapay sinir ağları algoritmalarının bir çeşididir. SOM yöntemi eğitimsiz öğrenme (unsupervised learning) mantığına dayanır. SOM'un yapısı birbiri içine geçmiş iki tabakadan oluşur. Bunlar girdi (input) tabakası ve Kohonen tabakasıdır (Kohonen, 2001; 159). SOM ağı, veriyi bir veya üç boyutlu uzayda da gösterebilir. SOM ağı, giriş ve çıkış katmanları olmak üzere, iki nöron katmanından oluşur. Giriş katmanı bütünüyle çıkış katmanına bağlıdır. SOM ağının çekirdeği olan çıkış katmanı, iki boyutlu harita kullanarak seyrek veri temsili baskılaması ve yoğun veri yayılımını sağlaması açısından biyolojik sistemlere benzer bir şekilde çalışır. Bunu, çıkış katmanının farklı alt alanlarını farklı bilgi kategorilerine atayarak yapılabilir. Sonuç olarak, bir ağ içerisinde işleme elemanın konumu giriş verileri kümesinde belli bir karakteristik özelliğe atanmış olur (Kiang ve diğerleri, 2006). Çalışmada kullanılan veri sayısının fazla olması yüzünden klasik istatiki yöntemler yerine veri madenciliği teknikleri kullanılmıştır. Bu yöntemler sayesinde gizli örüntü ve yeni ilişkiler sürece dahil edilebilmiştir. Ayrıca SOM kümeleme yöntemi ile önceden belli bir küme sayısı bilgisi girilmesine gerek kalmadan ideal küme sayısını belirlemektedir.

### 3.2. MAUT Yöntemi

Çok kriterli karar verme yöntemlerinden biri olan MAUT yöntemi Keeney ve Fishburn (1974) tarafından geliştirilmiş olup kriterler yardımıyla hesaplanan "U" fayda fonksiyonu ile alternatifler içinden seçim yapabilmektir. Karar verici burada maksimum fayda yönünde seçim yapacağı düşünülür. Bu yöntemin uygulanması dört adımdan oluşmaktadır.

**Adım 1. Karar Matrisinin (A) Oluşturulması:** Karar matrisinin satırlarında alternatifler, sütunlarında ise karar vermede kullanılacak değerlendirme kriterleri yer alır. A matrisi karar verici tarafından oluşturulan başlangıç matrisidir. Karar matrisi Eşitlik 4'te verilmiştir. Bu matriste  $m$  alternatif sayısını,  $n$  kriter sayısını ifade etmektedir.

$$A_{ij} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{bmatrix} \quad (4)$$

**Adım 2. Normalize Karar Matrisinin (R) Oluşturulması:** Normalize Karar Matrisi, A matrisinin elemanlarından yararlanarak kriterlerin fayda ve maliyet durumuna göre hesaplanmaktadır (Eşitlik 5-6).

$$\text{Fayda maksimizasyonu; } r^+_{ij} = \frac{a_{ij}-l_j}{u_j-l_j} \quad (5)$$

$$\text{Maliyet minimizasyonu; } r^-_{ij} = \frac{u_j-a_{ij}}{u_j-l_j} \quad (6)$$

Burada  $u_j = \max_i a_{ij}$ ; j. sütun (kriter) için i. satırda (alternatif) yer alan en büyük değer ve  $l_j = \min_i a_{ij}$ ; j. sütun için i. satırda yer alan en küçük değerdir. Her bir değer için hesaplanan R matrisi Eşitlik 7'deki şekilde elde edilir:

$$R_{ij} = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2n} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ r_{m1} & r_{m2} & \dots & r_{mn} \end{bmatrix} \quad (7)$$

**Adım 3. Ağırlıklı Karar Matrisinin (V) Oluşturulması:** Öncelikle değerlendirme faktörlerine ilişkin ağırlık değerleri ( $w_j$ ) belirlenir ( $\sum_{j=1}^n w_j = 1$ ). Daha sonra R matrisinin her bir sütunundaki elemanlar ilgili  $w_j$  değeri ile çarpılarak V matrisi oluşturulur (Eşitlik 8).

$$V_{ij} = \begin{bmatrix} w_1 r_{11} & w_2 r_{12} & \dots & w_n r_{1n} \\ w_1 r_{21} & w_2 r_{22} & \dots & w_n r_{2n} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ w_1 r_{m1} & w_2 r_{m2} & \dots & w_n r_{mn} \end{bmatrix} \quad (8)$$

**Adım 4. Fayda Fonksiyonunun Hesaplanması ve Değerlendirme:** Alternatifler arasından seçimin yapılabilmesi için alternatiflerin faydaları hesaplanır. Fayda hesaplamasında Eşitlik 9 kullanılır.

$$U_i = \sum_{j=1}^n w_j r_{ij} \quad (9)$$

Burada her bir satır ( $i = 1, 2, \dots, m$ ) için fayda değerlerini verir. Elde edilen fayda değerleri ( $U_i$ ) için alternatifler sıralanır.

### 3.3. ROC Yöntemi

Barron ve Barrett (1996) tarafından önerilen bu yöntem, Merkezi Ağırlıkları Derece-Sıralama Yöntemi (Rank-order centroid weight method) (ROC) olarak adlandırılmaktadır. ROC ağırlık yaklaşımı, her bir ağırlığın maksimum hatasını en aza indiren ağırlıkların bir tahminini, objektif öneme sahip rütbe sırasını koruyan tüm olası ağırlıkların merkezini bularak ağırlıklar belirlenir (Barron ve Barrett, 1996).

Bu yöntemde kriterlerin öncelikle önem derecelerine göre sıralanması gerekmektedir. Sıralama işlemi problemin yapısına göre karar vericiler tarafından yapılabileceği gibi bu konuda bir uzman olan birine de danışılabilir. Son adımda sıralamaya tabi tutulan kriterlerin ağırlıkları formül yardımıyla hesaplanır.

Uygulamada öncelikle n adet kriter için n! sayıda sıralama olduğu bilinmelidir. Kriterlerin sayısı n adet olmak üzere  $w_1 \geq w_2 \geq \dots \geq w_n$  kriterlerin ağırlıkları ve  $w_1 + w_2 + \dots + w_n = 1$  şeklindedir. Burada her bir  $w_{i,j=1,n}$  hesaplanması Eşitlik 10 yardımıyla yapılır (Sel, 2020).

$$w_i(ROC) = \left(\frac{1}{n}\right) \sum_{j=1}^n \frac{1}{j} \quad (10)$$

### 3.4. Kullanılan Değişkenler

Dünya Bankası veritabanı altında sağlık göstergeleri başlığı altında 250 adet değişken bulunmaktadır. Çalışma yılında veri tabanında son güncel verinin 2018 olmasından dolayı 2000-2018 yılları arasında oran ile yüzde formatında yer alan ve eksik veriler içermeyen 30 farklı gösterge değişken olarak alınmıştır. Kullanılan değişkenler ve açıklamaları Tablo 1'de gösterilmiştir.

**Tablo 1. Çalışmada kullanılan değişkenler**

<i>Kod</i>	<i>Açıklama</i>
G <sub>1</sub>	15 yaş üstü toplam sigara içme yaygınlığı yüzdesi
G <sub>2</sub>	GSYİH'ya göre mevcut sağlık harcamaları yüzdesi
G <sub>3</sub>	GSYİH'ya göre yurt içi genel devlet sağlık harcamaları yüzdesi
G <sub>4</sub>	Nüfusta en az temel içme suyu hizmeti kullanan kişilerin yüzdesi
G <sub>5</sub>	Nüfusta en azından temel sağlık hizmetlerini kullanan kişilerin yüzdesi
G <sub>6</sub>	Bir yaşındaki çocukların Hepatit B3 doz aşılama yüzdesi
G <sub>7</sub>	15-49 yaş arası nüfusun HIV yaygınlığı yüzdesi
G <sub>8</sub>	5 yaş altı 1.000 canlı doğumda ölüm oranı yüzdesi
G <sub>9</sub>	Yenidoğan 1000 canlı doğumda ölüm oranı yüzdesi
G <sub>10</sub>	12-23 aylık çocukların difteri, tetanoz ve boğmaca aşılama yüzdesi
G <sub>11</sub>	12-23 aylık çocukların kızamık aşılama yüzdesi
G <sub>12</sub>	1.000 kişi başına hastane yatakları yüzdesi
G <sub>13</sub>	1000 kişi başına düşen hemşireler ve ebelerin yüzdesi
G <sub>14</sub>	1000 kişi başına düşen hekimlerin yüzdesi
G <sub>15</sub>	Nitelikli sağlık personelinin katıldığı doğumların toplama göre yüzdesi
G <sub>16</sub>	20-79 yaş arası nüfusta diyabet yaygınlığı yüzdesi
G <sub>17</sub>	100.000 canlı doğumda modellenmiş tahmin anne ölüm oranı yüzdesi
G <sub>18</sub>	Yeni vakalarda tüberküloz tedavisi başarı oranı yüzdesi
G <sub>19</sub>	Tüberküloz vaka tespit oranı yüzdesi
G <sub>20</sub>	100.000 kişi başına tüberküloz sıklığı yüzdesi
G <sub>21</sub>	Nüfusta yetersiz beslenme yaygınlığı yüzdesi
G <sub>22</sub>	1000 kişi başına düşen ölüm oranı yüzdesi
G <sub>23</sub>	1.000 canlı doğumda ölüm oranı yüzdesi
G <sub>24</sub>	Kadın başına doğurganlık hızı yüzdesi
G <sub>25</sub>	Toplam nüfusta 0-14 yaş arasındaki nüfus yüzdesi
G <sub>26</sub>	Toplam nüfusta 15-64 yaş arasındaki nüfus yüzdesi
G <sub>27</sub>	Toplam nüfusta 65 yaş ve üstü nüfus yüzdesi
G <sub>28</sub>	Yıllık nüfus artış yüzdesi
G <sub>29</sub>	15 yaş üstü kişi başına toplam alkol tüketimi
G <sub>30</sub>	30-70 yaşları arasında kalp-damar hastalığı, kanser, diyabet veya Kronik Solunum Sistemi Hastalığı'dan ölüm oranı yüzdesi

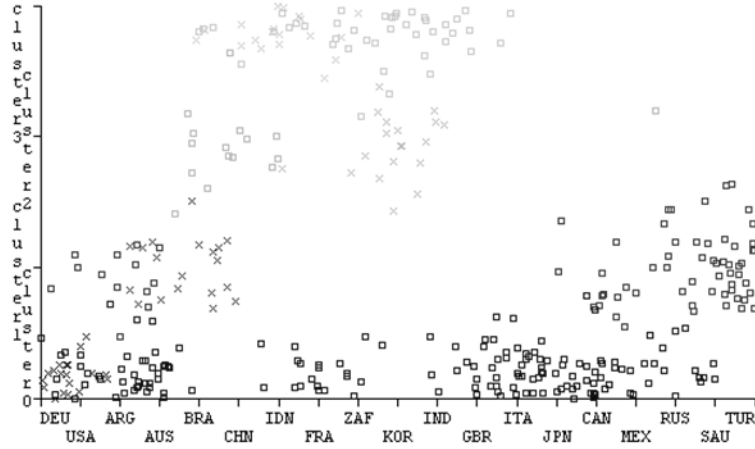
Kaynak: Dünya Bankası (2020).

#### 4. BULGULAR

Uygulamada kümeleme analizinin yapılabilmesi için öncelikle değişkenler tanımlanmıştır. Daha sonra değişkenler kullanılarak elde edilen kümeler ile performans değerlendirmeleri karşılaştırılmıştır.

##### 4.2. Kümeleme Analizi Sonuçları

Weka programında SOM yöntemi kullanılarak ideal küme sayısı 4 olarak bulunmuştur. G20 ülkelerinin kümelemelere dağılımı görsel olarak Şekil 2'de gösterilmiştir.



**Şekil 2. SOM kümeleme analizi sonuçları**

Şekil 2 incelendiğinde SOM yöntemine göre nihai kümeleme dağılımları Tablo 2'de verilmiştir. Kümeleme sonucunda Küme-1'de 9, Küme-2'de 5, Küme-3'te 2 ve Küme-4'te 3 ülkenin yer aldığı görülmüştür.

**Tablo 2. SOM yöntemine göre ülkelerin dağılımı**

Küme-1	Küme-2	Küme-3	Küme-4
Almanya	Arjantin	Çin	Endonezya
Amerika	Brezilya	Güney Kore	Güney Afrika
Avustralya	Meksika		Hindistan
Fransa	Suudi Arabistan		
İngiltere	Türkiye		
İtalya			
Japonya			
Kanada			
Rusya			

#### 4.3. Performanslarının Değerlendirilmesi

MAUT yönteminin uygulama adımları izlenerek kümelerin performansları değerlendirilmiştir.

Adım 1 için elde edilen 4 küme için performans değerlendirmeleri için kullanılan göstergelere göre yıllara ve kümelere göre ortalamalar elde edilmiştir. Böylece 4x30 boyutunda karar matrisi (A) elde edilmiştir. Kümelere göre ortalamaların dağılımını gösteren A matrisi Tablo 3'te gösterilmiştir.

**Tablo 3. Kümelere göre sağlık göstergeleri ortalamaları**

Gösterge	Küme-1	Küme-2	Küme-3	Küme-4	Gösterge	Küme-1	Küme-2	Küme-3	Küme-4
G <sub>1</sub>	27,905	22,531	27,627	24,33	G <sub>16</sub>	6,989	9,540	6,050	5,700
G <sub>2</sub>	9,574	6,244	5,139	4,572	G <sub>17</sub>	1,060	4,218	2,646	20,856
G <sub>3</sub>	6,749	3,602	2,679	1,777	G <sub>18</sub>	71,104	71,489	88,125	78,959
G <sub>4</sub>	99,195	97,048	93,189	86,157	G <sub>19</sub>	88,135	85,600	84,553	48,912
G <sub>5</sub>	98,043	89,338	85,741	55,016	G <sub>20</sub>	1,737	2,760	8,213	46,911
G <sub>6</sub>	79,892	91,434	92,553	63,719	G <sub>21</sub>	2,537	4,487	7,539	12,486
G <sub>7</sub>	0,563	0,907	1,269	6,827	G <sub>22</sub>	0,935	0,568	0,604	0,883
G <sub>8</sub>	0,575	1,782	1,200	5,238	G <sub>23</sub>	0,483	1,544	1,017	3,939
G <sub>9</sub>	0,311	0,953	0,642	2,166	G <sub>24</sub>	1,639	2,390	1,412	2,575
G <sub>10</sub>	94,661	94,147	95,263	75,965	G <sub>25</sub>	16,768	28,031	18,260	30,119
G <sub>11</sub>	92,427	95,126	95,474	74,702	G <sub>26</sub>	66,435	65,308	72,369	64,887
G <sub>12</sub>	0,061	0,026	0,067	0,015	G <sub>27</sub>	16,796	6,661	9,371	4,994
G <sub>13</sub>	0,091	0,034	0,032	0,023	G <sub>28</sub>	0,532	1,519	0,546	1,366
G <sub>14</sub>	0,031	0,022	0,017	0,005	G <sub>29</sub>	10,792	5,364	8,584	5,209
G <sub>15</sub>	99,083	96,130	99,366	78,192	G <sub>30</sub>	14,270	18,060	15,050	26,346

Adım 2. için karar matrisi (A) değerlerinin normalize edilmesinde fayda maksimizasyonu ve maliyet minimizasyonu durumları göz önünde bulundurulmaktadır. Çalışmada kullanılan sağlık göstergelerinin optimum koşulları değerlendirilerek istenilen durumlar Tablo 4'te gösterilmiştir.

Göstergeler için kümelerde yer alan ortalama değerler incelendiğinde birbirine yakın olan değerlerin aynı kümede yer aldığı görülmüştür.

**Tablo 4. Göstergelerin optimum koşulları**

Koşul	Göstergeler
Minimum	G <sub>1</sub> , G <sub>7</sub> , G <sub>8</sub> , G <sub>9</sub> , G <sub>16</sub> , G <sub>17</sub> , G <sub>20</sub> , G <sub>21</sub> , G <sub>22</sub> , G <sub>23</sub> , G <sub>29</sub> , G <sub>30</sub> , G <sub>22</sub> , G <sub>23</sub> , G <sub>29</sub> , G <sub>30</sub>
Maksimum	G <sub>2</sub> , G <sub>3</sub> , G <sub>4</sub> , G <sub>5</sub> , G <sub>6</sub> , G <sub>10</sub> , G <sub>11</sub> , G <sub>12</sub> , G <sub>13</sub> , G <sub>14</sub> , G <sub>15</sub> , G <sub>18</sub> , G <sub>19</sub> , G <sub>24</sub> , G <sub>25</sub> , G <sub>26</sub> , G <sub>27</sub> , G <sub>28</sub>

Tablo 4'te yer alan optimum koşullar dikkate alınarak hesaplanan Normalize Karar Matrisi (R) Tablo 5'te gösterilmiştir.

**Tablo 5. Normalize karar matrisi (R)**

Gösterge	Küme-1	Küme-2	Küme-3	Küme-4	Gösterge	Küme-1	Küme-2	Küme-3	Küme-4
G <sub>1</sub>	0,000	1,000	0,052	0,665	G <sub>16</sub>	0,664	0,000	0,909	1,000
G <sub>2</sub>	1,000	0,334	0,114	0,000	G <sub>17</sub>	1,000	0,840	0,920	0,000
G <sub>3</sub>	1,000	0,367	0,181	0,000	G <sub>18</sub>	0,000	0,023	1,000	0,461
G <sub>4</sub>	1,000	0,835	0,539	0,000	G <sub>19</sub>	1,000	0,935	0,909	0,000
G <sub>5</sub>	1,000	0,798	0,714	0,000	G <sub>20</sub>	1,000	0,977	0,857	0,000
G <sub>6</sub>	0,561	0,961	1,000	0,000	G <sub>21</sub>	1,000	0,804	0,497	0,000
G <sub>7</sub>	1,000	0,945	0,887	0,000	G <sub>22</sub>	0,000	1,000	0,902	0,142
G <sub>8</sub>	1,000	0,741	0,866	0,000	G <sub>23</sub>	1,000	0,693	0,845	0,000
G <sub>9</sub>	1,000	0,654	0,822	0,000	G <sub>24</sub>	0,195	0,841	0,000	1,000
G <sub>10</sub>	0,969	0,942	1,000	0,000	G <sub>25</sub>	0,000	0,844	0,112	1,000
G <sub>11</sub>	0,853	0,983	1,000	0,000	G <sub>26</sub>	0,207	0,056	1,000	0,000
G <sub>12</sub>	0,878	0,221	1,000	0,000	G <sub>27</sub>	1,000	0,141	0,371	0,000
G <sub>13</sub>	1,000	0,156	0,132	0,000	G <sub>28</sub>	0,000	1,000	0,015	0,845
G <sub>14</sub>	1,000	0,646	0,456	0,000	G <sub>29</sub>	0,000	0,972	0,395	1,000
G <sub>15</sub>	0,987	0,847	1,000	0,000	G <sub>30</sub>	1,000	0,686	0,935	0,000

**Adım 3. Ağırlıklı Karar Matrisinin (V) Oluşturulması:** Çalışmada öncelikle kriterler olarak kullanılan sağlık göstergeleri gruplandırma işlemine tabi tutulmuştur. Sağlık hizmetleri alanında çalışan uzmanlara danışarak göstergeleri önem derecesine göre gruplandırması ve sıralandırması istenmiştir. Alınan dönütler sayesinde uzmanların göstergeleri 7 grupta topladıkları gözlenmiştir. Gruplar ve gruplarda bulunan göstergeler Tablo 6'da gösterilmiştir. Grupların her biri ayrı bir kriter olmak üzere önem sırası K<sub>1</sub>, K<sub>2</sub>, K<sub>3</sub>, K<sub>4</sub>, K<sub>5</sub>, K<sub>6</sub> ve K<sub>7</sub> için n=7 adet kriterin ağırlıkları w<sub>1</sub>, w<sub>2</sub>, w<sub>3</sub>, w<sub>4</sub>, w<sub>5</sub>, w<sub>6</sub>, w<sub>7</sub> olmak üzere Eşitlik 10 ile aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$w_1 = \left(\frac{1}{7}\right) \sum_{j=1}^7 \frac{1}{j} = \left(\frac{1}{7}\right) \left(\frac{1}{1} + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{1}{4} + \frac{1}{5} + \frac{1}{6} + \frac{1}{7}\right) = 0,3704$$

$$w_2 = \left(\frac{1}{7}\right) \sum_{j=2}^7 \frac{1}{j} = \left(\frac{1}{7}\right) \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{1}{4} + \frac{1}{5} + \frac{1}{6} + \frac{1}{7}\right) = 0,2276$$

$$w_3 = \left(\frac{1}{7}\right) \sum_{j=3}^7 \frac{1}{j} = \left(\frac{1}{7}\right) \left(\frac{1}{3} + \frac{1}{4} + \frac{1}{5} + \frac{1}{6} + \frac{1}{7}\right) = 0,1561$$

$$w_4 = \left(\frac{1}{7}\right) \sum_{j=4}^7 \frac{1}{j} = \left(\frac{1}{7}\right) \left(\frac{1}{4} + \frac{1}{5} + \frac{1}{6} + \frac{1}{7}\right) = 0,1085$$



$$w_5 = \left(\frac{1}{7}\right) \sum_{j=5}^7 \frac{1}{j} = \left(\frac{1}{7}\right) \left(\frac{1}{5} + \frac{1}{6} + \frac{1}{7}\right) = 0,0728$$

$$w_6 = \left(\frac{1}{7}\right) \sum_{j=6}^7 \frac{1}{j} = \left(\frac{1}{7}\right) \left(\frac{1}{6} + \frac{1}{7}\right) = 0,0442$$

$$w_7 = \left(\frac{1}{7}\right) \sum_{j=7}^7 \frac{1}{j} = \left(\frac{1}{7}\right) \left(\frac{1}{7}\right) = 0,0204$$

Bulunan ağırlık değerlerinin sağlanması için toplamlarının bir olması şartı da sağlanmış bulunmaktadır.  
 $w_1 + w_2 + w_3 + w_4 + w_5 + w_6 = 1$

$$0,3704 + 0,2276 + 0,1561 + 0,1085 + 0,0728 + 0,0442 + 0,0204 = 1$$

Elde edilen grupların ağırlıkları dikkate alındığında ağırlıklar her bir göstergeye eşit olarak paylaştırılmıştır. Buna göre oluşan gruplar ve ağırlıklar Tablo 6'da gösterilmiştir.

**Tablo 6. ROC yöntemi sonucunda elde edilen ağırlıklar**

Önem Sırası	Grup İsmi	Göstergeler	Grup Ağırlığı	Gösterge Ağırlığı
1	Ölüm Oranları	G <sub>8</sub> , G <sub>9</sub> , G <sub>17</sub> , G <sub>22</sub> , G <sub>23</sub> , G <sub>30</sub>	0,3704	0,0617
2	Aşılama ve Tedavi	G <sub>6</sub> , G <sub>10</sub> , G <sub>11</sub> , G <sub>18</sub> , G <sub>19</sub>	0,2276	0,0455
3	Hastalıkların Yaygınlığı	G <sub>7</sub> , G <sub>16</sub> , G <sub>20</sub>	0,1561	0,0520
4	Sağlık Harcama ve Kalitesi	G <sub>2</sub> , G <sub>3</sub> , G <sub>12</sub> , G <sub>13</sub> , G <sub>14</sub> , G <sub>15</sub>	0,1085	0,0181
5	Yaşam Kalitesi	G <sub>4</sub> , G <sub>5</sub> , G <sub>21</sub>	0,0728	0,0243
6	Sigara Alkol Kullanımı	G <sub>1</sub> , G <sub>29</sub>	0,0442	0,0221
7	Nüfus Göstergeleri	G <sub>24</sub> , G <sub>25</sub> , G <sub>26</sub> , G <sub>27</sub> , G <sub>28</sub>	0,0204	0,0041

Tablo 4'te gruplarda bulunan göstergelerin optimum koşullarının aynı olması dikkate alınarak göstergeler gruplandırılmıştır. Tablo 6'da yer alan ağırlıklar kullanılarak elde edilen Ağırlıklı Karar Matrisi (V) Tablo 7'de gösterilmiştir.

**Tablo 7. Ağırlıklı karar matrisi (V)**

Gösterge	Küme-1	Küme-2	Küme-3	Küme-4	Gösterge	Küme-1	Küme-2	Küme-3	Küme-4
G <sub>1</sub>	0,000	0,022	0,001	0,015	G <sub>16</sub>	0,035	0,000	0,047	0,052
G <sub>2</sub>	0,018	0,006	0,002	0,000	G <sub>17</sub>	0,062	0,052	0,057	0,000
G <sub>3</sub>	0,018	0,007	0,003	0,000	G <sub>18</sub>	0,000	0,001	0,046	0,021
G <sub>4</sub>	0,024	0,020	0,013	0,000	G <sub>19</sub>	0,046	0,043	0,041	0,000
G <sub>5</sub>	0,024	0,019	0,017	0,000	G <sub>20</sub>	0,052	0,051	0,045	0,000
G <sub>6</sub>	0,026	0,044	0,046	0,000	G <sub>21</sub>	0,024	0,020	0,012	0,000
G <sub>7</sub>	0,052	0,049	0,046	0,000	G <sub>22</sub>	0,000	0,062	0,056	0,009
G <sub>8</sub>	0,062	0,046	0,053	0,000	G <sub>23</sub>	0,062	0,043	0,052	0,000
G <sub>9</sub>	0,062	0,040	0,051	0,000	G <sub>24</sub>	0,001	0,003	0,000	0,004
G <sub>10</sub>	0,044	0,043	0,046	0,000	G <sub>25</sub>	0,000	0,003	0,000	0,004
G <sub>11</sub>	0,039	0,045	0,046	0,000	G <sub>26</sub>	0,001	0,000	0,004	0,000
G <sub>12</sub>	0,016	0,004	0,018	0,000	G <sub>27</sub>	0,004	0,001	0,002	0,000
G <sub>13</sub>	0,018	0,003	0,002	0,000	G <sub>28</sub>	0,000	0,004	0,000	0,003
G <sub>14</sub>	0,018	0,012	0,008	0,000	G <sub>29</sub>	0,000	0,021	0,009	0,022
G <sub>15</sub>	0,018	0,015	0,018	0,000	G <sub>30</sub>	0,062	0,042	0,058	0,000

**Adım 4. Fayda Fonksiyonunun Hesaplanması ve Değerlendirme:** Elde edilen Ağırlıklı Karar Matrisi (V) yardımıyla alternatifler için değerlendirme yapılır. Bunun için fayda fonksiyonu olan  $U_i$  ile her bir satır için hesaplanan değerler karşılaştırmaya tabi tutulur. MAUT yöntemi kullanılarak elde edilen performans değerlendirmelerine göre küme sonuçları ve adlandırılması Tablo 8'de gösterilmiştir.

**Tablo 8. MAUT yöntemine göre kümelerin sağlık performansları**

Küme	$U_i$	Performans
Küme-1	0,7858	Yüksek
Küme-2	0,7208	Ortalama üstü
Küme-3	0,7985	Çok Yüksek
Küme-4	0,1302	Düşük

Elde edilen performans durumuna göre kümelerin gösterge gruplarına göre küme ortalamaları Tablo 9'da gösterilmiştir. Tabloda yer alan gösterge gruplarına göre ortalamaların kümelerin oluşmasında etkili olduğu söylenebilir.

**Tablo 9. Gösterge grup ortalamalarının performanslara göre dağılımı (%)**

Gösterge Grupları	Çok Yüksek	Yüksek	Ortalama Üstü	Düşük	Genel Ortalama
Ölüm Oranları	3,526	2,939	4,521	9,905	5,223
Aşılama ve Tedavi	91,193	85,244	87,559	68,451	83,112
Hastalıkların Yaygınlığı	5,177	3,096	4,402	19,813	8,122
Sağlık Harcama ve Kalitesi	17,884	19,265	17,676	14,097	17,231
Yaşam Kalitesi	62,156	66,592	63,625	51,220	60,898
Sigara Alkol Kullanımı	18,106	19,348	13,947	14,769	16,543
Nüfus Göstergeleri	20,392	20,434	20,782	20,788	20,599

## 5. SONUÇ ve DEĞERLENDİRME

Toplum sağlığının en büyük göstergelerinden birisi sağlık hizmetlerinin kalitesi ve işlevselliğidir. Bu yüzden bir ülkenin sağlık alanında performansı değerlendirilirken toplum ve hizmet alanındaki göstergeler aynı anda değerlendirilmelidir. Çalışmada Dünya Bankası veri tabanında sağlık başlığı altında yer alan 30 gösterge analize dahil edilmiştir. Ayrıca sağlık alanındaki yatırım ve hizmetlerin performansının ölçülmesinde birkaç yıllık veri yerine uzun süreli veriler uygulamada kullanılmıştır. Bundan dolayı 2000-2018 yılları arasında toplam 19 yıllık veri ile sağlık hizmetlerinin performansları karşılaştırılmıştır. Araştırmada ekonomik alanda güçlü G20 ülkelerinin değerlendirilmesinin başlıca nedeni ise dünya nüfusunun yaklaşık 2/3'nün bu ülkelerde yaşıyor olmasıdır.

Veri madenciliği yöntemlerinden SOM yapay sinir ağları temelli kümeleme analizi sonucunda 4 farklı küme olduğu belirlenmiştir. Kullanılan sağlık göstergelerinin önem derecesine göre sağlık alanında uzman kişiler tarafından değerlendirilmesi sonucunda 7 farklı grupta sıralanmıştır. ROC yöntemi ile grup ağırlıkları göstergelere eşit oranda paylaştırılmıştır. Kümeleme analizi sonucunda elde edilen kümelerin performans değerlendirilmesinde de MAUT yöntemi kullanılmıştır.

Sağlık göstergeleri açısından "Çok Yüksek" performansa sahip olan kümede yer alan ülkeler; Çin ve Güney Kore'dir. Ortalamalar dikkate alındığında bu küme için gösterge grupları değerlendirildiğinde aşılama ve tedavi hizmetlerindeki üstünlükleri ile sigara alkol kullanımındaki düşük değerlerden dolayı farklılık oluşturmuştur. Ölüm oranları genel ortalamasının altında olmasına rağmen *Yüksek* performanslı kümenin değerleri kadar iyi değildir. Ayrıca bu kümedeki ülkeler için sağlık hizmetleri ve kalitesinin artırılması, hastalık yaygınlığının azaltılması ile ölüm oranlarının düşürülebileceği söylenebilir.

Sağlık göstergeleri açısından performans değerlendirmesi sonucunda *Yüksek* düzeyde performansa sahip olan kümede yer alan ülkeler; Almanya, Amerika, Avustralya, Fransa, İngiltere, İtalya, Japonya, Kanada ve Rusya şeklindedir. Ortalamalar dikkate alındığında bu küme için ölüm oranları ve hastalık yaygınlığının düşüklüğü ile sağlık harcama ve yaşam kalitesinin yüksek olmasından dolayı diğer kümelerden farklılık göstermektedir. Ayrıca aşılama ve tedavi hizmetlerinde iyileştirmelerin yapılması ile sigara alkol kullanımının düşürülmesi bu kümeye üye olan ülkelerin performansını artıracığı söylenebilir.

Sağlık göstergelerine göre *Ortalama Üstü* düzeyde performansa sahip olan kümede yer alan ülkeler; Arjantin, Brezilya, Meksika, Suudi Arabistan ve Türkiye'dir. Ortalamalar dikkate alındığında bu küme için özellikle sigara alkol kullanımı açısından diğer kümelerden farklılık gösterdiği söylenebilir. Bunun en önemli nedenlerinden biri olarak Türkiye ve Suudi Arabistan müslüman ülkeler olduğundan alkol kullanımındaki oranın düşüklüğü gösterilebilir. Gösterge grupları için değerler genel ortalamasının üstünde olmasına rağmen; aşılama ve tedavi, sağlık harcama ve kalitesi, yaşam kalitesi artırılması ile hastalıkların yaygınlığının azaltılması yönündeki faaliyetlerin kümede bulunan ülkelerin sağlık performansını artırmalarına yardımcı olacaktır.

*Düşük* performansa sahip olan kümede yer alan ülkeler; Endonezya, Güney Afrika ve Hindistan'dır. Ortalamalar dikkate alındığında bu ülkeler için ölüm oranları fazlalığı ile aşılama ve tedavi çalışmaları, hastalıkların yaygınlığı, sağlık harcama ve kalitesi, yaşam kalitesi göstergelerinin düşüklüğünün farklılık oluşturduğu görülmüştür. Nüfus göstergeleri harici tüm göstergelerin genel ortalamasının altında olmasından dolayı genel anlamda sağlık konusunda iyileştirmelerin yapılması bu kümede bulunan ülkeler için gerekli olduğu söylenebilir.

Benzer çalışma olan Sel (2021)'in G20 ülkelerinin sağlık sistemi gelişmelerinin Covid 19 pandemisinde gösterdikleri performansı değerlendiren çalışmasında ölçek etkinlik skorlarına göre Amerika, Arjantin, Brezilya, Çin, Fransa, İngiltere ve Türkiye etkin olarak bulunmuştur. Elde edilen sonuçlarda Çin *Çok Yüksek*; Amerika, Fransa, İngiltere "Yüksek" ve Arjantin, Brezilya, Türkiye "Ortalama Üstü" kümesinde yer almıştır. Buradan da görüldüğü üzere farklı çalışmalar için benzer sonuçlar elde edilmiştir. Geçmiş dönem sağlık yatırımlarının sağlık sistemine olan katkısı günümüzde sistemin verimli bir şekilde işlemlerini sağlamıştır. Ancak bu çalışmaların yapılmasında yer alan değişkenler için tamamı eksiksiz olarak elde edilebilirse elde edilen sonuçlar daha etkin olabilir.

Çalışma sonucunda veri madenciliği ile kümeleme analizi kullanılması uzun dönemli değerlendirmeler yapılmasını sağlamıştır. Ayrıca sağlık göstergeleri ile performansların değerlendirilmesi sonucunda ülkelerin bulunduğu kümeler arasındaki sağlık alanında yetersizlikleri açık şekilde görülebilmektedir. Böylece araştırma bulguları yapılması gereken iyileştirmeler konusunda karar vericiler için ortak bir planlama yapılabilmesi fırsatı sunmaktadır.

Gelecek çalışmalar için sağlık göstergeleri uzun dönemli kullanılarak salgın hastalıklar (Covid-19, Kolera, vb.), ölüm oranları (anne, çocuk, vb.), yaşam süreleri gibi konularda ülkelerin geçmişten günümüze gelen sağlık yatırımlarının etkinliği değerlendirilebilir.

**KAYNAKÇA**

- Alptekin, N. ve Yeşilaydın, G. (2015). "OECD Ülkelerinin Sağlık Göstergelerine Göre Bulanık Kümeleme Analizi ile Sınıflandırılması", *İşletme Araştırmaları Dergisi*, 7(4), 137-155.
- Barron, F.H. ve Barret, B.E. (1996). "Decision Quality Using Ranked Attribute Weights", *Management Science*, 42, 1515-1523.
- Çelik, Ş. (2013). "Kümeleme Analizi ile Sağlık Göstergelerine Göre Türkiye'deki İllerin Sınıflandırılması", *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 14(2), 175-194.
- Çetintürk, İ. ve Gençtürk, M. (2020). "OECD Ülkelerinin Sağlık Harcama Göstergelerinin Kümeleme Analizi ile Sınıflandırılması", *Visionary E-Journal/Vizyoner Dergisi*, 11(26).
- Demirci, Ş. ve Konca, M. (2019). "G20 Ülkeleri ve Türkiye'nin Sağlık Sistemi Performansı: Yıllara Göre Karşılaştırmalı Bir Analiz", *Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 7(4), 1-1.
- Dışişleri Bakanlığı, (2020). "Dış Politika, Uluslararası Kuruluşlar ve İlişkilerimiz", G-20, <http://www.mfa.gov.tr/g-20-tr.tr.mfa>, (Erişim tarihi: 22.11.2021).
- Dünya Bankası (2020), "Veritabanı, Sağlık Göstergeleri için Veriler", <https://data.worldbank.org/topic/health?end=2018,start=2000>, (Erişim tarihi: 20.11.2021).
- Gençoğlu, P. (2018). "Türkiye'de İllerin Gelişmişlik Düzeyi Dikkate Alınarak Sağlık Hizmetlerinin Kümeleme Analizi Aracılığıyla Değerlendirilmesi", *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, (52), 301-324.
- Eren H. ve Ömürbek, N. (2019). "Türkiye'nin Sağlık Göstergeleri Açısından Kümelenebilirliği ve Performans Analizi", *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 11(29), 421-452.
- Han, J., Kamber, M. ve Pei J. (2012). "Data Mining Concepts and Techniques", Morgan Kaufmann Publishers Inc., Waltham, USA.
- Keeney, R. ve Fishburn, P. (1974). "Seven Independence Concepts and Continuous Multiattribute Utility Functions", *Journal of Mathematical Psychology*, 11(3), 294-327
- Kiang, M.Y., Hu M.Y., Dorothy, M. ve Fisher, D.M. (2006). "An Extended Self-Organizing Map Network for Market Segmentation-A Telecommunication Example", *Decision Support Systems*, 42, 36-47.
- Kocaman, A.M., Mutlu, M., Bayraktar, D. ve Araz, Ö.M. (2012). "OECD Ülkelerinin Sağlık Sistemlerinin Etkinlik Analizi", *Endüstri Mühendisliği Dergisi*, 23(4), 14-31.
- Kohonen, T. (2001). "Self-Organization Maps", Springer, Berlin, Germany
- Konca, M., Gözlü, M. ve Çakmak, C. (2019). "G-20 Ülkelerinin Sağlık Harcamaları Yönünden Etkinliğinin Değerlendirilmesi", *Verimlilik Dergisi*, 2, 119-141.
- Murray, C.J.L. ve Frenk, J. (2000). "A Framework for Assessing the Performance of Health Systems", *Bulletin of the World Health Organization*, 78(6), 717-731.
- Mut, S. ve Akyürek, Ç.E. (2017). "OECD Ülkelerinin Sağlık Göstergelerine Göre Kümeleme Analizi ile Sınıflandırılması", *International Journal of Academic Value Studies*, 3(12), 411-422.
- Özkan, Y. (2008). "Veri Madenciliği Yöntemleri", Papatya Yayıncılık, İstanbul.
- Öztemel, E. (2003). "Yapay Sinir Ağları", Papatya Yayıncılık, İstanbul.
- Sel, A. (2020). "Veri Madenciliği Kümeleme Yöntemleri Kullanarak Karbon Emisyonu Göstergeleri Açısından OECD Ülkelerinin Sınıflandırılması", *Karadeniz Uluslararası Bilimsel Dergi*, 46, 169-187.
- Sel, A. (2021). "Covid 19 Pandemisinde Sağlık Sistemi Gelişmelerinin Etkinliğinin Ölçülmesi: G-20 Üzerine Bir İnceleme", *Kırklareli Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 10(2), 181-202.
- Sonğur, C. (2016). "Sağlık Göstergelerine Göre Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü Ülkelerinin Kümeleme Analizi", *SGD-Sosyal Güvenlik Dergisi*, 6(1), 197-224.
- Şahin, D. (2017). "Sağlık Göstergeleri Bakımından Türkiye'nin Avrupa Birliği Ülkeleri Arasındaki Yeri: İstatistiksel Bir Analiz ÇAKÜ Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi/ Journal of Institute of Social Sciences, 8(2), 55-77.
- Tekin, B. (2015). "Temel Sağlık Göstergeleri Açısından Türkiye'deki İllerin Gruplandırılması: Bir Kümeleme Analizi Uygulaması", *Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 5(2), 389-416.
- Teleş, M., Çakmak, C. ve Konca, M. (2018). "Avrupa Birliği Döngüsündeki Ülkelerin Sağlık Sistemleri Performanslarının Karşılaştırılması", *Yönetim ve Ekonomi Dergisi*, 25(3), 811-835.
- Temür, Y. ve Bakırcı, F. (2008). "Türkiye'de Sağlık Kurumlarının Performans Analizi: Bir VZA Uygulaması", *Sosyal Bilimler Dergisi*, X(3), 261-281.
- Weiss, S.M. ve Zhang, T. (2003). "Performance Analysis and Evaluation", *The Handbook of Data Mining*, Editors: Ye, N., Erlbaum, L., Associates Publishers, London, 436-439.
- WHO (2000). "World Health Report", *Healths System: Improving Performance*, WHO Publication, Switzerland-Geneva.