

Laboratuvar Kan Gazı Cihazı Alternatiflerinin Bulanık VIKOR ve Bulanık EDAS ile Değerlendirilmesi

Evaluation of Alternatives to Laboratory Blood Gas Device with Fuzzy VIKOR and Fuzzy EDAS

Aşkın ÖZDAĞOĞLU¹
Murat Kemal KELEŞ²
Fatma YÖRÜK EREN³

ARAŞTIRMA MAKALESİ

Doi: 10.48146/odusobiad.836044

Öz

Hastalıkların teşhis edilmesi ve tanı konmasında yapılması gerekli olan tahlil, test ve analizlerin doğru ve güvenilir olması oldukça önemlidir. Doğru ve güvenilir sonuçların alınabilmesinde seçilecek kaliteli tıbbi cihazın rolü büyüktür. Hastane ve laboratuvar yöneticileri tedarik edecekleri tıbbi cihaz için doğru ve en uygun seçimi yapmalıdırlar. Hastane ve laboratuvarlarda kullanılan tıbbi cihazlardan biri de kan gazı cihazıdır. Solunum sorunları, akciğerlerin oksijen-karbondioksit değişimindeki işlevselliği, kandaki oksijen ve karbondioksit miktarlarındaki olası dengesizlikler, metabolik bozukluklar ve asit-baz dengesizliklerini vb. belirleyen kan gazı cihazı, sağlık kuruluşlarının kullandığı cihazlardan biridir. Bu çalışmada, laboratuvarlarda kullanılacak kan gazı cihazının seçiminde, finansal kriterlerin yanında, 9 farklı kriter birlikte değerlendirilmiştir. Birbiriyle çelişen 9 farklı kriter bir arada düşünüldüğünde en uygun kan gazı cihazına karar vermek zor olacaktır. Bu nedenle probleme çok kriterli karar verme yöntemleri ile çözüm aranmıştır. Bu çalışmanın amacı, bir laboratuvar için ihtiyaç duyulan en uygun kan gazı cihazını seçmektir. Bu amaçla 9 değerlendirme kriteri ve 2 kan gazı cihazı, Bulanık VIKOR ve Bulanık EDAS yöntemi ile değerlendirilmiştir. Her iki yöntemle yapılan sıralama karşılaştırılmış, sonuçlar aynı çıkmıştır.

Anahtar Sözcükler: Çok Kriterli Karar Verme, Kan Gazı Cihazı, Bulanık VIKOR, Bulanık EDAS, Tıbbi Cihaz Seçimi

Abstract

It is very important that the tests and analyses required to diagnose the diseases are accurate and reliable. The quality of medical device to be selected has a great role in getting accurate and reliable results. Hospital and laboratory managers should make the right and most appropriate choice for the medical device they will supply. One of the medical devices used in hospitals and laboratories is a blood gas device. Blood gas device used to determine respiratory problems, the functionality of the lungs in oxygen-carbon dioxide exchange, possible imbalances in oxygen and carbon dioxide levels in the blood, metabolic disorders and acid-base imbalances is one of the devices used by health institutions. In this study, nine different criteria were evaluated together with the financial criterion in the selection of the blood gas device to be used in the laboratory. Considering nine different criteria that contradict each other, it will be difficult to decide on the most appropriate blood gas device. Therefore, a solution was sought for the problem with multi-criteria Decision-making methods. The aim of this study is to choose the most suitable blood gas device needed for a laboratory. For this purpose, nine evaluation criteria and two blood gas devices were evaluated using Fuzzy VIKOR and Fuzzy EDAS method. The ranking made by both methods was compared and the results were the same.

Keywords: Multi-Criteria Decision-Making, Blood Gas Device, Fuzzy VIKOR, Fuzzy EDAS, Medical Device Selectio

¹ Doç. Dr., Dokuz Eylül Üniversitesi, İşletme Fakültesi İşletme Bölümü, Üretim Yönetimi ve Pazarlama Anabilim Dalı, İzmir, askin.ozdagoglu@deu.edu.tr, ORCID ID: 0000-0001-5299-0622

² Sorumlu Yazar; Dr. Öğr. Üyesi, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Keçiborlu Meslek Yüksekokulu, Ulaştırma Hizmetleri Bölümü, Sivil Hava Ulaştırma İşletmeciliği Programı, Isparta, muratkeles@isparta.edu.tr, ORCID ID: 0000-0003-0374-6839

³ Doktora Öğrencisi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı, Isparta, yoruk.fatma@hotmail.com, ORCID ID: 0000-0003-0687-8749



Giriş

Sağlık ve sağlıklı olmak insanların vazgeçemeyeceği unsurların başında gelmektedir. Bu nedenle kamu veya özel sektördeki sağlık merkezleri, sağlığın korunması ve hastalıkların tedavi edilmesinde, rekabet halinde olmaktadır.

Tıbbi teknolojilerdeki gelişmelerin hızla artması, sağlık hizmeti talebindeki artışlar, sağlıkta yaşanan dönüşüm süreci gibi nedenler, sağlığa yapılan yatırımların ve harcamaların artmasına sebebiyet vermektedir. Mal elde edilinceye kadar harcanan değerler toplamı olan maliyet, neredeyse tüm kuruluşların ortak sorunu olmaktadır. Kurum yöneticileri maliyet artışlarına karşı finansal kaynak sağlama açısından önemli stratejik kararlar vermektedir. Verilen bu kararlar, kurum sürekliliği açısından var olma adına son derece önemli olmaktadır. Karar verilirken, birden fazla seçenek arasından, hedef ya da kriterlere en uygun olanın seçilmesi gerekmektedir (Ünsal ve Ağırbaş, 2011: 6-7).

Toplum sağlığını ilgilendiren çok sayıda hastalık bulunmaktadır. Solunum sorunları, akciğerlerin oksijen- karbondioksit değişimindeki işlevselliği, kandaki oksijen ve karbondioksit miktarlarındaki olası dengesizlikler, asit - baz dengesizlikleri, vb. sağlık sorunlarının tespit edilmesi de çok büyük öneme sahiptir (Emiralioglu, Erişim Tarihi: 29.02.2020). Solunum sistemini ilgilendiren hastalıkların teşhis edilebilmesi ve hastalık tanısının koyulabilmesi için sağlık kurumlarında kan gazı cihazı kullanılmaktadır. Ayrıca kan gazı cihazı ile çeşitli metabolik sorunlar da saptanabilmektedir. Ani gelişen ve nedeni açıklanamayan solunum sıkıntıları, oksijen tedavisinin gerekli olduğu durumlar ve bu durumların takibi bu cihazlar vasıtasıyla yapılmaktadır. Kan gazı cihazı, verilen tedavinin etkinliğinin belirlenmesi ve solunum yetmezliği tipinin değerlendirilmesinde büyük rol oynamaktadır.

Kan gazı parametreleri, hastalığın ciddiyeti konusunda çok değerli bilgiler içermektedir. Bu değerli bilgilerin, doğru cihazların seçiminde dikkate alınması, hastaneler açısından hayati önem arz etmektedir. Doğru cihaz seçimi de, olmazsa olmaz denilen kriterler birlikte değerlendirilerek, en doğru seçimin yapılmasını gerektirmektedir.

Çok Kriterli Karar Verme yöntemleri (ÇKKV), birbiriyle çelişen kriterlerin ve seçim yapılacak alternatif sayısının birden fazla olması durumlarında en uygun seçimin yapılabilmesi imkânını sağlamaktadır. Bu çalışmada, bir laboratuvar da kullanılacak kan gazı cihazı için gerekli kriterler belirlenmiş ve alternatifler arasından seçim yapılmıştır. Konunun uzmanları ile görüşülerek kriterler ve alternatifleri birlikte değerlendirmeleri istenmiştir. Alınan bilgiler ÇKKV yöntemlerinden Bulanık VIKOR (Vise Kriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje) ve Bulanık EDAS (Evaluation based on Distance from Average Solution) yöntemleri kullanılarak hesaplanmıştır.

Literatürde ÇKKV Yöntemleri kullanılarak kan gazı cihazının seçiminin yapıldığı bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu yönüyle bu çalışmanın literatüre bir yenilik getirdiği düşünülmektedir.

Çalışmada, giriş bölümünden sonra sağlık sektörü ve tıbbi cihaz konusunda yapılan çalışmalara ilaveten bu çalışmada kullanılan Bulanık VIKOR ve Bulanık EDAS yöntemlerinin kullanıldığı çalışmaları içeren literatür incelemesi bulunmaktadır. Devam eden aşamada, çalışmada kullanılan yöntemlerin anlatıldığı metodoloji kısmı gelmektedir. Uygulama kısmında bir laboratuvar için gerekli olan en uygun kan gazı cihazı seçimi yapılmıştır. Son kısımda çalışmanın sonuç kısmı yer almaktadır.

Literatür İncelemesi

(Görsel 1)'de, hem sağlık sektöründe yapılan çalışmalardan hem de bu çalışmada kullanılan yöntemlerin uygulandığı çalışmalardan örnekler verilmiştir.

Çalışmanın yazarı/ yazarları	Çalışmanın konusu	Kullanılan yöntem/ler
Sağlık Sektörü-Tıbbi cihaz çalışmaları		
Karadayı vd. (2020)	Sağlık teknolojisi değerlendirme konusunda yapılan çalışmaların derlenmesi	Derleme çalışması
Doğan ve Akbal (2019)	Bir üniversite hastanesi için medikal malzeme temini yapacak tedarikçi seçimi	AHP
Asadi vd, 2018	Hastanelerin dış kaynaklı hizmetleri için tedarikçi seçimi	AHP

Cebeci ve Denктаş Şakar (2018)	Tıbbi malzeme tedarikçi seçiminde kullanılan kriterlerin önem derecesinin belirlenmesi	AHS
Cihan vd. (2017)	Bir devlet hastanesinin kardiyoloji servisi için alınacak ekokardiyografi cihazı seçimi	AHP ve TOPSIS
Barrios vd. (2016)	En uygun tomografi ekipmanının seçimi	AHP ve TOPSIS
Malik vd. (2016)	Birleşik Arap Emirlikleri'ndeki sağlık hizmeti tedarikçilerinin yeşil kaynak kullanım performanslarının değerlendirilmesi	AHP
Yadav vd. (2015)	İlaç firması için tedarikçi seçimi	AHP
Vatansever (2013)	Kulak burun boğaz ameliyatları için alınacak malzemelerin değerlendirilmesi	Bulanık AHP
Tadić vd. (2014)	Tıbbi cihaz tedarikçi seçimi	TOPSIS
Bulanık VIKOR-Literatür Çalışması		
Şişman (2019)	Otomotiv sektöründe risk faktörlerinin ve hata türlerinin değerlendirmesi	Hata Türü ve Etkileri Analizi (HTEA) ve Bulanık VIKOR
Gök Kısa ve Perçin (2017)	Mermer kesim makinesi seçimi	Bulanık DEMATEL ve Bulanık VIKOR
Awasthi ve Kannan (2016)	Yeşil tedarikçi geliştirme programı seçimi.	Nominal Grup Tekniği ve Bulanık VIKOR
Wu vd. (2016)	CNC makine seçimi	Bulanık VIKOR
Yavuz ve Deveci (2014)	Erzincan'da açılması düşünülen bir alışveriş merkezi (AVM) kuruluş yeri seçimi	Bulanık TOPSIS ve Bulanık VIKOR
Yıldız (2014)	Bir teknoloji firmasının iş sürecini geliştirmesiyle ilgili proje alternatiflerinin değerlendirilmesi	Bulanık VIKOR
Görener (2013)	Davlumbaz ve mutfak aspiratörleri üreten bir imalat işletmesi için en uygun tedarik zinciri stratejisinin belirlenmesi	Bulanık VIKOR
Bali (2013)	Bir yükseköğretim kurumuna öğretim görevlisi seçimi. Personel seçimi problemi uygulaması	Bulanık VIKOR
Akyüz (2012)	Mobilya sektöründe faaliyet gösteren bir firma için ambalaj tedarikçisi seçimi	Bulanık VIKOR
Chen ve Wang (2009)	Bilgi teknolojileri / bilgi sistemleri projelerinde taşeron seçimi	Bulanık VIKOR
Bulanık EDAS-Literatür Çalışması		
Polat ve Bayhan (2020)	Moskova'daki yeşil çok fonksiyonlu bir alışveriş merkezi projesi için tedarikçi seçimi	Bulanık EDAS
Stević vd. (2019)	Plastik torba ve folyo üretimi yapan bir şirket için tedarikçi seçimi	Bulanık AHP ve Bulanık EDAS
Tolga vd (2019)	Dikey tarımda topraksız sistem alternatiflerinin yatırım maliyet verilerinin değerlendirilmesi	Bulanık EDAS
Kas Bayrakdaroğlu ve Kundakcı (2019)	Ar-Ge projesi seçimi	Bulanık EDAS
Stević vd. (2018)	PVC mamul üretimi yapan marangoz seçimi	Bulanık EDAS
Bayhan (2018)	Yeşil binalar için iklimlendirme, havalandırma, ısıtma sistemleri için tedarikçi seçimi	Bulanık EDAS
Kutlu Gündoğdu vd. (2018)	Organ naklinin yapılacağı yüksek kaliteli hastane seçimi	Bulanık EDAS



Ghorabae vd. (2017)	İnşaat sektöründe taşeron firmaların değerlendirilmesi	Aralık tipi-2 Bulanık küme ve EDAS entegrasyonu
Kahraman vd. (2017)	Katı atık bertaraf sahası seçimi	EDAS- Bulanık EDAS-Sezgisel Bulanık EDAS
Ghorabae vd. (2016)	Çamaşır deterjanı üretimi için en uygun kimyasal madde tedarikçisinin belirlenmesi	Bulanık EDAS

Görsel 1: Literatür Çalışması

Metodoloji

ÇKKV, birbirini etkileyebilen kriterler esas alınarak karar alternatifleri arasında en uygun olanı belirleme süreci olarak tanımlanmaktadır (Özbek, 2019: 177). Çalışmada ÇKKV yöntemlerinden Bulanık VIKOR ve Bulanık EDAS kullanılmıştır.

Bulanık VIKOR Yöntemi

Bulanık VIKOR (Vise Kriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje) bulanık karar matrislerini kullanan bir algoritma ile işlemleri gerçekleştirerek alternatiflerin değerlendirilmesini sağlamaktadır. Bulanık VIKOR hesaplama süreci aşağıda açıklanmıştır (Chen ve Wang, 2009: 235-237).

Problemin çözümünde etkisi olan kriterlerin önem derecelerinin belirlenmesi için üçgen bulanık sayılardan oluşan bir ölçek kullanılır. Kriter değerlendirme ölçeği (Görsel 2)'de gösterilmiştir. Bu ölçek kullanılarak oluşturulan bulanık ağırlık matrisi Eşitlik 1'de gösterilmiştir.

Önem Düzeyi Sözel İfadesi	Üçgen Bulanık Sayı Karşılığı		
Çok Düşük	0,0	0,0	0,1
Düşük	0,0	0,1	0,3
Düşük-Orta Arası	0,1	0,3	0,5
Orta	0,3	0,5	0,7
Orta-Yüksek Arası	0,5	0,7	0,9
Yüksek	0,7	0,9	1,0
Çok Yüksek	0,9	1,0	1,0

Görsel 2: Kriter Değerlendirme Ölçeği, (Chen, 2000:5).

j :değerlendirme kriteri; $j=1,2,3,\dots,n$

$$W_j = [w_1, w_2, \dots, w_n]$$

Eşitlik 1

Kriterlerin değerlendirilmesinin ardından alternatifler değerlendirilerek bulanık karar matrisi oluşturulur. Bulanık karar matrisinin oluşturulması için alternatiflerin değerlendirilmesinde kullanılan ölçek (Görsel 3)'de verilmiştir.

Sözel İfade	Üçgen Bulanık Sayı Karşılığı		
Çok Kötü	0	0	1
Kötü	0	1	3
Kötü-Orta Arası	1	3	5
Orta	3	5	7
Orta-İyi Arası	5	7	9
İyi	7	9	10
Çok İyi	9	10	10

Görsel 3: Alternatif Değerlendirme Ölçeği, (Chen, 2000:5).

(Görsel 3)'deki ölçek vasıtasıyla oluşturulan bulanık karar matrisinin yapısı Eşitlik 2'de verilmiştir.

i:alternatif; $i=1,2,3,\dots,m$

f_{ij} :i.alternatifin j.kriter açısından sahip olduğu performans değeri

D:bulanık karar matrisi

$$D = \begin{bmatrix} \tilde{f}_{11} & \tilde{f}_{12} & \dots & \tilde{f}_{1n} \\ \tilde{f}_{21} & \tilde{f}_{22} & \dots & \tilde{f}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ \tilde{f}_{m1} & \tilde{f}_{m2} & \dots & \tilde{f}_{mn} \end{bmatrix}, \quad i = 1, 2, \dots, m; \quad j = 1, 2, \dots, n \quad \text{Eşitlik 2}$$

Bulanık karar matrisinin hazırlanmasının ardından her bir değerlendirme kriteri için en iyi ve en kötü değerler Eşitlik 3 ve Eşitlik 4 yardımıyla bulunur.

$$\tilde{f}_j^* = \max_j x_{ij}, j \in J \text{ fayda yönlü kriter ise;} \quad \text{Eşitlik 3}$$

$$\tilde{f}_j^* = \min_j x_{ij}, j \in J \text{ maliyet yönlü kriter ise}$$

$$\tilde{f}_j^- = \min_j x_{ij}, j \in J \text{ fayda yönlü kriter ise;} \quad \text{Eşitlik 4}$$

$$\tilde{f}_j^- = \max_j x_{ij}, j \in J \text{ maliyet yönlü kriter ise}$$

Daha sonra bulanık en iyi ve bulanık en kötü değerlerin durulaştırılması gerekmektedir. Bulanık en iyi değerlerin durulaştırma işlemi Eşitlik 5'te gösterilmiştir.

$l_{f_j^*}$: bulanık en iyi değerlerin alt limiti

$m_{f_j^*}$: bulanık en iyi değerlerin orta noktası

$u_{f_j^*}$: bulanık en iyi değerlerin üst limiti

f_j^* : j. kriter için durulaştırılmış en iyi değer

$$f_j^* = \frac{l_{f_j^*} + m_{f_j^*} + u_{f_j^*}}{3}, \forall j \text{ için} \quad \text{Eşitlik 5}$$

Bulanık en kötü değerlerin durulaştırma işlemi Eşitlik 6'da gösterilmiştir.

$l_{f_j^-}$: bulanık en kötü değerlerin alt limiti

$m_{f_j^-}$: bulanık en kötü değerlerin orta noktası

$u_{f_j^-}$: bulanık en kötü değerlerin üst limiti

f_j^- : j. kriter için durulaştırılmış en kötü değer

$$f_j^- = \frac{l_{f_j^-} + m_{f_j^-} + u_{f_j^-}}{3}, \forall j \text{ için} \quad \text{Eşitlik 6}$$

Ardından Eşitlik 7 kullanılarak her bir alternatifin en iyi değere olan bulanık mesafesi hesaplanır.

S_i : i. alternatifin en iyi çözüme olan bulanık mesafesi

$$S_i = \sum_{j=1}^n \left[\frac{\tilde{w}_j (f_j^* - \tilde{f}_{ij})}{(f_j^* - f_j^-)} \right] \quad \text{Eşitlik 7}$$

Sonraki adımda, her bir alternatifin bulanık en iyi değere olan maksimum mesafesi saptanır. Bu işlem Eşitlik 8 kullanılarak yapılır.

$$\tilde{R}_i = \max \left[\frac{\tilde{w}_j (f_j^* - \tilde{f}_{ij})}{(f_j^* - f_j^-)} \right] \quad \text{Eşitlik 8}$$

Daha sonra Eşitlik 7 ve 8 yardımıyla bulunan bu değerler durulaştırılır. Her bir alternatifin en iyi değere olan durulaştırılmış toplam mesafesi Eşitlik 9 kullanılarak bulunur.

l_{S_i} : bulanık toplam mesafe alt limiti

m_{S_i} : bulanık toplam mesafe orta noktası

u_{S_i} : bulanık toplam mesafe üst limiti

S_i : i. alternatif için durulaştırılmış toplam mesafe

$$S_i = \frac{l_{S_i} + m_{S_i} + u_{S_i}}{3}, \forall i \text{ için} \quad \text{Eşitlik 9}$$

Her bir alternatifin en iyi değere olan durulaştırılmış maksimum mesafesi Eşitlik 10 kullanılarak bulunur.

$l_{\bar{R}_i}$: bulanık maksimum mesafe alt limiti

$m_{\bar{R}_i}$: bulanık maksimum mesafe orta noktası

$u_{\bar{R}_i}$: bulanık maksimum mesafe üst limiti

R_i : i. alternatif için durulaştırılmış maksimum mesafe

$$R_i = \frac{l_{\bar{R}_i} + m_{\bar{R}_i} + u_{\bar{R}_i}}{3}, \forall j \text{ için}$$

Eşitlik 10

Daha sonra her bir alternatifin en iyi çözüme olan durulaştırılmış toplam mesafeleri arasındaki en büyük ve en küçük değerler hesaplanır. Aynı işlem durulaştırılmış mesafe hesaplamaları için de gerçekleştirilir. Her bir alternatifin en iyi çözüme olan durulaştırılmış toplam mesafeleri arasındaki en büyük ve en küçük değerler Eşitlik 11, durulaştırılmış maksimum mesafeler arasındaki en büyük ve en küçük değerlerin bulunması ise Eşitlik 12 ile gerçekleştirilir.

$$S^* = \min_i S_i \quad S^- = \max_i S_i$$

Eşitlik 11

$$R^* = \min_i R_i \quad R^- = \max_i R_i$$

Eşitlik 12

Bu işlemin devamında her bir alternatif için bulanık grup faydası Eşitlik 13 yardımıyla hesaplanır.

v: maksimum grup faydasını gösteren strateji katsayısı

$$\bar{Q}_i = \frac{v(\bar{S}_i - S^*)}{S^- - S^*} + (1 - v) \frac{(\bar{R}_i - R^*)}{(R^- - R^*)}$$

Eşitlik 13

Maksimum grup faydasını gösteren strateji önem katsayısı uzlaşma göstergesi olarak genellikle 0,5 olarak alınmaktadır (Opricovic, 2011).

Sonraki aşamada üçgen bulanık sayılar alt limit değeri, en olası değer ve üst limit değerinin ortalaması alınarak tek bir değere dönüştürülür. Her bir alternatif için bulanık grup faydasının durulaştırılması işlemi Eşitlik 14'te gösterilmiştir.

$l_{\bar{Q}_i}$: bulanık grup faydası alt limiti

$m_{\bar{Q}_i}$: bulanık grup faydası orta noktası

$u_{\bar{Q}_i}$: bulanık grup faydası üst limiti

Q_i : i. alternatif için durulaştırılmış grup faydası

$$Q_i = \frac{l_{\bar{Q}_i} + m_{\bar{Q}_i} + u_{\bar{Q}_i}}{3}, \forall i \text{ için}$$

Eşitlik 14

Q_i değerleri küçükten büyüğe sıralanır ve bu değerler içerisindeki en küçüğü tüm kriterler bir arada incelendiğinde en iyi alternatif olarak karşımıza çıkar.

Alternatiflerin birbirlerine üstünlüklerine ilişkin detay analizler gerçekleştirmek üzere her bir alternatifin en iyi değere olan bulanık mesafesi, her bir alternatifin bulanık en iyi değere olan maksimum mesafesi ve her bir alternatif için grup faydası değerleri küçükten büyüğe sıralanır. Her üç değer de sıralamada aynı yeri almışsa, o alternatif kabul edilebilir istikrar kümesinin elemanıdır. Bunun yanı sıra, her bir alternatifin grup faydası değerinin, kendinden sonra gelen alternatifin grup faydası değerinden farkı Eşitlik 15'teki eşik değeri aşıyorsa o alternatif kabul edilebilir avantaj kümesinin elemanı olur. Buna göre, o alternatif kendinden sonra gelen alternatife göre bariz bir avantaja sahiptir. Kabul edilebilir avantaj tespit edilememesi halinde önceki paragrafta belirtildiği üzere grup faydası değeri en küçük olan alternatif bulanık çok kriterli karar verme probleminde tüm kriterler bir arada düşünüldüğünde en iyi alternatif olarak değerlendirilir.

DQ: eşik değeri

$$DQ = \frac{1}{m-1}$$

Eşitlik 15

İzleyen bölümde Bulanık EDAS yöntemi uygulama süreci denklemler yardımıyla adım adım açıklanacaktır.

Bulanık EDAS Yöntemi

Bulanık EDAS (Evaluation based on Distance from Average Solution) bulanık karar matrisleri yardımı ile alternatifleri değerlendirmede kullanılan yöntemlerden birisidir. EDAS kavramı ortalama çözüm uzaklığına dayalı değerlendirme şeklinde ifade edilebilmektedir (Özbek ve Engür, 2018: 420). Bulanık EDAS hesaplama süreci aşağıda açıklanmıştır (Kas Bayrakdaroğlu ve Kundakçı, 2019: 156-157).

Problemin çözümünde etkisi olan kriterlerin önem derecelerinin belirlenmesi için üçgen bulanık sayılardan oluşan bir ölçek kullanılır. Bulanık EDAS yöntemindeki kriter değerlendirme ölçeği daha önce Bulanık VIKOR yöntemi açıklanırken gösterilen (Görsel 1)'deki ölçek ile aynıdır. Bu ölçek yardımı ile meydana getirilen bulanık ağırlık matrisi de Bulanık VIKOR yönteminde verilen Eşitlik 1 ile aynıdır.

(Görsel 2)'deki ölçek vasıtasıyla oluşturulan bulanık karar matrisinin yapısı Eşitlik 16'da verilmiştir.

i : alternatif; $i=1,2,3,\dots,m$

i : alternatif; $i = 1,2,3, \dots, m$

\tilde{x}_{ij} : i . alternatifin j . kriter açısından sahip olduğu performans değeri

$l_{\tilde{x}_{ij}}$: \tilde{x}_{ij} üçgen bulanık sayısı alt limit değeri

$m_{\tilde{x}_{ij}}$: \tilde{x}_{ij} üçgen bulanık sayısı orta noktası

$u_{\tilde{x}_{ij}}$: \tilde{x}_{ij} üçgen bulanık sayısı üst limit değeri

D: bulanık karar matrisi

$$D = \begin{bmatrix} \tilde{x}_{11} & \tilde{x}_{12} & \dots & \tilde{x}_{1n} \\ \tilde{x}_{21} & \tilde{x}_{22} & \dots & \tilde{x}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ \tilde{x}_{m1} & \tilde{x}_{m2} & \dots & \tilde{x}_{mn} \end{bmatrix}, \quad i = 1,2, \dots, m; \quad j = 1,2, \dots, n \quad \text{Eşitlik 16}$$

Bu işlemlerin ardından her bir kriter için ortalama çözüm matrisi oluşturulur. Ortalama çözüm matrisi değerlerinin hesaplanması Eşitlik 17'de gösterilmiştir.

\bar{a}_j : j . kriter için ortalama çözüm değeri

$$\bar{a}_j = \frac{\sum_{i=1}^m \tilde{x}_{ij}}{m}, \quad \forall j \text{ için} \quad \text{Eşitlik 17}$$

Daha sonra ortalama pozitif uzaklık değeri hesaplanır. Ortalama pozitif uzaklık değerlerinin bulunmasında bulanık karar matrisindeki değerler ile her bir kriter için bulunan ortalama çözüm değerlerinin durulaştırılması işlemi yapılır. Bulanık karar matrisindeki değerlerin durulaştırılması Eşitlik 18'de gösterilmiştir.

x_{ij} : i . alternatifin j . kriter açısından sahip olduğu durulaştırılmış değer

$$x_{ij} = \frac{l_{\tilde{x}_{ij}} + m_{\tilde{x}_{ij}} + u_{\tilde{x}_{ij}}}{3}, \quad \forall i, j \text{ için} \quad \text{Eşitlik 18}$$

Ortalama çözüm değerlerinin durulaştırılması Eşitlik 19'da gösterilmiştir.

$l_{\bar{a}_j}$: j . kriter ortalama çözüm alt limit değeri

$m_{\bar{a}_j}$: j . kriter ortalama çözüm orta noktası

$u_{\bar{a}_j}$: j . kriter ortalama çözüm üst limit değeri

av_j : j . kriter için durulaştırılmış ortalama çözüm değeri

$$av_j = \frac{l_{\bar{a}_j} + m_{\bar{a}_j} + u_{\bar{a}_j}}{3}, \quad \forall j \text{ için} \quad \text{Eşitlik 19}$$

F: fayda yönlü kriter

M: maliyet yönlü kriter

Ortalama pozitif uzaklık değerlerinin hesaplanması kriterin fayda veya maliyet yönlü olmasına göre farklılık arz etmektedir. Fayda yönlü kriter değerinin büyük olmasının daha iyi durumu gösterdiği kriter iken maliyet yönlü kriter değerinin küçük olmasının daha iyi durumu gösterdiği kriterdir. Ortalama pozitif uzaklık değerlerinin hesaplanması Eşitlik 20, 21 ve 22'de verilmiştir.



$\widetilde{p\bar{d}a}_{ij}$: i. alternatifin j. kriter açısından

ortalamadan pozitif uzaklık değeri

$l_{\widetilde{p\bar{d}a}_{ij}}$: ortalamadan pozitif uzaklık alt limit değeri

$m_{\widetilde{p\bar{d}a}_{ij}}$: ortalamadan pozitif uzaklık orta noktası

$u_{\widetilde{p\bar{d}a}_{ij}}$: ortalamadan pozitif uzaklık üst limit değeri

$$l_{\widetilde{p\bar{d}a}_{ij}} = \begin{cases} j \in F \wedge x_{ij} < av_j \Rightarrow 0 \\ j \in F \wedge x_{ij} \geq av_j \Rightarrow \frac{l_{ij} - u_{\bar{a}v_j}}{av_j} \\ j \in M \wedge x_{ij} < av_j \Rightarrow \frac{l_{\bar{a}v_j} - u_{ij}}{av_j} \\ j \in M \wedge x_{ij} \geq av_j \Rightarrow 0 \end{cases} \quad \text{Eşitlik 20}$$

$$m_{\widetilde{p\bar{d}a}_{ij}} = \begin{cases} j \in F \wedge x_{ij} < av_j \Rightarrow 0 \\ j \in F \wedge x_{ij} \geq av_j \Rightarrow \frac{m_{ij} - m_{\bar{a}v_j}}{av_j} \\ j \in M \wedge x_{ij} < av_j \Rightarrow \frac{m_{\bar{a}v_j} - m_{ij}}{av_j} \\ j \in M \wedge x_{ij} \geq av_j \Rightarrow 0 \end{cases} \quad \text{Eşitlik 21}$$

$$u_{\widetilde{p\bar{d}a}_{ij}} = \begin{cases} j \in F \wedge x_{ij} < av_j \Rightarrow 0 \\ j \in F \wedge x_{ij} \geq av_j \Rightarrow \frac{u_{ij} - l_{\bar{a}v_j}}{av_j} \\ j \in M \wedge x_{ij} < av_j \Rightarrow \frac{u_{\bar{a}v_j} - l_{ij}}{av_j} \\ j \in M \wedge x_{ij} \geq av_j \Rightarrow 0 \end{cases} \quad \text{Eşitlik 22}$$

Ortalamadan pozitif uzaklık değerlerinin hesaplanmasının ardından ortalamadan negatif uzaklık değerlerinin hesaplanması gerekmektedir. Ortalamadan negatif uzaklık değerlerinin hesaplanması da ortalamadan pozitif uzaklık değerlerinin hesaplanması gibi kriterin fayda veya maliyet yönlü olmasına göre farklılık arz etmektedir. Ortalamadan negatif uzaklık değerlerinin hesaplanması Eşitlik 23, 24 ve 25'te verilmiştir.

$\widetilde{p\bar{d}a}_{ij}$: i. alternatifin j. kriter açısından

ortalamadan pozitif uzaklık değeri

$l_{\widetilde{p\bar{d}a}_{ij}}$: ortalamadan pozitif uzaklık alt limit değeri

$m_{\widetilde{p\bar{d}a}_{ij}}$: ortalamadan pozitif uzaklık orta noktası

$u_{\widetilde{p\bar{d}a}_{ij}}$: ortalamadan pozitif uzaklık üst limit değeri

$$l_{\widetilde{n\bar{d}a}_{ij}} = \begin{cases} j \in F \wedge x_{ij} < av_j \Rightarrow \frac{l_{\bar{a}v_j} - u_{ij}}{av_j} \\ j \in F \wedge x_{ij} \geq av_j \Rightarrow 0 \\ j \in M \wedge x_{ij} < av_j \Rightarrow 0 \\ j \in M \wedge x_{ij} \geq av_j \Rightarrow \frac{l_{ij} - u_{\bar{a}v_j}}{av_j} \end{cases} \quad \text{Eşitlik 23}$$

$$m_{\widetilde{n\bar{d}a}_{ij}} = \begin{cases} j \in F \wedge x_{ij} < av_j \Rightarrow \frac{m_{\bar{a}v_j} - m_{ij}}{av_j} \\ j \in F \wedge x_{ij} \geq av_j \Rightarrow 0 \\ j \in M \wedge x_{ij} < av_j \Rightarrow 0 \\ j \in M \wedge x_{ij} \geq av_j \Rightarrow \frac{m_{ij} - m_{\bar{a}v_j}}{av_j} \end{cases} \quad \text{Eşitlik 24}$$

$$u_{\widetilde{n\bar{d}a}_{ij}} = \begin{cases} j \in F \wedge x_{ij} < av_j \Rightarrow \frac{u_{\bar{a}v_j} - l_{ij}}{av_j} \\ j \in F \wedge x_{ij} \geq av_j \Rightarrow 0 \\ j \in M \wedge x_{ij} < av_j \Rightarrow 0 \\ j \in M \wedge x_{ij} \geq av_j \Rightarrow \frac{u_{ij} - l_{\bar{a}v_j}}{av_j} \end{cases} \quad \text{Eşitlik 25}$$

Daha sonra ağırlıklı negatif ve pozitif uzaklık değerleri bulunur.

\bar{sp}_i : *i. alternatif için ağırlıklı pozitif uzaklık değeri*

\bar{np}_i : *i. alternatif için ağırlıklı negatif uzaklık değeri*

Ağırlıklı pozitif uzaklık değerlerinin bulunması Eşitlik 26 ile gerçekleştirilir.

$$\bar{sp}_i = \sum_{j=1}^n \bar{w}_j * \bar{p}da_{ij}, \forall i \text{ için} \quad \text{Eşitlik 26}$$

Ağırlıklı negatif uzaklık değerlerinin bulunması Eşitlik 27 ile gerçekleştirilir.

$$\bar{np}_i = \sum_{j=1}^n \bar{w}_j * \bar{n}da_{ij}, \forall i \text{ için} \quad \text{Eşitlik 27}$$

Daha sonra bu değerlerin durulaştırılması gerekmektedir. Ağırlıklı pozitif uzaklık değerlerinin durulaştırılması Eşitlik 28'de gösterilmiştir.

sp_i : *durulaştırılmış ağırlıklı pozitif uzaklık değeri*

$l_{\bar{sp}_i}$: *durulaştırılmış pozitif uzaklık alt limit değeri*

$m_{\bar{sp}_i}$: *durulaştırılmış pozitif uzaklık orta noktası*

$u_{\bar{sp}_i}$: *durulaştırılmış pozitif uzaklık üst limit değeri*

$$sp_i = \frac{l_{\bar{sp}_i} + m_{\bar{sp}_i} + u_{\bar{sp}_i}}{3} \quad \text{Eşitlik 28}$$

Ağırlıklı negatif uzaklık değerlerinin durulaştırılması Eşitlik 29'da gösterilmiştir.

np_i : *durulaştırılmış ağırlıklı negatif uzaklık değeri*

$l_{\bar{np}_i}$: *durulaştırılmış negatif uzaklık alt limit değeri*

$m_{\bar{np}_i}$: *durulaştırılmış negatif uzaklık orta noktası*

$u_{\bar{np}_i}$: *durulaştırılmış negatif uzaklık üst limit değeri*

$$np_i = \frac{l_{\bar{np}_i} + m_{\bar{np}_i} + u_{\bar{np}_i}}{3} \quad \text{Eşitlik 29}$$

Daha sonra ağırlıklı pozitif uzaklık değerleri ile ağırlıklı negatif uzaklık değerlerinin normalize edilmesi gerekmektedir. Ağırlıklı pozitif uzaklık değerlerinin normalleştirilmesi Eşitlik 30'da gösterilmiştir.

\bar{nsp}_i : *i. alternatif için ağırlıklı normalize pozitif uzaklık değeri*

$$\bar{nsp}_i = \frac{\bar{sp}_i}{\max sp_i}, \forall i \text{ için} \quad \text{Eşitlik 30}$$

Ağırlıklı negatif uzaklık değerlerinin normalleştirilmesi Eşitlik 31'de gösterilmiştir.

\bar{nsn}_i : *i. alternatif için ağırlıklı normalize negatif uzaklık değeri*

$$\bar{nsn}_i = 1 - \frac{\bar{sn}_i}{\max sn_i}, \forall i \text{ için} \quad \text{Eşitlik 31}$$

Bu işlemlerin ardından her bir alternatifin genel değerlendirme puanı Eşitlik 32 kullanılarak bulunur.

\bar{as}_i : *i. alternatifin genel değerlendirme puanı*

$$\bar{as}_i = \frac{\bar{nsp}_i + \bar{nsn}_i}{2}, \forall i \text{ için} \quad \text{Eşitlik 32}$$

Son işlem her bir alternatifin durulaştırılmış genel değerlendirme puanını hesaplamaktır. Durulaştırılmış genel değerlendirme puanının hesaplanması Eşitlik 33'te verilmiştir.

as_i : *i. alternatifin durulaştırılmış genel değerlendirme puanı*

l_{as_i} : *durulaştırılmış genel puan alt limit değeri*

m_{as_i} : *durulaştırılmış genel puan orta noktası*

u_{as_i} : *durulaştırılmış genel puan üst limit değeri*

$$as_i = \frac{l_{as_i} + m_{as_i} + u_{as_i}}{3}, \forall i \text{ için} \quad \text{Eşitlik 33}$$

Durulaştırılmış genel değerlendirme puanları arasındaki en yüksek değer tüm kriterler bir arada incelendiğinde en iyi alternatifi göstermektedir.



Uygulama

Solunum, asit- baz dengesizliklerinin değerlendirilmesinde arteriyel (atardamar) kanda oksijen ile karbondioksit parsiyel basınçlarının, oksijen saturasyonunun, pH ve bikarbonat değerlerinin ölçümü, arter kan gazı analizi ile yapılmaktadır. Bir takım hastalıkların nedenselliğinin belirlenmesinde ve ciddiyet derecesinin değerlendirilmesinde kritik öneme sahip kan gazı analizi, kan gazı cihazı ile gerçekleştirilmektedir. Bu cihazla yapılan analizlerle, metabolik hastalıkların tanısı ve takibi, solunum yetmezliklerinin çeşitleri ve verilen tedavilerin etkinliği kontrol edilmektedir.

Uygulama amacıyla ilk aşamada bir laboratuvarında kan gazı cihazı kullanan veya satışını gerçekleştiren uzmanlar ile görüşülmüştür. Bu görüşmeler sonucunda elde edilen bilgiler ve literatür araştırması sonucunda kan gazı cihazı seçiminde göz önünde tutulması gereken kriterler belirlenmiştir:

- *Örnek Sonuçlarının Güvenilir Olması; Tetkik işlemi yapılmadan önce standartlara uygun olan cihazın işlem sonrası hata yapmadan doğru sonuçlar vermesi olarak tanımlanmıştır (Soylular, 2006: 41, 110, 125; Kangazı, Erişim Tarihi: 03.01.2021).*
- *Cihaz Oryantasyon Eğitimi; Cihazı kullanacak olan personele, kullanım kılavuzları ve gerekli çalışma talimatlarının öğretildiği ve geri bildirim alındığı süreçler olarak açıklanmıştır (Ünsal ve Ağırbaş, 2011: 8; Soylular, 2006: 43, 91; Selvi, 2009: 108).*
- *Cihazın Kullanımının Kolay Olması; Kullanılacak cihazın menü geçişlerinin kolaylıkla anlaşılır ve ergonomik açıdan rahat bir yapıya sahip olması anlamındadır (Soylular, 2006: xxi, xxii, 12).*
- *Fiyatının Uygun Olması; Hizmet veya kit / sarf malzeme kullanılmak üzere, alımına karar verilecek olan cihaz maliyetinin, en düşük düzeyde olması olarak ifade edilmiştir (Özudoğru, 2018: 52; Ünsal ve Ağırbaş, 2011: 8).*
- *Cihaz Kurulumu Sonrası Destek Hizmetleri; Kesintisiz hizmetin aksamaması amacıyla, oluşabilecek arıza durumlarında, yüklenici firmanın olumsuzlukları gidermesi ve hizmetin devamının sağlanması olarak açıklanmıştır (Özudoğru, 2018: 52; Ünsal ve Ağırbaş, 2011: 8; Soylular, 2006: 119, 121; Selvi, 2009: 108).*
- *Cihazın Kapasitesi; Cihazın aynı seansta örnek yani numune alım sayısı sınırı olarak açıklanmıştır (Ünsal ve Ağırbaş, 2011: 8, Turhan, 2014: Erişim tarihi: 03.01.2021).*
- *Cihazın Sonuç Verme Hızı; Tıbbi cihaza yüklenen örneklerin, en kısa sürede sonuç çıktılarının alınması olarak ifade edilmiştir. Yüksek hızda sonuç verebilen cihaz istendik olmaktadır (Turhan, 2014: Erişim tarihi: 03.01.2021; Tıbbi Cihaz Yönetmeliği, Erişim Tarihi: 03.01:2021; Kangazı, Erişim Tarihi: 03.01.2021).*
- *Numunenin Cihazda Bekleme Süresi; Alınan örnekler, cihazda belirli bir süre bekletilmek zorundadır. Buna inkübasyon süresi denilmektedir. Her cihaz için farklı sürelerde olabilmekle birlikte, sürenin kısa olması istendik bir durumdur (Turhan, 2014: Erişim tarihi: 03.01.2021).*
- *Kontaminasyon Engelleyci Nitelikte Olması; Cihaz kullanıcılarının herhangi bir nedenle vücut sıvıları (numune tüpleri) ile kirlenmemesi veya herhangi bir bulaşın oluşmaması için kapalı sistemlere sahip tıbbi cihazların kullanılması olarak açıklanmıştır (Turhan, 2014: Erişim tarihi: 03.01.2021; Tıbbi Cihaz Yönetmeliği, Erişim Tarihi: 03.01:2021).*

Kriter açıklamalarının arkasından inceleme yapılacak 2 adet kan gazı cihazı alternatifi belirlenmiştir. Bu kriterler ile (Görsel 1)'deki ölçek vasıtasıyla elde edilen bulanık önem dereceleri (Görsel 4)'te verildiği gibi bulunmuştur.

Kriter Kodu	Değerlendirme Faktörü	Bulanık Önem Derecesi		
Kriter 1	Örnek Sonuçlarının Güvenilir Olması	0,9	1,0	1,0
Kriter 2	Cihaz Oryantasyon Eğitimi	0,9	1,0	1,0
Kriter 3	Cihazın Kullanımının Kolay Olması	0,9	1,0	1,0
Kriter 4	Fiyatının Uygun Olması	0,7	0,9	1,0
Kriter 5	Cihaz Kurulumu Sonrası Destek Hizmetleri	0,9	1,0	1,0
Kriter 6	Cihazın Kapasitesi	0,5	0,7	0,9

Kriter 7	Cihazın Sonuç Verme Hızı	0,9	1,0	1,0
Kriter 8	Numunenin Cihazda Bekleme Süresi	0,9	1,0	1,0
Kriter 9	Kontaminasyon Engelleyici Nitelikte Olması	0,9	1,0	1,0

Görsel 4: Kriterlerin Bulanık Önem Dereceleri

Kriterler için uzmanlar tarafından değerlendirme yapıldıktan sonra aynı uzmanların kan gazı cihazı alternatifleri için değerlendirme yapmaları istenmiştir. (Görsel 5)'te 1 numaralı kan gazı cihazı alternatifi için yapılan değerlendirmeler gösterilmiştir. (Görsel 5)'te örnek olarak gösterilen değerlendirmeler bulanık karar matrisinin bir parçasını teşkil etmektedir.

Kriter Kodu	Değerlendirme Faktörü	Bulanık Önem Derecesi		
Kriter 1	Örnek sonuçlarının güvenilir olması	5	7	9
Kriter 2	Cihaz Oryantasyon Eğitimi	5	7	9
Kriter 3	Cihazın Kullanımının Kolay Olması	5	7	9
Kriter 4	Fiyatının Uygun Olması	3	5	7
Kriter 5	Cihaz Kurulumu Sonrası Destek Hizmetleri	5	7	9
Kriter 6	Cihazın Kapasitesi	5	7	9
Kriter 7	Cihazın Sonuç Verme Hızı	5	7	9
Kriter 8	Numunenin Cihazda Bekleme Süresi	5	7	9
Kriter 9	Kontaminasyon Engelleyici Nitelikte Olması	5	7	9

Görsel 5: 1 Numaralı Kan Gazı Cihazı Alternatifi Değerlendirmesi

Bu aşamanın ardından Bulanık VIKOR ile Bulanık EDAS işlemleri farklılaşmaktadır. Bu noktada, ilk olarak Bulanık VIKOR yöntemine göre bulunan sonuçlar gösterilmiştir.

Bulanık karar matrisinin hazırlanmasının ardından her bir değerlendirme kriteri için en iyi ve en kötü değerler Eşitlik 3 ve Eşitlik 4 yardımıyla bulunmuştur. Bu sonuçlar (Görsel 6)'da gösterilmiştir.

Kriter Kodu	Bulanık En İyi Değer			Bulanık En Kötü Değer		
Kriter 1	9	10	10	5	7	9
Kriter 2	9	10	10	5	7	9
Kriter 3	9	10	10	5	7	9
Kriter 4	9	10	10	3	5	7
Kriter 5	9	10	10	5	7	9
Kriter 6	9	10	10	5	7	9
Kriter 7	9	10	10	5	7	9
Kriter 8	9	10	10	5	7	9
Kriter 9	9	10	10	5	7	9

Görsel 6: Bulanık En İyi ve En Kötü Değerler

Daha sonra bulanık en iyi ve bulanık en kötü değerler Eşitlik 5 ve 6 kullanılarak durulaştırılmıştır. Durulaştırılmış bulanık en iyi ve bulanık en kötü değerler (Görsel 7)'de gösterilmiştir.



	f_j^*	f_j^-
Kriter 1	9,666667	7,000000
Kriter 2	9,666667	7,000000
Kriter 3	9,666667	7,000000
Kriter 4	9,666667	5,000000
Kriter 5	9,666667	7,000000
Kriter 6	9,666667	7,000000
Kriter 7	9,666667	7,000000
Kriter 8	9,666667	7,000000
Kriter 9	9,666667	7,000000

Görsel 7: Durulaştırılmış Bulanık En İyi ve En Kötü Değerler

Ardından Eşitlik 7 kullanılarak her bir alternatifin en iyi değere olan bulanık mesafesi hesaplanmış ve Eşitlik 9 yardımıyla durulaştırılmıştır. Her bir alternatifin en iyi değere olan toplam bulanık mesafesi ve durulaştırılmış değerler (Görsel 8)'de gösterilmiştir.

	l_{S_i}	m_{S_i}	u_{S_i}	S_i
Alternatif 1	2,100000	8,600000	15,253571	8,651190
Alternatif 2	-0,900000	-1,026786	2,117857	0,063690

Görsel 8: \tilde{S}_i, S_i Değerleri

Daha sonra Eşitlik 8 kullanılarak her bir alternatifin en iyi değere olan maksimum mesafesi hesaplanmış ve Eşitlik 10 yardımıyla durulaştırılmıştır. Her bir alternatifin en iyi değere olan maksimum bulanık mesafesi ve durulaştırılmış değerler (Görsel 9)'da gösterilmiştir.

	l_{R_i}	m_{R_i}	u_{R_i}	R_i
Alternatif 1	0,400000	1,000000	1,750000	1,050000
Alternatif 2	-0,050000	-0,064286	0,250000	0,045238

Görsel 9: \tilde{R}_i, R_i Değerleri

Her bir alternatifin en iyi çözüme olan durulaştırılmış toplam mesafeleri arasındaki en büyük ve en küçük değerler Eşitlik 11, durulaştırılmış maksimum mesafeler arasındaki en büyük ve en küçük değerler ise Eşitlik 12 kullanılarak bulunmuş ve değerler (Görsel 10)'da gösterilmiştir.

S^*	0,063690
S^-	8,651190
R^*	0,045238
R^-	1,050000

Görsel 10: S^*, S^-, R^*, R^- Değerleri

Bu işlemin devamında her bir alternatif için bulanık grup faydası Eşitlik 13 yardımıyla hesaplanmış ve Eşitlik 14 kullanılarak durulaştırılmıştır. Bulanık ve durulaştırılmış grup faydası değerleri (Görsel 11)'de gösterilmiştir.

	l_{Q_i}	m_{Q_i}	u_{Q_i}	Q_i
Alternatif 1	0,295103	0,972138	1,732759	1,000000
Alternatif 2	-0,103503	-0,117994	0,221498	0,000000

Görsel 11: \tilde{Q}_i, Q_i Değerleri

Buna göre 2 numaralı kan gazı cihazı alternatifi 9 kriter bir arada düşünüldüğünde en iyi alternatif olarak karşımıza çıkmaktadır. Verilen kararın doğruluğunu test etmek amacıyla aynı probleme bir başka bulanık çok kriterli karar verme yöntemi olan Bulanık EDAS işlemleri uygulanmış ve sonuçlar karşılaştırılmıştır. Kriter değerlendirmelerini gösteren bulanık ağırlık matrisi ile bulanık karar matrisi değerleri Bulanık VIKOR yöntemi ile aynıdır. Bu noktadan sonra ise Bulanık EDAS yöntemine özgü işlemler başlamakta ve süreç farklılaşmaktadır. Bulanık EDAS yöntemine özgü ilk işlem olarak her bir kriter için Eşitlik 17 yardımıyla ortalama çözüm matrisi oluşturulur ve Eşitlik 19 yardımıyla bu değerler durulaştırılır. Her bir kritere ilişkin bulanık ve durulaştırılmış ortalama çözüm matrisi değerleri (Görsel 12)'de gösterilmiştir.

	$l_{\bar{a}v_j}$	$m_{\bar{a}v_j}$	$u_{\bar{a}v_j}$	av_j
Kriter 1	7	8,5	9,5	8,333333
Kriter 2	7	8,5	9,5	8,333333
Kriter 3	7	8,5	9,5	8,333333
Kriter 4	6	7,5	8,5	7,333333
Kriter 5	7	8,5	9,5	8,333333
Kriter 6	7	8,5	9,5	8,333333
Kriter 7	7	8,5	9,5	8,333333
Kriter 8	7	8,5	9,5	8,333333
Kriter 9	7	8,5	9,5	8,333333

Görsel 12: $\bar{a}v_j, av_j$ Değerleri

Daha sonra ortalamadan pozitif uzaklık değerleri hesaplanmalıdır. Ancak ortalamadan pozitif uzaklık değerlerinin bulunması için durulaştırılmış bulanık karar matrisi değerlerine ihtiyaç bulunmaktadır. Eşitlik 18 yardımıyla bulunan durulaştırılmış bulanık karar matrisi değerleri (Görsel 13)'de gösterilmiştir.

	Alternatif 1	Alternatif 2
Kriter 1	7,000000	9,666667
Kriter 2	7,000000	9,666667
Kriter 3	7,000000	9,666667
Kriter 4	7,000000	9,666667
Kriter 5	7,000000	9,666667
Kriter 6	7,000000	9,666667
Kriter 7	7,000000	9,666667
Kriter 8	7,000000	9,666667
Kriter 9	7,000000	9,666667

Görsel 13: x_{ij} Değerleri

Daha sonra ortalamadan pozitif uzaklık değerleri Eşitlik 20, 21 ve 22 kullanılarak hesaplanmıştır. Alternatif 1 için bulunan ortalamadan pozitif uzaklık değerleri (Görsel 14)'te ve alternatif 2 için bulunan ortalamadan pozitif uzaklık değerleri ise (Görsel 15)'te gösterilmiştir.

	$l_{\overline{pda}_{ij}}$	$m_{\overline{pda}_{ij}}$	$u_{\overline{pda}_{ij}}$
Kriter 1	0,000000	0,000000	0,000000
Kriter 2	0,000000	0,000000	0,000000
Kriter 3	0,000000	0,000000	0,000000
Kriter 4	0,000000	0,000000	0,000000
Kriter 5	0,000000	0,000000	0,000000
Kriter 6	0,000000	0,000000	0,000000
Kriter 7	0,000000	0,000000	0,000000
Kriter 8	0,000000	0,000000	0,000000
Kriter 9	0,000000	0,000000	0,000000

Görsel 14: Alternatif 1 için \overline{pda}_{ij} Değerleri

	$l_{\overline{pda}_{ij}}$	$m_{\overline{pda}_{ij}}$	$u_{\overline{pda}_{ij}}$
Kriter 1	-0,060000	0,180000	0,360000
Kriter 2	-0,060000	0,180000	0,360000
Kriter 3	-0,060000	0,180000	0,360000
Kriter 4	0,068182	0,340909	0,545455
Kriter 5	-0,060000	0,180000	0,360000
Kriter 6	-0,060000	0,180000	0,360000
Kriter 7	-0,060000	0,180000	0,360000
Kriter 8	-0,060000	0,180000	0,360000
Kriter 9	-0,060000	0,180000	0,360000

Görsel 15: Alternatif 2 için \overline{pda}_{ij} Değerleri

Ortalamadan pozitif uzaklık değerlerinin hesaplanmasının ardından ortalamadan negatif uzaklık değerleri Eşitlik 23, 24 ve 25 kullanılarak hesaplanmıştır. Alternatif 1 için bulunan ortalamadan negatif uzaklık değerleri (Görsel 16)'da ve alternatif 2 için bulunan ortalamadan negatif uzaklık değerleri ise (Görsel 17)'de gösterilmiştir.

	$l_{\overline{nda}_{ij}}$	$m_{\overline{nda}_{ij}}$	$u_{\overline{nda}_{ij}}$
Kriter 1	-0,240000	0,180000	0,540000
Kriter 2	-0,240000	0,180000	0,540000
Kriter 3	-0,240000	0,180000	0,540000
Kriter 4	-0,136364	0,340909	0,750000
Kriter 5	-0,240000	0,180000	0,540000
Kriter 6	-0,240000	0,180000	0,540000
Kriter 7	-0,240000	0,180000	0,540000
Kriter 8	-0,240000	0,180000	0,540000
Kriter 9	-0,240000	0,180000	0,540000

Görsel 16: Alternatif 1 için \overline{nda}_{ij} Değerleri

	$l_{\overline{nda}_{ij}}$	$m_{\overline{nda}_{ij}}$	$u_{\overline{nda}_{ij}}$
Kriter 1	0,000000	0,000000	0,000000
Kriter 2	0,000000	0,000000	0,000000
Kriter 3	0,000000	0,000000	0,000000
Kriter 4	0,000000	0,000000	0,000000
Kriter 5	0,000000	0,000000	0,000000
Kriter 6	0,000000	0,000000	0,000000
Kriter 7	0,000000	0,000000	0,000000
Kriter 8	0,000000	0,000000	0,000000
Kriter 9	0,000000	0,000000	0,000000

Görsel 17: Alternatif 2 için \overline{nda}_{ij} Değerleri

Daha sonra Eşitlik 26 kullanılarak ağırlıklı pozitif uzaklık değerleri hesaplanmış ve Eşitlik 28 yardımıyla durulaştırılmıştır. Bulanık ve durulaştırılmış ağırlıklı pozitif uzaklık değerleri (Görsel 18)'de gösterilmiştir.

	$l_{\overline{sp}_i}$	$m_{\overline{sp}_i}$	$u_{\overline{sp}_i}$	sp_i
Alternatif 1	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
Alternatif 2	-0,360273	1,692818	3,389455	1,574000

Görsel 18: \overline{sp}_i, sp_i Değerleri

Ağırlıklı pozitif uzaklık değerlerinin ardından Eşitlik 27 kullanılarak ağırlıklı negatif uzaklık değerleri hesaplanmış ve Eşitlik 29 yardımıyla durulaştırılmıştır. Bulanık ve durulaştırılmış ağırlıklı negatif uzaklık değerleri (Görsel 19)'da gösterilmiştir.

	$l_{\overline{np}_i}$	$m_{\overline{np}_i}$	$u_{\overline{np}_i}$	np_i
Alternatif 1	-1,727455	1,692818	5,016000	1,660455
Alternatif 2	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000

Görsel 19: \overline{np}_i, np_i Değerleri

Ardından ağırlıklı pozitif uzaklık değerleri Eşitlik 30 kullanılarak normalize edilmiştir. Bulunan değerler (Görsel 20)'de gösterilmiştir.

	$l_{\overline{nsp}_i}$	$m_{\overline{nsp}_i}$	$u_{\overline{nsp}_i}$
Alternatif 1	0,000000	0,000000	0,000000
Alternatif 2	-0,228890	1,075488	2,153402

Görsel 20: \overline{nsp}_i Değerleri

Ağırlıklı pozitif uzaklık değerleri normalize edildikten sonra Eşitlik 31 yardımıyla ağırlıklı negatif uzaklık değerleri normalize edilmiş ve (Görsel 21)'de gösterilmiştir.

	$l_{\overline{nsn}_i}$	$m_{\overline{nsn}_i}$	$u_{\overline{nsn}_i}$
Alternatif 1	-2,020860	-0,019491	2,040350
Alternatif 2	1,000000	1,000000	1,000000

Görsel 21: \overline{nsn}_i Değerleri

Bu işlemlerin ardından her bir alternatifin genel değerlendirme puanı Eşitlik 32 kullanılarak bulunmuş ve Eşitlik 33 yardımıyla durulaştırılmıştır. Her bir alternatif ilişkin bulanık ve durulaştırılmış genel değerlendirme puanları ile sıralama sonuçları (Görsel 22)'de gösterilmiştir.

	$l_{\bar{a}s_i}$	$m_{\bar{a}s_i}$	$u_{\bar{a}s_i}$	as_i	Sıralama
Alternatif 1	-1,010430	-0,009745	1,020175	0,000000	2
Alternatif 2	0,385555	1,037744	1,576701	1,000000	1

Görsel 22: $\bar{a}s_i$, as_i Değerleri ve Sıralama

Bulanık EDAS yöntemine göre de dokuz kriter birlikte incelendiğinde 2 numaralı kan gazı cihazı en iyi alternatif olarak karşımıza çıkmış ve Bulanık VIKOR yöntemi ile bulunan sıralamanın tutarlı olduğu sonucuna varılmıştır.

Sonuç ve öneriler

İnsan organizması için hayati önem arz eden kan içindeki oksijen ve karbondioksit miktarını ölçen kan gazı cihazı, kandaki asit ve toksin oranını da ölçmektedir. Karbondioksit ve oksijen tüm sistemlerin çalışabilmesi için gerekli olan iki önemli etkidir. Herhangi birinde yaşanacak dengesizlik çok ciddi hastalıklara neden olmaktadır. Solunum ve metabolik hastalıkların teşhisi ve tedavisine yardımcı olmak amacıyla kullanılan bu cihaz tıp sektörü için çok önemlidir.

Çalışma kapsamında, öncelikle Bulanık VIKOR yöntemi ile hesaplamalar yapılmış ve alternatifler arasında tercih yapılmıştır. Ardından verilen kararın doğruluğunu test etmek amacıyla bir başka bulanık çok kriterli karar verme yöntemi olan Bulanık EDAS ile de hesaplamalar yapılmış ve birbiri ile uyumlu sonuçlara ulaşılmıştır.

“Örnek sonuçlarının güvenilir olması”, “cihaz oryantasyon eğitimi”, “cihazın kullanımının kolay olması”, “cihaz kurulumu sonrası destek hizmetleri”, “cihazın sonuç verme hızı”, “numunenin cihazda bekleme süresi”, “kontaminasyon engelleyici nitelikte olması” kriterlerinin önem düzeyi diğer kriterlerden yüksek çıkmıştır. Odak noktası hasta ve sağlığı olduğu için örnek sonuçlarının güvenilir olması, doğru teşhis ve doğru tedavinin en temel kriteridir. Sonuç güvenilirliği, cihazı kullanacak olan personelin oryantasyon eğitimi ile sağlanmaktadır. Cihazın kullanımının kolaylığı, kullanıcıların adaptasyonu ve cihazı öğrenme süreçleri ile ilgilidir. Cihazda meydana gelebilecek herhangi bir arıza durum sonuçları etkileyeceği için hemen müdahale edilmesini gerektirdiğinden, cihaz kurulumu sonrası destek hizmetleri yine önemlidir. Yapılan test hayati önem arz ettiğinden sonuç verme hızı önemlidir. Dolayısıyla numunenin cihazda bekleme süresinin kısa olması önemlidir. Numunelerin işlem sonrası imha edilmesinde çalışan sağlığına zarar gelmemesi açısından, kontaminasyon engelleyici nitelikte olması yine önemli bir kriterdir.

Fiyatın uygun olması ve cihazın kapasitesi kriterleri diğer kriterlere göre önem dereceleri düşük çıkmıştır. Çünkü; kullanılacak cihazdan çıkacak olan tahlil sonuç çıktısı önemli olduğundan, diğer bazı kriterler fiyat kriterine üstün gelmiştir. Kan gazı numunesi, hastanın atardamarı veya toplardamarından hemen alınır alınmaz laboratuvara ulaştırılmakta, bekletilmemektedir. Bu durum cihazın numune kapasitesinin doldurulmasını önemli kılmamaktadır. Rutin olarak yapılan bir test olmadığı, sadece özellik arz eden ve acil durumlarda istenilen bir tetkik türü olduğundan, o andaki numunelerle cihazın çalıştırılması gerekmektedir. Dolayısıyla; cihazın kapasitesi kriterinin önem derecesi düşük çıkmıştır.

Sıralamada en iyi cihaz “Alternatif 2” olarak görülmüştür. 2 numaralı Alternatif’in, belirlenen 9 kriteri en iyi temsil ettiğinden hareketle, en iyi alternatif olduğu görülmüştür.

Bundan sonra yapılacak çalışmalarda bu çalışmada kullanılan yöntemlerle veya farklı ÇKKV yöntemleri kullanılarak farklı tıbbi cihaz seçimi uygulamaları yapılabilir.

Yazar Katkıları

Yazar 1: %40, Yazar 2: %35, Yazar 3: %25

Yazı etik kurul izni bilgileri

Bu çalışma için, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu’ndan 14.10.2020 tarihli (Toplantı Sayısı: 32, Karar No:4) “Etik Kurul Onayı” alınmıştır.



Kaynakça

- Akyüz, A. (2012). Bulanık VIKOR Yöntemi ile Tedarikçi Seçimi. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 26 (1), 197-215.
- Asadi, R., Etemadian, M., Shadpour, P. ve Semnani F. (2018). Designing A Model of Selection and Assessment of Hospital Outsourcing Services Based on Approach Hierarchical Possess (AHP) in Hospitals. *Journal of Hospital*, 16 (4), 9-18.
- Awasthi, A. ve Kannan, G. (2016). Green Supplier Development Program Selection Using NGT and VIKOR Under Fuzzy Environment. *Computers & Industrial Engineering*, 91, 100-108.
- Bali, Ö. (2013). Bulanık Boyut Analizi ve Bulanık VIKOR ile Bir ÇNKV Modeli: Personel Seçimi Problemi. *Kara Harp Okulu Bilim Dergisi*, 23 (2), 125-149.
- Barrios, M. A. O., De Felice, F., Negrete, K. P., Romero, B. A., Arenas, A. Y. ve Petrillo, A. (2016). An AHP-TOPSIS Integrated Model for Selecting the Most Appropriate Tomography Equipment. *International Journal of Information Technology & Decision Making*, 15(04), 861-885, DOI: 10.1142/S021962201640006X.
- Bayhan, H., G. (2018). Selection of Heating, Ventilating and Air Conditioning (HVAC) Suppliers for Green Buildings with Fuzzy-Evaluation based on Distance from Average Solution (EDAS) Method (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Yapı İşletmesi Bilim Dalı, İstanbul.
- Cebeci, O. ve Denктаş Şakar, G. (2018). Tıbbi Tedarik Zincirinde Tedarikçi Seçimi: Bir Analitik Hiyerarşi Süreci Çalışması. IV. Uluslararası Kafkasya-Orta Asya Dış Ticaret ve Lojistik Kongresi, 7-8 Eylül 2018 Didim/AYDIN, 851-857.
- Chen, C. T. (2000). Extensions of the TOPSIS for Group Decision-Making under Fuzzy Environment, *Fuzzy Sets and Systems*, 114, 1-9.
- Chen, L.Y. ve Wang, T.C. (2009). Optimizing Partners' Choice in IS/IT Outsourcing Projects: The Strategic Decision of Fuzzy VIKOR, *International Journal of Production Economics*, 120 (1), 233-242.
- Cihan, Ş., Ayan, E., Eren, T., Topal, T. ve Yıldırım, E.K. (2017). Çok Ölçütlü Karar Verme Yöntemleri ile Ekokardiyografi Cihazı Seçiminin Yapılması, *Sağlık Bilimleri ve Meslekleri Dergisi (HSP)*, 4 (1), 41-49, DOI: 10.17681/hsp.285651.
- Doğan, N.Ö. ve Akbal, H. (2019). Sağlık Sektöründe Tedarikçi Seçim Kararının AHP Yöntemi İle İncelenmesi: Bir Üniversite Hastanesi Örneği, *Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 17 (4), 440-456.
- Emiralioglu, N., Arteriyel Kan Gazı Değerlendirmesi, http://solunum.org.tr/TusadData/Book/535/30112016114737-03_Bolum_02_Arteriyel.pdf, Erişim Tarihi: 29.02.2020 .
- Ghorabae, M. K., Amiri, M., Zavadskas, E. K. ve Turskis, Z. (2017). Multi-Criteria Group Decision-Making Using an Extended EDAS Method with Interval Type-2 Fuzzy Sets. *Ekonomika A Management*, 48-68, DOI: 10.15240/tul/001/2017-1-004.
- Ghorabae, M. K., Zavadskas, E. K., Amiri, M. ve Turskis, Z. (2016). Extended EDAS method for Fuzzy Multi-Criteria Decision-Making: An Application to Supplier Selection. *International Journal of Computers Communications & Control*, 11 (3), 358-371. DOI: <https://doi.org/10.15837/ijccc.2016.3.2557>.
- Gök Kısa, A. C. ve Perçin, S. (2017). Bütünleşik Bulanık DEMATEL-Bulanık VIKOR Yaklaşımının Makine Seçimi Problemine Uygulanması. *Journal of Yaşar University*, 12 (48), 249-256.
- Görener, A. (2013). Tedarik Zinciri Stratejisi Seçimi: Bulanık VIKOR Yöntemiyle İmalat Sektöründe Bir Uygulama. *Alanya İşletme Fakültesi Dergisi*, 5 (3), 47-62.
- Kahraman, C., Keshavarz Ghorabae, M., Zavadskas, E. K., Cevik Onar, S., Yazdani, M. ve Oztaysi, B. (2017). Intuitionistic Fuzzy EDAS Method: An Application to Solid Waste Disposal Site Selection. *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management*, 25 (1), 1-12. <https://doi.org/10.3846/16486897.2017.1281139>.
- Kangazı, <https://merkezlab.erciyes.edu.tr/biyokimya/kangazlari.htm>, Erişim tarihi: 03.01.2021.

- Karadayı, M. A., Yılmaz, B. Ö., Erol, B. E. ve Tozan, H. (2020). Sağlık Teknolojisi Değerlendirmede Çok Kriterli Karar Verme Yaklaşımları Üzerine Bir Derleme Çalışması. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 8 (1), 264-289.
- Kas Bayraktaroğlu, F. ve Kundakçı, N. (2019). Bulanık EDAS Yöntemi ile Ar-Ge Projesi Seçimi. *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, 24, 151-170. Doi: 10.18092/ulikidince.538332.
- Kutlu Gündoğdu, F., Kahraman, C. ve Civan, H. N. (2018). A Novel Hesitant Fuzzy EDAS Method and Its Application to Hospital Selection. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, 35 (6), 6353-6365.
- Malik, M. M., Abdallah, S. ve Hussain, M. (2016). Assessing Supplier Environmental Performance: Applying Analytical Hierarchical Process in The United Arab Emirates Healthcare Chain. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 55, 1313-1321. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.05.004>.
- Opricovic, S. (2011). Fuzzy VIKOR with an Application to Water Resources Planning. *Expert Systems with Applications*, 38, 12983-12990.
- Özbek, A. (2019). Türkiye'deki İllerin EDAS ve WASPAS Yöntemleri İle Yaşanabilirlik Kriterlerine Göre Sıralanması. *Kırıkkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi (KÜSBD)*, 9 (1), 177-200.
- Özbek, A. ve Engür, M. (2018). EDAS Yöntemi ile Lojistik Firma Web Sitelerinin Değerlendirilmesi. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Meslek Yüksekokulu Dergisi*, 21 (2), 417-429.
- Özudoğru, A. G. (2018). Biyomedikal Cihaz Seçiminde Kriterlerin Önem Düzeylerinin Belirlenmesi, *Tıp Teknolojileri Kongresi*, 8-10 Kasım 2018, Gazi Magosa, Kıbrıs, 50-53.
- Selvi, Y. (2009). Sağlık Kuruluşlarında Tıbbi Cihaz Yönetimi, *Yönetim*, 20 (63), 99-118.
- Stevic, Z., Vasiljevic, M., Zavadskas, E. K., Sremac, S. ve Turskis, Z. (2018). Selection of Carpenter Manufacturer Using Fuzzy EDAS Method. *Eng. Econ*, 29, 281-290. <http://dx.doi.org/10.5755/j01.ee.29.3.16818>.
- Stević, Ž., Vasiljević, M., Puška, A., Tanackov, I., Junevičius, R. ve Vesković, S. (2019). Evaluation of Suppliers Under Uncertainty: A Multiphase Approach Based on Fuzzy AHP and Fuzzy EDAS. *Transport*, 34 (1), 52-66. <https://doi.org/10.3846/transport.2019.7275>.
- Polat, G. ve Bayhan, H. G. (2020). Selection of HVAC-AHU System Supplier with Environmental Considerations Using Fuzzy EDAS Method. *International Journal of Construction Management*, 1-9. DOI: 10.1080/15623599.2020.1742638.
- Soylular, B. (2006). Hastanelerde Biyomedikal Klinik Mühendislik Hizmetlerinin Tıbbi Cihaz Kullanıcıları ve Yöneticiler Bazında Değerlendirilmesi ve DEÜ Hastanesi Uygulaması, (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı, İzmir.
- Şişman, B. (2019). Hata Türü ve Etkileri Analizinde Bulanık AHP ve Bulanık VIKOR Yöntemleri ile Otomotiv Sektöründe Risk Değerlendirmesi. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 9 (18), 234-250.
- Tadić, D., Stefanović, M., Aleksić, A. (2014). The Evaluation and Ranking of Medical Device Suppliers by Using Fuzzy Topsis Methodology. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, 27 (4), 2091-2101.
- Tıbbi Cihaz Yönetmeliği (2011). Resmî Gazete Tarihi: 07.06.2011, Resmî Gazete Sayısı: 27957, <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=15023&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5>, Erişim tarihi: 03.01.2021.
- Tolga, A. C., Gamsız, B. ve Basar, M. (2019, July). Evaluation of Hydroponic System in Vertical Farming via Fuzzy EDAS Method. In *International Conference on Intelligent and Fuzzy Systems* (pp. 745-752). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-23756-1_89.
- Turhan, T. (2014). Hasta Başlı Test Olarak Kan Gazları: Preanalitik Süreç, Türk Biyokimya Derneği Aylık Toplantıları, 4 Haziran 2014 ODTÜ Mezunlar Derneği Tesisleri, Erişim tarihi: 03.01.2021
- Ünsal, E. ve Ağırbaş, İ. (2011). Tıbbi Cihaz Yatırım Kararlarının Analitik Hiyerarşi Yöntemi ile Değerlendirilmesi. *Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Mecmuası*, 64 (1), 6-12. DOI: 10.1501/Tıpfak_000000778.
- Vatansever, K. (2013). Kamu Hastanelerinde Mal Alım Kararlarının Bulanık AHP Yöntemiyle Değerlendirilmesi ve Gediz Devlet Hastanesi Uygulaması. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 18 (3), 225-244.



Wu, Z., Ahmad, J. ve Xu, J. (2016). A Group Decision Making Framework Based on Fuzzy Vikor Approach for Machine Tool Selection with Linguistic Information. Applied Soft Computing, 42, 314-324. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2016.02.007>.

Yadav, A., Bhandari, G., Ergu, D., Ali, M., ve Anis, M. (2015). Supplier Selection by AHP in KMC Pharmaceutical: Use of Gmibm Method for Inconsistency Adjustment. Journal of Management Research, 7 (5), 19-46.

Yavuz, S. ve Devenci, M. (2014). Bulanık TOPSIS ve Bulanık VIKOR Yöntemleriyle Alışveriş Merkezi Kuruluş Yeri Seçimi ve Bir Uygulama. EGE AKADEMİK BAKIŞ, 14 (3), 463-479.

Yıldız, A. (2014). Bulanık VIKOR Yöntemini Kullanarak Proje Seçim Sürecinin İncelenmesi, Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 14 (1), 115-128.

Extended Abstract

It is very important that the tests and analyses required to diagnose the diseases are accurate and reliable. The quality of medical device to be selected has a great role in getting accurate and reliable results. Hospital and laboratory managers should make the right and most appropriate choice for the medical device they will supply. One of the medical devices used in hospitals and laboratories is a blood gas device. Blood gas device used to determine respiratory problems, the functionality of the lungs in oxygen-carbon dioxide exchange, possible imbalances in oxygen and carbon dioxide levels in the blood, metabolic disorders and acid-base imbalances is one of the devices used by health institutions.

In this study, the problem of blood gas device selection was analysed. In the first phase of the study, a literature review was conducted for determining the criteria of blood gas evaluation problem. Then the blood gas alternatives in the market were determined. In the next step, interviews were made with the experts. These experts were the laboratory technicians, nurses and sales executives of medical equipment companies. The literature review and interview results were integrated for constructing the model. According to the integration, there were nine different criteria and two different blood gas alternatives. One of these criteria was a quantitative criterion. Quantitative criterion in the model was cost of a test in blood gas device. Cost values of the alternatives were collected from sales executives of medical equipment companies. A questionnaire was prepared for evaluating the alternatives according to criteria. Questionnaire included questions about criterion evaluations for determining the weight values. Fuzzy scales were used for evaluating alternatives and criteria. Fuzzy scale for determining the weights of criteria includes seven different linguistic terms. These linguistic terms are very low, low, medium-low, medium, medium-high, high and very high. This fuzzy scale includes triangular fuzzy numbers. Fuzzy scale for evaluating the alternatives includes seven different linguistic terms. These linguistic terms are very bad, bad, medium-bad, medium, medium-good, good and very good. This fuzzy scale includes triangular fuzzy numbers.

The answers of the experts for alternatives constructed the fuzzy decision matrix. Then Fuzzy VIKOR (Fuzzy Vise Kriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje) method was applied to initial fuzzy decision matrix. Fuzzy best and fuzzy worst values were found for each criterion by using Equation 3 and 4. Fuzzy best and fuzzy worst values were defuzzified by using Equation 5 and 6. In the last step of Fuzzy VIKOR method the values were sorted from lowest to highest. The lowest value shows the best alternative in the multi- criteria decision- making problem.

After the calculations according to Fuzzy VIKOR method, another multi -criteria decision- making method was used for checking the results. The second multi -criteria decision -making method was Fuzzy EDAS (Fuzzy Evaluation based on Distance from Average Solution). Average solution matrix was constructed in the first phase of Fuzzy EDAS by using Equation 17. Positive distance from average solution and negative distance from average solution were found. Then the weighted positive distance from average solution and the weighted negative distance from average solution values were found. In the next step of Fuzzy EDAS method, the weighted normalized positive distance from average solution and the weighted normalized negative distance from average solution values were found. In the last step of Fuzzy EDAS method, the total defuzzified grades were found for each alternative. The highest grade shows the best alternative in the selection problem.

The ranking made by both methods was compared and the results were the same.