

Sağlık Sektöründe Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri Literatür Araştırması

İbrahim Doğan¹ * Büşra Gül² * Ferit Sevim³¹ Arş. Gör., Hitit Üniversitesi, Sağlık Yönetimi Bölümü² Arş. Gör., Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Sağlık Yönetimi Bölüm³ Arş. Gör., Karadeniz Teknik Üniversitesi, Sağlık Yönetimi Bölümü

ARTICLE INFO	ÖZET
Makale Türü: Geleneksel Derleme	
Anahtar Sözcükler: Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri, Seçim Yöntemleri, Sınıflama Yöntemleri, Sıralama Yöntemleri, Sağlık Sektörü.	
Sorumlu Yazar ¹ İbrahim Doğan ² Büşra Gül ³ Ferit Sevim	
Adres: ¹ Hitit Üniversitesi, Sağlık Yönetimi Bölümü ² Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Sağlık Yönetimi Bölüm ³ Karadeniz Teknik Üniversitesi, Sağlık Yönetimi Bölümü	<i>Sağlık alanında hem bireysel hem de örgütsel boyutta karar verme sürecine olan eğilim belirsizliklerin artmasıyla daha da önem kazanmaktadır. Özellikle sağlık sektöründe karar vericilerin aldığı kararların çok hassas sonuçları olması, bu alana yönelik yapılan çalışmaların da göz önünde olmasına neden olmaktadır. Kanıta dayalı yaklaşım açısından büyük önem taşıyan çok kriterli karar verme yöntemleri günümüzde önemli bir hale gelmiştir. Geleneksel derleme niteliğindeki bu çalışmada sağlık sektöründe kullanılan çok kriterli karar verme yöntemlerinin tanıtılması ve bazı kullanım alanları hakkında bilgi verilmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda geleneksel derleme yöntemi kullanılarak literatürden elde edilen bilgiler doğrultusunda sağlık alanında sıklıkla kullanılan; Promethee, Electre I-III, UTA, AHP, FlowSort, Elecre-Tri, Utadis ve AHPSort yöntemleri ele alınmıştır. Elde edilen bulgular, çok kriterli karar verme yöntemlerinin genel olarak seçim, sınıflama ve sıralama olarak ele alındığı göstermektedir. İncelenen yöntemlerin temel amaçlarına bakıldığında hepsinin odak noktası karar vericilere karar destek sistemi olmaktır. Sağlık yöneticilerinin karar verme süreçlerinde çok kriterli karar verme yöntemlerinin bir araç olarak kullanıldığını göz ardı etmemesi gerekmektedir. Çok kriterli karar verme yöntemleri, karar verme sürecinde kullanıldığında rasyonel kararların alınmasına önemli katkılarda bulunabilir. Bu yöntemler, karmaşık ve çeşitli faktörleri dikkate alarak karar verme sürecini daha sistematik, analitik ve objektif hale getirebilir.</i>
E-mail: ¹ doganibrahim@hitit.edu.tr ² busra.gul@ogu.edu.tr ³ feritsevim@ktu.edu.tr	

1. GİRİŞ

Yöneticiler çeşitli konularda alternatifler belirlemek ve arasından en uygun olana karar vermek durumundadır. Karar vericiye geleceğe bakma, geçmiş ve şimdiki bilgiler ile gelecek tahminlerine dayanarak mümkün olan en iyi kararı verme yeteneği sağlamak, karar verme sürecinde gerçek amaçtır. Problemin yapısını belirlemek ve çoklu kriterleri açık bir şekilde değerlendirmek önemlidir (Arul doss vd., 2013). Çok kriterli karar verme (ÇKKV) yöntemleri, birbiriyle çelişen çoklu kriterler bağlamında karar vermeyi desteklemek için kullanılan çeşitli analitik tekniklerin ortak başlığıdır (Belton ve Stewart 2002). Bu teknikler, karar vericilerin hangi değerlendirme kriterlerinin ilgili olduğu, her birine atfedilen önem ve alternatifleri değerlendirmek için bu bilgiyi nasıl kullanacakları konusunda fikir birliğine varmalarını mümkün kılmaktadır. Bu sayede, kararların tutarlılığı, şeffaflığı ve meşruiyeti artırılabilir (Marsh vd., 2017).

ÇKKV yöntemlerinin ulaşım, göç, eğitim, çevre, enerji, savunma gibi sektör ve alanlarda hem kamu hem de özel sektör kararlarında yaygın olarak kullanıldığı görülmektedir (Dodgson vd., 2009). Son yıllarda, çok kriterli karar verme yöntemleri olarak sağlık hizmetleriyle ilgili karar verme sürecini de desteklemek için giderek daha yaygın kullanılmaktadır (Diaby vd., 2013). ÇKKV'nin sağlık sektöründe uygulanması diğer sektörlerle göre nispeten yavaş olmuştur. Ancak sağlık alanında çalışan daha fazla araştırmacının ve uygulamacının tekniklerin farkına varmasıyla, sağlık uygulamalarında keskin bir artış gözlenmiştir (Marsh vd., 2014). Sağlık hizmetlerinde karar verme süreçlerini desteklemek için yeni yöntemlere yönelik yapılan araştırmalar, sağlık hizmetlerinde çok kriterli karar verme yöntemlerinin yaygınlaşmasının ve yükselmesinin gerekçesi olarak gösterilmektedir (Diaby vd., 2013). Buna rağmen bazı araştırmacılar sağlık hizmetleriyle ilgili karar vermede ÇKKV'nin etkililiğini değerlendirmek için daha fazla araştırmaya ihtiyaç olduğunda ısrarcıdır. Çeşitli karar bağlamlarında belirli bir ÇKKV aracının keşfedici kullanımına ilişkin çok sayıda örnek bulunmaktadır ve bu yöntemler ÇKKV kullanımının sağlık alanında mümkün olduğunu göstermektedir (Hansen vd., 2019).

Sağlık yöneticileri, tıbbi teknolojileri finanse etme veya tazmin etme konusunda karar verirken sağlam, kanıta dayalı yöntemler kullanma konusunda küresel bir zorlukla karşı karşıyadır (Marsh vd., 2017). Yapılan çalışmalarda ÇKKV yöntemlerinin mali sürdürülebilirlik (Sevim vd., 2021), sağlık turizmi performansını değerlendirmek için kullanıldığı (Sevim ve Turan Kurtaran, 2023), bir sistematik inceleme çalışmasında ise hastanelerde kalite değerlendirme, tıbbi atık yönetimi, kuruluş yeri seçimi ve hastane bilgi sistemi yönetimi (Erbay ve Akyürek, 2020) gibi konularda kullanıldığı görülmektedir. Sağlıkta çok kriterli karar yöntemlerinin rolüne olan ilgi artarken, uygulamasında önemli farklılıklar bulunabilmektedir. Bunun nedeni, çok kriterli karar verme yöntemlerinin farklı temel varsayımlara sahip olmasıdır. Bu nedenle, sağlık hizmetlerinde kullanılacak uygun çok kriterli karar analizi yöntemlerini seçmek ve yetki alanlarında yerel kılavuzlar geliştirmek için daha fazla araştırmaya ihtiyaç olduğu belirtilmektedir (Diaby vd., 2013). Bu çalışmada diğer alanlarda ve sağlık sektöründe sıklıkla kullanılan yöntemlerin çok kriterli karar verme yöntemlerine yeni başlayanların yanı sıra, sağlık alanında çalışan araştırmacı, karar verici ve politikacılara tanıtılması ve yöntemler hakkında bilgi verilmesi amaçlanmaktadır.

2. ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİ

Karar vericilerin, bir problemle karşılaştıkları zaman yapmaları gereken ilk iş problemi tanımlamak olmalıdır. Tanımlanan probleme uygun olan yöntemin belirlenmesi aşaması en kritik aşamadır. Çok kriterli karar verme yöntemleri; seçim, sınıflama ve sıralama yöntemleri olarak 3'e ayrılmaktadır. (Dalbudak ve Rençber, 2022). Seçim problemleri, doğru alternatifin, alternatif kümesi içerisinde seçilmesidir. Sınıflama problemlerinde, alternatifler, belirli kriter ya da tercihlere göre sınıflanır. Sıralama problemlerinde, alternatifler iyiden kötüye doğru ölçülebilir ya da tanımlanabilir bir şekilde sıralanır. Birden fazla kriter veya faktöre dayalı olarak farklı seçenekleri veya alternatifleri önceliklendirmek ve sıralamak için kullanılır. Tanım problemleri, eylemlerin ve sonuçlarının tanımlanması için kullanılmaktadır. Eleme problemlerinde, sadece iki sınıfın tanımlandığı sıralama probleminin özel bir durumu olan eleme problemi sonucunda alternatifler iki şekilde değerlendirilir: kabul edilen ve elenen alternatif. Tasarım problemlerinde, karar vericinin amaçlarını ve isteklerini karşılayacak yeni bir eylem belirlemek veya yaratmak amaçlanmaktadır (Roy, 1981).

Tablo 1: Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinin Kullanıldığı Problem Çeşitleri

Seçim problemleri	Sınıflama problemleri	Sıralama problemleri	Tanım Problemi
Promethee	Promethee	FlowSort	GAIA
Electre I	Electre III	Electre-Tri	
UTA	UTA	Utadis	
AHP	AHP	AHPSort	

2.1. Seçim ve Sınıflama Problemleri

Çok kriterli karar verme yöntemleri arasında kümeleme yöntemleri, benzer özelliklere sahip verileri bir araya getirerek karar verme sürecine yardımcı olmaktadır. Bu yöntemler, farklı sektörlerde, özellikle de işletme, mühendislik, ekonomi, yönetim ve çevre bilimleri alanların yanı sıra sağlık alanında da kullanılmaktadır. Literatür incelendiğinde birçok kümeleme yöntemi olduğu görülmektedir, aşağıda sık kullanılan birkaç yönteme yer verilmiştir.

2.1.1. Analitik Hiyerarşi Süreci (Analytical Hierarchy Process)

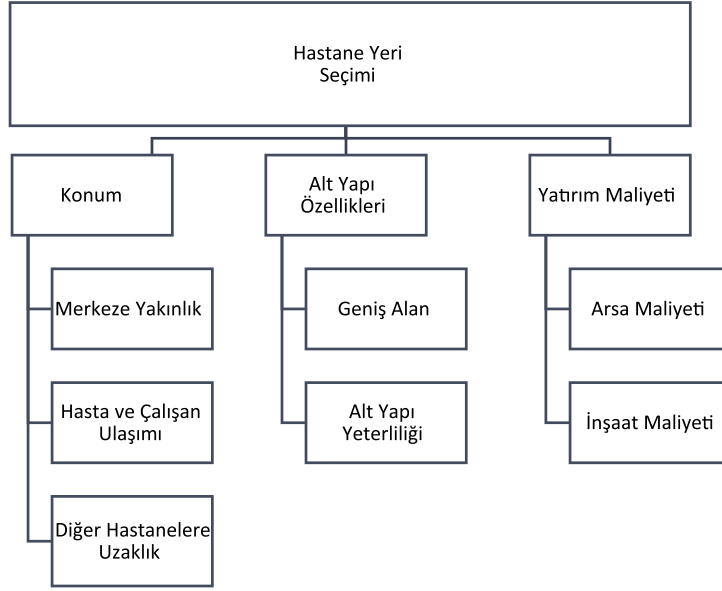
Analitik hiyerarşi süreci (AHS) literatürde “Analytical Hierarchy Process” olarak yer almaktadır ve kısaca “AHP” olarak adlandırılmaktadır. AHS, seçim ve kümeleme problemlerinde karar destek aracı olarak kullanılmaktadır. AHS, ilk olarak Myers ve Alpert ikilisi tarafından 1968’de ortaya atılmıştır ve 1977’de Thomas L. Saaty tarafından geliştirilerek bir model haline getirilmiştir (Yaraloğlu, 2001). AHS’de hiyerarşi üç aşamadan oluşmaktadır. En üstte amaç, orta kısımda ana kriterler ve alt kriterler ve alt kısımda ise seçenekler bulunmaktadır. AHS, bir karar problemi, kriterler ve alt kriterler hiyerarşisi olarak parçalara ayırır ve ardından her kriterin diğeriyle ilişkisine göre göreceli önemini karşılaştırır (Saaty, 1980). Karar vericilerin, bir dizi kriter temelinde çeşitli seçenekleri değerlendirmelerine ve önceliklendirmelerine olanak tanır. AHS’de kriter ve alt kriterlerin önem derecesine göre en optimal çözüme ulaşmak hedeflenmektedir. Hiyerarşinin ve ikili karşılaştırma matrislerinin oluşturulması kişisel yargıları da içerebilmektedir bu yüzden analizi daha verimli kılmak için alanında uzman kişilere ihtiyaç vardır. Sağlık yönetimi multidisipliner bir yapıya sahip olduğu için amaca yönelik olarak ilgili meslek gruplarından uzmanların karar verme sürecine katkıda bulunması önem arz etmektedir. AHS yöntemi hastane yeri seçimi (Aydın vd., 2009; Yeşilyurt ve Selamzade, 2020), sağlık çalışanlarının motivasyonunu etkileyen unsurların belirlenmesi (Aydın, 2019), hastanelerin performanslarının değerlendirilmesi (Gencan, 2014) gibi faaliyetler ile sağlık yönetimi alanında sıklıkla kullanılmaktadır.

AHS yönteminin aşamaları şu şekildedir (Anand vd., 2022):

1. Hiyerarşik yapının oluşturulması
2. Hedefe yönelik olarak kriterlerin önem derecesinin belirlenmesi
3. Normalleştirilmiş ikili karşılaştırma matrisinin oluşturulması
4. Tutarlılığın hesaplanması

1. **Hiyerarşik yapının oluşturulması:** İlk aşamada kriterler ve alt kriterler belirlenmektedir. Kriterler hedefe ulaşmak için gerekli temel yapı taşları iken alt kriterler bu yapı taşlarını oluşturan detay parçalardır. Aşağıda örnek olarak bir hastane yeri seçimine göre hiyerarşik yapı örneği verilmiştir.

Şekil 1: Hiyerarşik yapı örneği



2. **Hedefe yönelik olarak kriterlerin önem derecesinin belirlenmesi:** Her kriter diğer kriterler ile ikili karşılaştırma yoluyla değerlendirilmektedir. Çalışmalarda genellikle Saaty (2008:86)'in geliştirdiği 1-9 arasında puan verilen ikili karşılaştırma skalası kullanılmaktadır. Bu skalaya göre yorumlama ölçütleri aşağıda verilmiştir:

Tablo 1: Karşılaştırma ölçeği

	Tanım	Açıklama
1	Eşit öneme sahip	Her iki kriter de eşit öneme sahip
2	Zayıf ya da hafif	
3	Biraz önemli	Bir kriter diğerine göre biraz daha önemli sayılmıştır
4	Makul artı	
5	Fazla önemli	Bir kriter diğerine göre çok daha önemli sayılmıştır
6	Güçlü artı	
7	Çok fazla önemli	Bir kriter diğerine göre kesinlikle çok daha önemli sayılmıştır
8	Çok çok güçlü	
9	Son derece önemli	Bir kriter diğerine göre son derece önemli olduğu bazı bilgilere dayandırılmaktadır.

Kaynak: Saaty, 2008:86.

Bu derecelendirme sonrasında her kriterin birbiri ile karşılaştırıldığı ikili karşılaştırma matrisi oluşturulmaktadır. Matris iki farklı şekilde oluşturulabilmektedir.

Tablo 2: Ana kriterlere göre ikili karşılaştırma matris örneği

Ana Kriterler	Konum	Alt Yapı Özellikleri	Yatırım Maliyetleri
Konum	1	...	...
Alt Yapı Özellikleri	...	1	...
Yatırım Maliyetleri	...	...	1

Bu matris ana kriterler için oluşturulduktan sonra alt kriterler için de oluşturulmaktadır ve buna göre ileride ağırlıklandırmaları yapılmaktadır.

Tablo 3: Konumun alt kriterlerine göre ikili karşılaştırma matris örneği

Konumun Alt Kriterleri	Merkeze Yakınlık	Hasta ve Çalışan Ulaşımı	Diğer Hastanelere Uzaklık
Merkeze Yakınlık	1	...	...
Hasta ve Çalışan Ulaşımı	...	1	...
Diğer Hastanelere Uzaklık	...	...	1

İkili karşılaştırma matrisi Tablo 4'teki gibi de yapılabilmektedir.

Tablo 4: Ana kriterlere göre ikili karşılaştırma matrisi örneği

Ana Kriterler	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Ana Kriterler
Konum	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Alt Yapı Özellikleri
Konum	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Yatırım Maliyetleri
Alt Yapı Özellikleri	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Yatırım Maliyetleri

Alt kriterler için de matrisler oluşturulmaktadır. Tablo 5'te örnek verilmiştir.

Tablo 5: Konumun alt kriterlerine göre ikili karşılaştırma matris örneği

Konumun Alt Kriterleri	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Konumun Alt Kriterleri
Merkeze Uzaklık	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Hasta ve Çalışan Ulaşımı
Merkeze Uzaklık	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Diğer Hastanelere Uzaklık
Hasta ve Çalışan Ulaşımı	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Diğer Hastanelere Uzaklık

3. Normalleştirilmiş ikili karşılaştırma matrisinin oluşturulması: Normalize etmek için aşağıdaki formül uygulanır:

$$Aw = \lambda_{\max} W, \lambda_{\max} \geq n$$

$$\lambda_{\max} = \frac{\sum a_{ij} w_j - n}{w_1}$$

$$A = \{a_{ij}\} \text{ ile } a_{ij} = \frac{1}{a_{ji}}$$

Formülde;

A: ikili karşılaştırma

w: normalleştirilmiş ağırlık vektörü

$\lambda_{\max}$: A matrisinin maksimum öz değeri

a_{ij} : i ve j değerleri arasındaki sayısal karşılaştırmayı ifade etmektedir.

4. Tutarlılığın hesaplanması: AHS'nin sonuçlarını doğrulamak için tutarlılık oranı (CR), CR = CI/RI formülü kullanılarak hesaplanır ve tutarlılık endeksi (CI) de aşağıdaki formülle ölçülür (Taherdoost, 2017):

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$$

Formüldeki CI tutarlılık endeksini, matrisin öz değerleri arasındaki en büyük değeri ifade etmektedir. RI (rastgele tutarlılık endeksi) değeri matrisin boyutuyla ilgilidir ve Tablo 6'dan çıkarılacaktır. Örneğin 3 boyutlu bir matris ise RI değeri Tablo 6'dan çıkarılıp 0,5799 olarak kabul edilecektir. Tutarlılık oranının 0,10'dan düşük olmasının karşılaştırma sonuçlarının kabul edilebilir olduğuna işaret etmektedir.

Tablo 6: Rastgele Tutarlılık Endeksinin (RI) Değeri

Boyut	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0	0	0,5799	0,8921	1,1159	1,2358	1,3322	1,3952	1,4537	1,4882

Kaynak: Golden ve Wang, 1990.

Literatür incelendiğinde bu dört aşamadan sonra seçenек ağırlıklarının hesaplandığı ve bu sonuca göre karara destek olunduğu görülmektedir. Formülü şöyle ifade edilebilir (Aydın vd., 2009; Yeşilyurt ve Selamzade, 2020):

$$\text{Seçenek Ağırlığı} = A1 \cdot [A11 \cdot S + A12 \cdot S + A13 \cdot S] + A2 \cdot [A21 \cdot S + A22 \cdot S] + A3 \cdot [A31 \cdot S + A32 \cdot S]$$

A1: Ana kriterler arası ağırlık

A11: Alt kriterler arası ağırlık

S: Alt kriterlere göre seçenек ağırlığı

2.1.2. İdeal Çözüme Benzerlik Yoluyla Tercih Sıralaması Tekniğı (TOPSIS)

İdeal çözüme benzerlik yoluyla tercih sıralaması tekniğı literatürde “Technique For Order Preference By Similarity To An Ideal Solution” olarak yer almaktadır ve kısaca “TOPSIS” olarak adlandırılmaktadır. TOPSIS, seçim ve kümeleme problemlerinde karar destek aracı olarak kullanılmaktadır. İdeal çözüme benzerlik yoluyla tercih sıralaması tekniğı ilk olarak Hwang ve Yoon (1981) tarafından tanıtılmıştır. TOPSIS ile ideal ve negatif ideal çözümlere olan göreceli uzaklığa göre en optimal çözüme ulaşmak hedeflenmektedir.

TOPSIS yönteminin aşamaları şu şekilde sıralanabilir (Başdar, 2018; Anand vd., 2022):

1. Karar matrisinin (A) oluşturulması
2. Standart karar matrisinin (R) oluşturulması
3. Ağırlıklı standart karar matrisinin (V) oluşturulması
4. İdeal (A*) ve negatif ideal (A-) çözümlerin oluşturulması
5. Ayrım ölçülerinin hesaplanması
6. İdeal çözüme göreceli yakınlığın hesaplanması

1. **Karar matrisinin (A) oluşturulması:** Karar vermede kullanılacak değerlendirme kriterleri sütunlara, üstünlükleri sıralanmak istenen karar noktaları ise satırlara yazılmaktadır. Örneğin 2 değerlendirme kriteri ve 3 karar seçeneğı olur ise şu şekilde gösterilebilir:

$$A = \begin{bmatrix} 25 & 20 \\ 10 & 30 \\ 30 & 10 \end{bmatrix}$$

2. **Normalleştirilmiş karar matrisinin (R) oluşturulması:** Karar matrisindeki verilerden yararlanılarak oluşturulmaktadır. Her bir kritere ait olan değerler, o kriterlerin kareleri toplamının kareköküne bölünerek hesaplanır. Kullanılan formül şu şekildedir:

$$r_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sqrt{\sum_{k=1}^m a_{kj}^2}}$$

Örnek:

$$R = \begin{bmatrix} 0,6201 & 0,5345 \\ 0,2480 & 0,8017 \\ 0,7442 & 0,2672 \end{bmatrix} \text{ bulunur.}$$

$$r_{11} = \frac{25}{\sqrt{25^2 + 10^2 + 30^2}} = 0,6201$$

3. **Ağırlıklı normalleştirilmiş karar matrisinin (V) oluşturulması:** Değerlendirme kriterlerine ilişkin ağırlık değerleri (i w) belirlendikten sonra bu değerler ile standart karar matrisindeki veriler çarpılarak ağırlıklı normalleştirilmiş karar matrisi oluşturulmaktadır.

Örnek: Değerlendirme kriterlerinden ilki 0,60 ikincisi 0,40 ağırlığa sahip varsayalım.

$$V = \begin{bmatrix} 0,3720 & 0,2138 \\ 0,1488 & 0,3206 \\ 0,4465 & 0,1068 \end{bmatrix} \text{ bulunur.}$$

$$V_{11} = 0,6201 \cdot 0,60 = 0,3720$$

4. **İdeal (A*) ve negatif ideal (A-) çözümlerin oluşturulması:** İdeal bir çözümün gerçekleştirilebilmesi için ağırlıklı normalleştirilmiş karar matrisinde yer alan ağırlıklandırılmış değerlendirme kriterlerinin en büyükleri seçilmelidir. Değerlendirme kriterleri minimizasyon yönlü ise de en küçükleri seçilmelidir. Tam tersi negatif ideal çözüm için ise ağırlıklandırılmış değerlendirme kriterlerinin en küçükleri, değerlendirme kriterleri minimizasyon yönlü ise en büyükleri seçilmelidir.

Örnek: Değerlendirme kriterlerinin maksimizasyon yönlü olduğunu varsayalım. Buna göre ideal çözüm için kriterlerin en büyüğü, negatif ideal çözüm için ise kriterlerin en küçüğü seçilecektir.

$$A^* = (0,3720 ; 0,3206)$$

$$A^- = (0,1488 ; 0,1068)$$

5. **Ayırım ölçülerinin hesaplanması:** İdeal Ayırım Ölçüsü (S_i⁺) ve Negatif İdeal Ayırım Ölçüsü (S_i⁻) hesapları yapılmaktadır. Her bir karar seçeneğine ilişkin değerlendirme ölçütlerinin pozitif ideal ve negatif ideal çözüm değerlerinden sapmalarının bulunabilmesi için Öklid yaklaşımından yararlanılır. Buna göre, karar seçeneği sayısı kadar uzaklık değerleri hesaplanır. Kullanılan formül aşağıda verilmiştir:

$$S_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^*)^2}, i=1,2 \dots n$$

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2}, i=1,2 \dots n$$

S_i⁺: İdeal ayırım ölçüsü

S_i⁻: Negatif ideal ayırım ölçüsü

Örnek:

$$S_1^+ = \sqrt{(0,3720 - 0,3720)^2 + (0,2138 - 0,3206)^2} = 0,1068$$

$$S_2^+ = \sqrt{(0,1488 - 0,3720)^2 + (0,3206 - 0,3206)^2} = 0,2232$$

$$S_3^+ = \sqrt{(0,4465 - 0,3720)^2 + (0,1068 - 0,3206)^2} = 0,2264$$

$$S_1^- = \sqrt{(0,3720 - 0,1488)^2 + (0,2138 - 0,1068)^2} = 0,2475$$

$$S_2^- = \sqrt{(0,1488 - 0,1488)^2 + (0,3206 - 0,1068)^2} = 0,2138$$

$$S_3^- = \sqrt{(0,4465 - 0,1488)^2 + (0,1068 - 0,1068)^2} = 0,2977$$

6. **İdeal çözüme görelî yakınlığın hesaplanması:** İdeal çözüme görelî yakınlık değeri hesaplanmaktadır. İdeal çözüme görelî yakınlık, negatif ideal ayırım ölçüsünün ideal ayırım ölçüsü ve negatif ideal ayırım ölçüsünün toplamına bölünmesi ile hesaplanmaktadır. Kullanılan formül aşağıda verilmiştir:

$$C_i^* = \frac{S_i^-}{S_i^- + S_i^+}$$

C_i^* : İdeal çözüme görelî yakınlık

Bu formülde yer alan C_i^* değeri, $0 \leq C_i^* \leq 1$ aralığında yer alır ve C_i^* ideal çözümü, $C_i^* = 0$ ise negatif ideal çözümü ifade eder.

Örnek:

$$C_1^* = \frac{0,2475}{0,1068 + 0,2475} = 0,6985$$

$$C_2^* = \frac{0,2138}{0,2232 + 0,2138} = 0,4892$$

$$C_3^* = \frac{0,2977}{0,2264 + 0,2977} = 0,5680$$

İdeal çözüme görelî yakınlık katsayılarına göre $1 > 3 > 2$ sıralaması dikkate alınarak karar seçenekleri değerlendirilir.

2.1.3. Analitik Ağ Süreci (Analytic Network Process)

Analitik Ağ Süreci (AAS) literatürde "Analytic Network Process" olarak yer almaktadır ve kısaca "ANP" olarak adlandırılmaktadır. AAS, seçim ve kümeleme problemlerinde karar destek aracı olarak kullanılmaktadır. AAS, AHS'nin bir uzantısıdır ve Saaty (1996) tarafından tanıtılmıştır. AAS, kriter ve seçenekler ile hiyerarşik bir yapı oluşturulmasını ve karmaşık problemleri çözmeye yardımcı olmayı içermektedir (Saaty ve Vargas, 2006). AHS'de ana kriterler arasında bir bağımlılık olmadığı kabul edilmekteyken AAS'de ana kriterler arasında bir ilişki olabilmektedir. Ayrıca AHS'de hiyerarşik yapı zorunlu iken AAS'de hiyerarşi bir gereklilik değildir (Başdar, 2018).

AAS yönteminin aşamaları şu şekilde sıralanabilir (Saaty, 1996; Govindan vd. 2013):

1. **Karar modelinin oluşturulması:** Amaç, ana ve alt kriterler ve seçenekler detaylı olarak ifade edilerek karar modeli oluşturulmaktadır. Bu aşamada, kriterler arasındaki ilişkileri gösteren dışsal bağımlılıklar, içsel bağımlılıklar ve geri bildirimler şema üzerinde gösterilerek ağ yapısı şekillendirilir.
2. **İkili karşılaştırmalar ile özvektörün hesaplanması:** Kriterler arası ilişkilere göre ikili karşılaştırmalara yapılarak tüm kriterlerin görelî önem düzeyleri (özvektörleri) hesaplanır. Özvektörler sıklıkla AHS'de bahsedilen matris ve 1-9 puan

skalası kullanılarak hesaplanmaktadır.

3. **Tutarlılık oranının hesaplanması:** Karar vericiler tarafından ölçütler arasında yapılan karşılaştırmalarda tutarlı olup olmadıklarını belirlemek için oluşturulan her matrisin tutarlılık oranı (CR) hesaplanır. CR değeri 0,10'dan küçük ise tutarlı kabul edilir. CR değeri 0,10'dan büyük ise matriste düzenleme yapılır. CR için kullanılan formül aşağıdaki gibidir:

$$\text{Tutarlılık Oranı (CR)} = \frac{\text{Tutarlılık İndeksi (CI)}}{\text{Rasgele Tutarlılık İndeksi (RI)}}$$

Formülün pay kısmında bulunan Tutarlılık endeksi (CI) ise aşağıdaki formül ile hesaplanmaktadır:

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$$

Formüldeki $\lambda_{\max}$ matrisin öz değerleri arasındaki en büyük değeri ifade etmektedir. Öncelikler vektörünün elemanları ile karşılaştırma matrisinin elemanları çarpılarak tüm öncelikler matrisi hesaplanır. Tüm öncelikler matrisinin her bir elemanı öncelikler vektörünün elemanlarına bölünür ve elde edilen değerlerin aritmetik ortalaması alınarak $\lambda_{\max}$ bulunur. Formüldeki Rasgele Tutarlılık Endeksi (RI) ise matrisin boyutu ile ilgilidir ve aşağıdaki tabloya göre belirlenir.

Tablo 7: Rastgele Tutarlılık Endeksinin (RI) Değeri

Boyut	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0	0	0,5799	0,8921	1,1159	1,2358	1,3322	1,3952	1,4537	1,4882

Kaynak: Golden ve Wang, 1990

4. **Süper matrisin oluşturulması:** İkili karşılaştırma matrislerinden elde edilen göreceli öncelik değerleri (1-9) büyük bir (süper) matrisin içinde toplanır. Böylece tüm göreceli öncelik değerleri tek bir matriste görülebilir. Kriterlerin birbirleri ile ilişkisi olduğu bir matriste bir kümedeki elemanların diğer kümelerdeki elemanlara etkisini (dış bağımlılık) ya da aynı kümedeki diğer elemanlara etkisini (iç bağımlılık) göstermek için bu vektörler matrise sütun olarak yerleştirilir. Süper matris, parçalı bir matristir ve buradaki her matris bölümü sistem içerisindeki ki kriter arasındaki ilişkiyi ifade eder (Polat, 2022).
5. **Süper matrisin ağırlıklandırılması:** İkili karşılaştırmalar sonucu elde edilen önem düzeylerini gösteren süper matrisin sütun toplamı 1'e eşit olacak şekilde veriler ağırlıklandırılır.
6. **Limit süper matris oluşturulması:** Ölçütlerin önem düzeylerinin bir noktada eşitlenmesini sağlamak için süper matrisin $2n+1$ kuvveti alınır ve bu şekilde ölçütlerin birbirleri üzerindeki uzun dönemli etkileri belirlenmiş olur (Ayağ ve Samanlıoğlu, 2010). Kuvvetteki n rastgele seçilen büyük bir sayıdır ve bu işlem sonucunda elde edilen matris limit süper matris olarak adlandırılmaktadır.
7. **Seçeneklerin sıralanması:** Limit süper matris oluşturulduktan sonra önem ağırlıklarına göre seçenekler (alternatifler) sıralanır.

2.1.4. Çok Nitelikli Fayda Teorisi (MAUT)

Çok nitelikli fayda teorisi literatürde "Multiple Attribute Utility Theory" olarak yer almaktadır ve kısaca "MAUT" olarak adlandırılmaktadır. MAUT, seçim ve kümeleme problemlerinde karar destek aracı olarak kullanılmaktadır. MAUT, karar vermede birden çok kriteri analiz eder ve buna göre sistematik olarak ortak bir sonuç oluşturur (Kim ve Song, 2009). Yöntem kısa olarak, seçenekler (alternatifler) kümesi üzerinde tanımlı bir fayda fonksiyonu olduğuna ve karar vericilerin seçenekler arasında tercih yaparken bu fayda fonksiyonunu maksimize etmesini amaçlamaktadır.

MAUT yönteminin aşamaları şu şekilde sıralanabilir (Konuskan ve Uygun, 2014:1405-1406):

1. **Kriterlerin ve seçeneklerin belirlenmesi:** Karar problemine konu olan kriterler (a_n) ve seçenekler (x_m) belirlenir.
2. **Ağırlık değerlerinin belirlenmesi:** Seçeneklerin doğru şekilde değerlendirilmesini sağlayan ve önceliklerin belirlendiği ağırlık değerlerinin (w_j) ataması yapılır. Ağırlık değerlerinin toplamı 1'e eşit olmalıdır.
3. **Karar matrisinin oluşturulması:** Kriterlerin değer ölçülerinin ataması yapılır. Değerlendirmelerde Saaty (2008)'in 1-9 skalası veya 5'lik ve 100'lük sistem kullanılabilir.
4. **Normalize edilmiş fayda değerlerinin hesaplanması:** Karar matrisi normalize edilir. Normalize etmek için aşağıdaki formül kullanılır:

$$u_i(x_i) = \frac{x - x_i^-}{x_i^+ - x_i^-}$$

x_i^+ : Kriter maksimizasyon ise en yüksek değer, minimizasyon ise en küçük değer

x_i^- : Kriter maksimizasyon ise en düşük değer, minimizasyon ise en büyük değer

x: Hesaplama satırındaki mevcut fayda değeri

5. **Toplam fayda değerlerinin hesaplanması:** Fayda değerleri belirlenir. Fayda fonksiyonu için aşağıdaki formül kullanılır:

$$U_{(x)} = \sum_{i=1}^m U_i(x_i) \cdot w_j$$

$U_{(x)}$: Seçeneğin fayda değeri

$U_i(x_i)$: Her kriter ve her seçenek için normalize fayda değerleri

w_j : Ağırlık değerleri

6. **Seçeneklerin sıralanması:** Kriterlerin ağırlık toplamı alınır ve seçenekler hesaplanır. Seçenekler arasında en fazla faydayı sağlayanaya göre sıralama yapılır.

2.1.5. Zenginleştirme Değerlendirmeleri için Tercih Sıralama Organizasyon Yöntemi (PROMETHEE)

Zenginleştirme değerlendirmeleri için tercih sıralama organizasyon yöntemi literatürde "Rating Organization Method Preference for Enrichment Evaluation" olarak yer almaktadır ve kısaca "PROMETHEE" olarak adlandırılmaktadır. PROMETHEE, seçim ve kümeleme problemlerinde karar destek aracı olarak kullanılmaktadır. PROMETHEE, 1982 senesinde Brans ve Vincke tarafından geliştirilmiştir ve çok ölçülü bir öncelik belirleme yöntemidir (Brans ve Vincke, 1985; Brans vd, 1986). PROMETHEE ile karar seçeneklerinin birbirlerine olan pozitif üstünlük ve negatif üstünlük karşılaştırmaları yapılır ve en optimal çözüme ulaşmak hedeflenmektedir.

PROMETHEE yönteminin gelişimi şu şekilde ilerlemiştir (Brans ve Mareschal, 2005):

PROMETHEE I	:	Kısmi sıralama
PROMETHEE II	:	Tam sıralama
PROMETHEE III	:	Aralıkları temel alarak sıralama
PROMETHEE IV	:	Sürekli durumlar için sıralama
PROMETHEE V	:	Bölümleme kısıtları içeren sıralama
PROMETHEE VI	:	İnsan beyninin temsiliyi içeren sıralama

PROMETHEE yönteminin aşamaları şu şekilde sıralanabilir (Ayçin, 2019:56):

1. **Karar seçenekleri, kriterler ve kriterler ağırlıklarının belirlenmesi:** Yöntemin birinci aşamasında karar verici tarafından karar seçenekleri ve değerlendirme kriterleri belirlenir.
2. **Kriterler için tercih fonksiyonlarının belirlenmesi:** Bu aşamada belirlenmiş olan değerlendirme kriterlerinin yapısını ve aralarındaki ilişkiyi göstermek için tercih fonksiyonları belirlenmelidir.
3. **Ortak tercih fonksiyonlarının belirlenmesi:** Bir önceki aşamada belirlenen tercih fonksiyonları dikkate alınarak, her bir değerlendirme kriteri için karar seçeneklerinin ikili karşılaştırmaları yapılmalıdır.
4. **Tercih endekslerinin belirlenmesi:** Ortak tercih fonksiyonları belirlendikten sonra, bu aşamada her karar seçeneği çifti için tercih endeksi belirlenmelidir.
5. **Pozitif ve negatif üstünlüklerin hesaplanması:** Bu aşamada karar seçenekleri arasında sıralama yapılabilmesi için, her karar seçeneği için pozitif ve negatif üstünlükler belirlenmelidir.
6. **PROMETHEE I ile kısmi önceliklerin hesaplanması:** Bu aşamada pozitif üstünlük ve negatif üstünlük değerlerinin ikili karşılaştırmaları yapılarak karar seçeneklerin kısmi sıralaması belirlenir.
7. **PROMETHEE II ile net önceliklerin hesaplanması ve tam sıralama:** Bu aşamada tüm karar seçenekleri için net öncelik değerleri hesaplanacaktır.

2.1.6. Kategorik Tabanlı Değerlendirme Tekniği ile Çekiciliği Ölçme (MACBETH)

Kategorik tabanlı değerlendirme tekniği ile çekiciliği ölçme yöntemi literatürde “Measuring Attractiveness by A Categorical Based Evaluation Technique” olarak yer almaktadır ve kısaca “MACBETH” olarak adlandırılmaktadır. MACBETH, seçim ve kümeleme problemlerinde karar destek aracı olarak kullanılmaktadır. MACBETH, karar verici için farklı seçeneklerin görece olarak tercih edilme düzeyini gösteren bir yöntemdir. MACBETH ile doğrusal programlama modelleri kullanılarak karar seçeneklerinin tercih edilebilirliğine ilişkin puanlar elde edilir ve bu puanlara göre en optimal çözüme ulaşmak hedeflenmektedir.

MACBETH yönteminin aşamaları şu şekilde sıralanabilir (Kundakcı 2016: 18-19):

1. Kriterler belirlenerek değer ağacı yapısında gösterilir.
2. Değer ağacı oluşturulduktan sonra, alternatifler belirlenir.
3. Alternatifler için $m \times m$ boyutlu matris oluşturulur.
4. Kriterler ve alternatifler için ikili karşılaştırmalar yapılır.
5. Karar verici tarafından yapılan yargıların tutarlılığı kontrol edilir.
6. MACBETH ölçeğine göre ifade edilen tutarlı yargılar doğrusal programlama modelleri kullanılarak uygun sayısal bir ölçeğe dönüştürülür ve alternatiflerin tercih edilirliğine ilişkin puanlar elde edilir.
7. Son olarak elde edilen alternatif puanları kriter ağırlıkları ile çarpılarak toplanır. Böylelikle alternatiflere ait genel puanlar hesaplanmış olur. Elde edilen genel puanlara göre alternatifler büyükten küçüğe doğru sıralanır.

2.1.7. Gerçeği İfade Eden Eleme ve Seçim (ELECTRE)

Gerçeği ifade eden eleme ve seçim yöntemi literatürde “Elimination and Choice Translating Reality” olarak yer almaktadır ve kısaca “ELECTRE” olarak adlandırılmaktadır. ELECTRE I seçim, ELECTRE III kümeleme problemlerinde karar destek aracı olarak kullanılmaktadır. Bernard Roy, Temmuz 1966’da Roma’da sunduğu bir tebliğde matematik eğitimi kullanarak bugün ELECTRE olarak bilinen pratik bir karar verme sistemi geliştirmiştir. Bu sistem, her bir seçeneğin bir dizi ortak değerlendirme kriterine göre aldığı puanlara dayanarak, farklı seçeneklerin olası tüm eşleştirmeleri arasındaki ilişkinin sistematik bir analizini içermektedir. Sonuç, her bir seçeneğin diğerlerinden ne derece üstün olduğunun bir ölçüsüdür. Metodoloji, bir üstünlük ilişkisinin kurulmasını, uyum ve uyumsuzluk endekslerinin oluşturulmasını (her bir kriterin

göreceli önemi kavramı da dahil olmak üzere) ve elde edilen tüm üstünlük ilişkilerinin genel bir değerlendirmesinden elde edilen sonuçların analizini gerektirmektedir (Rogers vd., 2000). ELECTRE ile belirlenen eşik değerlere göre karar seçeneklerini değerlendirmek ve en optimal çözüme ulaşmak hedeflenmektedir.

ELECTRE yönteminin aşamaları şu şekilde sıralanabilir (Demir, 2018:104):

1. Kriter ağırlıklarının belirlenmesi
2. Performans (başlangıç) matrisinin oluşturulması
3. Eşik değerlerin belirlenmesi
4. Uyum endeksleri ve uyum matrisinin oluşturulması
5. Uyumsuzluk endeksleri ve uyumsuzluk matrisinin oluşturulması
6. Güvenirlik matrisinin oluşturulması
7. Sıralamanın belirlenmesi

2.2. Sıralama Yöntemleri

Çok kriterli karar verme yöntemleri, alternatifler arasından en uygun ve doğru seçimin belirlenebilmesi için kullanılan yöntemlerdir. Karar vericilerin ilgili problemi tanımladıktan sonra problemin konusuna göre yöntemler arasından en uygun yöntemi belirlemesi gerekmektedir. Bu noktada seçim ve sınıflama yöntemlerine ek olarak alternatif belirli kriterler göre sıralanması istenen durumlar için de yöntemler geliştirilmiştir. Sıralama problemlerinde; AHPSort, Utadis, Flowsort ve Electre-Tri en yaygın kullanılan yöntemlerdir.

2.2.1. Analitik Hiyerarşide Sıralama Süreci - AHPSort Yöntemi

AHP yöntemi kriterler ya da alternatiflerin birbiri ile karşılaştırarak ağırlıklandırma yapmaktadır. AHPSort ise her alternatif için bir puan verdiği için sıralamanın yanı sıra tarama ve sınıflama için de kullanılabilir. Ayrıca yöntem, alternatifleri, önceden tanımlanmış gruplara atamak için de kullanılır. AHPSort yöntemini diğer yöntemlerden ayıran özelliği ise yüksek kriter sayısı ile çalışma imkanı sağlamasıdır. Kriter sayısının artması ile diğer yöntemlerde ikili karşılaştırma yapma olanağı azalırken AHPSort yönteminde bu süreç basitleştirilmiştir. Kriterler arasında gruplandırma yapmanın zor olduğu durumlarda kullanılabilir. Kriterlere maliyet ve faydaya göre minimum/maksimum değer ataması yaparak sıralama hiyerarşinde daha sağlıklı bir çıktı elde etmeyi sağlar (Assumma vd., 2021).

AHPSort yöntemi genelde şu adımları içermektedir;

1. Problemin tanımlanması, kriterlerin belirlenmesi,
 - Problemin hedefini, kriterini $c_j, j = 1, \dots, n$ ve alternatiflerini $a_k, k = 1, \dots, 1$ tanımlayın.
2. Ana hedef en üstte, kriterler ortada ve seçenekler en altta olacak şekilde bir karar problemi hiyerarşisi geliştirilmesi,
 - Sınıf sayısı n olan $C_i, i = 1, \dots, n$ sınıflarını tanımlayın. Sınıflar sıralanabilir ve bir etikete sahip olabilir (örneğin, mükemmel, iyi, orta, kötü).
3. Hiyerarşinin her düzeyi için, matristeki her bir öğenin iki kriterin veya seçeneğin birbirine göre göreceli önemini temsil ettiği ikili karşılaştırma matrisleri geliştirilmesi,
 - Tüm sınıfların içeriğini tanımlayın. C_i sınıfında her kriterin sahip olması gereken minimum değer l_{pij} ile belirlenebilir ya da C_i sınıfındaki j kriteri $j \cdot n - 1$ formülü kullanılarak belirlenebilir.
4. Özvektör yöntemini kullanarak ikili karşılaştırma matrislerine dayalı olarak her kriterin veya seçeneğin öncelik ağırlıklarının hesaplanması,
 - c_j kriterinin önemini ikili olarak değerlendirin ve AHP'nin özdeğer yöntemiyle w_j ağırlığını elde edin.

$$\text{Denklem (1)} \quad A \cdot p = \lambda \cdot p$$

A = Karşılaştırma matrisi

P = öncelik/ağırlık vektörü

λ λ λ = maksimum özdeğer

- İkili bir karşılaştırma matrisinde, her j kriteri için her sınırlayıcı profil lp_{ij} veya merkezi profil cp_{ij} ile tek bir alternatif ak' 'yi karşılaştırın.
- Karşılaştırma matrislerinden, denklem (1)'deki özdeğer yöntemiyle ak alternatifi için yerel öncelik pk_j 'yi ve sınırlayıcı profiller lp_{ij} 'nin veya merkezi sınırlayıcı profiller cp_{ij} 'nin yerel öncelik pj 'sini türetin.

$$\text{Denklem } P_k = \sum_{j=1}^m P_{kj} \cdot w_j \quad (2)$$

- Denklem (2)'yi kullanarak k alternatifi için bir küresel öncelik pk ve Denklem (3)'ü kullanarak sınırlayıcı profil için bir küresel öncelik lp_i veya merkezi profiller için cpi sağlayan ağırlıklı yerel öncelikleri toplayın.

5. Tutarlılık indekslerini ve oranlarını kullanarak ikili karşılaştırma matrislerinin tutarlılığını kontrol edilir. Matrisler tutarsızsa, yargıları gözden geçirilir ve ağırlıkları yeniden hesaplanır,

- Sınırlayıcı profiller: Tanımlanmışsa, alternatif ak , lp_i 'si global öncelik pk 'nin hemen altında olan C_i sınıfına atanır. Merkezi profiller: İki merkezi profil arasında eşit mesafe olması durumunda, iyimser atama vizyonu ak 'yı üst sınıfa tahsis ederken, kötümser atama vizyonu ak 'yı alt sınıfa ayırır.

$$p_k \geq lp_1 \Rightarrow a_k \in C_1$$

$$lp_2 \leq p_k < lp_1 \Rightarrow a_k \in C_2$$

$$p_k < lp_{n-1} \Rightarrow a_k \in C_n$$

6. Kriterleri veya seçenekleri önem sırasına göre sıralamak için son öncelik ağırlıkları kullanılır (Anand vd., 2022).

2.2.2. Belirsizlik Altında Karar Vermek İçin Aksiyomları Kullanma- Utadis YÖNTEMİ

Utadis, 1990'ların başında Bernard Roy adlı bir Fransız araştırmacı tarafından geliştirilen çok kriterli bir karar verme yöntemidir. Utadis, açıkça kabul edilen temel ilkeler veya kurallar olan aksiyomlar kavramına dayanmaktadır. Bu aksiyomlar, bir karar verme sürecinde farklı alternatifleri değerlendirmek ve sıralamak için kullanılan bir dizi kriteri ve alt kriteri tanımlamak için kullanılır. Utadis yöntemi, kriterleri ve alt kriterleri her alternatif için tek bir puanda birleştirmek için bir dizi matematiksel işlem kullanır. Yöntem, kriterlerin değerlendirilmesinde belirsizlik veya kesin olmayan durumların yanı sıra kriterlerin çelişkili veya tamamlayıcı olduğu durumları ele almak için tasarlanmıştır. Genel olarak, Utadis, birden çok kriterin dikkate alınması gerektiğinde ve değerlendirme sürecinde belirsizlik ve belirsizliğin ele alınması gerektiğinde karar verme için yararlı bir yöntemdir (Roy, 1981).

UTADIS yöntemi aşağıdaki adımları içerir:

1. Karar problemini ve değerlendirilmesi gereken alternatifler kümesinin tanımlanması.
2. Karar problemi ile ilgili kriterleri ve alt kriterlerin tanımlanması. Her kriter ve alt kriter kesin ve ölçülebilir bir şekilde tanımlanması.
3. Kriterleri ve alt kriterleri değerlendirmek için kullanılacak aksiyomları veya temel ilkelerin tanımlanması. Aksiyomlar, karar vericinin tercihlerini ve değerlerini yansıtmalıdır.
4. Değerlendirme puanlarını belirlemek için aksiyomları kullanarak, her bir kritere ve alt kritere göre her alternatifin değerlendirilmesi. Bu puanlar, mevcut veri türüne bağlı olarak sayısal veya sembolik olabilir.
5. Aksiyomları ve değerlendirme puanlarını hesaba katan bir matematiksel işlem kullanarak her alternatif için puanların toplanması. Toplama işlemi, bulanık mantık, olasılık teorisi veya inanç fonksiyonları gibi farklı matematiksel modellere dayalı olabilir.

6. Toplam puanlarına göre alternatiflerin sıralanması. En yüksek puana sahip alternatif en iyi seçenek olarak kabul edilir.
7. Sonuçların sağlamlığını ve aksiyomları veya değerlendirme puanlarını değiştirmenin sıralamalar üzerindeki etkisini değerlendirmek için duyarlılık analizi yapılması.

2.2.3. Akış Sıralaması - FlowSort Yöntemi

Yöntem, 1997 yılında Jyrki Wallenius ve Jussi Kettunen tarafından geliştirilmiştir ve çevre yönetimi, lojistik ve yöneylem araştırması gibi alanlarda yaygın olarak kullanılmaktadır. FlowSort, önce orijinal verileri ikili karşılaştırma matrislerine dönüştürerek çalışır; burada karar verici, her seçeneği her bir kritere göre diğer tüm seçeneklerle karşılaştırır. Yöntem daha sonra bu matrisleri, seçeneğin karar vericinin tercihlerini ne kadar iyi karşıladığının bir ölçüsü olan her seçeneğin akış puanını hesaplamak için kullanır. Akış puanı, grafikteki her bir kenarın ağırlığının, kenarın herhangi bir ucundaki iki seçenek arasındaki karar vericinin tercihinin karşılık geldiği, yönlendirilmiş bir grafikteki her seçenek arasındaki en kısa yolu bularak hesaplanır. Bir seçeneğin akış puanı, o seçenekte başlayan ve diğer herhangi bir seçenekte biten tüm yollar boyunca ağırlıkların toplamına eşittir. Temelde FlowSort, her seçeneğin akış puanını hesaplamak için en kısa yol algoritmalarını kullanan grafik tabanlı bir yöntemdir (Köksalan vd., 2011).

FlowSort yönteminde yer alan adımlar aşağıdaki gibidir:

1. Kriterlerin tanımlanması: FlowSort'taki ilk adım, seçenekleri değerlendirmek için kullanılacak kriterleri belirlemektir. Bu kriterler karar problemi ile ilgili olmalı ve ölçülebilir olmalıdır.
2. Kriterlere ağırlık atanması: Bir sonraki adım, karar verme sürecindeki göreceli önemini yansıtan her kritere ağırlık atamaktır. Bu ağırlıklar, toplamalarının 1 olmasını sağlamak için normalize edilmelidir.
3. İkili karşılaştırma matrislerinin oluşturulması: Her bir kriter için, her seçeneğin o kritere göre diğer tüm seçeneklerle karşılaştırıldığı bir ikili karşılaştırma matrisinin oluşturulması. Karar verici, her bir seçenek çifti arasındaki tercihinin, tipik olarak 1 ile 9 arasında değişen bir ölçek kullanarak belirtmelidir ve daha yüksek değerler daha güçlü tercihleri gösterir.
4. Akış puanlarının hesaplanması: İkili karşılaştırma matrislerini kullanarak her seçenek için akış puanını hesaplayın. Bu, her seçeneğin bir düğüm olarak temsil edildiği ve düğümler arasındaki kenarların ağırlıklarının karar vericinin tercihlerine karşılık geldiği yönlendirilmiş bir grafik oluşturmayı içerir. Her seçenek için akış puanı, o seçenekte başlayan ve diğer herhangi bir seçenekte biten tüm yollar boyunca ağırlıkların toplamına eşittir.
5. Seçeneklerin sıralanması: Son olarak, akış puanlarına göre seçenekleri sıralayın. En yüksek akış puanına sahip seçenek en iyi seçenek olarak kabul edilirken, en düşük akış puanına sahip seçenek en kötü olarak kabul edilir.

2.2.4. Gerçeği Yansıtan Eleme ve Seçim- Electre-tri Yöntemi

Electre Tri, 1980'lerde Fransız Yöneylem Araştırmacısı Bernard Roy tarafından geliştirilmiştir. Alternatifleri birden çok kritere veya niteliğe göre değerlendirmek ve sıralamak için kullanılmaktadır. Electre Tri'nin ayırt edici özelliklerinden biri, bulanık küme teorisini kullanarak kesin olmayan değerlendirilmesine izin vermesidir. Genel olarak, Electre Tri yöntemi, birbiriyle çelişen birden fazla kriterle karmaşık karar problemleriyle karşılaşan karar vericiler için yararlı bir araçtır (Anand vd., 2022).

Electre-tri yönteminin adımları genellikle aşağıdaki gibidir;

1. **Karar probleminin tanımlanması:** İlk adım, karar problemini ve karar vericinin ulaşmaya çalıştığı hedefleri açıkça tanımlamaktır.
2. **Kriterlerin belirlenmesi:** Bir sonraki adım, alternatifleri değerlendirmek için kullanılacak kriterleri veya nitelikleri belirlemektir. Bu kriterler ilgili, önemli ve ölçülebilir olmalıdır.
3. **Kriter ağırlıklarının belirlenmesi:** Kriterler belirlendikten sonra, karar vericinin her bir kritere ağırlık atayarak bunların göreceli önemini belirlemesi gerekir. Bu ağırlıklar yüzdelere, oranlara veya diğer ölçü birimleri olarak ifade edilebilir.

4. **Alternatiflere puan atanması:** Karar vericinin daha sonra her alternatifi her bir kritere göre değerlendirmesi ve her alternatfin o kriterde ne kadar iyi performans gösterdiğine bağlı olarak puanlar ataması gerekir. Puanlar sayılar, kategoriler veya dilsel terimler olarak ifade edilebilir.
5. **Tercih ve kayıtsızlık eşiklerinin tanımlanması:** Karar vericinin, alternatfin tercih edilen veya kayıtsız olarak kabul edilmesi için karşılaması gereken minimum performans seviyesini temsil eden her bir kriter için tercih ve kayıtsızlık eşikleri tanımlaması gerekir.
6. **Uyum ve uyumsuzluk indekslerinin belirlenmesi:** Bir sonraki adım, tercih ve kayıtsızlık eşiklerine göre her bir kriterde ne kadar iyi performans gösterdiğine dayalı olarak her bir alternatif çifti için uyum ve uyumsuzluk indekslerini hesaplamaktır.
7. **Endekslerin toplanması:** Uyum ve uyumsuzluk endeksleri daha sonra alternatiflerin küresel bir sıralamasını elde etmek için toplanır. Electre Tri yöntemi, karar vericinin tercihlerine ve eşiklerine dayalı sıralamaları hesaplamak için özel bir algoritma kullanır.
8. **Hassasiyet analizi:** Son olarak, kriter ağırlıkları, eşikleri veya puanlarındaki değişikliklere karşı sıralamaların sağlamlığını test etmek için bir hassasiyet analizi yapılabilir (Roy, 1981).

3. SONUÇ

ÇKKV yöntemleri günümüzde karar verme süreçlerinin karmaşık hale gelmesi ile önemi daha da anlaşılan yöntemler arasındadır. Özellikle sağlık sektöründe alınan kararların hassasiyeti düşünüldüğünde ÇKKV yöntemlerinin bu alanda kullanılması kaçınılmaz hale gelmektedir. ÇKKV yöntemlerinin temel amacına bakıldığında karar verme süreçlerinin en rasyonel şekilde tamamlanabilmesi için bir karar destek sistemi işlevine sahip olduğu görülmektedir.

Yöneticilerin en önemli rollerinden bir tanesi karar verme rolüdür. Yöneticiler bu rolü yerine getirirken geçmiş tecrübelerine ve sezgilerine dayanarak karar verebilmektedir. Ancak günümüz koşullarında alınan kararların şeffaflık ve hesap verebilirlik ilkelerine bağlı olarak rasyonel ve kanıta dayalı bir yaklaşıma dayandırılması gerekmektedir. Bu durum ÇKKV yöntemlerinin kullanılmasını kaçınılmaz hale getirmektedir. Verilere dayandırılarak alternatifler arasından en uygun olanını seçmek ÇKKV yöntemleri ile mümkün hale gelebilmektedir.

Sağlık sektöründe kullanılan ÇKKV yöntemleri özellikle sağlık yöneticileri ve sağlık politikacıları için önemli bir kaynak niteliği taşımaktadır. Geniş anlamda bakıldığında ülkelerin sağlık sistemleri, dar kapsamda bakıldığında hastane düzeyinde alınan kararlara kanıt niteliği taşımaktadır. ÇKKV yöntemleri sağlık alanında kaynak tahsisi, maliyet etkililik çalışmalarında, sağlık teknolojisi değerlendirmelerinde, kuruluş yeri seçiminde, satın alma ve talep tahmini gibi birçok alanda kullanılabilmektedir. Bunun yanı sıra ÇKKV yöntemlerinde farklı göstergeler kullanılarak ülkeler arası kıyaslama, sıralama veya sınıflama gibi birtakım araştırmalar yapılabilmektedir.

Çok kriterli karar verme yöntemleri, sağlık sektöründe karar verme süreçlerine daha sistematik ve bilimsel bir şekilde yaklaşılmasına yardımcı olabilir, etkili bir çözüm aracı olarak kullanılabilir. Sağlık sektöründe çok kriterli karar verme yöntemlerini kullanırken dikkatli ve sistematik olunması, daha iyi kararlar alınmasına yardımcı olabilir ve sağlık hizmetlerinin kalitesini artırabilir. Bunun yanı sıra risk analizi ve belirsizlikleri ele alarak daha güvenilir ve sağlam kararlar alınmasına katkı sağlayabilir. Hasta memnuniyetini artırmaya ve sağlık hizmetlerinin kalitesini iyileştirmeye yönelik yeni çalışmalara odaklanılabilir. Sağlık sektöründe çok kriterli karar verme yöntemlerini kullanacak olan araştırmacılar için metodolojik bir çerçeve geliştirilebilir. Bu çerçeve ile yöntemlerin adımları, veri toplama süreçleri, analiz aşamaları ve sonuçların nasıl yorumlanacağı ayrıntılı bir şekilde açıklanabilir.

KAYNAKÇA

- Anand, A., Agarwal, M., Aggrawal, D. (2022). Multiple Criteria Decision Making Methods Applications for Managerial Discretion.
- Assumma, V., Bottero, M., Ishizaka, A., Tasiou, M. (2021). Group analytic hierarchy process sorting II method: An application to evaluate the economic value of a wine region landscape. *Environmental Modeling & Assessment*, 26(3), 355-369.
- Ayağ Z., Samanlıoğlu, F. (2010). Analytic Network Process (ANP) for Solar Power Plant Location Problem, IIE Annual Conference and Expo 2010 (IERC'10), June 5-9, Cancun, Mexico.
- Aydın, E. (2019). *Çok Kriterli Karar Verme Bilgisayar Uygulamalı Çözümler*. Nobel Yayıncılık, Ankara.
- Aydın, E. (2019). *Sağlık Çalışanlarının Motivasyonlarına Etki Eden Unsurlar: Bir AHP Uygulaması*. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul: İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Lisansüstü Eğitim Enstitüsü.
- Aydın Ö., Öznehir, S., Akçalı, E. (2009). Ankara İçin Optimal Hastane Yeri Seçiminin Analitik Hiyerarşi Süreci ile Modellenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 14(2):69-86.
- Aruldoss, M., Lakshmi, T. M., & Venkatesan, V. P. (2013). A survey on multi criteria decision making methods and its applications. *American Journal of Information Systems*, 1(1), 31-43.
- Başdar, C. (2018). *Topsis ve Electre Yöntemleri ile Finansal Performansın Sıralanması: Bist Bilişim Sektörü Uygulaması*. Doktora Tezi. Bursa: Uludağ Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı Muhasebe-Finansman Bilim Dalı.
- Belton, V., Stewart, T. (2002). *Multiple criteria decision analysis: an integrated approach*. Springer Science & Business Media.
- Brans, J. P., Vincke, P. (1985). "A Preference Ranking Organization Method: The PROMETHEE Method for MCDM", *Management Science*, 31 (6), s.647-656.
- Brans, J.P., Mareschal, B., Vincke, P. (1986). "How to Select and How to Rank Projects: The PROMETHEE Method for MCDM", *European Journal of Operational Research*, Cilt 24, s.228-238.
- Brans, J.P., Mareschal, B. (2005). Promethee Methods. *Multiple Criteria Decision Analysis: State Of The Art Surveys*. 2, (1050): 163-189.
- Dalbudak, E., Rençber, Ö. F. (2022). Çok kriterli karar verme yöntemleri üzerine literatür incelemesi. *Gaziantep Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 4(1):1-17 . DOI: 10.55769/gauniibf.1068692.
- Demir, C. (2018). *Türkiye'de Uygulanan İlaç Politikaları Konusunda Paydaşların Görüş ve Tercihlerinin Çok Kriterli Karar Verme Yöntemi (ELECTRE III) ile Değerlendirilmesi*. Yüksek Lisans Tezi. Ankara: Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Sağlık Yönetimi Anabilim Dalı.
- Diaby, V., Campbell, K., Goeree, R. (2013). Multi-criteria decision analysis (MCDA) in health care: a bibliometric analysis. *Operations Research for Health Care*, 2(1-2), 20-24.
- Dodgson, J. S., Spackman, M., Pearman, A., Phillips, L. D. (2009). *Multi-criteria analysis: a manual*. Department for Communities and Local Government: London.
- Erbay, E., Akyürek, Ç. E. (2020). Hastanelerde Çok Kriterli Karar Verme Uygulamalarının Sistematiik Derlemesi. *Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 22(2), 612-645.
- Gencan, S. (2014). *Hastanelerin Performansının Veri Zarflama Analizi / Analitik Hiyerarşi Prosesi Bütünleşik Yöntemi Kullanılarak Değerlendirilmesi*. Yüksek Lisans Tezi. Nevşehir: Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Govindan, K., Sarkis, J., Palaniappan, M. (2013). An analytic network process- based multicriteria decision making model for a reverse supply chain. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 68(1), 863-880.
- Golden, B. L., Wang, Q. (1990). *An Alternative Measure of Consistency*. In: B. L. Golden, A. Wasil & P.T. Harker (eds.) *Analytic Hierarchy Process: Applications and Studies*, 68-81, New-York: Springer Verlag.
- Hansen, P., Devlin, N. (2019). *Multi-criteria decision analysis (MCDA) in healthcare decision-making*. In Oxford Research Encyclopedia of Economics and Finance.
- Hwang, C. L., Yoon, K. (1981). *Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications*. Springer-Verlag, New York. <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-48318-9>.
- Kim, S., Song, O. (2009). A MAUT Approach For Selecting A Dismantling Scenario For The Thermal. *Annals of Nuclear Energy*, 36:145-150.

- Konuşkan Ö., Uygun Ö. (2014). Çok Nitelikli Karar Verme (MAUT) Yöntemi ve Bir Uygulaması, Karabük/Sakarya Üniversitesi Ortak Program, Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği, Ana Bilim Dalı, s. 1405-1406.
- Kenger, M. D. (2017). Banka Personel Seçiminin Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinden Entropi Temelli Maut, Aras Ve Gri İlişkisel Analiz Yöntemleri İle Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi. Denizli: Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı.
- Koçoğlu, S. (2019). Entropi Tabanlı Topsis Ve Maut Yöntemleri İle Acil Servislerde Risk Değerlendirme: Samsun İli Örneği. Yüksek Lisans Tezi. Bolu: Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı.
- Kundakci, N. (2016). Combined Multi-Criteria Decision Making Approach based on MACBETH and Multi-MOORA Methods, *Alphanumeric Journal*, 4(1), 17–26.
- Köksalan, M. M., Wallenius, J., Zionts, S. (2011). *Multiple criteria decision making: from early history to the 21st century*. World Scientific.
- Marsh, K., Goetghebeur, M., Thokala, P., Baltussen, R. (Eds.). (2017). *Multi-criteria decision analysis to support healthcare decisions* (Vol. 10, pp. 978-3). Cham: Springer International Publishing.
- Marsh, K., Lanitis, T., Neasham, D., Orfanos, P., & Caro, J. (2014). Assessing the value of healthcare interventions using multi-criteria decision analysis: a review of the literature. *Pharmacoeconomics*, 32(4): 345-365.
- Polat, E. E. (2022). Endüstriyel Tasarım Jürilerinde Değerlendirme Aracı Olarak Analitik Ağ Süreci (Aas) Yönteminin Kullanımı: Mezuniyet Stüdyo Dersi Üzerine Bir Analiz Ve Uygulama. Yüksek Lisans Tezi. Eskişehir: Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Eskişehir Teknik Üniversitesi.
- Rogers, M., Bruen, M., Maystre, L. (2000). *Electre and Decision Support Methods and Application in Engineering and Infrastructure Investment*. Springer Science + Business Media LLC. New York.
- Roy, B. (1981). The optimisation problem formulation: criticism and overstepping. *Journal of the Operational Research Society*; 32 (6): 427–436.
- Saaty, T. L. (1980). *The Analytic Hierarchy Process*. McGraw-Hill, New York.
- Saaty, T. L. (1996). *Decision making with dependence and feedback: The analytic network process* (Vol. 4922, No. 2). Pittsburgh: RWS publications.
- Saaty, T. L., Vargas, L. G. (2006). *Decision Making With The Analytic Network Process: Economic, Political, Social and Technological Applications with Benefits, Opportunities, Costs and Risks*. Springer Science+Business Media, LLC, USA.
- Saaty, T. L. (2008). Decision Making with the Analytic Hierarchy Process. *International Journal of Services*; 1(1):83-98 <https://doi.org/10.1504/IJSSCI.2008.017590>.
- Sevim, F., Ağırbaş, İ., Yılmaz, G. (2022). COVID-19'un Sosyal Güvenlik Sistemi Mali Sürdürülebilirliği Üzerindeki Etkisinin TOPSIS Yöntemi ile İncelenmesi, *Sosyal Güvence Dergisi*, 21:784-807. doi:10.21441/sosyalguvence.1120487.
- Sevim F., Turan Kurtaran A. (2023). Evaluation of Turkey's health tourism performance with the MOORA method. *Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 14(1), 99-109.
- Yaraloğlu, K. (2001). Performans Değerlendirmede Analitik Hiyerarşi Proses. *D.E.Ü.İ.İ.B.F. Dergisi*, 16(1):129-142.
- Yeşilyurt, Ö., Selamzade, F. (2020). Muş İli İçin Optimal Hastane Yeri Seçiminin Analitik Hiyerarşi Süreci ile Değerlendirilmesi. *Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 8(5):1361-1367. DOI: 10.18506/anemon.712319.