

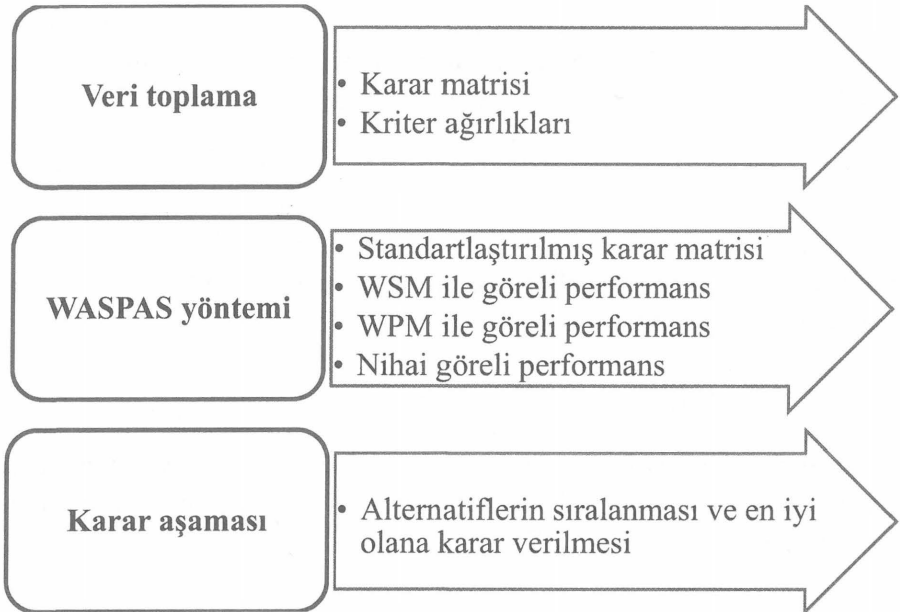
3.14. WASPAS YÖNTEMİ

Zavadskas, Turskis, Antucheviciene ve Zakarevicius (2012) tarafından önerilen WASPAS (Weighted Aggregated Sum Product ASsessment—Ağırlıklandırılmış Bütünleşik Toplam Çarpım Değerlendirmesi) yöntemi, elde edilen sıralamaların doğruluğunu arttırmak amacıyla WSM (Weighted Sum Model—Ağırlıklandırılmış Toplam Modeli) ile WPM (Weighted Product Model—Ağırlıklandırılmış Çarpım Modeli) yöntemlerinin bir araya getirilmesi sonucunda geliştirilmiş bir ÇKKV yöntemidir. Zavadskas vd. (2012), çalışmalarının sonucunda WASPAS yöntemiyle elde edilen sıralama doğruluğunun WPM yöntemin 1.3, WSW yönteminin ise 1.6 katı kadar yüksek olduğunu kanıtlamışlardır. WSM ve WPM yöntemlerini birleştirerek en yüksek doğruluğa ulaşmaya çalışan WASPAS yönteminde kriterler birbirinden *bağımsızdır*.

Yöntemin avantaj ve dezavantajları şunlardır:

Avantajları	Dezavantajları
<ul style="list-style-type: none"> • Yöntemin hesaplama aşamaları kısa ve kolaydır. • Yöntem, problemdeki fayda ve maliyet temelli kriterleri ayrı ayrı ağırlıklandırır. • Yöntem alternatiflerin eksiksiz ve bir bütün olarak sıralaması için kullanışlıdır. • En yüksek doğruluğa ulaşmaya çalışır. 	<ul style="list-style-type: none"> • Fayda ve maliyet kriterlerini bir bütün olarak birlikte değerlendiremez.

m alternatifleri, n kriterleri ve w kriter ağırlıklarını göstermek üzere WASPAS yönteminin aşamaları Şekil 1’de görülmekte olup gerekli bilgiler ise aşağıda verilmiştir:



Şekil 1. WASPAS yöntemi

Adım 1. *Başlangıç karar matrisinin elde edilmesi.* İlk aşamada alternatiflerin belirlenen kriterlere göre performanslarını gösteren karar verme matrisi oluşturulur. Matriste i . alternatifin j . kritere göre performansı x_{ij} ile gösterilmektedir.

$$\begin{matrix}
 C_1 & C_2 & \cdots & C_n \\
 A_1 & \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \cdots & x_{mn} \end{bmatrix} \\
 A_2 \\
 \vdots \\
 A_m
 \end{matrix}
 \quad (1)$$

Adım 2. *Standartlaştırma (normalizasyon).* İkinci aşama normalizasyon aşamasıdır. Bu aşamada kriterlerin fayda ya da maliyet kriterleri olmaları gözetilerek normalizasyon yapılır. Fayda kriterleri için (2), maliyet kriteri için ise (3) numaralı eşitliklerden yararlanılır.

$$x_{ij}^* = \frac{x_{ij}}{\max_i x_{ij}} \quad (2)$$

$$x_{ij}^* = \frac{\min_i x_{ij}}{x_{ij}} \quad (3)$$

Adım 3. Alternatiflerin görelî performansının WSM ile elde edilmesi.

Bu aşamada alternatiflerin görelî performansları WSM yöntemi esas alınarak ve kriter ağırlıkları kullanılarak Eşitlik (4) ile hesaplanır.

$$Q_i^{(1)} = \sum_{j=1}^n x_{ij}^* w_j \quad (4)$$

Adım 4. Alternatiflerin görelî performansının WPM ile elde edilmesi.

Dördüncü aşamada alternatiflerin görelî performansları WPM yöntemi esas alınarak ve kriter ağırlıkları kullanılarak Eşitlik (5) ile hesaplanır.

$$Q_i^{(2)} = \prod_{j=1}^n (x_{ij}^*)^{w_j} \quad (5)$$

Adım 5. Alternatiflerin nihai görelî performansının elde edilmesi.

Alternatiflerin nihai görelî performansı WSM ve WPM'e eşit önem verilerek Eşitlik (6) ile elde edilir.

$$Q_i = 0.5Q_i^{(1)} + 0.5Q_i^{(2)} \quad (6)$$

Karar verici Eşitlik (7) ile de alternatiflerin nihai görelî performansını belirleyebilir. $0 \leq \alpha \leq 1$ olmak üzere Eşitlik (6) şu şekilde Eşitlik (7) haline dönüştürülür:

$$Q_i = \alpha Q_i^{(1)} + (1 - \alpha)Q_i^{(2)} \quad (7)$$

Zavadskas vd. (2012) α değeri olarak 0.5'i belirlemişlerdir. Ancak yukarıda da belirtildiği gibi en uygun α değerini belirlemek karar vericiye bırakılmıştır.

Adım 6. Alternatiflerin sıralanması. Son aşamada alternatifler performanslarına göre büyükten küçüğe doğru sıralanır.

Örnek Uygulamalar

Örnek 1: Günümüzde internetin hayatımızın her alanına etkilerine ve kolaylıklarına şahit olmaktayız. Bu alanlardan biri de bankacılık sektörüdür. Artık müşteriler bankalara gitmeden neredeyse bankalarda yapılan her işlemi cep telefonlarındaki mobil uygulamalarla gerçekleştirebilmektedirler. Bankaların mobil bankacılık uygulamalarını değerlendirmek amacıyla yapılan bu çalışmada erişilebilirlik (C_1), güvenlik (C_2), içerik (C_3), güncellik (C_4) ve anlaşılabilirlik (C_5) kriterleri kullanılmıştır. Uzmanlar kriterlerin

farklı önem düzeyine sahip olması gerektiğini düşünerek kriter ağırlıklarını şöyle belirlemiştirler. $C_1=0.22$, $C_2=0.25$, $C_3=0.21$, $C_4=0.18$ ve $C_5=0.14$. Bankaların belirtilen kriterlere göre 100 puan üzerinden elde edilen değerlendirme sonuçları aşağıdaki tabloda verilmiştir. Buna göre WASPAS yöntemini kullanarak mobil uygulamaları bakımından bankaların performanslarını belirleyiniz.

Tablo 1. Bankaların mobil bankacılık uygulamalarının değerlendirme sonuçları

	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5
Optimizasyon	Maks	Maks	Maks	Maks	Maks
Ağırlık	0.22	0.25	0.21	0.18	0.14
Banka 1	70	65	70	65	60
Banka 2	80	75	80	75	70
Banka 3	65	55	60	70	70
Banka 4	85	85	90	80	85
Banka 5	80	90	70	75	80
	85	90	90	80	85

Çözüm 1

Adım 1. Tablo 1, karar verme matrisini göstermektedir.

Adım 2. Normalizasyon aşamasında tüm kriterler fayda kriteri olduğundan Eşitlik (2) kullanılır. Örneğin C_1 kriteri için bankalara verilen puanlar sırasıyla 70, 80, 65, 85 ve 80'dir. $\text{Max}\{70,80,65,85,80\}=85$ olduğundan C_1 kriterine ilişkin tüm değerler 85'e bölünür.

$$70/85=0.8235,$$

$$80/85=0.9411,$$

$$65/85=0.7647,$$

$$85/85=1.000,$$

$$80/85=0.9411.$$

Bu şekilde yapılan işlemler neticesinde elde edilen normalizasyon matrisi Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Normalizasyon matrisi

	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5
Banka 1	0.8235	0.7222	0.7778	0.8125	0.7059
Banka 2	0.9412	0.8333	0.8889	0.9375	0.8235
Banka 3	0.7647	0.6111	0.6667	0.8750	0.8235
Banka 4	1.0000	0.9444	1.0000	1.0000	1.0000
Banka 5	0.9412	1.0000	0.7778	0.9375	0.9412

Adım 3. Eşitlik (4) yardımıyla $Q_i^{(1)}$ hesaplanır. Tablo 3 elde edilirken kriter ağırlıklarından da yararlanıldığını hatırlatmak gerekir. Örneğin Banka 1 için $Q_1^{(1)}$ şöyle bulunur:

$$Q_1^{(1)} = 0.8235 \times 0.22 + 0.7222 \times 0.25 + 0.7778 \times 0.21 + 0.8125 \times 0.18 + 0.7059 \times 0.14 = 0.7701$$

Bu şekilde hesaplanan $Q_i^{(1)}$ değerler Tablo 3'te gösterilmiştir.

Tablo 3. $Q_i^{(1)}$ değerleri

Alternatifler	$Q_i^{(1)}$
Banka 1	0.7701
Banka 2	0.8861
Banka 3	0.7338
Banka 4	0.9861
Banka 5	0.9209

Adım 4. Eşitlik (5) yardımıyla $Q_i^{(2)}$ hesaplanır. Örneğin Banka 1 için $Q_1^{(2)}$ şöyle bulunur:

$$\begin{aligned}
 Q_1^{(2)} &= 0.8235^{0.22} \times 0.7222^{0.25} \times 0.7778^{0.21} \times 0.8125^{0.18} \times 0.7059^{0.14} \\
 &= 0.7701 \\
 &= 0.1566
 \end{aligned}$$

Bu şekilde hesaplanan $Q_i^{(2)}$ değerler Tablo 4'te gösterilmiştir.

Tablo 4. $Q_i^{(2)}$ değerleri

Alternatifler	$Q_i^{(2)}$
Banka 1	0.1566
Banka 2	0.1802
Banka 3	0.1481
Banka 4	0.2008
Banka 5	0.1868

Adım 5. $\alpha = 0.5$ alınarak ve Eşitlik (6) kullanılarak bankaların performans puanları hesaplanır (Tablo 5).

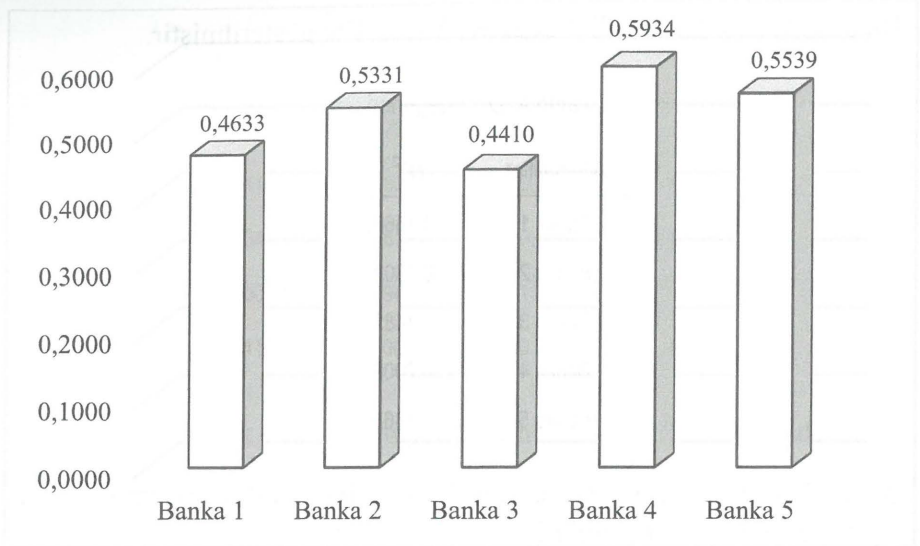
Tablo 5. Bankaların performans puanları ve sıralamaları

Alternatifler	$Q_i^{(1)}$	$Q_i^{(2)}$	Q_i	Sıralama
Banka 1	0.7701	0.1566	0.4633	4
Banka 2	0.8861	0.1802	0.5331	3
Banka 3	0.7338	0.1481	0.4410	5
Banka 4	0.9861	0.2008	0.5934	1
Banka 5	0.9209	0.1868	0.5539	2

Örneğin Banka 1 için yapılan hesaplamayı gösterelim.

$$Q_1 = 0.5 \times 0.7701 + 0.5 \times 0.1566 = 0.4633$$

Adım 6. Son aşamada artık bankalar puanlarına göre Tablo 5'teki gibi sıralanırlar. Elde edilen sonuçlara göre en iyi performans gösteren alternatif, Banka 4 olup onu sırasıyla Banka 5, Banka 5, Banka 1 ve Banka 3 takip etmektedir. Şekil 2'de bankaların performansları daha açık olarak görülebilir.



Şekil 2. Bankaların WASPAS yöntemine göre performansları

Örnek 2: Önceki örnekte seçilen kriterlerin tümü fayda kriteriydi. Şimdiki örneğimizde ise hem fayda hem de maliyet kriterlerinin bir arada olduğu durumda yapılan çözüme değinelim. Yapılacak çözüm büyük oranda önceki çözüme benzemekle birlikte tek fark normalizasyon aşamasında gerçekleşmektedir.

6 farklı akıllı telefon alternatifi (AT_1, AT_2, \dots, AT_6) arasından konuşma süresi (C_1), ekran çözünürlüğü (C_2), dahili hafıza (C_3), kamera çözünürlüğü (C_4), ekran boyutu (C_5), fiyat (C_6) ve SAR değeri (C_7) kriterlerine göre en iyi olan alternatif belirlenmek isteniyor. Akıllı telefonlara ilişkin veriler Tablo 6'da verilmiştir. WASPAS yöntemine göre işlemleri yapalım.

Tablo 6. Alternatif akıllı telefonlara ilişkin veriler

	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7
Kriter türü	Fayda	Fayda	Fayda	Fayda	Fayda	Maliyet	Maliyet
Optimizasyon	Maks	Maks	Maks	Maks	Maks	Min	Min
Kriter ağırlığı	0.16	0.09	0.18	0.11	0.10	0.19	0.17
AT_1	20	16	32	13	5.5	1820	0.37
AT_2	18	16	128	16	5.8	4180	0.51
AT_3	21	16	64	12	5.5	6490	0.99
AT_4	24	16	128	40	6.4	5440	0.73
AT_5	20	16	64	48	6.4	2840	1.34
AT_6	21	16	32	12	5.5	5140	1.24

Çözüm 2

Adım 1. Tablo 2 karar verme matrisini göstermektedir.

Adım 2. Bu aşamada normalizasyon yapılır. İlk beş kriter fayda kriteri olduğundan Eşitlik (2), son iki kriter maliyet kriteri olduğundan Eşitlik (3) kullanılır. Örneğin C_6 kriteri akıllı telefon fiyatları sırasıyla 1820, 4180, 6490, 5440, 2840 ve 5140'tır.

$\text{Min}\{1820, 4180, 6490, 5440, 2840, 5140\} = 1820$ olduğundan 1820 değeri C_6 kriterine ilişkin tüm değerlere bölünür:

$$1820/1820=1,$$

$$1820/4180=0.7255,$$

$$1820/6490=0.3737,$$

$$1820/5440=0.5068,$$

$$1820/2840=0.2761,$$

$$1820/5140=0.2984$$

Böylece Tablo 7'deki normalizasyon matrisi elde edilir.

Tablo 7. Normalizasyon matrisi

	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7
Kriter ağırlığı	0.16	0.09	0.18	0.11	0.10	0.19	0.17
AT_1	0.8333	1.0000	0.2500	0.2708	0.8594	1.0000	1.0000
AT_2	0.7500	1.0000	1.0000	0.3333	0.9063	0.4354	0.7255
AT_3	0.8750	1.0000	0.5000	0.2500	0.8594	0.2804	0.3737
AT_4	1.0000	1.0000	1.0000	0.8333	1.0000	0.3346	0.5068
AT_5	0.8333	1.0000	0.5000	1.0000	1.0000	0.6408	0.2761
AT_6	0.8750	1.0000	0.2500	0.2500	0.8594	0.3541	0.2984

Adım 3. Eşitlik (4) yardımıyla $Q_i^{(1)}$ hesaplanır. Hesaplanan değerler Tablo 8'de görülmektedir.

Tablo 8. $Q_i^{(1)}$ değerleri

Alternatifler	$Q_i^{(1)}$
AT_1	0.7441
AT_2	0.7234
AT_3	0.5503
AT_4	0.7714
AT_5	0.6920
AT_6	0.5064

Adım 4. Eşitlik (5) yardımıyla $Q_i^{(2)}$ hesaplanır. Hesaplanan $Q_i^{(2)}$ değerleri Tablo 9’da gösterilmiştir.

Tablo 9. $Q_i^{(2)}$ değerleri

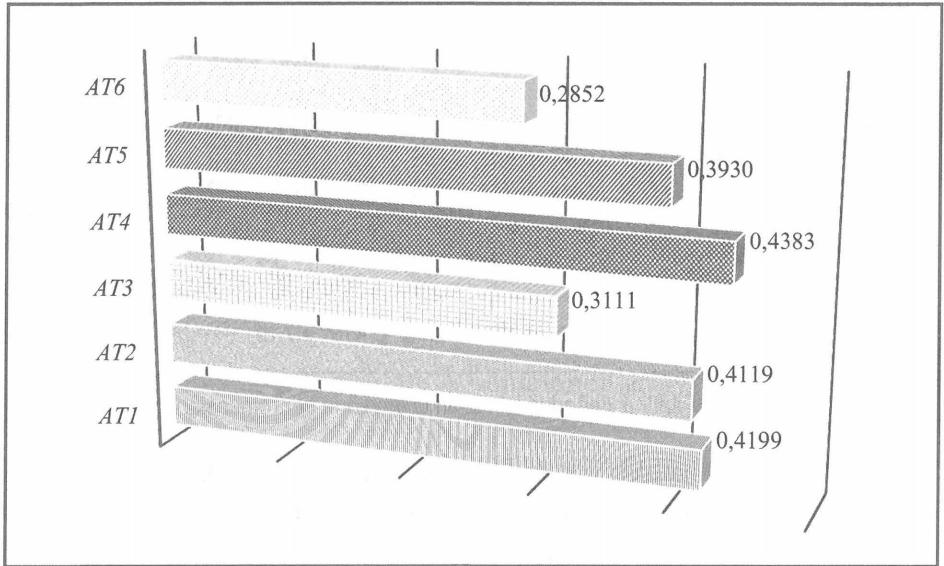
Alternatifler	$Q_i^{(2)}$
AT_1	0.0958
AT_2	0.1005
AT_3	0.0720
AT_4	0.1052
AT_5	0.0939
AT_6	0.0639

Adım 5. $\alpha = 0.5$ alınarak ve Eşitlik (6) kullanılarak akıllı telefonları performans puanları hesaplanır (Tablo 10).

Tablo 10. Akıllı telefonların performans puanları ve sıralamaları

Alternatifler	$Q_i^{(1)}$	$Q_i^{(2)}$	Q_i	Sıralama
AT_1	0.7441	0.0958	0.4199	2
AT_2	0.7234	0.1005	0.4119	3
AT_3	0.5503	0.0720	0.3111	5
AT_4	0.7714	0.1052	0.4383	1
AT_5	0.6920	0.0939	0.3930	4
AT_6	0.5064	0.0639	0.2852	6

Adım 6. Son aşamada artık alternatifler sıralanır (Tablo 10). Elde edilen sonuçlara göre en iyi performans gösteren alternatif AT_4 olup en kötü alternatif ise AT_6 'dır. Şekil 3'te akıllı telefonların performansları daha net görülebilir.



Şekil 3. Akıllı telefonların WASPAS yöntemine göre performansları

Bu örnek için farklı α değerlerini ve Eşitlik (6)'yı kullanarak analiz de yapabiliriz. Tablo 11'de ve Şekil 4'te farklı α değerleri karşısında alternatiflerin performansları görülebilir.

Tablo 11. Farklı α değerleri için alternatiflerin performansları

Alternatifler	α değerleri										
	$\alpha = 0$	$\alpha = 0.1$	$\alpha = 0.2$	$\alpha = 0.3$	$\alpha = 0.4$	$\alpha = 0.5$	$\alpha = 0.6$	$\alpha = 0.7$	$\alpha = 0.8$	$\alpha = 0.9$	$\alpha = 1$
AT_1	0.0958	0.1606	0.2254	0.2902	0.3551	0.4199	0.4847	0.5496	0.6144	0.6792	0.7441
AT_2	0.1005	0.1628	0.2251	0.2874	0.3496	0.4119	0.4742	0.5365	0.5988	0.6611	0.7234
AT_3	0.0720	0.1198	0.1677	0.2155	0.2633	0.3111	0.3590	0.4068	0.4546	0.5024	0.5503
AT_4	0.1052	0.1718	0.2384	0.3050	0.3717	0.4383	0.5049	0.5715	0.6382	0.7048	0.7714
AT_5	0.0939	0.1537	0.2135	0.2733	0.3331	0.3930	0.4528	0.5126	0.5724	0.6322	0.6920
AT_6	0.0639	0.1082	0.1524	0.1967	0.2409	0.2852	0.3294	0.3737	0.4179	0.4622	0.5064