

HAVAYOLU FİRMALARI SEÇİMİ İÇİN BULANIK ÇOK KRİTERLİ BİR MODEL

Elif Kılıç DELİCE

Atatürk Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, 25240, Erzurum
elif.kdelice@atauni.edu.tr

(Geliş/Received: 22.06.2014; Kabul/Accepted: 01.02.2016)

ÖZET

Havayolu taşımacılığı hizmet sektöründe büyük bir paya sahip olan rekabetçi bir pazardır. Bu pazarda yer alan havayolu firma seçim problemi, özellikle hem nicel hem de nitel faktörlerden etkilenmesi hem de insanların sübjektif algılamaları ve tecrübelerinden dolayı ortaya çıkan belirsizlikler nedeniyle, müşteriler için gittikçe kompleks bir hale gelmektedir. Bu makalede belirsiz bir ortamda, müşteri isteklerine bağlı olarak havayolu firma seçimi için Kano Model (KM), Bulanık VIKOR ve Bulanık TOPSIS yöntemleri ile yeni bir bulanık çok kriterli bir model geliştirilmiştir. Bu model ile Türkiye’de faaliyet gösteren ve önemli pazar paylarına sahip beş havayolu firması değerlendirilmiştir. Değerlendirme sürecinde, ilk olarak, on adet müşteri isteği yani hizmet kriteri belirlenmiş ve KM kullanılarak bu kriterler arasından en önemli kriterin “uçuş güvenliği” kriteri olduğu ortaya çıkarılmıştır. Daha sonra, Bulanık VIKOR ve Bulanık TOPSIS yöntemleri ile yapılan karşılaştırmalı analiz sonucunda hizmet kriterlerini karşılama açısından en iyi havayolu firma alternatiflerinin sırasıyla A_2 ve A_1 olduğu tespit edilmiştir. Çalışma kapsamında yapılan duyarlılık analizi ile önerilen modelin belirsiz bir ortamda seçim sürecini değerlendirmede etkili bir araç olduğu gösterilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kano model, bulanık VIKOR, bulanık TOPSIS, hizmet sektörü, havayolu taşımacılığı

A FUZZY MULTICRITERIA MODEL FOR AIRLINE COMPANIES SELECTION

ABSTRACT

Airline transportation is a competitive market which has a big share in the service sector. Airline company selection problem, which takes part in this market, is getting a more complex problem for customers, according to the facts that it is impressed by both tangible and intangible factors, and vagueness arising from the subjective perceptions and experience of individuals. In this study, a new fuzzy multicriteria model is developed by the employment of Kano Model (KM), Fuzzy VIKOR and Fuzzy TOPSIS methods, for airline company selection problem according to the customer needs under a vague environment. In the evaluation process, ten customer needs, namely service criteria, are determined at first, and “flight security” criterion is selected to be the most important one by the KM. After that, the best airline companies are selected as A_2 and A_1 firms in the point of meeting the service criteria according to the comparative analysis of Fuzzy VIKOR and Fuzzy TOPSIS methods. As a result of sensitivity analysis realized in the end of the study, it is presented that the proposed approach is an effective tool to evaluate a selection process in a fuzzy environment.

Keywords: Kano model, fuzzy VIKOR, fuzzy TOPSIS, service sector, airline transportation

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Günümüz rekabet ortamında, girişimciler üretim sektörü yerine, düşük yatırım maliyetleri ve harcamalar gerektiren, daha kısa bir zamanda daha büyük kar elde edebilecekleri hizmet sektörünü tercih etmektedirler. Benzer avantajlara sahip olan havayolu

taşımacılığı, hizmet sektöründe bulunan en gözde çalışma alanlarından biridir. Havayolu taşımacılığı ülkeler arası alışverişi ve uluslararası ekonomik faaliyetleri geliştirdiği için Dünya ekonomisinin geliştiren en önemli anahtar faktörler arasında yer almaktadır [1]. Türkiye’de de havayolu taşımacılığı, politik ve finansal krizlerden olumsuz yönde

etkilenmesine rağmen, ekonomideki büyüme ile birlikte uzun vadede gelişmeye devam eden bir hizmet sektörüdür. Özellikle son yıllardaki gelişmeler, coğrafi konumu gereği Avrupa, Orta Doğu ve Asya arasında bir geçiş noktası olan Türkiye'yi yolcu ve kargo taşıma merkezi haline getirmiştir [2]. Türkiye'de dış hat yolcu trafiği Nisan 2015 ayı itibarı ile % 0,5 artışla 5.736.673 rakamına ulaşırken, iç hat yolcu trafiği ise %11,1 artışla 7.794.427 rakamına ve toplam yolcu trafiği %6,2 artışla 13.550.084 rakamına ulaşmıştır [3]. Bu durum müşteri hizmeti kalitesi, müşteri memnuniyeti ve bağlılığı kavramlarının önemini arttırmıştır. Türkiye'de yer alan havayolu firmaları bu pazarda kalıcı olmak, daha yüksek paylara sahip olmak ve rekabetçi ortamda seçilebilmek için; çeşitli ek hizmetler sunmaya ve temel hizmetlerde yüksek kalite sağlamaya gayret etmeye başlamışlardır. Bu ortam koşullarında havayolu firmalarının arasından seçim yapmak müşteriler açısından gün geçtikçe daha karmaşık bir problem haline gelmektedir. Havayolu taşımacılığı ile ilgili mevcut literatür incelendiğinde, kriter seçimi, tedarikçi seçimi, ortak seçimi, uçak seçimi ve bilgi teknolojileri stratejisi seçimi [1, 4-11] problemlerinin ele alındığı belirlenirken, firma seçimi ile ilgili gerçekleştirilmiş çok az çalışma bulunduğu görülmektedir [2, 12, 13]. Bu bağlamda, bu çalışma ile hem müşteriler için karmaşık bir problem haline gelen hem de literatürde çok az sayıda çalışmada yer verilmiş olan havayolu firma seçim problemi ele alınarak literatüre katkı sağlanması amaçlanmıştır. Havayolu firma seçimi problemi hem bagaj kapasitesi, bilet fiyatı, uçak sayısı gibi nicel hem de hizmet kalitesi, uçuş konforu ve müşteri hizmetlerinin yeterliliği gibi nitel, aynı zamanda da birbirleriyle çelişen kriterleri içinde barındıran birçok kriterli karar verme (ÇKKV) problemidir. Ayrıca, bu problem belirsiz bir ortamda insanların subjektif algılamaları ve tecrübelerinden dolayı eksik ve kesin olmayan verileri içeren bulanık bir seçim problem olarak ele alınabilir. Bununla birlikte, bulanık küme teorisi [14], bu tip problemlerle başa çıkabilmek için geleneksel ÇKKV yöntemleriyle uzun süredir kullanılmaktadır. Bu çalışma kapsamında havayolu firma seçimi probleminin çözümü için müşteri memnuniyeti ölçme yöntemleri arasında önemli bir yere sahip olan Kano Model (KM) ve bulanık ÇKKV metotlarından olan Bulanık VIKOR ile Bulanık TOPSIS yöntemleri birlikte kullanılarak yeni bir bulanık çok kriterli model geliştirilmiştir. Bu modelde, kriter ağırlıkları ve firma alternatifleri değerlendirilirken dilsel ifadelerden yararlanılmış ve daha sonra bu ifadeler bulanık üçgensel sayılara çevrilerek kullanılmıştır. İlk olarak, havayolu firmalarının müşteri istekleri yani hizmet kriterleri odak grup çalışması ve literatür araştırması yapılarak belirlenmiştir. Daha sonra, KM yardımı ile bu kriterlerin hem müşteri memnuniyet düzeyine etkileri bakımından hizmet kategorileri, hem de önem ağırlıkları belirlenmiştir. Böylece müşteri memnuniyetinin artırılması için hangi kriterlerin

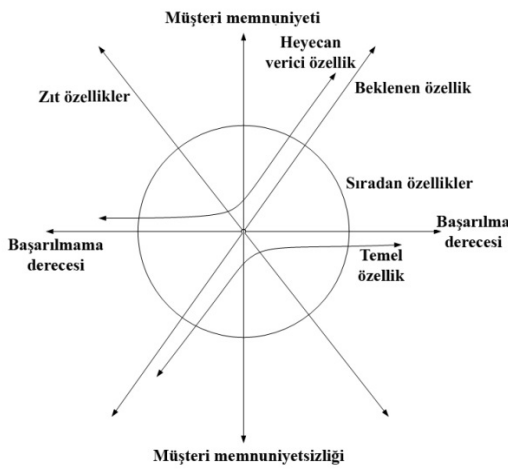
iyileştirilmesi gerektiği sadece önem ağırlıklarına bağlı kalınarak değil aynı zamanda bu kriterlerin karşılama derecesi ile müşteri tatmini arasındaki ilişki göz önüne alınarak da belirlenmiştir. Son olarak, bu kriterler doğrultusunda söz konusu alternatif havayolu firmaları arasından en iyi alternatifi seçmek için bulanık ÇKKV yöntemlerinden olan Bulanık VIKOR ve Bulanık TOPSIS yöntemleri kullanılmıştır. Bu yöntemlerin amacı, birbiri ile çelişen kriterler altında alternatifleri ideal çözümden uzaklıkları bakımından sıralamak ve ideal çözüme en yakın alternatifi en iyi alternatif olarak seçmektir. Bu bakımdan her iki yöntemin karar problemi benzer tarzdadır. Ayrıca, karmaşık algoritmalar, zor matematiksel modeller içermeyen bu yöntemler, kullanıcı dostu ve sonuçların yorumlanmasında anlaşılabilirliği ile güvenilirliği yüksek yöntemler olmalarından dolayı sıklıkla tercih edilen bulanık ÇKKV yöntemleridir. Bu nedenlerden dolayı, bu çalışma kapsamında bu iki yöntem kullanılarak karşılaştırmalı analiz yapılmıştır. KM, daha önce birçok sektörde uygulanmasına rağmen, havayolu sektöründe sınırlı sayıda çalışmada, istatistikî yöntemler veya hizmet kalitesi değerlendirme yöntemleri başta olmak üzere çeşitli yöntemler ile birlikte kullanılmıştır [15-22]. Bulanık VIKOR ve Bulanık TOPSIS yöntemlerinin ise havayolları ile ilgili yapılan çeşitli çalışmada kullanıldığı görülmektedir [2, 13, 23-25]. Bununla birlikte, Bulanık VIKOR ile Bulanık TOPSIS yöntemleri yer seçimi, risk belirleme, robot seçimi, performans değerlendirme, konsept tasarımı, hemşire seçimi gibi çeşitli alanlarında birlikte uygulanmışlardır [26-34]. Bu çalışmada ise, literatürden farklı olarak, ilk kez KM, Bulanık VIKOR ve Bulanık TOPSIS yöntemleri birlikte kullanılmıştır. Ayrıca, Bulanık VIKOR ve Bulanık TOPSIS yöntemleri havayolu firma seçim problemi için ilk kez birlikte uygulanmış, elde edilen sonuçlar karşılaştırılarak açıklanmıştır. Bu çalışmada önerilen modelin etkinliğini ve uygulanabilirliğini göstermek için Türkiye'de önemli pazar paylarına sahip beş havayolu firması değerlendirilmiş ve müşteri isteklerine yani hizmet kriterlerine göre en iyi havayolu firması seçilmiştir. Çalışmanın ikinci bölümünde KM, Bulanık VIKOR ve Bulanık TOPSIS yöntemleri anlatılmıştır. Üçüncü bölümde, bu yöntemlerin bütünleştirilmesi ile oluşturulan yeni bir bulanık çok kriterli model açıklanmıştır. Bu modelin uygulaması dördüncü bölümde ve uygulama sonucunda tartışma beşinci bölümde sunulmuştur. Son bölümde ise sonuç ve önerilerden bahsedilmiştir.

2. YÖNTEMLER (METHODS)

2.1 Kano Model (Kano Model)

Kano ve arkadaşları [35] tarafından geliştirilen KM, müşteri memnuniyeti ile bir ürünün veya servisin performansı, yani müşteri beklentilerini karşılayabilme derecesi arasındaki ilişkiyi ortaya

çıkarmaktadır. Diğer modeller ile karşılaştırıldığında KM’de, tüm müşteri isteklerinin aynı düzeyde memnuniyet sağlamadığı ve bu nedenle bu ilişkinin doğrusal olmadığı kabul edilir. Çünkü bazı müşteri ihtiyaçlarında küçük bir gelişme sağlandığında müşteri memnuniyeti son derece artarken, bunun aksine diğer ihtiyaçlarda büyük bir gelişme olmasına rağmen müşteri memnuniyet derecesi artmamaktadır [36]. KM’nin bilimsel alandaki önemi, ortaya koyduğu teorik modelin yanında, müşterilerin belirli bir ürün veya hizmetle ilgili sahip oldukları ihtiyaç ve beklentilerini memnuniyet düzeyine etkileri açısından sınıflandırmayı sağlayan etkin bir yöntem olmasından kaynaklanmaktadır. Bu bağlamda, ürün veya hizmet özellikleri Şekil 1’de görüldüğü gibi altı kategoriye ayrılmaktadır [37, 38].



Şekil 1. Kano model [39] (Kano model [39])

Temel özellikler (M); ürün üzerinde bulunması gereken ve müşteriler tarafından ayrıca dile getirilmeyen isteklerdir. Şekil 1’de de görüldüğü gibi bu özelliklerin olması memnuniyeti artırmamakla birlikte, bu özelliklerin eksikliği memnuniyeti olumsuz yönde etkilemektedir [40]. **Beklenen özellikler (O);** bir müşteriye o üründen ne beklediği sorulduğunda alınan cevaptır. Müşterinin üründen beklediği temel performanstır. Bu özellikler yerine getirildiğinde müşteri memnuniyeti sağlarken, yerine getirilmediklerinde ise müşteriye tatminsizliğe yol açarlar [36]. **Heyecan verici özellikler (A);** müşterinin hayal gücünün üzerindedir ve müşteri bunlara karşı bir beklenti içinde değildir. Bu özellikleri taşımayan ürün müşteriye bir tatminsizliğe

neden olmazken, bu isteklerin yerine getirilmesi müşteriye son derece memnun etmektedir [40]. Sonuç olarak, bu özellikler rakip ürünlerden farklı olmayı sağlayan özelliklerdir. **Sıradan özellikler (I);** müşteri için önemli bir anlam ifade etmeyen özelliklerdir. Yani bu özelliğin olup olmaması müşteri açısından önemli değildir. **Zıt özellikler (R);** müşteri sadece bu özellikleri istemez aynı zamanda bu özelliklerin tam tersi özelliklerin de sağlanmasını bekler [40]. Örneğin, normal şartlarda büyük pencereleri olan ev istenirken enerji tasarrufu için küçük pencere ev tercih edilir. **Şüpheli özellikler (Q) ise;** soru yanlış ifade edildiğinde, müşteri soruyu yanlış anladığında veya mantıksız bir cevap verdiğinde ortaya çıkmaktadır. Müşteri isteklerinin yukarıda bahsedilen Kano kategorilerine ayrılması ve bunun sonucunda müşteri istekleri ile memnuniyeti arasındaki simetrik olmayan ilişkinin belirlenmesi için Kano anketi kullanılmaktadır. Kano anketinde her bir ürün veya hizmet özelliği için olumlu ve olumsuz olmak üzere iki tip soru ve her bir soru için beş cevap seçeneği mevcuttur (Tablo 1). Daha sonra bu iki soru tipine verilen cevapların Tablo 1 kullanılarak değerlendirilmesi ile o ürün veya hizmet özelliği için Kano kategorisi belirlenmektedir. Örneğin; bir özellik için müşteri olumlu soruya “Çok hoşuma gider”, olumsuz soruya ise “Hiç hoşuma gitmez” cevabını vermişse Tablo 1’de bu özellik “O”, yani beklenen özellik olarak bulunacaktır.

Ayrıca, Kano anketi ile j . özellik için müşteri memnuniyeti (CS_j) ve müşteri memnuniyetsizliği (DS_j) katsayıları Eşitlik (1) ve Eşitlik (2)’ nin yardımıyla hesaplanmaktadır [41].

$$CS_j = (A_j + O_j) / (A_j + O_j + M_j + I_j) \quad (1)$$

$$DS_j = -(M_j + O_j) / (A_j + O_j + M_j + I_j) \quad (2)$$

Burada, A_j , O_j , M_j ve I_j değişkenleri $j = 1, 2, \dots, n$ olmak üzere j . özellik için her bir Kano kategorisinde verilen cevapların frekansdır. CS_j ’nin “0” ile “1” arasında olup, 1’e yaklaşması j . özelliğin karşılanmasının müşteri memnuniyetini daha çok etkilediğini gösterirken 0’a yaklaşması daha az etkilediğini gösterir. Öte yandan DS_j “-1” ile “0” arasında olup, -1’e yaklaşması j . özelliğin karşılanmamasının müşteri memnuniyetsizliğini daha çok etkilediğini göstermektedir [40, 42].

Tablo 1. Kano değerlendirme tablosu (Kano evaluation table)

Eğer uçak seferleri sık aralıklarla yapılırsa ne hissedersiniz?	Olumlu Soruya Verilen Cevaplar	Müşteri İstekleri	Eğer uçak seferleri sık aralıklarla yapılmazsa ne hissedersiniz?				
			Olumsuz Soruya Verilen Cevaplar				
			Çok hoşuma gider	Öyle olmasını beklerim	Fark etmez	Hoşlanmam ama katlanabilirim	Hiç hoşuma gitmez
	1. Çok hoşuma gider	Q	A	A	A	O	
	2. Öyle olmasını beklerim	R	I	I	I	M	
	3. Fark etmez	R	I	I	I	M	
	4. Hoşlanmam ama katlanabilirim	R	I	I	I	M	
	5. Hiç hoşuma gitmez	R	R	R	R	Q	

2.2 Bulanık VIKOR Yöntemi (Fuzzy VIKOR Method)

Opricovic [43] tarafından önerilen VIKOR yöntemi, birden fazla çelişen kriter bulunduran kompleks sıralama ve seçim problemlerinde çok kriterli optimizasyonu sağlayarak uzlaşık çözümün bulunmasını sağlamaktadır. Uzlaşık çözüm uygun çözümdür, yani ideale yakındır ve bu çözüm çoğunluğun maksimum grup faydası ve rakiplerin minimum pişmanlığını içermektedir [44, 45]. VIKOR yönteminin bulanık versiyonu olan Bulanık VIKOR yöntemi, ÇKKV problemleri için bulanık uzlaşık çözüm belirlemek amacıyla geliştirilmiştir. Bulanık sayıları ve bulanık aritmetik işlemleri kullanan Bulanık VIKOR yöntemi aşağıdaki adımlardan oluşmaktadır [46, 47]. Bu çalışmada üçgensel bulanık sayılar kullanılmıştır. Bunun nedeni; karar vericiler için bu sayıların kullanılması ve hesaplanmasının sezgisel olarak daha kolay olmasıdır. Ayrıca, bulanık üçgensel sayılar subjektif ve kesin olmayan bilgi içeren karar problemlerini formüle etmekte etkili bir yol sağlamaktadır [48-51]. Üçgensel bulanık sayılar ve bu sayılara uygulanabilen aritmetik işlemler hakkında ayrıntılı bilgi için Gülin ve ark. [52] tarafından yapılan çalışmaya bakılabilir.

Adım 1: İlk olarak problemin çözümü için $k=1,2,\dots,K$ adet karar verici, $j=1,2,\dots,n$ adet kriter ve $i=1,2,\dots,m$ adet alternatif belirlenir.

Adım 2: K adet karar verici tarafından karar kriterlerinin önem ağırlıkları ve kriterler bazında alternatiflerin dereceleri dilsel değişkenler kullanılarak belirlenir. Daha sonra bu değişkenler bulanık üçgensel sayılara çevrilir. K adet karar vericinin belirlediği kriter önem ağırlıkları ve alternatiflerin dereceleri sırasıyla Eşitlik(3) ve Eşitlik(4) kullanılarak birleştirilir.

$$\tilde{x}_{ij} = \frac{1}{K} \left[\sum_{k=1}^K \tilde{x}_{ij}^k \right] \quad i=1,2,\dots,m \quad (3)$$

$$\tilde{w}_j = \frac{1}{K} \left[\sum_{k=1}^K \tilde{w}_j^k \right] \quad j=1,2,\dots,n \quad (4)$$

Burada $\tilde{x}_{ij} = (l_{ij}, m_{ij}, u_{ij})$ ve $\tilde{w}_j = (w_{j1}, w_{j2}, w_{j3})$ şeklinde gösterilebilir. \tilde{w}_j^k, k . karar verici tarafından belirlenen j . kriterin bulanık önem ağırlığı ve \tilde{x}_{ij}^k, k . karar verici tarafından belirlenen j . kriterine göre i . alternatifin bulanık derecesidir.

Adım 3: Bulanık karar matrisi ve bulanık ağırlık matrisi Eşitlik(5)'te gösterildiği gibi oluşturulur.

$$\tilde{D} = \begin{bmatrix} \tilde{x}_{11} & \tilde{x}_{12} & \dots & \tilde{x}_{1n} \\ \tilde{x}_{21} & \tilde{x}_{22} & \dots & \tilde{x}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{x}_{m1} & \tilde{x}_{m2} & \dots & \tilde{x}_{mn} \end{bmatrix} \tilde{W} = [\tilde{w}_1, \tilde{w}_2, \dots, \tilde{w}_n] \quad (5)$$

$i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n$

Adım 4: Karar matrisi oluşturulduktan sonra her bir kriter için ($j=1,2,\dots,n$) bulanık en iyi değer (\tilde{f}_j^*) ve bulanık en kötü değer (\tilde{f}_j^-) belirlenir. Eğer j . kriter fayda ifade ediyor ise Eşitlik (6), maliyet ifade ediyor ise Eşitlik (7) kullanılır.

$$\tilde{f}_j^* = \max_i \tilde{x}_{ij}, (\tilde{f}_j^-) = \min_i \tilde{x}_{ij} \quad (6)$$

$$\tilde{f}_j^* = \min_i \tilde{x}_{ij}, (\tilde{f}_j^-) = \max_i \tilde{x}_{ij} \quad (7)$$

Adım 5: Normalize karar matrisi $\tilde{R} = [\tilde{r}_{ij}]_{m \times n}$; karar matrisini oluşturan kriterlerin değerlerini (0,1) aralığına indirmek için Eşitlik (8) kullanılarak oluşturulur ve böylece kriter değerleri birimlerden arındırılır ve karşılaştırılabilir seviyeye getirilir [53]. Daha sonra, \tilde{S}_i ve \tilde{R}_i değerleri ve Eşitlik (9) kullanılarak hesaplanır. \tilde{S}_i , ele alınan tüm kriterlere göre i . alternatifin bulanık en iyi değere olan uzaklıklarının toplamıdır. \tilde{R}_i ise j . kriterine göre i . alternatifin bulanık en kötü değere olan maksimum uzaklığıdır [53].

$$\tilde{r}_{ij} = (\tilde{f}_j^* - \tilde{x}_{ij}) / (\tilde{f}_j^* - \tilde{f}_j^-) \quad (8)$$

$$\tilde{S}_i = \sum_{j=1}^n \tilde{w}_j \tilde{r}_{ij}, \quad \tilde{R}_i = \max_j [\tilde{w}_j \tilde{r}_{ij}] \quad (9)$$

Adım 6: $\tilde{S}^*, \tilde{S}^-, \tilde{R}^*, \tilde{R}^-$ ve \tilde{Q}_i değerleri Eşitlik(10) ve Eşitlik (11) kullanılarak hesaplanır.

$$\tilde{S}^* = \min_i \tilde{S}_i, \tilde{S}^- = \max_i \tilde{S}_i, \tilde{R}^* = \min_i \tilde{R}_i, \tilde{R}^- = \max_i \tilde{R}_i \quad (10)$$

$$\tilde{Q}_i = v (\tilde{S}_i - \tilde{S}^*) / (\tilde{S}^- - \tilde{S}^*) + (1-v) (\tilde{R}_i - \tilde{R}^*) / (\tilde{R}^- - \tilde{R}^*) \quad (11)$$

Burada \tilde{S}^* , maksimum grup faydasını, \tilde{R}^* , karşıt görüştekilerin minimum pişmanlığını ifade etmektedir. \tilde{Q}_i indeksi, grup faydasının ve minimum pişmanlığın birlikte dikkate alınması ile hesaplanır. “ v ” değeri ise maksimum grup faydasını sağlayan stratejinin ağırlığını, “ $1-v$ ” ise minimum pişmanlığın ağırlığını ifade etmektedir. Uzlaşma “çoğunluk oyu” ($v > 0,5$), “oy birliği” ($v = 0,5$) veya “ret” ($v < 0,5$) ile sağlanabilir [54].

Adım 7: Bu aşamada bulanık sayılar çeşitli yöntemler ile durulaştırılarak S_i, R_i ve Q_i indeks değerleri bulunur ve bu indeks değerlerine göre alternatifler sıralanır. İndeks değeri en küçük olan en iyi alternatif olarak kabul edilir. Eşitlik (12)'de gösterilen durulaştırma formülü bu çalışmada kullanılmıştır [47].

$$\tilde{N} = (l, m, u) \text{ olmak üzere;} \quad N = (1+2m+u)/4 \quad (12)$$

Adım 8: Uzlaştırıcı bir çözümün belirlenmesi için kabul koşullarının sağlanıp sağlanmadığına bakılır.

Aşağıdaki iki koşul sağlanırsa Q_i indeksi kullanılarak belirlenen çözüm $A^{(l)}$ uzlaştırıcı çözümdür ve bu çözüm optimal çözüm olarak kabul edilir. Burada $A^{(l)}$ değeri, Q_i indeksinin minimum değerine göre sıralamada birinci sırayı alan alternatiflerdir. Kabul koşulları şunlardır:

1. Koşul: Kabul edilebilir avantaj:

$$Q(A^{(2)})-Q(A^{(1)}) \geq DQ \quad (13)$$

Burada $A^{(2)}$ değeri, Q değerine göre sıralamada ikinci sırayı alan alternatiftir.

$$DQ = \frac{1}{m-1} \quad (m \leq 4 \text{ için } DQ=0,25) \quad (14)$$

2. Koşul: Karar vermede kabul edilebilir istikrar:

$A^{(l)}$ değeri, S_i ve/veya R_i değerlerine göre yapılan sıralamada da en iyi alternatif değeridir. Bu uzlaştırıcı çözüm karar verme sürecinde istikrarlıdır. Eğer aşağıdaki koşullardan biri sağlanmazsa uzlaşık bir çözüm kümesi şu şekilde bulunur: 2.koşul sağlanmazsa uzlaşık çözüm kümesi $A^{(l)}$ ve $A^{(2)}$ alternatiflerinden oluşur. Burada $A^{(l)}$ karşılaştırmalı bir üstünlüğe sahip olmasına rağmen karar vermede istikrar yoktur. Bu nedenle $A^{(l)}$ ve $A^{(2)}$ 'nin uzlaştırıcı çözümü aynıdır. 1. koşul sağlanmazsa uzlaşık çözüm kümesi $A^{(1)}, A^{(2)}, \dots, A^{(M)}$ alternatiflerinden oluşur. Burada $Q(A^{(M)})-Q(A^{(1)}) < DQ$ şartını sağlayan alternatifler kümeye dâhil edilir ve M bu şartı sağlayan maksimum eleman sayısıdır. Uzlaştırıcı çözümler $A^{(1)}, A^{(2)}, \dots, A^{(M)}$ aynı olduğundan, $A^{(l)}$ karşılaştırmalı bir üstünlüğe sahip değildir.

2.3 Bulanık TOPSIS Yöntemi (Fuzzy TOPSIS Method)

Hwang ve Yoon [55] tarafından geliştirilen TOPSIS yöntemi pozitif ideal çözüme en yakın ve negatif ideal çözüme en uzak alternatifin en iyi alternatif olarak seçilmesine dayanmaktadır. Pozitif ideal çözüme benzerlik ve negatif ideal çözüme uzaklık indeksi olarak da tanımlanan yöntem, pozitif ideal çözüme en çok benzeyen veya en yakın alternatifi seçmektedir [56]. Pozitif ideal çözüm; ulaşılabilir bütün en iyi kriterlerin bileşimidir. Negatif ideal çözüm ise ulaşılabilir en kötü kriter değerlerinden oluşur. Bulanık durumlar için diğer ÇKKV yöntemleri [57, 58] gibi bulanık küme teorisi ile birleştirilen Bulanık TOPSIS yönteminin ilk üç adımı, Bulanık VIKOR yönteminde uygulanan adımlar ile aynıdır. Bu nedenle bu bölümde ilk üç adımdan sonraki adımlar açıklanmıştır [27].

Adım 4: Normalize edilmiş bulanık karar matrisi $\tilde{R} = [\tilde{r}_{ij}]_{m \times n}$, kriterlerin fayda kriteri ve maliyet kriteri olmasına bağlı olarak B fayda kriterleri kümesini ve C maliyet kriterleri kümesini temsil etmek üzere, Eşitlik (15)-Eşitlik (16) kullanılarak elde edilir.

$$\tilde{r}_{ij} = \left(\frac{l_{ij}}{u_j^*}, \frac{m_{ij}}{u_j^*}, \frac{u_{ij}}{u_j^*} \right) \quad j \in B \quad (15)$$

$$\tilde{r}_{ij} = \left(\frac{l_j^-}{u_{ij}^-}, \frac{l_j^-}{m_{ij}^-}, \frac{l_j^-}{l_{ij}^-} \right) \quad j \in C \quad (16)$$

Burada $u_j^* = \max_i u_{ij}$ ve $l_j^- = \min_i l_{ij}$ olarak tanımlanır.

Adım 5: Her kriterin farklı önem ağırlıkları olması sebebiyle ağırlıklı normalize karar matrisi Eşitlik (17) kullanılarak aşağıdaki gibi elde edilir.

$$\tilde{V} = [\tilde{v}_{ij}]_{m \times n} \quad i=1,2,\dots,m; \quad j=1,2,\dots,n$$

$$\tilde{v}_{ij} = \tilde{r}_{ij} \tilde{w}_j \quad (17)$$

Ağırlıklı normalize edilmiş bulanık karar matrisinde \tilde{v}_{ij} değerleri, normalize edilmiş pozitif üçgen bulanık sayılardır ve değerleri $[0, 1]$ kapalı aralığında değişmektedir.

Adım 6: Bulanık pozitif ideal çözüm (\tilde{A}^*) ve bulanık negatif ideal çözüm (\tilde{A}^-) aşağıdaki gibi belirlenir.

$$\tilde{A}^* = (\tilde{v}_1^*, \tilde{v}_2^*, \dots, \tilde{v}_n^*) \quad i=1,2,\dots,m; \quad j=1,2,\dots,n \quad (18)$$

$$\tilde{A}^- = (\tilde{v}_1^-, \tilde{v}_2^-, \dots, \tilde{v}_n^-) \quad i=1,2,\dots,m; \quad j=1,2,\dots,n \quad (19)$$

Burada, $\tilde{v}_j^* = \max_i v_{ij}$ ve $\tilde{v}_j^- = \min_i v_{ij}$ olarak tanımlanır.

Adım 7: Her bir alternatifin bulanık pozitif ideal çözümden (\tilde{A}^*) ve bulanık negatif ideal çözümden (\tilde{A}^-) uzaklığı Eşitlik (20) ve Eşitlik (21) kullanılarak hesaplanır.

$$d_i^* = \sum_{j=1}^n d(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_j^*) \quad i=1,2,\dots,m; \quad (20)$$

$$d_i^- = \sum_{j=1}^n d(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_j^-) \quad i=1,2,\dots,m; \quad (21)$$

Burada $d(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_j^*)$ ve $d(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_j^-)$ ifadeleri, iki bulanık sayı arasındaki uzaklığı göstermektedir. Söz konusu uzaklıklar Eşitlik (22) ile gösterilen Vertex metodu kullanılarak hesaplanmaktadır [59].

$\tilde{N}_1 = (l_1, m_1, u_1)$ ve $\tilde{N}_2 = (l_2, m_2, u_2)$ olmak üzere, \tilde{N}_1 ve \tilde{N}_2 bulanık sayıları arasındaki uzaklık;

$$d(\tilde{N}_1, \tilde{N}_2) = \sqrt{\frac{1}{3} (l_1 - l_2)^2 + (m_1 - m_2)^2 + (u_1 - u_2)^2} \quad (22)$$

Adım 8: Bir alternatifin ideal çözüme yakınlık katsayısı Eşitlik (23) ile belirlenir.

$$CC_i = \frac{d_i^-}{d_i^* + d_i^-} \quad i=1,2,\dots,m; \quad (23)$$

Yakınlık katsayısı 0 ve 1 arasında bir değer almaktadır. (\bar{A}^*) değerine yakın ve (\bar{A}^-) değerinden uzak bir alternatif olan i . alternatif için yakınlık katsayısı değeri bire yaklaşmaktadır. Bu durumda, en yüksek yakınlık katsayısına sahip alternatif en iyi alternatif olarak seçilir.

3. ÖNERİLEN BULANIK ÇOK KRİTERLİ MODEL (PROPOSED FUZZY MULTICRITERIA MODEL)

Bu çalışmada önerilen bulanık çok kriterli model; ön hazırlık aşaması, KM aşaması, bulanık ÇKKV aşaması ve seçim aşaması olmak üzere dört aşamadan oluşmaktadır. Ön hazırlık aşamasında, ilk olarak konu ile ilgili uzmanlardan oluşan bir karar verme takımı (KVT) kurulur. Daha sonra KVT tarafından firma alternatifleri ve bu firmaların ne amaçla kimler tarafından tercih edildiği tespit edildikten sonra, müşteri hedef kitlesi belirlenir. Son olarak çalışmanın kapsamı göz önüne alınarak hedef kitle içinden bir odak grup oluşturulur. İkinci aşamada, bir önceki aşamada belirlenen odak grup ile görüşmeler yapılarak müşteri istekleri ortaya çıkarılır. Müşteri isteklerinin belirlenmesinden sonra Kano anketi hazırlanır, uygulanır ve analiz edilir. Analiz sonucunda müşteri istekleri, yani hizmet kriterleri KM ile kategorize edilir ve ağırlıklandırılır. Üçüncü aşamada, firma alternatiflerinin ikinci aşamada belirlenen hizmet kriterlerine göre değerlendirilmesi yapılır. Bu değerlendirmeler ışığında Bulanık VIKOR ve Bulanık TOPSIS yöntemleri kullanılarak alternatiflerin sıralamaları belirlenir. Son aşamada ise bir önceki aşamada iki yönetime göre belirlenen alternatiflerin sıralama sonuçları karşılaştırılır ve en uygun firma seçimi yapılır. Önerilen bulanık çok kriterli seçim modelinin şematik gösterimi Şekil 2’de sunulmuştur.

4. UYGULAMA (APPLICATION)

Bu bölümde önerilen bulanık çok kriterli seçim modelinin etkinliği ve uygulanabilirliği gösterilmeye çalışılmıştır. Bunun için, Türkiye’de faaliyet gösteren ve müşteriler tarafından sıklıkla tercih edilen beş havayolu firması ele alınmış ve bu firmalar arasında hizmet kriterlerini karşılayan en iyi firma alternatifi seçilmeye çalışılmıştır.

4.1 Ön Hazırlık Aşaması (Preliminary Stage)

Bu aşamada, ilk olarak havayolu personeli ve akademisyenlerden oluşan 12 kişilik bir KVT kurulmuştur. Daha sonra, KVT tarafından değerlendirmek üzere Türkiye’de önemli bir pazara sahip olan beş alternatif havayolu firması belirlenmiştir. Son olarak, havayolu firmalarının müşteri grubu araştırılmış ve bu araştırma sonucunda müşteri hedef kitlesi olarak lisans, yüksek lisans ve doktora seviyelerinde eğitim görmekte olan 19-35 yaş aralığındaki üniversite öğrencileri seçilmiştir. Bunun

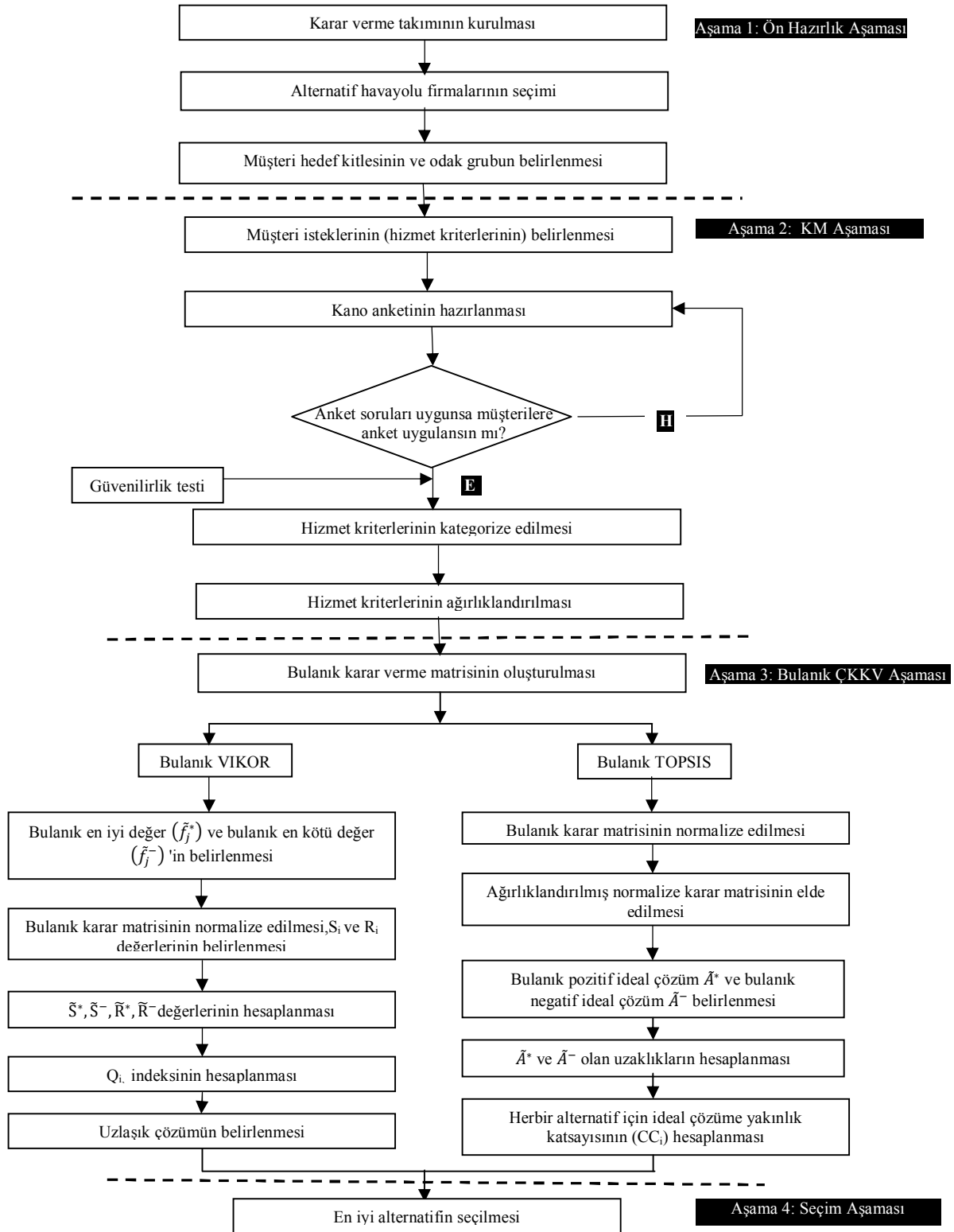
birinci nedeni, öğrenci grubunun her ne kadar maddi kaynaklar ve alışkanlıklar açısından heterojen bir yapısı olsa da, beklenti ve istekler açısından homojen bir yapıya sahip olmasıdır. İkinci neden ise, bugün incelenecek olan bu grubun yaş ortalamasına bağlı olarak gelecek 40-50 yıl içinde de pazarda müşteri olarak kalması, dolayısıyla yapılan analiz sonuçlarının uzun bir zaman dilimi için geçerliliğini koruyacak olmasıdır. Müşteri hedef kitlesinin belirlenmesinden sonra bu hedef kitlenin içerisinde bir odak grup belirlenmiştir. Griffin ve Hauser [60]’e göre homojen bir gruptan 20-30 müşteri ile yapılan görüşmeler müşteri isteklerinin yaklaşık %90-95’ini ortaya çıkarmaktadır. Müşteri istekleri ürün veya hizmeti kullanan kişiler ile birebir görüşmeler veya odak grup çalışmaları yapılarak ortaya çıkarılır. Kişisel görüşmeler ile zaman ve maliyet açısından tasarruf sağlansa bile, odak grup çalışmaları ile grup üyeleri arasındaki oluşan etkileşim nedeniyle gizli ihtiyaçlar ortaya çıkmaktadır. Buna bağlı olarak, kişisel görüşmeler beklenen/doğrusal özelliklerin, odak grup çalışmaları ise heyecan verici özelliklerin ortaya çıkmasını sağlamaktadır [61]. Bu nedenle 35 öğrenciden oluşan bir odak grup ile müşteri isteklerinin belirlenmesi için, toplu ve birebir görüşmeler yapılmıştır. Daha sonra KVT tarafından “uçak seferlerinin birçok bölgeye olması (K_1), uçak seferlerinin sık aralıklarla yapılması (K_2), uçak seferlerinin zamanında yapılması (K_3), uçak sefer fiyatlarının düşük olması (K_4), uçuş güvenliğinin olması (K_5), yolcuların istedikleri işlemleri web, satış ofisleri ve/veya müşteri hizmetleri ile kolay bir şekilde yapabilmeleri (K_6), uçağın konforlu olması (K_7), uçak içerisindeki hizmetlerin ücretsiz bir şekilde verilmesi (K_8), müşteri istek ve şikâyetlerinin dikkate alınması (K_9), yolcu bagaj kapasitesinin artırılması (K_{10})” olmak üzere 10 adet müşteri isteği seçilmiştir.

4.2 KM Uygulama Aşaması (KM Application Stage)

Müşteri istekleri belirlendikten sonra Kano anketi hazırlanmıştır. Kano anketinde yer alan 10 müşteri isteğinin her biri için Tablo 1’de gösterildiği gibi olumlu ve olumsuz iki soru ve beş cevap seçeneği yer almaktadır. Ayrıca her bir müşteri isteğinin yani hizmet kriterinin önem ağırlığı bu anket içinde sorulmuş ve öğrencilerin Tablo 2’de gösterilen bulanık ölçeğe göre cevaplandırılmaları istenmiştir [62]. Daha sonra 180 öğrenciye hazırlanan bu anketler dağıtılmış ve geriye alınan anketlerin içinden 106 adedi geçerli sayılmıştır. Anket sonuçları SPSS 18,0 ve Microsoft Office Excel 2010 programları yardımı ile analiz edilmiştir.

Tablo 2. Bulanık ölçek (Fuzzy scale)

Dilsel Değişkenler	Bulanık Üçgensel Sayılar
Çok Yüksek (ÇY)	(8, 9, 10)
Yüksek (Y)	(6, 7, 8)
Orta (O)	(4, 5, 6)
Düşük (D)	(2, 3, 4)
Çok Düşük (ÇD)	(0, 1, 2)



Şekil 2. Bulanık çok kriterli bir seçim modeli (A fuzzy multi-criteria selection model)

İlk olarak, Cronbach alpha değerleri bu araştırmanın güvenilirliğini ölçmek için SPSS 18,0 paket programı kullanılarak hesaplanmıştır. Piaw [63]'a göre, 0,65 ile 0,95 aralığında bulunan Cronbach alpha değerleri kabul edilebilir değerlerdir. Buna göre, bu çalışmada 0,812 olarak bulunan bu değer anket sonuçlarının oldukça güvenilir olduğunu göstermektedir. Ayrıca Dominici ve Palumbo [61]'ya göre, anket

cevaplarında şüpheli özelliklerin frekans değerinin az çıkması, anket güvenilirliğini gösteren diğer bir faktördür. Bu durumda, Tablo 3'te görüleceği gibi anket cevaplarında şüpheli özelliklerin frekans değerlerinin çok az çıkması anketimizin güvenilir olduğunu göstermektedir. Anket güvenilirliği belirlendikten sonra anket sonuçları kullanılarak 4 farklı analiz yapılmıştır. Birinci analizde, her bir

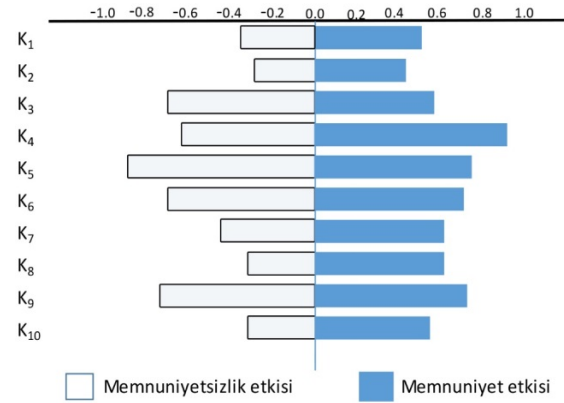
Tablo 3. Kano anket sonuçları (Kano questionnaire results)

Hizmet Kriter	M	O	A	I	R	Q	K	CS _j	DS _j	\tilde{w}_j			w _j	Normalize w _j	Sıra
										A	B	γ			
K ₁	12	26	30	37	1	0	I	0,53	-0,36	6,283	7,283	8,283	7,283	0,095	7
K ₂	11	23	23	48	0	1	I	0,43	-0,32	6,038	7,038	8,038	7,038	0,092	9
K ₃	26	49	13	17	0	1	O	0,59	-0,71	7,200	8,200	9,200	8,2	0,107	2
K ₄	6	60	30	9	0	1	O	0,85	-0,62	7,019	8,019	9,009	8,017	0,104	4
K ₅	17	75	6	7	1	0	O	0,77	-0,87	7,472	8,472	9,472	8,472	0,111	1
K ₆	16	58	17	14	1	0	O	0,71	-0,70	6,868	7,868	8,868	7,868	0,103	5
K ₇	6	44	21	34	1	0	O	0,61	-0,47	6,491	7,491	8,491	7,491	0,098	6
K ₈	8	31	34	33	0	0	A	0,61	-0,36	6,113	7,113	8,113	7,113	0,093	8
K ₉	14	67	12	12	1	0	O	0,75	-0,77	7,057	8,057	9,057	8,057	0,105	3
K ₁₀	6	32	28	38	1	1	I	0,57	-0,36	6,019	7,019	8,019	7,019	0,092	10

K: Kano kategorisi

müşteri isteğinin Kano kategorilerinin frekans değerleri Tablo 1 kullanılarak bulunmuştur. Tablo 3'te yer alan frekans sonuçlarına göre en çok tekrarlanan özellikler incelendiğinde, üç adet sıradan istek (I), altı adet beklenen istek (O) ve bir adet heyecan verici (A) istek karşımıza çıkmaktadır. Bu sonuçlara göre “uçuş güvenliği” ve “müşteri istek/şikâyetlerinin dikkate alınması” gibi istekler beklenen özellikler olarak karşımıza çıkarken, “ücretsiz hizmet” gibi isteklerin heyecan verici özellikler olarak karşımıza çıkması Kano anket sonuçlarının kabul edilebilir olduğunu göstermektedir. İkinci analizde, $M>O>A>I$ kuralına göre değerlendirme yapılmıştır. Temel gereksinimler bir ürün veya hizmette en önemli gereksinimler olup, bu gereksinimleri önem sırasına göre beklenen/doğrusal, heyecan verici ve son olarak sıradan gereksinimler takip etmektedir. Buna göre Tablo 3'te görüldüğü gibi beklenen özellikler kategorisindeki özellikler yani **K₃, K₄, K₅, K₆, K₇ ve K₉** firmalar tarafından öncelikli olarak ele alınmalıdır. Beklenen gereksinimler memnuniyetsizliğe yol açmazken, havayollarının tercih edilme durumunu riske sokabilir. Bununla birlikte, heyecan verici özellik yani **K₈** havayollarının farklılaşmasında ve yüksek rekabet gücü elde ederek diğerlerine göre tercih edilmelerinde önemli olabilir. Üçüncü analizde, müşteri memnuniyet ve memnuniyetsizlik katsayıları Eşitlik (1) - (2) kullanılarak analiz edilmiştir (Tablo 3 ve Şekil 3). Bu analize göre; bilet fiyatlarının düşük olması müşteri memnuniyetini en çok artıran kriterdir. Uçuş güvenliğinin olması, yolcuların isteklerini yerine getirebilmeleri yani işlemlerini kolay bir şekilde yapabilmeleri ve yolcu istek/şikâyetlerinin dikkate alınması müşteri memnuniyetini artırırken, bu kriterlerin sağlanmaması müşteri memnuniyetsizliğini diğer kriterlere göre daha çok etkilemektedir. Ayrıca memnuniyet ve memnuniyetsizlik katsayıları genel olarak kriterlerin ait oldukları Kano kategorileri ile uyumlu bulunmuştur. Örneğin, uçak içinde ücretsiz hizmet kriteri heyecan verici özellik olarak bulunurken, bu özelliğin müşteri memnuniyet değeri yüksek; müşteri memnuniyetsizlik değeri düşük çıkmıştır. Bu sonuç bu hizmet kriterinin ait olduğu Kano kategorisinin tanımına uygun çıkmıştır. Son olarak yapılan analiz de ise, hizmet kriterlerinin

ağırlık değerleri belirlenmiş ve Tablo 3'te gösterilmiştir. Müşterilerin Tablo 2'de gösterilen ölçümleri kullanarak belirledikleri bulanık üçgensel sayı formundaki ağırlıklar Eşitlik (4) kullanılarak birleştirilmiştir.

**Şekil 3.** Müşteri memnuniyet ve memnuniyetsizlik katsayıları (Customer satisfaction and dissatisfaction coefficients)

Elde edilen üçgensel bulanık sayılar Eşitlik(12) kullanılarak durulaştırılmış ve tek bir ağırlık değerine çevrilmiştir. Daha sonra, ağırlık değerleri normalize edilmiştir. Bu değerlere göre en önemli kriter **K₅** yani uçuş güvenliği, en az önemli kriterler ise **K₂** ve **K₁₀** yani uçak sefer sayılarının ve yolcu bagaj kapasitesinin artırılması kriterleri olarak belirlenmiştir. Bu sonuçlar, hem bu kriterlerin ait oldukları Kano kategorileri ile hem de müşteri memnuniyet ve memnuniyetsizlik sonuçları ile genel olarak uyumlu çıkmıştır.

4.3 Bulanık ÇKKV Uygulama Aşaması (Fuzzy MCDM Application Stage)

4.3.1 Bulanık VIKOR hesaplama aşaması (Fuzzy VIKOR calculation stage)

Bulanık VIKOR uygulamasında, ilk olarak, Tablo 2'de yer alan ölçek kullanılarak daha önceki bölümde belirlenmiş olan 10 hizmet kriteri temelinde beş havayolu firması KVT tarafından ayrı ayrı

Tablo 4. Bulanık karar matrisi (Fuzzy decision matrix)

	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅
K ₁	(7,667;8,667;9,667)	(4,500;5,500;6,500)	(2,000;3,000;4,000)	(1,667;2,667;3,667)	(5,000;6,000;7,000)
K ₂	(7,333; 8,333;9,333)	(4,667;5,667;6,667)	(2,333;3,333;4,333)	(1,500;2,500;3,500)	(5,167;6,167;7,167)
K ₃	(6,000;7,000;8,000)	(6,167;7,167;8,167)	(5,500; 6,500;7,500)	(4,833;5,833;6,833)	(5,000;6,000;7,000)
K ₄	(2,000; 3,000;4,000)	(5,000;6,000;7,000)	(4,333;5,333;6,333)	(4,333;5,333;6,333)	(4,000;5,000;6,000)
K ₅	(6,500;7,500;8,500)	(5,667;6,667;7,667)	(4,333;5,333;6,333)	(4,500;5,500;6,500)	(5,333;6,333;7,333)
K ₆	(7,500;8,500;9,500)	(6,000;7,000;8,000)	(5,500;6,500;7,500)	(4,500;5,500;6,500)	(6,500;7,500;8,500)
K ₇	(6,500;7,500; 8,500)	(4,333;5,333;6,333)	(3,333;4,333;5,333)	(3,500;4,500;5,500)	(2,833;3,833;4,833)
K ₈	(7,000;8,000;9,000)	(0,500;1,500;2,500)	(2,000;3,000;4,000)	(2,000;3,000;4,000)	(3,500;4,500;5,500)
K ₉	(4,667;5,667;6,667)	(3,833;4,833;5,833)	(3,167;4,167;5,167)	(3,333;4,333;5,333)	(3,333;4,333;5,333)
K ₁₀	(4,833;5,833;6,833)	(3,667;4,667;5,667)	(4,167;5,167;6,167)	(4,000;5,000;6,000)	(3,833;4,833;5,833)

Tablo 5. Bulanık en iyi ve bulanık en kötü değerler (Fuzzy best and fuzzy worst values)

	\tilde{f}_j^*			\tilde{f}_j^-		
K ₁	7,667	8,667	9,667	1,667	2,667	3,667
K ₂	7,333	8,333	9,333	1,500	2,500	3,500
K ₃	6,167	7,167	8,167	4,833	5,833	6,833
K ₄	5,000	6,000	7,000	2,000	3,000	4,000
K ₅	6,500	7,500	8,500	4,333	5,333	6,333
K ₆	7,500	8,500	9,500	4,500	5,500	6,500
K ₇	6,500	7,500	8,500	2,833	3,833	4,833
K ₈	7,000	8,000	9,000	0,500	1,500	2,500
K ₉	4,667	5,667	6,667	3,167	4,167	5,167
K ₁₀	4,833	5,833	6,833	3,667	4,667	5,667

değerlendirilmiştir. Her bir kriterin normalize edilmiş ağırlıkları KM'den elde edilmiştir (Tablo 3). Daha sonra, bulanık karar matrisi, karar vericilerin her birine ait karar matrislerinin Eşitlik (3) ile birleştirilmesiyle elde edilmiş ve Tablo 4'de gösterilmiştir. Bulanık karar matrisi içerisinde kriterler için bulanık en iyi ve en kötü değerler tüm kriterlerin fayda kriteri olması nedeniyle Eşitlik(6) kullanılarak hesaplanmış ve Tablo 5'de gösterilmiştir. Eşitlik (8) - Eşitlik (9) kullanılarak bulanık karar matrisi normalize edilmiş ve \tilde{S}_i ve \tilde{R}_i değerleri hesaplanmıştır (Tablo 6).

Daha sonra, bu değerler Eşitlik (10)'da kullanılarak, \tilde{S}^* (0,117,0,117,0,117), \tilde{S}^- (0,828,0,828,0,820), \tilde{R}^* (0,092,0,092,0,092) ve \tilde{R}^- (0,110,0,110,0,110) değerleri hesaplanmıştır. \tilde{S}^* , \tilde{S}^- , \tilde{R}^* , \tilde{R}^- değerleri ile $\nu=0,5$ değerleri Eşitlik(11)'de kullanılarak \tilde{Q}_i değerleri belirlenmiştir. Son olarak \tilde{Q}_i , \tilde{S}_i ve \tilde{R}_i bulanık değerleri Eşitlik (12) ile durulaştırılmış ve Q_i ,

S_i ve R_i indeksleri elde edilmiştir. Bu indeks değerlerine göre alternatifler Tablo 6'da sıralanmıştır. Son olarak, uzlaştırıcı çözümün belirlenmesi için Q_i indeksine göre yapılan sıralamada iki koşulu sağlanıp sağlanmadığı araştırılmıştır. $\nu=0,5$ için Eşitlik (13)'e göre $0,333 - 0,259 < 0,25$ olduğundan 1. koşul sağlanmamıştır. Buna karşın $A^{(1)}$ değeri, yani A_2 alternatifinin değeri, R_i değerlerine göre yapılan sıralamada da en iyi alternatif olarak ortaya çıktığından 2. koşul sağlanmıştır. Sonuç olarak, 1. koşul sağlanmadığından ve $Q(A^{(M)}) - Q(A^{(1)}) < DQ$ eşitsizliğini sağlayan alternatiflerin $A^{(1)}$ ve $A^{(2)}$ olmasından dolayı uzlaşık çözüm kümesi A_2 ve A_1 olarak belirlenmiştir. Bu sonuca göre, bu iki firma öncelikli olarak diğer firmalara göre tercih edilebilir. A_5 , A_4 ve A_3 ise sıralamada son üç sırada yer alan havayollarıdır.

4.3.2 Bulanık TOPSIS hesaplama aşaması (Fuzzy TOPSIS calculation stage)

Bu çalışma kapsamında çalışan KVT üyeleri ile incelenen problem her iki yöntemin uygulanmasında da aynı olup, farklı yöntemler kullanılarak yapılacak çözümler ile aynı veriler ışığında elde edilecek sonuçların karşılaştırılması amaçlanmaktadır. Bu nedenlerle, Bulanık TOPSIS yöntemi için de Tablo 4'de verilen bulanık karar matrisi yapılacak hesaplamalarda temel alınmış ve hesaplama işlemlerine bölüm 2,3 de anlatılan dördüncü adım ile devam edilmiştir. Dördüncü adımda, bulanık karar matrisi tüm kriterlerin fayda kriteri olarak ele alınmasından dolayı Eşitlik (15) kullanılarak

Tablo 6. \tilde{S}_i ve \tilde{R}_i değerleri ve Q_i , S_i ve R_i değerlerine göre sıralama (\tilde{S}_i ve \tilde{R}_i values and ranking according to the Q_i , S_i and R_i values)

	\tilde{S}_i	\tilde{R}_i	\tilde{Q}_i	Q_i	Sıra	S_i	Sıra	R_i	Sıra
A ₁	(0,117;0,117;0,117)	(0,104;0,104;0,104)	(0,333;0,333;0,333)	0,333	2	0,117	1	0,104	3
A ₂	(0,484;0,484;0,484)	(0,092;0,092;0,092)	(0,258;0,258;0,261)	0,259	1	0,484	2	0,092	1
A ₃	(0,734;0,734;0,734)	(0,110;0,110;0,110)	(0,934;0,934;0,939)	0,935	5	0,734	4	0,110	5
A ₄	(0,828;0,828;0,820)	(0,107;0,107;0,107)	(0,917;0,917;0,917)	0,917	4	0,823	5	0,107	4
A ₅	(0,615;0,615;0,615)	(0,097;0,097;0,097)	(0,489;0,489;0,493)	0,491	3	0,615	3	0,097	2

Tablo 7. Normalize edilmiş bulanık karar matrisi (Normalized fuzzy decision matrix)

	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅
K ₁	(0,793;0,897;1)	(0,466;0,569;0,672)	(0,207;0,310;0,414)	(0,172;0,276;0,379)	(0,571;0,621;0,724)
K ₂	(0,786;0,893;1)	(0,500;0,607;0,714)	(0,250;0,357;0,464)	(0,161;0,268;0,375)	(0,554;0,661;0,768)
K ₃	(0,735;0,857;0,980)	(0,755;0,878;1)	(0,673;0,796;0,918)	(0,592;0,714;0,837)	(0,612;0,735;0,857)
K ₄	(0,286;0,429;0,571)	(0,714;0,857;1)	(0,619;0,762;0,905)	(0,619;0,762;0,905)	(0,571;0,714;0,857)
K ₅	(0,765;0,882;1)	(0,667;0,784;0,902)	(0,510;0,627;0,745)	(0,529;0,647;0,765)	(0,627;0,745;0,863)
K ₆	(0,789;0,895;1)	(0,632;0,737;0,842)	(0,579;0,684;0,789)	(0,474;0,579;0,684)	(0,684;0,789;0,895)
K ₇	(0,765;0,882;1)	(0,510;0,627;0,745)	(0,392;0,510;0,627)	(0,412;0,529;0,647)	(0,333;0,451;0,569)
K ₈	(0,778;0,889;1)	(0,056;0,167;0,278)	(0,222;0,333;0,444)	(0,222;0,333;0,444)	(0,389;0,500;0,611)
K ₉	(0,700;0,850;1)	(0,575;0,725;0,875)	(0,475;0,625;0,775)	(0,500;0,650;0,800)	(0,500;0,650;0,800)
K ₁₀	(0,707;0,854;1)	(0,537;0,683;0,829)	(0,610;0,756;0,902)	(0,585;0,732;0,878)	(0,561;0,707;0,854)

Tablo 8. Ağırlıklandırılmış normalize bulanık karar matrisi (Weighted normalized fuzzy decision matrix)

	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅
K ₁	(0,075;0,085;0,095)	(0,044;0,054;0,064)	(0,020;0,029;0,039)	(0,016;0,026;0,036)	(0,049;0,059;0,069)
K ₂	(0,072;0,081;0,091)	(0,046;0,055;0,065)	(0,023;0,033;0,042)	(0,015;0,024;0,034)	(0,050;0,060;0,070)
K ₃	(0,079;0,092;0,105)	(0,081;0,094;0,107)	(0,072;0,085;0,098)	(0,063;0,076;0,090)	(0,066;0,079;0,092)
K ₄	(0,030;0,045;0,059)	(0,074;0,089;0,104)	(0,064;0,079;0,094)	(0,064;0,079;0,094)	(0,059;0,074;0,089)
K ₅	(0,084;0,097;0,110)	(0,073;0,086;0,099)	(0,056;0,069;0,082)	(0,058;0,071;0,084)	(0,069;0,082;0,095)
K ₆	(0,081;0,091;0,102)	(0,064;0,075;0,086)	(0,059;0,070;0,077)	(0,048;0,059;0,066)	(0,070;0,081;0,087)
K ₇	(0,074;0,086;0,097)	(0,049;0,061;0,072)	(0,038;0,049;0,061)	(0,040;0,051;0,063)	(0,032;0,044;0,055)
K ₈	(0,072;0,082;0,092)	(0,005;0,015;0,026)	(0,020;0,031;0,041)	(0,020;0,031;0,041)	(0,036;0,046;0,056)
K ₉	(0,074;0,089;0,105)	(0,060;0,076;0,092)	(0,050;0,066;0,081)	(0,053;0,068;0,084)	(0,053;0,068;0,084)
K ₁₀	(0,064;0,078;0,091)	(0,049;0,062;0,075)	(0,055;0,069;0,082)	(0,053;0,067;0,080)	(0,051;0,064;0,078)

normalize edilmiş değerler Tablo 7'de gösterilmiştir. Daha sonra, bulanık ağırlıklandırılmış değerlendirme matrisi; KM'den elde edilen ve Tablo 3'de gösterilen normalize edilmiş kriter ağırlıkları ile Tablo 7'de verilen normalize edilmiş bulanık karar matrisinin Eşitlik (17) kullanılarak birleştirilmesi ile hesaplanmıştır. Elde edilen bulanık ağırlıklandırılmış karar matrisi Tablo 8'de görülmektedir. Bulanık TOPSIS uygulamasının altıncı adımında pozitif ve negatif ideal noktalar Eşitlik (18) - Eşitlik (19) kullanılarak belirlenmiştir. Bu noktalar belirlendikten sonra, pozitif ve negatif ideal çözümlere olan uzaklıklar, sırası ile Eşitlik (20) - Eşitlik (22) kullanılarak hesaplanmıştır. Tüm sonuçlar Tablo 9 ve Tablo 10'de gösterilmiştir. Ayrıca, yöntemin son adımında, ideal çözüme yakınlık katsayıları her alternatif için ayrı ayrı Eşitlik (23) kullanılarak hesaplanmış, elde edilen değerler Tablo 10'de gösterilmiştir. Bulanık TOPSIS sonuçları ışığında elde edilen öncelik sıralamasına göre en iyi alternatif A₁ seçilirken, diğer firmaların ise A₅, A₂, A₃ ve A₄ olarak sıralandıkları görülmektedir.

Tablo 9. Her bir kriter için pozitif ve negatif ideal noktalar (Positive and negative ideal points for each criterion)

Hizmet Kriterleri	\bar{A}^*	\bar{A}^-
K ₁	(0,075;0,085;0,095)	(0,016;0,026;0,036)
K ₂	(0,072;0,081;0,091)	(0,015;0,024;0,034)
K ₃	(0,081;0,094;0,107)	(0,063;0,076;0,090)
K ₄	(0,074;0,089;0,104)	(0,030;0,045;0,059)
K ₅	(0,084;0,097;0,110)	(0,056;0,069;0,082)
K ₆	(0,081;0,091;0,102)	(0,048;0,059;0,066)
K ₇	(0,074;0,086;0,097)	(0,032;0,044;0,055)
K ₈	(0,072;0,082;0,092)	(0,005;0,015;0,026)
K ₉	(0,074;0,089;0,105)	(0,050;0,066;0,081)
K ₁₀	(0,064;0,078;0,091)	(0,049;0,062;0,075)

Tablo 10. Pozitif-negatif çözümlere uzaklıklar ve yakınlık katsayısı değerleri (Distances from positive-negative solutions and closeness coefficient values)

Alternatifler	d_i^+	d_i^-	CC_i	Sıra
A ₁	0,045	0,126	0,738	1
A ₂	0,086	0,071	0,451	3
A ₃	0,107	0,042	0,282	4
A ₄	0,115	0,039	0,253	5
A ₅	0,075	0,069	0,480	2

4.4 Seçim Aşaması (Selection Stage)

Bulanık VIKOR sonuçlarına göre en iyi havayolu alternatifi olarak iki alternatif yani A₂ ve A₁ firmaları olarak belirlenirken, Bulanık TOPSIS yöntemi ile tercih edilecek en uygun firma A₁ olarak ortaya çıkmıştır. KVT, bu karşılaştırmalı analize göre Bulanık VIKOR sonuçlarını uygun bularak en iyi firma olarak A₂ ve A₁ firmalarını kabul ederken, diğer firmalarında hizmet kriterlerini KM analiz sonuçlarına göre geliştirmeleri gerektiği sonucuna varmıştır.

5. KARŞILATIRMALI ANALİZ VE DUYARLILIK ANALİZİ (COMPARATIVE ANALYSIS AND SENSITIVITY ANALYSIS)

5.1 Karşılaştırmalı Analiz (Comparative Analysis)

Bu çalışmada, Bulanık VIKOR ve Bulanık TOPSIS yöntemleri uygulanarak havayolları firmaları müşteri beklentileri temelinde incelenmiştir. İki yöntemin uygulamaları sonucunda elde edilen sıralamalarda bulunan farklılıkların başlıca iki nedene dayandığı söylenebilir [29, 44]: Bulanık VIKOR tarafından ilk sırada belirlenen alternatif, ideal çözüme en yakın alternatiftir ve bu yöntem bir avantaj olarak uzlaşık çözüm önerir. Bulanık TOPSIS ise pozitif ideal ve

negatif ideal noktadan uzaklıklar kullanılarak hesaplanan bir sıralama indeksi içerir. İlk sırada belirlenen alternatif bu sıralama indeksi bakımından en yüksek değeri alan alternatiftir ki bu o alternatifin ideal çözüme en yakın olduğu anlamına gelmez. Bu nedenle, Bulanık TOPSIS yöntemi Bulanık VIKOR yöntemine göre daha az etkinlik sağlar. Bulanık VIKOR ve Bulanık TOPSIS yöntemlerinde lineer normalizasyonun farklı türleri kullanılarak karar matrisi normalize edilmiştir. Bu durum hesaplama sonuçlarında da, girdi verilerinin aynı olması durumunda dahi farklılıklar yaratabilmektedir. Literatürde karar matrislerinin oluşturulmasında çeşitli birleştirme yöntemleri ve bu matrislerin normalize edilmesinde farklı normalizasyon teknikleri kullanılmaktadır. Bu nedenle, Bulanık VIKOR ve Bulanık TOPSIS çalışmalarında sıklıkla kullanılan iki birleştirme yöntemi yani Eşitlik (3) ve Eşitlik (24)-(26) ile tanımlanan B(1) ve B(2) birleştirme yöntemleri kullanılarak hesaplamalar tekrar yapılmıştır.

$$\tilde{x}_{ij} = (l_{ij}, m_{ij}, u_{ij}) \text{ olmak üzere [64];}$$

$$l_{ij} = \min_k \{l_{ijk}\} \tag{24}$$

$$m_{ij} = [\prod_{k=1}^K m_{ijk}]^{1/K} \tag{25}$$

$$u_{ij} = \max_k \{u_{ijk}\} \tag{26}$$

Birleştirme yöntemlerine göre Bulanık TOPSIS hesaplamaları tekrarlanmış ve Tablo 11'de gösterilen sonuçlar elde edilmiştir. Bu sonuçlara göre farklı birleştirme yöntemleri kullanılmasına rağmen sıralama sonuçlarında bir değişiklik olmamıştır. Bulanık VIKOR literatüründe yukarıda bahsedilen iki birleştirme yönteminin yanında normalizasyon yöntemi olarak, genellikle Eşitlik (8) ile tanımlanan lineer normalizasyon LN(1) tekniği ve Eşitlikler (15)-(16) ile tanımlanan lineer normalizasyon LN(2) tekniğinin kullanıldığı görülmüştür. Bahsedilen bu birleştirme ve normalizasyon yöntemlerinin farklı kombinasyonları yani B(1)&LN(1), B(1)&LN(2),

B(2)&LN(1) ve B(2)&LN(2) kullanılarak elde edilen Bulanık VIKOR sonuçları Tablo 12'de gösterilmiştir. Bu sonuçlara göre farklı birleştirme ve normalizasyon yöntemleri kullanılmasına rağmen Bulanık VIKOR sıralama sonuçlarında da bir değişiklik olmadığı ortaya çıkmıştır.

Tablo 11. Farklı birleştirme yöntemlerine göre Bulanık TOPSIS hesaplama sonuçları (Fuzzy TOPSIS calculation results according to different aggregate methods)

Alternatifler	B(1)		B(2)	
	CC _i	Sıra	CC _i	Sıra
A ₁	0,738	1	0,795	1
A ₂	0,451	3	0,433	3
A ₃	0,282	4	0,307	4
A ₄	0,254	5	0,270	5
A ₅	0,480	2	0,448	2

Tablo 12. Farklı birleştirme ve normalizasyon yöntemlerine Bulanık VIKOR hesaplama sonuçları (Fuzzy VIKOR calculation results according to different aggregate and normalization methods)

Havayolu Firması	B(1)&LN(1)		B(1)&LN(2)		B(2)&LN(1)		B(2)&LN(2)	
	Q _i	Sıra	Q _i	Sıra	Q _i	Sıra	Q _i	Sıra
A ₁	0,333	2	0,333	2	0,333	2	0,333	2
A ₂	0,259	1	0,258	1	0,237	1	0,237	1
A ₃	0,935	5	0,934	5	0,953	5	0,953	5
A ₄	0,917	4	0,917	4	0,917	4	0,917	4
A ₅	0,491	3	0,489	3	0,449	3	0,449	3

5.2 Duyarlılık Analizi (Sensitivity Analysis)

Mevcut literatürde yer alan çalışmalarda genellikle $v=0,5$ olarak alınarak Q_i değerleri hesaplanmaktadır. Bu çalışmada ise duyarlılık analizi yapılarak $v=0$ 'dan $v=1$ 'e kadar Q_i değerlerine bağlı sıralamalar belirlenmiştir. Böylece v değerlerine göre Q_i değerlerindeki değişim ortaya çıkarılmış ve Tablo 13'de gösterilmiştir. $v=0,5$ için elde edilen Q_i değerleri temel alınarak araştırılan kabul şartları; $v=0$ 'dan $v=1$ 'e kadar kullanılarak elde edilen Q_i

Tablo 13. v değerlerine göre Q_i değerleri ve sıralama sonuçları (Q_i values and ranking results according to v values)

Alternatif	v=0	v=0,1	v=0,2	v=0,3	v=0,4	v=0,5	v=0,6	v=0,7	v=0,8	v=0,9	v=1
A ₁	0,222	0,244	0,267	0,289	0,311	0,333	0,356	0,378	0,400	0,422	0,444
A ₂	0	0,052	0,103	0,155	0,207	0,259	0,310	0,362	0,414	0,466	0,517
A ₃	0	0,187	0,374	0,561	0,748	0,935	1,122	1,310	1,497	1,684	0,935
A ₄	0	0,183	0,367	0,550	0,733	0,917	1,100	1,283	1,467	1,650	0,917
A ₅	0	0,098	0,196	0,294	0,392	0,491	0,589	0,687	0,785	0,883	0,491
Alternatif	Sıra	Sıra	Sıra	Sıra	Sıra	Sıra	Sıra	Sıra	Sıra	Sıra	Sıra
A ₁	2	5	3	2	2	2	2	2	1	1	1
A ₂	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2
A ₃	1	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5
A ₄	1	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4
A ₅	1	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3

değerlerine göre genellikle ilk iki sırada A_2 ve A_1 alternatiflerinin yer alması gerektiği belirlenmiştir. Bununla birlikte, tüm ν değerleri için sadece A_2 ve A_1 alternatifleri kabul şartlarını sağladığından uzlaşık kümede sadece bu iki alternatif yer almıştır. Bu sonuçlara göre ν değerlerindeki değişim çözümü etkilememektedir. Yapılan analizler göstermektedir ki, çalışmada uygulanan Bulanık VIKOR ve Bulanık TOPSIS yöntemlerine göre elde edilen sıralama sonuçları, parametre değerlerindeki değişikliklerden etkilenmemiştir. Bu nedenle bu çalışmada elde edilen sıralama sonuçlarının güvenilir olduğu söylenebilir.

6. SONUÇLAR (CONCLUSIONS)

Havayolu firma seçimi, nitel ve nicel birçok kriteri bünyesinde barındıran bir ÇKKV problemidir. Diğer taraftan, bu problem karar vericilerin kesin olmayan ve belirsiz yargılarını içerisinde barındırmaktadır. Bu problemi çözmek için KM, Bulanık VIKOR ve Bulanık TOPSIS yöntemleri birlikte kullanılarak yeni bir bulanık çok kriterli seçim modeli geliştirilmiştir. KM, havayollarının rekabet avantajı sağlamak için müşteri isteklerinin yani kriterlerinin kategorize edilerek daha iyi anlaşılmasında ve bu isteklerin önceliklendirilmesinde etkili bir yöntem olarak uygulanmıştır. Bulanık VIKOR ve Bulanık TOPSIS yöntemleri ise, birbiri ile çelişen nicel ve nitel müşteri istekleri yada hizmet kriterleri bakımından havayolu firma alternatiflerinin sıralanmasında kullanılmış ve KVT için karşılaştırmalı bir analiz sunulmasına imkan sağlanmıştır. Sonuç olarak, bu çalışmada kullanılan yöntemler diğer hizmet sektörlerinin seçim süreçlerinde de, girdi verilerinde ve problem parametrelerinde gerekli değişiklikler yapıldığı takdirde kullanılabilir. Ayrıca, farklı birleştirme ve normalizasyon teknikleri ile çalışma geliştirilebilir. Bununla birlikte, bu çalışma gelecekte diğer Bulanık ANP, Bulanık PROMETHEE, Bulanık DEMATEL gibi bulanık ÇKKV yöntemleri veya matematiksel programlama yöntemleri ile genişletebilecek niteliktedir.

KAYNAKLAR (REFERENCES)

1. Chan, F. T. S., Chan, H. K., Ip, R. W. L. ve Lau, H. C. W., "A Decision Support System For Supplier Selection in The Airline Industry", **Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture**, Cilt 221, No 4, 741-758, 2007.
2. Torlak, G., Sevklı, M., Sanal, M. ve Zaim, S., "Analyzing Business Competition by Using Fuzzy TOPSIS Method: An example of Turkish domestic airline industry", **Expert Systems with Applications**, Cilt 38, No 4, 3396-3406, 2011.
3. İnternet: T.C. Ulaştırma Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı Devlet Hava Meydanları İşletmesi Genel Müdürlüğü, <http://www.dhmi.gov.tr/haberler.aspx?HaberID=2492#.VuMaio9OKP8>, 2016.
4. Mason, K.J., "The Propensity of Business Travellers to Use Low Cost Airline", **Journal of Transport Geography**, Cilt 8, 107-119, 2000.
5. Fourie, C. ve Lubbe, B., "Determinants of Selection of Full-Service Airlines and Low-Cost Carriers –A note on Business Travellers in South Africa", **Journal of Air Transport Management**, Cilt12, 98-102, 2006.
6. Ni, X. C., Zuo, H. F., Liu, M. ve Chen, F. T., "Extensive Comprehensive Evaluation Supplier", **Journal of Harbin Institute of Technology**, Cilt 38, No 7, 1168-1172, 2006.
7. Liou, J. J. H., Tzeng, G. H., Tsai, C. Y. ve Hsu, C. C., "A hybrid ANP Model in Fuzzy Environments for Strategic Allienca Partner Selection in the Airline Industry", **Applied Soft Computing**, Cilt 11, 3515 – 3524, 2011.
8. Liou, J. J. H., "Developing an Integrated Model for the Selection of Strategic Alliance Partnyers in the Airline Industry", **Knowledge-Based Systems**, Cilt 28, 59-67, 2012.
9. Ozdemir, Y., H. Basligil ve M. Karaca, "Aircraft Selection using Analytic Network Process: A case for Turkish Airlines", **Proceedings of the World Congress on Engineering**, London, Cilt 2, 1155-1159, 6-8 July 2011.
10. Gomes, L. F. A. M., Fernandes, J. E. M. ve Soares de Mello, J. C. C. B., "A Fuzzys to Chastic Approach to the Multicriteria Selection of an Aircraft for Regional Chartering", **Journal of Advanced Transportation**, Cilt 48, 223-237, 2014.
11. Oktal, H. ve Oktal, Ö., "The New IT Trends in Air Transportation: Assessing the IT Applications of Airlines in Turkey", **International Journal of Logistics Systems and Management**, Cilt 11, No 2, 160-174, 2012.
12. Maji, L. ve "A note on "A Modified VIKOR Multiple-criteria Decision Method for Improving Domestic Airlines Service Quality", **Journal of Air Transport Management**, Cilt 20, 7-8, 2012.
13. Liao, C-N., "Fuzzy Approach to Business Travel Airline Selection Using an Integrated AHP-TOPSIS-MSGP Methodology", **International Journal of Information Technology & Decision**, Cilt 12, No 1, 119-137, 2013.
14. Zadeh, L.A., "Fuzzy set", **Information Control**, Cilt 18, No 2, 338-353, 1965.
15. Hsu, Yueh-Ling, Hsu, Chao-Che ve Bing, Pei-Chi, "Capturing Passengers' Voices: The Application of Kano's Model in The Airline Industry", **International Conference on Logistics, Shipping and Port Management**, Taywan, 2007.
16. Shahin, A. ve Zairi, M., "Kano Model: A Dynamic Approach for Classifying and Prioritising Requirements of Airline Travellers with Three Case Studies on International Airlines", **Total Quality Management and**

- Business Excellence**, Cilt 20, No 9, 1003-1028, 2009.
17. Mikulić, J. ve Prebežac, D., "Rethinking the Importance Grid as a Research Tool for Quality Managers", **Total Quality Management and Business Excellence**, Cilt 22, No 9, 993-1006, 2011.
 18. Zhang, X. ve Chen, R., "Asymmetric Effects, Regulatory Focus, and Attribute Satisfaction - Mixed Experimental Evidence in Airline Overbooking Recovery", **International Journal of Production Economics** Cilt 142, No 1, 27-36, 2013.
 19. Hu, K.C. ve Hsiao, M.W., "Developing a Quality Risk Assessment Model of Airline Service", **Proceedings of the 18th International Conference of Hong Kong Society for Transportation Studies**, Hong Kong, 181-188, 14-16 December 2013.
 20. Cao, C.L., Goh, T.N., "Balancing The Quality and Price of Service - A Case Study", **IEEE International Engineering Management Conference**, Cilt 3, 1100-1104, 2004.
 21. Korkmaz, H., **Müşteri Memnuniyetinde Kano Modeli: Türkiye'deki Havayolu Yolcuları Örneği**, Yüksek lisans tezi, Balıkesir Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, 2013.
 22. Zhang, X., "Asymmetric Impact of Attributes Performance on Overbooking Recovery Satisfaction", **8th International Conference on Service Systems and Service Management**, Tianjin, 1-5, 25-27 June 2011.
 23. Deng, Y., Xiong, J. ve Fu, P., "Airline Safety Evaluation Based on Fuzzy TOPSIS", **Lecture Notes in Computer Science**, 4430 LNCS, 282-287, 2007.
 24. Nejati, M., Nejati, M. ve Shafaei, A. "Ranking Airlines' Service Quality Factors Using A Fuzzy Approach: Study of the Iranian Society", **International Journal of Quality and Reliability Management**, Cilt 26, No 3, 247-260, 2009.
 25. Wei, D., Deng, Y., Li, Y., Zhang, Y., Tang, S. "Multi-Criteria Safety Evaluation Index with TOPSIS under Uncertain Environment", **ICIC Express Letters, Part B: Applications**, Cilt 3, No 1, 83-89, 2012.
 26. Kuo, M.-S., "A Novel Interval-Valued Fuzzy MCDM Method for Improving Airlines' Service Quality in Chinese Cross-Strait Airlines", **Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review**, Cilt 47, No 6, 1177-1193, 2011.
 27. Deveci, M. Demirel, N.Ç., John, R. ve Ozcan, E. "Fuzzy Multi-Criteria Decision Making for Carbondioxide Geological Storage in Turkey", **Journal of Natural Gas Science and Engineering**, 1-14, 2015.
 28. Lee, G., Jun, K.S. ve Chung, E.-S. "Group Decision-Making Approach for Flood Vulnerability Identification Using the Fuzzy VIKOR Method", **Natural Hazards and Earth System Sciences**, Cilt 15, No 4, 863-874, 2015.
 29. Parameshwaran, R., Kumar, S. P. ve Saravanakumar, K., "An Integrated Fuzzy MCDM Based Approach for Robot Selection Considering Objective and Subjective Criteria", **Applied Soft Computing**, Cilt 26, 31-41, 2015.
 30. Karadayi, M.A. ve Karsak, E.E. "Fuzzy MCDM Approach for Health-Care Performance Assessment in Istanbul", **WMSCI 2014 - 18th World Multi-Conference on Systemics, Cybernetics and Informatics, Proceedings 2**, 228-233, 2014.
 31. Chaghooshi, A.J., Fathi, M.R. ve Kashef, M. "Integration of Fuzzy Shannon's Entropy with Fuzzy TOPSIS for Industrial Robotic System Selection", **Journal of Industrial Engineering and Management**, Cilt 5, No 1, 102-114, 2012.
 32. Vinodh, S., Sarangan, S. ve Vinoth, S. C., "Application of Fuzzy Compromise Solution Method for Fit Concept Selection", **Applied Mathematical Modelling**, Cilt 38, 1052-1063, 2014.
 33. Kavitha, C. ve Vijayalakshmi, C., "Implementation of Fuzzy Multicriteria Decision Technique to Identify the Best Location for Call Center", **Proceedings of the 2nd International Conference on Trends in Information Sciences and Computing**, 21-27, 2010.
 34. Cevikcan, E., Cebi, S. ve Kaya, I., "Fuzzy VIKOR and Fuzzy Axiomatic Design Versus to Fuzzy TOPSIS: An Application of Candidate Assessment", **Journal of Multiple-Valued Logic and Soft Computing**, Cilt 15, No 2-3, 181-208, 2009.
 35. Kano, N., Seraku, N., Takahashi, F. ve Tsuji, S., "Attractive Quality and Must-be Quality", **The Journal of the Japanese Society for Quality Control**, Cilt 14, No 2, 39-48, 1984.
 36. Tan, K.C., Shen, X.X., "Integrating Kano's Model in The Planning Matrix of Quality Function Deployment", **Total Quality Management**, Cilt 11, No 8, 1141-1151, 2000.
 37. Delice, E.K., Güngör, Z., "A New Mixed Integer Linear Programming Model for Product Development Using Quality Function Deployment", **Computer and Industrial Engineering**, Cilt 57, No 3, 906-912, 2009.
 38. Delice, E.K., **Kalite Fonksiyon Yayılım Sürecinin Eniyilenmesi: Çok Amaçlı Programlama Yaklaşımına Dayalı Bir Karar Destek Sistemi**, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2010.
 39. Cheng, B.-W. ve Chiu, W.-H., "Two-Dimensional Quality Function Deployment: An Application for Deciding Quality Strategy Using Fuzzy Logic", **Total Quality Management and Business Excellence**, Cilt 18, No 4, 451-470, 2007.

40. Matzler, K. ve Hinterhuber, H. H., "How to Make Product Development Projects More Successful by Integrating Kano's Model of Customer Satisfaction into Quality Function Deployment", **Technovation**, Cilt 18, No 1, 25-38, 1998.
41. Berger, C. et al. "Kano's methods for understanding customer-defined quality", **Center for Quality Management Journal (Fall)**, Cilt 2, 3-35, 1993.
42. İltter, B., Özgen, Ö. ve Aykol, B., "Lise Öğrencilerinin Alışveriş Merkezi Gereksinimlerinin Kano Modeli İle Sınıflandırılması: İzmir İli Uygulaması", **İşletme Fakültesi Dergisi**, Cilt 8, No 2, 141-162, 2007.
43. Opricovic, S., **Multicriteria Optimization of Civil Engineering Systems**, Doktora Tezi, Faculty Civil Engineering, Cilt 2, No 1, 5-21, 1998.
44. Liua,H-C., Youa, J.-X., Youb, X.-Y. ve Shan, M.-M. "A Novel Approach for Failure Mode and Effects Analysis Using Combination Weighting and Fuzzy VIKOR Method", **Applied Soft Computing**, Cilt 28, 579-588, 2015.
45. Tadic, S., Zecevic, S., Krstic, M., "A Novel Hybrid MCDM Model Based on Fuzzy DEMATEL, Fuzzy ANP and Fuzzy VIKOR for City Logistics Concept Selection", **Expert Systems with Applications**, Cilt 41, 8112-8128, 2014.
46. Chen, L.Y. ve Wang, T.-C., "Optimizing Partners' Choice in IS/IT Outsourcing Projects: the Strategic Decision of Fuzzy VIKOR", **International Journal of Production Economics**, Cilt 20, No 1, 233-242, 2009.
47. Safari, H., Faraji,Z. ve Majidian,S. "Identifying and Evaluating Enterprise Architecture Risks Using FMEA and Fuzzy VIKOR", **Journal Intelligent Manufacturing**, Cilt 27, No 2, 475-486, 2016.
48. Chang, Y. H. ve Yeh, C. H. "A Survey Analysis of Service Quality for Domestic Airlines", **European Journal of Operational Research**, Cilt 139, 166-177, 2002.
49. Chang, Y. H., Chung, H. Y. ve Wang, S. Y. "A Survey and Optimization-Based Evaluation of Development Strategies for the Air Cargo Industry", **International Journal of Production Economics**, 106, 550-562, 2007.
50. Kahraman, C., Beskese, A., ve Ruan, D., "Measuring Flexibility of Computer Integrated Manufacturing Systems Using Fuzzy Cash Flow Analysis", **Information Sciences**, 168, 77-94, 2004.
51. Zimmerman, H. J., "Fuzzy Sets theory and Its Applications", Boston: Kluwer Academic Publishers, 1996.
52. Can, G.F., Atalay, K. D. ve Eraslan, E. "Çalışma Duruşlarının Bulanık Ortamda Analizi ve Ergonomik İş İstasyonu Tasarım Önerileri", **Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University**, Cilt 30, No 3, 451-460, 2015.
53. Opricovic, S. ve Tzeng G. H., "Compromise Solution by MCDM Methods: A Comparative Analysis of VIKOR and TOPSIS", **European Journal of Operational Research**, Cilt 156, No 2, 445-455, 2004.
54. Akyuz, G., "Supplier Selection with Fuzzy VIKOR Method", **Ataturk University Journal of Economics and Administrative Sciences**, Cilt 26, No 1, 197-215, 2012.
55. C.L. Hwang ve K. Yoon, **Multiple Attribute Decision Making Methods and Applications**, Springer-Verlag, New York, 1981.
56. Kaya, İ., Kılınc, S. ve Çevikcan, E., "Makine-tehizat Seçim probleminde Bulanık Karar Verme Süreci", **Mühendis ve Makina**, Cilt 49, No 576, 8-14, 2007.
57. Dağdeviren, M. ve Yüksel, İ., "A Fuzzy Analytic Network Process (ANP) Model for Measurement of the Sectoral Competition Level (SCL)", **Expert Systems with Applications**, Cilt 37, 1005-1014, 2010.
58. Kabak, M., Dağdeviren, M. "Prioritization of Renewable Energy Sources for Turkey by Using a Hybrid MCDM Methodology", **Energy Conversion and Management**, Cilt 79, 23-33, 2014.
59. Chen, C.T., "Extensions of the TOPSIS for Group Decision-Making Under Fuzzy Environment", **Fuzzy Sets Systems**, Cilt 114, No 1, 1-9, 2000.
60. Griffin, A., and Hauser, J. R., "The Voice of the Customer." **Marketing Science**, Cilt 12, No 1, 1-27, 1993.
61. Dominici, G. ve Palumbo, F., "How to Build an E-Learning Product: Factors for Student/Customer Satisfaction", **Business Horizons**, Cilt 56, 87-96, 2013.
62. M. Bevilacqua, F. E. Ciarapica, G. ve Giacchetta, "A Fuzzy-QFD Approach to Supplier Selection", **Journal of Purchasing & Supply Management**, Cilt 12, No 1, 14-27, 2006.
63. Piaw, C.Y., **Asas Statistik Penyelidikan**, McGrawHill, Malaysia, 2006.
64. Chen, Chen-Tung, Lin, Ching-Torng, Huang, Sue-Fn, "A Fuzzy Approach For Supplier Evaluation And Selection In Supply Chain Management", **International Journal Of Production Economics**, 102, 289-301, 2006.