

Havaalanlarının performans analizinde bulanık çok ölçütlü karar verme yaklaşımı

Meriç Hatice GÖKDALAY*, **Güngör EVREN**

İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Ulaştırma Mühendisliği Programı, 34469, Ayazağa, İstanbul

Özet

Havaalanları, havayolu sisteminin karmaşık, dinamik ve en önemli yapısıdır. Sistem bütünlüğü içinde sunulan hizmetlerde işlevselliğin ve kalitenin sağlanması gerekir. Yalnızca ulaşım ihtiyaçlarının karşılandığı değil, daha ticari yapıda kazanç getirme anlayışı ile işletmeleri doğrultusunda değişim yaşamaktadırlar. Bu değişen anlayışlara göre hedefler de değişmektedir. Belirlenen hedeflere ulaşılmasında başarılı olunması için sunulan hizmetler açısından performanslarının sürekli en üst düzeyde tutulması gerekmektedir. Bu çalışmada havaalanlarının hem kendi iç performanslarının değerlendirilebileceği hem de benzer havaalanları ile karşılaştırma yapılabileceği, yolcular, havayolu işletmeleri, havaalanı işletmecisi ve bölge yaşayanlarının beklentileri ve almak istedikleri hizmetlere ilişkin oluşturulan hizmet, operasyonel ve teknik, finansal ve çevresel ölçütlerle kullanıcıya odaklı bir performans modeli geliştirilmiştir. Bu model ile özellikle belirlenen hedefler doğrultusunda havaalanlarının üst düzeyde performans ile işletilebilmesinin çok taraflı sorumluluk gerektiren bir faaliyet olduğu vurgulanması amaçlanmıştır. Bu modelde ölçütler için elde edilen verilerin klasik sayısal ve sözel nitelikli olmaları nedeniyle, model için en uygun yöntemin Bulanık Çok Ölçütlü Karar Verme yaklaşımının olduğu kanısına varılmış ve model çalışmasında Bulanık TOPSIS ve Bulanık Basit Ağırlıklı Toplam yöntemleri kullanılmıştır. Uygulama olarak iki ayrı çalışma yapılmıştır. Bunlardan ilki, İstanbul Atatürk, İzmir Adnan Menderes, Bodrum, Dalaman ve Antalya havalimanlarının karşılaştırılması, diğeri İstanbul Atatürk, Atina Venizelos, Viyana ve Münih Havalimanları arasında performans karşılaştırmasıdır.

Anahtar Kelimeler: *Havaalanları, performans, çok ölçütlü karar verme, bulanık kümeler.*

*Yazışmaların yapılacağı yazar: Meriç Hatice GÖKDALAY. m-gokdalay@tkb.com.tr; Tel: (312) 231 84 00.

Bu makale, birinci yazar tarafından İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Ulaştırma Mühendisliği Programı'nda tamamlanmış olan "Havaalanlarının performans analizinde bulanık çok ölçütlü karar verme yaklaşımı" adlı doktora tezinden hazırlanmıştır. Makale metni 25.01.2008 tarihinde dergiye ulaştırılmış, 03.04.2008 tarihinde basım kararı alınmıştır. Makale ile ilgili tartışmalar 31.03.2010 tarihine kadar dergiye gönderilmelidir.

Fuzzy multicriteria decision making approach for airport performance analysis

Extended abstract

Air transportation, which provides fast, reliable and comfortable transportation, enables the different geographical areas to be closer, and thus it causes to develop the commercial, touristic and social life and to meet different cultures. Privatization, commercialism, liberalization concepts along with the rapid developments of economic and social transformations has not only influenced the air carrier system but also airports which are the most important elements of the air transportation system. In the frame of these new concepts, airports which are the ones of the basic service sector investments are transformed from the public investments providing only transportation needs, to the investments making trade and earning profits by providing various type of services. Some of these airports have big goals such as being international hubs which supply much more gains not only for themselves but also for their region and countries. By all these transformations and goals, in order to go further and better levels, in the sense of operation of the airports, evaluating the internal performances of airports and benchmarking them with similar airports should be performed, then necessary improvements and arrangements in the direction of the performance results should be applied.

At the airports, there are different customers and interest groups which have different expectations from the airports. These are mainly passengers, airlines, airport operators and regional residents. In this study, arising from the idea of "airports' performances should be represented not only by the performance levels of the expectations of one customer group, but also those of all customer or interest groups' as well", a customer oriented performance model composed of the service, operational and technical, financial and environmental criteria representing the expectations of passengers, airlines, airport operators and regional residents, has been developed for airports. This model enables the airports' internal performances to be evaluated and their performances to be compared with those of the other airports. With this model, it is aimed to stress that operating the airports at the highest performance levels depend on the activities which require multi responsibilities for reaching the goals.

Because of the fact that there are many criteria to be evaluated for the model and the data required for these criteria are both objective and subjective, it is decided that the most suitable approach is Fuzzy Multi-Criteria Decision Making. In evaluation of the model, "Fuzzy TOPSIS" and "Fuzzy Simple Additive Weighting" methods were used and for Fuzzy TOPSIS method, Chen and Hwang's right and left scoring ranking, for Fuzzy Simple Additive Weighting method, Abdel-Kader and Dugdale's and Liou and Wang's ranking methods were applied. Weighting of the criteria and rating of the airports have been performed directly by customers and interest groups.

In this study, two case studies were performed. The first one was the comparison of Istanbul Atatürk, Izmir Adnan Menderes, Bodrum, Dalaman and Antalya Airports in Turkey. The results of general evaluations of this case study demonstrate that the performances of airports which their international terminals are operated by private sector, are higher than those of the airports operated by public sector. Also, the results demonstrate that the rate of international passengers affect the financial performance of airports. The second case study is the comparisons of performances of Istanbul Atatürk, Athens Venizelos, Munich and Vienna airports. At this practice, the service and operation and technical sub-models were integrated as a general model and it aims to test the competitive strength of Atatürk airport against to Athens Venizelos, Munich, Vienna airports. At the second case study, two comparison were performed. At comparison among Istanbul Atatürk, Vienna and Munich Airports, Istanbul Atatürk Airport has the lowest performance score. At the second comparison, the performance of Atatürk Airport was compared with that of Athens Venizelos Airport. As seen in the result, their scores are very close. Istanbul Atatürk and Athens Airports serve in the same geographic region and their strategic goals are being international hub. In this way, the winning airport will be the one which will make the required investment and utilize the marketing techniques created by their skills to develop its performance. In this study, the importance of the evaluation of airports' performance has been stressed and proposed an "Airports' Performance Monitoring and Developing Organization" to be established by Civil Aviation Authorities.

Keywords: Airports, performance, multicriteria decision making, fuzzy sets.

Giriş

Havayolu, sağladığı hızlı, güvenli ve konforlu ulaşım ile farklı coğrafyaların birbirine daha fazla yakınlaşmasını sağlayarak ticaret, turizm ve sosyal açıdan gelişimlerine ve farklı kültürlerin biraraya gelmesine neden olmuştur. Hızla gelişen ekonomik ve sosyal değişimlerle birlikte serbestleşme, liberalleşme ve özelleşme gelişmelerinin sonucu olarak özel havayolu işletmelerinin sayıları artmış, özellikle düşük maliyetli havayolu işletmeleri pazarda yerini almış ve bunların istediği fiyatta, istediği hatta ve istediği noktalara uçuş yapabilme olanakları doğmuştur. Bu gelişmeler havayolu işletmeleri ile havaalanı yönetimleri arasında farklı boyutta ilişkilerin ortaya çıkmasına neden olmuş, bu ilişkiler de gerek havayolu işletmeleri gerekse havaalanları arasında rekabeti de beraberinde getirmiştir. Hizmet sektörü yatırımlarından olan havaalanları, bu anlayışlar çerçevesinde yalnızca ulaşım gereksinimlerini karşılayan ve kamu hizmeti veren yatırımlar yerine, sundukları çeşitli hizmet yelpazesi kapsamında ticari iş yapan ve kazanç sağlayan, işletmelere dönüşmektedir. Bu işletmelerin bazıları bir takım koşulların da uygunluğu ile kendileri için uluslararası büyük aktarma merkezleri olma hedefleri belirlemektedirler. Bu hedeflerin sadece işletmenin kendisi için değil buldukları bölge veya ülkeleri için de büyük getirisi olabilmektedir.

Tüm bu değişimler ve hedefler çerçevesinde, daha ileriye ve iyiye gitmek ve diğer havaalanları ile rekabet edebilmek için, havaalanlarının işletilmesinde hem kendi iç performanslarının değerlendirilmesi hem de diğer havaalanları ile performansların karşılaştırılarak göstergeler doğrultusunda hareket edilmesi gerekmektedir.

Ülkemizde havaalanlarının sistem bütünlüğü çerçevesinde performans çalışması yapılmamış olup, bu çalışmada havaalanlarının hem kendi iç performanslarını değerlendirebilecekleri hem de benzer havaalanları ile karşılaştırma yapabilecekleri, kullanıcılarının yolcular, havayolu işletmeleri, havaalanı işletmecisi ve bölge yaşayanları -beklentileri ve almak istedikleri hizmetlere ilişkin ortak karar verme mekanizması çerçevesinde oluşturulan yolcu hizmetleri, operas-

yonel ve teknik, finansal ve çevresel ölçütlerle kullanıcıya odaklı bir performans modeli geliştirilmiştir. Bu model ile özellikle belirlenen hedefler doğrultusunda havaalanlarının üst düzeyde performans ile işletilmesinin çok taraflı sorumluluk gerektiren bir faaliyet olduğunun vurgulanması amaçlanmıştır.

Literatür araştırması

Havaalanları performansları üzerine literatürde pek çok çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmaların ağırlıklı bir kısmı finansal verimlilik ve operasyonel etkinliklerin ölçülmesine, bir kısmı da yolculara sunulan hizmetler açısından havaalanlarının değerlendirmesine ilişkin yapılan çalışmalardır.

Adler ve Berechman (2001)'in yapmış olduğu çalışmada ise, çoğunluğu Batı Avrupa'da olan dünyanın belli başlı havaalanlarının kalitelerinin ve göreceli etkinliklerinin havayolu işletmeleri açısından özellikle uçuş ağlarına olan uyumluluğu ve katkıları açısından değerlendirilmesi Veri Zarflama Analizi ile gerçekleştirilmiştir. Havaalanlarının yolculara sunduğu hizmetler açısından değerlendirilmesine ilişkin bir çalışma Yeh ve Kuo (2003) tarafından yapılmıştır. Bu çalışmada yolcuların memnuniyetine ilişkin 6 ölçüt geliştirilmiş ve Bulanık Çok Ölçütlü Değerlendirme yönteminde optimalite derecesi yaklaşımı kullanılmıştır. Pels ve diğerlerinin (2001) çalışmasında ise Avrupa havaalanlarının göreceli etkisizliği Veri Zarflama Analizi yöntemi ile ölçülmüştür. Bunların dışında Sarkis (2000) tarafından Amerikan havaalanlarının, Martin ve Roman (2001) tarafından ise İspanya'daki havaalanlarının operasyonel etkinliğine ilişkin çalışmalar yapılmış ve Veri Zarflama Analizi kullanılmıştır. Hooper ve Hensher (1997) de Toplam Faktör Verimliliği yöntemi ile altı Avustralya havaalanının finansal performansını ölçmüşlerdir. Gillen ve Lall (1997) ise çalışmalarında havaalanlarının terminalleri ve hava tarafı operasyonları için verimlilik ölçütleri geliştirerek havaalanlarının performanslarının Veri Zarflama Analizi ile değerlendirilmesini sağlayan modelleme yapmışlardır. Bu çalışmanın uygulaması için 21 önemli Amerikan havaalanı değerlendirmeye alınmıştır.

Bu çalışmadaki yaklaşım: Bulanık çok ölçütlü karar verme

Bu çalışmada literatürdeki çalışmalardan farklı olarak “Bir havaalanının performansı bir kullanıcı grubuna verilen hizmetlerin değerlendirilmesi ile değil, tüm kullanıcı gruplarına verilen hizmetlere ilişkin performans ile temsil edilmesi” görüşü ile tüm grupların beklentilerini tek bir modelde toplayan, 4 düzeyli olarak yapılandırılmış bir performans modeli geliştirilmiştir. Modelde yer alan ölçütlerin ağırlıklandırılmasında sözel terimler, performans değerlendirmelerinde ise klasik sayısal ve sözel terimler kullanıldığından model için en uygun yöntem olarak Bulanık Çok Ölçütlü Karar Verme yaklaşımı kullanılmıştır.

Havaalanlarının performans analizinde sistemi temsil eden modelin çözümü için Bulanık TOPSIS ve Bulanık Basit Ağırlıklı Toplam yöntemleri uygulanmıştır.

Problemde, A_i ($i=1,2,3,\dots,m$) havaalanları seçeneklerini, C_j ($j=1,2,3,\dots,n$), kullanıcı gruplarının ilgi ve beklentilerine ilişkin 1. düzey ana ölçütleri C_{jk} ($k=1,2,3,\dots,p$) 2. düzey alt ölçütleri, C_{jkt} ($t=1,2,3,\dots,r$) 3. düzey alt ölçütleri, C_{jktu} ($u=1,2,3,\dots,v$) ise 4. düzey alt ölçütleri ifade etmektedir.

Bulanık TOPSIS uygulamasında, ölçütler için Chen ve Hwang’ın sağ ve sol değerleri kullanarak sıralama yöntemi, Bulanık Basit Ağırlıklı Toplam yönteminde de Abdel- Kader ve Dugdale ile Liou ve Wang’ın sıralama yöntemleri kullanılmıştır.

TOPSIS yönteminin uygulanmasında ölçütlerin önem ağırlıkları ve havaalanlarının performans değerlemeleri için Chen ve Hwang’ın geliştirdiği ölçekler kullanılmış olup, önem ağırlıkları için önemsiz, az önemli, orta derecede önemli, önemli, çok önemli terimleri için ölçeklerde yer alan çok düşük, düşük, orta, yüksek, çok yüksek ifadelerine karşılık gelen değerler kullanılmıştır. Türkiye havalimanlarının performans değerlemelerinde hizmet ve operasyonel ve teknik ölçütler için 5, finansal ve çevresel ölçütler için 13 ifadeli ölçek

kullanılmış olup, yurtdışı havalimanlarının değerlendirilmesinde ise hizmet ölçütleri için 5, operasyonel ve teknik ölçütleri için çok düşük, düşük, orta düşük, orta, orta yüksek, yüksek çok yüksek olarak 7 ifadeli ölçek kullanılmıştır. Sözel ifadelerle ilişkin bulanık değerler, Tablo 1, 2, 3, 4’te verilmektedir. Tablolar Ölçer ve Odabaşı’nın (2005) hazırladığı tablodan uyarlanmıştır. Bulanık Ağırlıklı Toplam Yöntemi için ise kullanılan ölçekler Tablo 5 ve Tablo 6’da gösterilmiştir.

Tablo 1. Ölçek 1 ve Ölçek 2

	Sözel İfade	Ölçek 1	Ölçek 2
1	Hiç		
2	Çok Düşük		
3	Düşük-Çok Düşük		
4	Düşük		(0.0,0.2,0.4)
5	Orta Der. Düşük		
6	Aş.Yuk. Düşük		
7	Orta	(0.4,0.6,0.8)	(0.2,0.5,0.8)
8	Aş. Yuk. Yüksek		
9	Orta Der.Yüksek		
10	Yüksek	(0.6,0.8,1)	(0.6,0.8,1,1)
11	Yüksek-Çok Yük.		
12	Çok Yüksek		
13	Ol.üstü Yüksek		

Tablo 2. Ölçek 3 ve Ölçek4

	Sözel İfade	Ölçek 3	Ölçek 4
1	Hiç		
2	Çok Düşük	(0.0,0.1,0.2)	
3	Düşük-Çok Düşük		
4	Düşük	(0.1,0.25,0.4)	(0,0,0.3)
5	Orta Der. Düşük		(0,0.25,0.5)
6	Aş.Yuk. Düşük		
7	Orta	(0.3,0.5,0.7)	(0.3,0.5,0.7)
8	Aş. Yuk. Yüksek		
9	Orta Der.Yüksek		(0.5,0.75,1)
10	Yüksek	(0.6,0.75,0.9)	(0.7,1,1)
11	Yüksek-Çok Yük.		
12	Çok Yüksek	(0.8,0.9,1,1)	
13	Ol.üstü Yüksek		

Modelde kullanılan bulanık sayılar üçgensel bulanık sayılar olup bir A bulanık sayısının gösterimi $A = (a, b, c)$ ’dir. Üyelik fonksiyonu (1)’de gösterildiği gibidir.

Tablo 3. Ölçek 5 ve Ölçek 6

Sözel İfade	Ölçek 5	Ölçek 6
1 Hiç		
2 Çok Düşük	(0,0,0.2)	(0,0,0.1,0.2)
3 Düşük-Ç. Düşük		
4 Düşük	(0,0.2,0.4)	(0.1,0.2,0.3)
5 Orta Der. Düşük	(0.2,0.4,0.6)	
6 Aş. Yük. Düşük		(0.2,0.3,0.4,0.5)
7 Orta		(0.4,0.5,0.6)
8 Aş. Yük. Yüksek		(0.5,0.6,0.7,0.8)
9 Orta Dr. Yüksek	(0.4,0.6,0.8)	
10 Yüksek	(0.6,0.8,1)	(0.7,0.8,0.9)
11 Yüksek-Çok Yük.		
12 Çok Yüksek	(0.8,1,1)	(0.8,0.9,1,1)
13 Ol.üstü Yüksek		

Tablo 4. Ölçek 7 ve Ölçek 8

Sözel İfade	Ölçek 7	Ölçek 8
1 Hiç		(0,0,0.1)
2 Çok Düşük	(0,0,0,0.2)	(0,0.1,0.2)
3 Düşük-Çok Düşük	(0.0,0.1,0.3)	(0.1,0.2,0.3)
4 Düşük	(0,0.2,0.4)	(0.1,0.3,0.5)
5 Orta Der. Düşük	(0.2,0.35,0.5)	(0.3,0.4,0.5)
6 Aş. Yük. Düşük		(0.4,0.45,0.5)
7 Orta	(0.3,0.5,0.7)	(0.3,0.5,0.7)
8 Aş. Yük. Yüksek		(0.5,0.55,0.6)
9 Orta Dr. Yüksek	(0.5,0.65,0.8)	(0.5,0.6,0.7)
10 Yüksek	(0.6,0.8,1)	(0.5,0.7,0.9)
11 Yüksek-Çok Yük.	(0.7,0.9,1,1)	(0.7,0.8,0.9)
12 Çok Yüksek	(0.8;1,1)	(0.8,0.9,1)
13 Ol.üstü Yüksek		(0.9,1,1)

Tablo5. BAT yönteminde kullanılan 5 ifadeli ölçek

Sözel ifadeler	Bulanık Değerler
Çok Önemli/ Çok İyi/ Çok Yüksek	(0.7; 1.0; 1.0)
Önemli/ İyi/ Yüksek	(0.7; 0.9; 1.0)
Orta Der. Ön./ Orta	(0.5; 0.7; 0.9)
Az Önemli/ Az Yeterli/ Düşük	(0.3; 0.5; 0.7)
Önemsiz/ Yetersiz/ Çok Düşük	(0.0; 0.0; 0.3)

Tablo 6. BAT yönteminde kullanılan 7'li ölçek

Sözel ifadeler	Bulanık Değerler
Çok İyi	(0.9; 1.0; 1.0)
İyi	(0.7; 0.9; 1.0)
Orta Yüksek	(0.5; 0.7; 0.9)
Orta	(0.3; 0.5; 0.7)
Orta Düşük	(0.1; 0.3; 0.5)
Düşük	(0.0; 0.1; 0.3)
Çok Düşük	(0.0; 0.0; 0.1)

$$\mu^A(x) = \begin{cases} 0, & x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a}, & a \leq x \leq b \\ \frac{c-x}{c-b}, & b \leq x \leq c \\ 0, & x \geq c \end{cases} \quad (1)$$

Bulanık sayılarda aritmetik işlemler:

$$\tilde{A} = (a, b, c) \quad \tilde{B} = (d, e, f)$$

1. Toplama:

$$\tilde{A} \oplus \tilde{B} = (a + d, b + e, c + f) \quad (2)$$

2. Çıkarma

$$\tilde{A}(-)\tilde{B} = (a - f, b - e, c - d) \quad (3)$$

3.Çarpma $\tilde{A} \otimes \tilde{B} = (a \times d, b \times e, c \times f)$ (4)

4.Sabit bir sayı ile çarpma

$$k > 0, k \in R; k \otimes \tilde{A} = (ka, kb, kc) \quad (5)$$

5. Bölme $\tilde{A} (\div) \tilde{B} = \left(\frac{a}{f}, \frac{b}{e}, \frac{c}{d} \right)$ (6)

Bulanık sayıların sıralanması

Çok Ölçütlü Karar Verme yaklaşımında TOPSIS yöntemi için öncelikle Chen ve Hwang'ın (1992) geliştirdiği yönteme göre en küçükleyen ve en büyükleyen kümeler elde edilir. Bunlar:

$$\mu_{\max}(x) = \begin{cases} x, & 0 \leq x \leq 1, \\ 0, & x < 0 \text{ veya } x > 1 \end{cases} \quad (7)$$

$$\mu_{\min}(x) = \begin{cases} 1-x, & 0 \leq x \leq 1 \\ 0, & x < 0 \text{ veya } x > 1 \end{cases} \quad (8)$$

A bulanık sayısının sağ değeri:

$$\mu_R(A) = \sup_x [\mu^A(x) \wedge \mu_{\max}(x)] \quad (9)$$

A bulanık sayısının sol değeri;

$$\mu_L(A) = \sup_x [\mu^A(x) \wedge \mu_{\min}(x)] \quad (10)$$

Toplam değerler, sağ ve sol değerler yardımı ile hesaplanır.

$$\mu^T(x) = [\mu^R(A) + 1 - \mu^L(A) / 2] \quad (11)$$

Bu yöntemde ölçütlerin önem derecelerini gösteren ağırlık hesaplamalarında Tablo 5'te gösterilen 5 ölçekli sözel ifadelerin klasik sayıya çevriminde Chen ve Hwang'ın (1992) ölçekleri kullanılmış ve normalize edilmiştir.

Ölçütlerin ağırlıklarının normalize edilmesi aşağıdaki formülle gösterilmiştir.

$$w = \frac{w_j}{\sum_{j=1}^n w_j}, \quad w_j = \{j = 1, 2, 3, \dots, n\} \quad (12)$$

TOPSIS yöntemine göre performans değerlendirme hesaplamaları aşağıdaki aşamalara göre yapılır:

1. Normalize karar matrisi hesaplanır. Normalize değer, r_{ij} aşağıda verilen formül ile hesaplanır;

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}}, \quad i = 1, 2, \dots, m; \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (13)$$

2. Ağırlıklı normalize karar matrisi hesaplanır. Ağırlıklı normalize değer, v_{ij} , aşağıdaki formül ile hesaplanır;

$$v_{ij} = w_i r_{ij}, \quad i = 1, 2, \dots, m; \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (14)$$

$$\sum_{j=1}^n w_j = 1 \quad (15)$$

w_j : j ölçütünün ağırlığı,

3. İdeal ve negatif-ideal çözüm belirlenir.

$$A^* = \{(\max_i v_{ij} / j \in J), (\min_i v_{ij} / j \in J')\} \quad (16)$$

(i= 1,2,3,..m)

$$A^* = \{v_1^*, v_2^*, v_3^*, \dots, v_j^*, \dots, v_n^*\},$$

$$A^- = \{(\min_i v_{ij} / j \in J), (\max_i v_{ij} / j \in J')\} \quad (17)$$

(i= 1,2,3,..m)

$$A^- = \{v_1^-, v_2^-, v_3^-, \dots, v_j^-, \dots, v_n^-\},$$

J = (j= 1,2,3.... n, j : fayda ölçütleri)

J' = (j= 1,2,3....n, j' : maliyet ölçütleri)

4. Uzaklık ölçü değerleri hesaplanır. Her seçenek arasındaki uzaklık n boyutlu seçeneğin pozitif ideal çözümden uzaklığı aşağıdaki formül ile verilmektedir:

$$S_i^* = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^*)^2}, \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (18)$$

Negatif- ideal çözümden uzaklık:

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2}, \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (19)$$

5. İdeal çözüme göreceli yakınlıklar hesaplanır. A^i 'nin A^* 'a yakınlığı aşağıda verilen formül ile tanımlanır:

$$C_i^* = S_i^- / (S_i^* + S_i^-), \quad 0 < C_i^* < 1, \quad i = 1, 2, 3, \dots, m \quad (20)$$

6. Seçenekler C_i^* değerlerine en büyükten en küçüğe sıralanır.

Bulanık Ağırlıklı Toplam Yönteminde ise iki farklı sıralama yöntemi kullanılmıştır.

1. Abdel- Kader ve Dugdale (1998) sıralama yöntemine göre -

$$\tilde{A}_1 = (a_1, b_1, c_1), \quad \tilde{A}_2 = (a_2, b_2, c_2)$$

$\tilde{A}_3 = (a_3, b_3, c_3)$ bulanık sayıları için

$E = (a_1, b_1, c_1, a_2, b_2, c_2, a_3, b_3, c_3)$

$$PD(\tilde{A}_i) = (b_i) \left\{ \begin{array}{l} (\alpha) \left[\frac{c_i - x_{\min}}{x_{\max} - x_{\min} + c_i - b_i} \right] + \\ (1-\alpha) \left[1 - \frac{x_{\max} - a_i}{x_{\max} - x_{\min} + b_i - a_i} \right] \end{array} \right\} \quad (21)$$

$$\begin{aligned} x_{\min} &= \inf E \\ x_{\max} &= \sup E \end{aligned} \quad (22)$$

2. Liou ve Wang (1992) sıralama yöntemi

$\tilde{A} = (a, b, c)$ bulanık sayısı,

$\alpha \in [0,1]$ iyimserlik katsayısı olmak üzere,

$$\begin{aligned} I_T^\alpha(\tilde{A}) &= \frac{1}{2} \alpha(b+c) + \frac{1}{2} (1-\alpha)(a+b) = \\ &= \frac{1}{2} [\alpha c + b + (1-\alpha)a] \end{aligned} \quad (23)$$

Bulanık Ağırlıklı Toplam yönteminde klasik sayılar ve bulanık sayılar doğrusal transformasyon ile normalize edildikten sonra karar matrisine katılır. Ağırlıklı toplam değerler elde edildikten sonra sıralama yöntemleri uygulanır. Doğrusal transformasyon için 24 ve 25'teki formüller kullanılmaktadır.

$$\tilde{R} = [\tilde{r}_{ij}]_{m \times n}$$

$$\tilde{r}_{ij} = \left(\frac{a_{ij}}{c_j^*}, \frac{b_{ij}}{c_j^*}, \frac{c_{ij}}{c_j^*} \right), \quad j \in B \quad (24)$$

$$\tilde{r}_{ij} = \left(\frac{a_j^-}{c_{ij}^-}, \frac{a_j^-}{b_{ij}^-}, \frac{a_j^-}{a_{ij}^-} \right), \quad j \in C \quad (25)$$

$$c_j^* = \max_i c_{ij} \quad j \in B, (B: \text{fayda ölçütleri})$$

$$a_j^- = \min_i a_{ij} \quad j \in C, (C: \text{maliyet ölçütleri})$$

Model yapısı

Performans Analizi modelinde 4 ana ölçüt olup hizmet ölçütleri, yolcuların beklentilerine yönelik olup sistemin kara tarafını temsil etmektedir. Operasyonel ve teknik ölçütler de havayolu işletmelerine yönelik olup kısmen hava tarafının yeterliliği ile ilgilidir. Finansal ölçütler havaalanı işletmecisine, çevresel ölçütler de bölge yaşayanlarına yönelik ölçütlerdir. Her bir grupta yer alan ölçütlerin ağırlıklandırılması ve havalimanlarının performanslarının değerlendirilmesi karar verici gruplar, ilgili kullanıcı grupları olmuştur. Yolculara yönelik hizmet ölçütlerinin önem derecelerinin ağırlıklandırılması için Türkiye'de İstanbul Atatürk, İzmir, Bodrum, Dalaman ve Antalya havalimanlarında anket çalışması yapılmış, Türkiye havalimanları için iç ve dış hat yolcularının, yabancı havalimanları için dış hat yolcularının görüşleri alınmış performans değerlendirmeleri için ise her bir havalimanının performansı hakkında bilgi sahibi olunması gerektiğinden, değerlendirmeler yolcular adına tur rehberlerine yaptırılmıştır. Operasyonel ve teknik ölçütlerin ağırlıklandırılmasında ve performans değerlendirmesinde havayolu işletmeleri, Eurocontrol, Türkiye Havayolu Pilotları Derneği, Anadolu Üniversitesi Sivil Havacılık Yüksek Okulu Seyrüsefer Bölümü öğretim üyeleri, Alman, Avusturya, Yunan ve Türk Hava Kontrolörleri Derneklerinden bilgi alınmıştır. Finansal ölçütlerin önem derecelerinin ağırlıklandırılmasında Türkiye'de havaalanı işletmecisi olarak Devlet Hava Meydanları İşletmesi Genel Müdürlüğü ve özel terminal işletmecilerinden görüş alınmış ancak performans değerlendirmesinde DHMİ'den bilgi alınmıştır. Çevresel ölçütler için ülkemizde henüz çalışma başlatılmamış ancak bu konuda uzman görüşüne başvurulmuş, Ulaştırma Bakanlığı Demiryolları, Limanlar ve Hava Meydanları Genel Müdürlüğü ÇED şubesinde bilgi alınmıştır. 4 ana ölçütten oluşan modelde yer alan alt ölçütler şunlardır:

C_1 : Hizmet Ölçütleri

C_{11} : İşlem Süresi

C_{111} : Güvenlik kontrolünde geçen süre

C_{112} : Check- in'de geçen süre

C_{113} : Pasaport kontrolünde geçen süre

- C₁₁₄ : Bagaj alımında geçen süre
C₁₁₅ : Transit yolcuların iç ve dış hat bağlantılarında geçen süre
C₁₂ : Konfor
C₁₂₁ : Yürüme mesafeleri, düzey farklılıkları
C₁₂₂ : Terminal içi sıcaklık, havalandırma, temizlik
C₁₂₃ : Oturma yerlerinin yeterliliği
C₁₂₄ : Görsel Özellikler
C₁₃ : Yolcu ihtiyaçlarına yönelik etkinliklere erişim ve uygunluk
C₁₃₁ : Yolcuların temel ihtiyaçlarına yönelik yerlerin yeterliliği ve uygunluğu
C₁₃₂ : Zaman geçirici aktivitelerin ve alışveriş olanaklarının çeşitliliği
C₁₄ : Bilgilendirme hizmeti
C₁₄₁ : Görsel yönlendirmenin yeterliliği
C₁₄₂ : İşitsel yönlendirmenin kısa ve anlaşılabilir olması
C₁₄₃ : Danışma hizmetlerinin yeterliliği
C₁₅ : Fiyatlar
C₁₅₁ : Yeme- içme yerlerindeki fiyatlar
C₁₅₂ : Kentten havaalanına ulaşım fiyatları
C₁₅₃ : Otopark fiyatları
C₁₆ : Güvenlik önlemlerinin yeterliliği ve uygunluğu
C₁₇ : Personel davranışı
C₁₇₁ : Güvenlik ve pasaport kontrolündeki personelin davranışı
C₁₇₂ : Check-in ve danışmadaki personelin davranışı
C₁₈ : Havaalanına ulaşım, ulaşım türlerinin yeterliliği ve çeşitliliği
C₂ : Operasyonel ve teknik ölçütler
C₂₁ : Operasyonel uygunluk ve yeterlilik
C₂₁₁ : İstenilen zamanda slot alabilme
C₂₁₂ : Köprü kullanılabilirliği
C₂₁₃ : Havaalanı çalışma saatlerinin uygunluğu
C₂₁₄ : Yerel hava trafik yönetiminin performansı
C₂₁₄₁ : Yerel hava trafik yönetimi performansında insan faktörü
C₂₁₄₂ : Yerel hava trafik yönetimi performansında teknoloji faktörü
C₂₁₅ : Gecikme performansı
C₂₂ : Maliyetler
C₂₂₁ : Konma/ konaklama ücretleri
C₂₂₂ : Hava trafik ücretleri
C₂₂₃ : Köprü ücretleri
C₂₂₄ : Yer hizmetleri ücretleri
C₂₂₅ : Kiralar
C₂₃ : Operasyonel güvenilirlik
C₂₄ : Havaalanı tarafından sağlanan kolaylıklar
C₂₅ : Yerel İşgücü Kalitesi
C₃ : Finansal Ölçütler
C₃₁ : Karlılık (Gelir/ Gider)
C₃₂ : Ticari Verimlilik (Havacılık dışı gelirler/ Toplam gelirler)
C₄ : Çevresel ölçütler
C₄₁ : Gürültü
C₄₂ : Hava kirliliği
C₄₃ : Atık yönetimi
- Hizmet ölçütleri grubunda yer alan alt ölçütlerin değerlendirilmesinde tamamen sözel ifadeler kullanılırken, operasyonel ve teknik ölçütler grubunda, yerel hava trafik yönetimi performansında insan faktörü için uluslararası karşılaştırma uygulamasında havaalanlarında meydana gelen kontrol ve yaklaşma kontrol bölümünde çalışan hava trafik kontrolörlerinin hizmet verdiği trafik sayısı klasik sayısal değer olarak alınmıştır. Gecikme performansı için de havaalanlarında 15 dakikadan daha fazla gecikmeli kalkış uçuşlarının toplam kalkış uçuşlarına oranı göz önüne alınmıştır. Bu ölçütte gecikmeli uçuşlar havaalanından kaynaklanan nedenlerden dolayı gerçekleşen gecikmeli uçuşlardır. Finansal ve çevresel ölçütler için sözel ifadeler kullanılmıştır.
- Model uygulama çalışmasında performans değerlendirmesi 1. düzey ana ölçüt gruplarının önem ağırlıklarının birbirine göre 6 farklı ağırlıklandırılması ile yapılmıştır. Bunlar; Ana ölçüt gruplarının farklı (FA) ve eşit ağırlandırılmış genel performansları (EA), hizmet, operasyonel ve teknik, finansal ve çevresel ölçütlere göre performans değerlendirmeleridir.

Uygulama çalışması

Havaalanlarının performans analizine ilişkin oluşturulan performans modelinin uygulaması için iki ayrı havaalanı grubu üzerinde çalışılmıştır. Birinci grup Türkiye’de İstanbul- Atatürk (IST), İzmir Adnan Menderes (ADB), Bodrum (BJV), Dalaman (DLM) ve Antalya (AYT) havalimanlarıdır. İkinci grup ise İstanbul- Atatürk (IST), Atina-Venizelos (ATH), Viyana (VIE) ve Münih (MUN) havalimanlarıdır.

İstanbul- Atatürk, İzmir Adnan Menderes, Bodrum, Dalaman, Antalya Havalimanlarının karşılaştırması- Birbiri ile karşılaştırılan havalimanları içinde yalnızca İstanbul- Atatürk Havalimanı transfer havalimanı niteliğine de sahiptir. Diğerleri başlangıç ve son niteliğinde olup ağırlıklı tarifersiz uçuşlara hizmet vermektedirler.

Aşağıda Tablo 7, 8, 9, 10, 11 ve 12’de verilen sonuçlara göre; TOPSIS yöntemine göre ve BAT’ın iki ayrı sıralama yöntemlerine göre hizmet, finansal ve çevresel etkiler alt ölçüt gruplarına göre performans sonuçları açısından sıralama sonuçları aynı çıkmaktadır. Operasyonel ve Teknik Alt Ölçütler Grubuna göre sıralama sonuçlarında TOPSIS ve BAT yöntemlerine göre İstanbul- Atatürk ve Bodrum Havalimanları küçük değerlerle yer değiştirmektedir. İki yöntem arasındaki hesaplama tekniğindeki yaklaşım farklılığı bu sonucu yaratmaktadır. Ancak BAT yöntemine uygulanan iki ayrı sıralama yöntemine göre ise sonuç sıralamaları kendi aralarında aynı çıkmaktadır. Operasyonel ve Teknik Alt Ölçütler Grubundaki bu küçük farklılık alt grupların Eşit ve Farklı ağırlıklandırılması ile elde edilen genel performans sonuçlarında iki ayrı hesaplama yöntemi için de farklılık yaratmamaktadır.

Tablo 7. Hizmet alt ölçütler grubuna göre performans sonuçları

HAVALİMANLARI	TOPSIS (C&W)	BAT (AK&D)	BAT (L&W)
IST	0.8187	0.1771	0.4914
AYT	0.4263	0.1228	0.4062
DLM	0.3214	0.1029	0.3722
BJV	0.1772	0.0888	0.3473
ADB	0.1629	0.0830	0.3360

Tablo 8. Operasyonel ve teknik alt grubuna göre performans sonuçları

HAVALİMANLARI	TOPSIS (C&W)	BAT (AK&D)	BAT (L&W)
BJV	0.3382	0.1546	0.4472
IST	0.6784	0.1531	0.4470
DLM	0.3053	0.1409	0.4251
ADB	0.3000	0.1367	0.4173
AYT	0.1974	0.1132	0.3863

Tablo 9. Finansal alt grubuna göre performans sonuçları

HAVALİMANLARI	TOPSIS (C&W)	BAT (AK&D)	BAT (L&W)
AYT	1.0000	0.3720	0.6363
IST	0.7360	0.2158	0.4767
DLM	0.3206	0.0914	0.3016
BJV	0.1676	0.0710	0.2632
ADB	0.0000	0.0458	0.2204

Tablo 10. Çevresel etkiler alt ölçütler grubuna göre performans sonuçları

HAVALİMANLARI	TOPSIS (C&W)	BAT (AK&D)	BAT (L&W)
DLM	1.0000	0.7403	0.8500
BJV	1.0000	0.7403	0.8500
ADB	0.5705	0.3339	0.5688
AYT	0.4382	0.1337	0.3688
IST	0.0000	0.0440	0.2200

Tablo 11. Genel performans sonuçları (FA)

HAVALİMANLARI	TOPSIS (C&W)	BAT (AK&D)	BAT (L&W)
DLM	0.6198	0.1086	0.3098
BJV	0.5835	0.1055	0.3054
AYT	0.4960	0.0739	0.2505
ADB	0.4057	0.0656	0.2397
IST	0.4007	0.0599	0.2225

Tablo 12. Genel performans sonuçları (EA)

HAVALİMANLARI	TOPSIS (C&W)	BAT (AK&D)	BAT (L&W)
DLM	0.6362	0.6908	1.4846
BJV	0.5981	0.6661	1.4597
AYT	0.5152	0.4462	1.1817
ADB	0.4067	0.3794	1.1224
IST	0.3865	0.3259	1.0053

Finansal ve çevresel etkiler alt gruplarına ait değerlendirmelerde, TOPSIS yöntemi sonuçlarında görülen 0.00 performans değerleri, bu sonuçlara sahip olan havaalanlarının karşılaştırıldığı havaalanları içinde tüm alt ölçütlere göre en düşük değerlere sahip olması nedeniyle TOPSIS yönteminin hesaplama tekniğinden kaynaklanmaktadır.

Elde edilen sonuçlara göre dış hat terminalleri özel havaalanı işletmecileri tarafından işletilen Atatürk ve Antalya Havalimanlarının hizmet

ölçütleri açısından, değerlendirmenin yapıldığı zaman içinde kamu tarafından işletilen diğer havalimanlarından çok daha üstün performanslarının olduğu görülmüştür.

Operasyonel ve teknik alt ölçütler açısından ise İstanbul Atatürk Havalimanının fiziki yetersizliği olmasına karşın, havayolu işletmelerinin kalite ve teknoloji yüksekliği beklentilerine verdiği karşılık ile genel performansı yüksek olurken, Antalya havaalanı genel sıralamada en düşük performansa sahiptir. Bodrum, Dalaman ve İzmir havalimanları gerek fiziki yeterlilikleri gerekse maliyetler açısından kamu işletmesinde olmaları nedeniyle daha uygun olanaklar sağlamalarından dolayı Antalya havaalanından daha yüksek performans sergilemektedirler.

Finansal ölçütlere göre yapılan değerlendirmede özel terminal işletmecileri tarafından işletilen İstanbul Atatürk ve Antalya havalimanlarının finansal performansı, kamu tarafından işletilen diğer havalimanlarından daha yüksektir. Antalya ve İstanbul havalimanlarının karşılaştırmasında ise Antalya havalimanının performansı, kamu tarafından işletilen diğer havalimanları arasında ise Dalaman havalimanının performansı daha yüksektir. Bu incelemede finansal performansı yüksek olan havalimanlarında dış hat yolcu oranlarının daha yüksek olduğu görülmüştür.

Çevresel etkiler açısından yapılan değerlendirmede Türkiye’de hiçbir çalışma yapılmadığından dolayı yalnızca mevcut durum değerlendirilmesi yapılmış olup değerlendirme açısından performansı en düşük İstanbul Atatürk Havalimanı olduğu görülmüştür.

İstanbul- Atatürk, Atina- Venizelos, Viyana ve Münih Havalimanları arasında karşılaştırma-Bu uygulama sözü geçen havalimanları arasındaki rekabet edebilme açısından yapılmıştır. Havalimanları arasında rekabette en önemli müşteriler olan yolcular ve havayolu işletmelerinin almak istedikleri hizmetler ve beklentileri temsil eden alt ölçüt grupları incelemeye alınmış ve eşit olarak ağırlıklandırılarak genel performans sonuçları elde edilmiştir.

a. İstanbul- Atatürk ve Atina Venizelos Havalimanlarının karşılaştırması:

Tablo 13, 14, 15’e bakıldığında her iki havalimanının karşılaştırmasında hizmet ölçütleri grubuna göre yapılan değerlendirmede TOPSIS ve BAT yöntemlerine göre İstanbul Atatürk havalimanının üstünlüğü bulunmakta olup, operasyonel ve teknik ölçütüne göre ise Atina havalimanı daha iyi performansa sahiptir. TOPSIS ve BAT Yöntemlerinin genel performans sonuçlarına göre havalimanlarının performans sıralaması farklı çıkmaktadır. Bu farklılık TOPSIS ve BAT’ın hesaplama tekniğinden kaynaklanmaktadır. Ancak BAT yöntemine uygulanan iki ayrı sıralama yöntemine göre ise sıralama sonuçları aynı çıkmaktadır. BAT sonuçlarına bakıldığında her iki havalimanının birbirine çok yakın değerlere sahip olduğu, buradan da yaklaşık performanslarının aynı olduğu söylenebilir.

Tablo 13. Hizmet alt ölçütler grubuna göre performans sonuçları

HAVALİMANLARI	TOPSIS (C&W)	BAT (AK&D)	BAT (L&W)
IST	0.5665	0.1383	0.4606
ATH	0.4335	0.1377	0.4606

Tablo 14. Operasyonel ve teknik alt ölçütler grubuna göre performans sonuçları

HAVALİMANLARI	TOPSIS (C&W)	BAT (AK&D)	BAT (L&W)
IST	0.4968	0.1570	0.5218
ATH	0.5032	0.1638	0.5248

Tablo 15. Genel performans sonuçları

HAVALİMANLARI	TOPSIS (C&W)	BAT (AK&D)	BAT (L&W)
IST	0.5512	0.2989	0.9824
ATH	0.4488	0.3047	0.9855

b. İstanbul- Atatürk, Viyana ve Münih Havalimanlarının karşılaştırılması:

Viyana ve Münih Havalimanları İstanbul- Atatürk Havalimanının rekabet içinde olduğu havaliman-

larından olup, performans karşılaştırmasında Tablo 16, 17 ve 18'deki sonuçlardan her iki yöntem ile de performans sıralama sonuçlarının aynı olduğu, bu karşılaştırmada en yüksek performansın Münih havalimanına, en düşük performansın da İstanbul Atatürk Havalimanına ait olduğu görülmektedir.

Tablo 16. Hizmet alt ölçütler grubuna göre performans sonuçları

HAVALİMANLARI	TOPSIS (C&W)	BAT (AK&D)	BAT (L&W)
MUN	0.6493	0.1574	0.4848
VIE	0.6250	0.1481	0.4709
IST	0.3434	0.1233	0.4303

Tablo 17. Operasyonel ve teknik alt ölçütler grubuna göre performans sonuçları

HAVALİMANLARI	TOPSIS (C&W)	BAT (AK&D)	BAT (L&W)
MUN	0.7553	0.1990	0.5613
VIE	0.7151	0.1945	0.5489
IST	0.1236	0.1050	0.4164

Tablo 18. Genel performans sonuçları

HAVALİMANLARI	TOPSIS (C&W)	BAT (AK&D)	BAT (L&W)
MUN	0.7184	0.3541	1.0462
VIE	0.6834	0.3400	1.0197
IST	0.2225	0.2294	0.8467

Sonuçlar

Havaalanı, sunulan hizmetlerden dolayı tüm operasyonların ve aktarmaların en üst performans düzeyinde yapılabilmesi için amaç ve hedeflerin belirlendiği, kararların alındığı, bunlar için planların oluşturulduğu, planlar doğrultusunda verilen hizmetlerde işlevselliğin ve kalitenin belirlenen ölçütler çerçevesinde izlenerek sürekli iyileştirmelerin yapıldığı bir sürecin yaşandığı sistemdir.

Bu çalışmada tüm ilgi gruplarının almak istedikleri hizmetleri ve beklentilerini tek bir model içinde yansıtan “Kullanıcı Odaklı Performans Modeli” geliştirilmiştir.

Modelin Türkiye Havalimanları üzerinde yapılan uygulama çalışmasında özel sektör terminal işletmecileri tarafından işletilen havalimanlarının performanslarının hizmet ölçütleri açısından kamu sektörü tarafından işletilenlere göre hayli yüksek olduğu; operasyonel ve teknik ölçütlerine göre yapılan karşılaştırmada kamu tarafından işletilen havalimanlarının havayolu işletmelerine maliyetler açısından daha uygun olanaklar tanıdığı, havaalanı tarafından sağlanan destekler ve olanaklar açısından ise özel sektör tarafından işletilen havalimanlarının havayolu işletmelerine daha esnek davrandığı sonucuna varılmıştır. Finansal açıdan yapılan karşılaştırmalarda ise terminalleri özel sektör tarafından işletilen havalimanlarının kamu işletmesinde olan havalimanlarına göre daha üstün olduğu; özel ve kamu tarafından işletilen havalimanlarının kendi aralarında yapılan karşılaştırmalarda ise dış hat yolcu oranının yüksek olmasının havalimanlarının finansal performansını olumlu yönde etkilediği görülmüştür. Çevresel etkilere ilişkin performans iyileştirmelerinde ise kamu, özel sektör işletmeleri, bölge halkı ve yerel yönetim temsilcileri işbirliği gerektirmektedir.

Her geçen gün artan uluslararası hava trafiğinin gelişmesi bölgesel merkez olma hedefindeki havalimanlarının rekabetlerini daha da hızlandırmakta ve bu uğurda yalnızca bireysel olarak havalimanları değil, ülkeler de yarışmakta ve büyük yatırımlar yapmaktadırlar. Bu rekabette havalimanlarının iki önemli kullanıcısı olan yolcular ve havayolu işletmelerine yönelik hizmetler oldukça etkilidir. Bu amaca yönelik olarak Atatürk Havalimanının rekabet içinde olduğu Atina- Venizelos ile karşılaştırmasında performanslarının birbirine çok yakın olduğu ve bölgesel merkez olma yolunda stratejik hedefler koyarak performansını geliştirecek ve bu konuda gerekli yatırımı ve pazarlama unsurlarını çok taraflı sorumluluk çerçevesinde kendi yaratıcılıkları ile kullanan taraf kazanan taraf olacaktır.

Ülke ve bölge ekonomilerine katkıları olan yatırımlar olan havaalanları, dışarıdan gelenlere karşı ülke imajının yaratıldığı ilk yerdir. Bu nedenle performanslarının her geçen gün daha da geliştirilmesi ve bunun “çok taraflı sorumluluk”

anlayışında yapılması gerekmektedir. Bu doğrultuda Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü ve DHMİ'nin ortak girişimi ile "Havaalanları Performans İzleme ve Geliştirme Birimi" kurulmalı, bu birim havaalanları için bölgesel rol belirlemeli ve hedefler koymalı, işletmelerden bağımsız performans değerlendirmeleri yapmalı, bu sonuçları özelleşme ihalelerine giren firmaların değerlendirilmelerinde ölçüt olarak da kullanılmalıdır. Kurulması gereken bu birim, kamu, özel sektör ve yakın ilişkisi olan diğer sektör temsilcileri ve üniversite işbirliği içinde tarafsız ve şeffaf anlayışla çalışmalı, "çok taraflı sorumluluk" çerçevesinin en üst organı olmalıdır.

Bu çalışma havaalanlarının performans analizi üzerine bir başlangıç çalışması sayılmalı ve ölçütler üzerinde ayrıca araştırmalar yapılmalıdır.

Kaynaklar

- Abdel- Kader, M., Dugdale, D. ve Taylor, P., (1998). Investment decisions in advanced manufacturing technology: A fuzzy set theory approach, Aldershot, Ashgate.
- Adler, N. ve Berechman, J., (2001). Measuring airport quality from the airlines' viewpoint: An application of data envelopment analysis, *Transport Policy*, **8**, 3, 171-181.
- Chen, S.C. ve Hwang, C., (1992). *Fuzzy multiple attribute decision making: Methods and Applications*, Springer-Verlag, New York.
- Gillen, D. ve Lal, A., (1997). Developing measures of airport productivity and performance: An application of data envelopment analysis, *Transportation Research Part E*, **33**, 4, 261- 273.
- Hooper, P.G. ve Hensher, D.A., (1997). Measuring Total factor productivity of airports- An index number approach, *Transportation Research Part E*, **33**, 4, 249-259.
- Liou, T.S. ve Wang, M.J., (1992). Ranking fuzzy numbers with integral value, *Fuzzy Sets and Systems*, **50**, 247-255.
- Martin, J.C. ve Roman, C., (2001). An application of DEA to measure the efficiency of Spanish airports prior to privatization, *Journal of Air Transportation Management*, **7**, 3, 149-157.
- Ölçer, A.İ. ve Odabaşı, A.Y., (2005). A fuzzy multiple attributive group decision making methodology and its application to propulsion /manoeuvring system selection problem, *European Journal of Operational Research*, **166**, 93-114.
- Pels, E., Nijkamp, P. ve Rietveld, P., (2001). Relative efficiency of European Airports, *Transport Policy*, **8**, 183-192.
- Sarkis, J., (2000). An analysis of the operational efficiency of major airports in the United States, *Journal of Operations Management*, **18**, 3, 335-351.
- Yeh, C.H. ve Kuo, Y.L., (2003). Evaluating passenger services of Asia- Pasific International Airports, *Transportation Research Part E*, **39**, 35-48.