

HAVAYOLU YOLCU TAŞIMACILIĞI SEKTÖRÜNDEKİ ŞİRKETLERİN LOJİSTİK PERFORMANS AÇISINDAN ENTROPİ VE TOPSİS YÖNTEMLERİ KULLANILARAK KARŞILAŞTIRILMASI

Dr. Öğr. Üyesi Mustafa DESTE * 

Arş. Gör. Ahmed İhsan ŞİMŞEK * 

ÖZET

Bu çalışmada, havayolu yolcu taşımacılığı sektöründe faaliyet göstermekte olan şirketlerin birbirleri arasındaki göreceli lojistik performans düzeylerinin belirlenmesine yönelik bir araştırma gerçekleştirilmiştir. Şirketlerin lojistik performanslarını belirlemek için verimlilik, fiyat, yönetim, maliyet ve hizmet kalitesi boyutları esas alınmış ve bu ana boyutları temsil eden 11 alt boyut çalışmaya dahil edilmiştir. Çalışmaya dahil edilen alt boyutlar; birim operasyon maliyeti, işgücünün verimliliği, uçuş filosunun verimliliği, yolcu doluluk oranı, zamanında kalkış, güvenlik, frekans sayısı, ortalama bilet fiyatı, gelirdeki artış oranı, net kar marjı, pazar payı verileri olarak belirlenmiştir.

Çalışmada kullanılan veriler, ilgili şirketlerin yıllık finansal raporlarından, Sky Trax tarafından hazırlanan havacılık istatistiklerinden ve açık kaynaklardan elde edilmiştir. Çalışmada kullanılan kriterlerin ağırlık oranları ise havacılık sektöründe faaliyet gösteren şirketlerde yöneticilik yapan uzman kişiler ile yapılan görüşmelerin yanı sıra Shannon's Entropi yöntemi ve basit ağırlıklandırma ile elde edilmiştir. Kriterler üç farklı ağırlık oranına göre TOPSIS yöntemi kullanılarak analiz edilmiştir.

Araştırma sonucunda, sektörde faaliyet gösteren şirketlerin lojistik performansları analiz edildiğinde birinci ve ikinci sırada bulunan şirketlerin çok küçük bir fark ile değiştiği sonucuna ulaşılmıştır. Kriterlerin, uzman görüşü ve entropi yöntemi ile ağırlıklandırılması sonucu elde edilen çözümde ise lojistik performans sıralamasının aynı olduğu görülmüştür. Fakat kriterlerin ağırlıkları basit ağırlıklandırma yöntemi ile eşit alındığında sıralamanın değiştiği tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Havayolu Yolcu Taşımacılığı, Lojistik Performans, Çok Kriterli Karar Verme, Shannon's Entropi, TOPSIS.

JEL Kodları: L93, L25, C44.

* İnönü Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü. Malatya/Türkiye e-mail: mustafa.deste@inonu.edu.tr

* Fırat Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü. Elazığ/Türkiye e-mail: aisimsek@firat.edu.tr

COMPARISON OF COMPANIES OF AIRLINE PASSENGER TRANSPORTATION SECTOR BY USING ENTROPY AND TOPSIS METHODS IN TERMS OF LOGISTICS PERFORMANCE

ABSTRACT

In this study, a research was conducted to determine the relative logistical performance levels of airlines among each other. In order to determine the logistical performance levels of companies, cost, efficiency, service quality, price and management dimensions were taken as basis and unit operating cost, labor productivity, fleet efficiency, passenger load factor, timely performance, safety, flight frequency, income increase, net profit margin, market share sub-data were included in the study.

The data was obtained from annual financial statements issued by the companies, from Skytrax reports and from studies in open source. The weights of the criteria were determined by experts from the aviation sector, Shannon's Entropy method and simple weighting. The criteria were analyzed using the TOPSIS method for three different weight ratios.

As a result of the research, it is seen that the rankings obtained by the expert opinion and entropy method are the same except that the first and second companies vary only by a 0.01 point difference. However, when the weight of each criterion is taken as equal, it is observed that the order of the alternatives is changed.

Key Words: *Airline Passenger Transportation, Logistics Performance, Multi-Criteria Decision Making, Shannon's Entropy, TOPSIS.*

JEL Codes: *L93, L25, C44.*

1. GİRİŞ

Performans ölçümünde pek çok nicel karar alma yöntemi bulunmaktadır. Wang (2009) yapmış olduğu çalışmada, performans ölçümüne yönelik olarak kullanılan yöntemler arasında, çok kriterli karar verme yöntemlerinin kullanılabilmesini belirtmekte ve bunları üç gruba ayırmaktadır: temel yöntemler (ağırlıklandırılmış toplama ve çarpma yöntemleri), üstünlüğe göre sıralama yöntemleri (PROMETHEE, ELECTRE) ve bir değerli birleştirilmiş kriter yöntemleri (TOPSIS, AHP, GRA, Fuzzy).

Bu yöntemlerden biri olan TOPSIS (Technique For Order Preference By Similarity To An Ideal Solution) yönteminin, kullanımının pratik olması, objektif verilerle birlikte subjektif verilerin de kullanılabilmesi, seçenekler arasında sıralama yapmanın kolay olması, sonuçlarının kolay anlaşılabilir olması gibi nedenlerle literatürde yaygın olarak kullanıldığı görülmektedir.

Bu çalışmada, Skytrax tarafından her yıl yayınlanan dünyanın en iyi havayolu şirketleri anketinde ilk beş sırada yer alan şirketlerin yanı sıra daha önceki yıllarda ilk beşte yer almasına rağmen 2017 yılında sıralamada gerileyen Türk Hava Yolları dahil edilmiştir. Bu kapsamda, dünyanın en iyi havayolu

şirketlerinin lojistik performans düzeyleri çok kriterli karar verme yöntemleri kullanılarak değerlendirilmiştir. Bu amaçla, ağırlıklandırma işlemlerinde uzman görüşü, basit ağırlıklandırma ve Shannon's Entrophy yöntemleri kullanılmıştır. Şirketlerin lojistik performans değerleri belirlenirken ise TOPSIS yöntemi tercih edilmiştir. Çalışmada kullanılan kriterlerin ağırlıklandırma işlemleri Chang ve Yeh (2001)'in önerdiği gibi eşit olarak alınmış bunun yanı sıra kriterler havacılık sektöründe çalışan uzmanların görüşleri baz alınarak ve ENTROPİ yöntemi kullanılarak ağırlıklandırılmıştır. Ağırlıklandırma işleminden sonra ise her bir ağırlık değerine göre şirketlerin lojistik performans değerleri ve sıralamaları karşılaştırılmıştır.

2. HAVAYOLU YOLCU TAŞIMACILIĞI

Gelişen teknoloji ile birlikte havacılık sektörünün genel taşımacılık içerisindeki rolü giderek artmaktadır. Özellikle zaman tasarrufu sağlaması ve istatistiksel olarak diğer taşıma yöntemlerine göre daha güvenli olması nedeniyle havayolları birçok kişi tarafından tercih edilir hale gelmiştir. Geçmişte pahalı olması ve teknik altyapı yetersizlikleri nedeniyle birçok kişinin ulaşamadığı havayolu taşımacılığı, hem maliyet olarak ucuzlaması hem de birçok insan tarafından ulaşılabilir hale gelmesi nedeniyle her geçen gün daha fazla tercih edilmektedir. Bununla beraber, yolcu taşımacılığında olduğu gibi kargo taşımacılığında da havacılık sektörünün rolü giderek artmaktadır.

Havayolu taşımacılığının giderek daha fazla tercih edilmesi şirketlerin kârlılıklarına da yansımıştır. IATA tarafından hazırlanan 2017 Dünya Hava Taşımacılığı İstatistikleri incelendiğinde 2016 yılında havayolu taşımacılığını kullanan yolcu sayısı 2015 yılına göre 250 milyon artarak 3.8 milyara ulaşmıştır. 2012 yılıyla kıyaslandığında havayolu şirketlerinin operasyonel kâr marjlarının 3 kat arttığı göze çarpmaktadır (<http://www.iata.org/pressroom/media-kit/Documents/WATS-2017-mediakit-summary.pdf> E.T. 10.04.2018) .

3. LİTERATÜR TARAMASI

TOPSIS yöntemi ilk olarak 1981 yılında Hwang Yoon tarafından geliştirilmiştir. TOPSIS yönteminde objektif ve sübjektif verilerin birlikte kullanılabilir olması, alternatifler arasında sıralamanın kolaylıkla yapılabilmesi, kullanım pratikliği sağlaması ve sonuçlarının kolayca anlaşılabilir olması nedeniyle literatürde yaygın olarak kullanılmaktadır.

Literatür incelendiğinde TOPSIS yönteminin yaygın olarak ve çok farklı problemlerin çözümlerinde kullanıldığı görülmektedir. Havacılık sektöründe de TOPSIS yöntemi sıklıkla kullanılan çok kriterli karar verme yöntemlerinden bir tanesidir.

Feng ve Wang (2000) yaptıkları çalışmada Taiwan'daki 5 büyük havayolu şirketinin performanslarını finansal oranları da kullanarak TOPSIS ve Gri İlişkisel Analiz yöntemiyle incelemiştir. Çalışmada pazarlama, uygulama ve verimlilik başlıkları altında kriterler belirlenmiştir. Verimlilik performansı için 6 sınıfta 22 kriter belirlenmiştir. Pazarlama performansı için 5 başlıkta 21 kriter

belirlenmiştir. Uygulama performansı için ise 4 sınıfta 20 kriter baz alınmıştır. Çalışmada toplamda 63 değerlendirme kriterine göre performans değerlendirmesi yapılmıştır. Çalışma sonucunda havayolu şirketlerinin değerlendirilmesine finansal oranların da katılması durumunda daha kapsamlı sonuçlara ulaşılabileceği sonucu elde edilmiştir.

Chang ve Yeh (2001) çalışmalarında Taiwan'daki 5 büyük havayolu şirketinin rekabet düzeylerini belirlenen maliyet, verimlilik, servis kalitesi, fiyat ve yönetim boyutlarındaki 11 kriter açısından SAW, WP ve TOPSIS yöntemini kullanılarak incelemiştir. Çalışma sonucunda, kriterler eşit olarak ağırlıklandırıldıklarında SAW yöntemi ile yapılan değerlendirmenin en doğru değeri vereceği sonucuna ulaşılmıştır.

Liou, Tzeng ve Chang (2007) havayollarının güvenilirliklerini DEMATEL ve ANP yöntemlerini kullanarak karşılaştırmışlardır. Çalışmada yönetim boyutu altında 3, operasyon boyutu altında 3, bakım boyutu altında 3 ve kaza oranı boyutu altında 1 olmak üzere 4 boyutta toplam 10 kriter kullanılmıştır. Havacılık sektöründe güvenliğin ölçülmesi ile ilgili yapılan çalışmalarda kriterlerin birbirinden bağımsız olduğu varsayılırken bu çalışmada analitik ağ süreci kullanılarak kullanılan kriterler arasındaki bağımlılık tespit edilmiştir.

Liou ve Chuang (2010) yaptıkları çalışmada 8 havayolu şirketinin kurumsal imaj ve itibarını fuzzy AHP yöntemini kullanarak karşılaştırmıştır. Araştırma kapsamında Tayvan'da faaliyet gösteren uluslararası havayolu şirketleri incelenmiştir. Havayolu şirketlerinin kurumsal imajını tespit etmek için ahlak boyutu altında 2, yönetim boyutu altında 4, ekonomi boyutu altında 3, hizmet boyutu altında 4 ve kolaylık boyutu altında 3 olmak üzere toplam 16 kriter kullanılmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre güvenlik sicili ve hizmet konuları havacılık sektörünün kritik faktörleri olarak öne çıkarken teşviklerin müşteri ilgisini çok fazla çekmediği tespit edilmiştir.

Gökdalay ve Evren (2009) 2 aşamalı çalışmalarında yerel ve uluslararası havaalanlarının performans analizlerini bulanık topsis ve bulanık basit ağırlıklı toplam yöntemlerini kullanarak 2 ayrı çalışma yürütmüştür. Havaalanlarının kendi performanslarını diğer havaalanları ile karşılaştırabileceği, havacılık sektörünün paydaşlarının beklentileri ve almak istedikleri hizmete ilişkin bir model geliştirilmiştir. Modelde hizmet ana boyutunda 23, operasyonel ve teknik ölçütler ana boyutunda 15, finansal ölçütler ana boyutunda 2 ve çevresel ölçütler ana boyutunda 3 olmak üzere toplam 43 kriter kullanılmıştır. Modelin Türkiye'deki havalimanlarında uygulanması sonucunda özel sektör tarafından işletilen havalimanlarının hizmet kalitesinin kamu sektörü tarafından işletilen havalimanlarına göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Finansal açıdan bakıldığında özel sektör tarafından işletilen havalimanlarının daha iyi finansal performans sergilediği ayrıca dış hat yolcu sayısı fazla olan havalimanlarının finansal açıdan daha başarılı olduğu tespit edilmiştir. Çalışmanın ikinci kısmında İstanbul Atatürk Havalimanının Atina Venizelos havalimanı ile performansları karşılaştırılmıştır. Buna göre iki havalimanının performanslarının birbirine çok yakın olduğu tespit edilmiştir. İstanbul Atatürk

Havalimanının Münih ve Viyana havalimanları ile kıyaslanması sonucunda ise en yüksek performansın Münih'e en düşük performansın ise İstanbul Atatürk Havalimanına ait olduğu tespit edilmiştir.

Aydoğan (2011) 4 Türk havacılık şirketinin performanslarını rough-AHP ve TOPSIS metotlarını kullanarak ölçmüştür. Aydoğan çalışmasında risk, kalite, verimlilik, etkinlik ve tatmin boyutlarını kullanmıştır. Literatürde rough-AHP ve Fuzzy TOPSIS metotlarının birlikte kullanıldığı ilk çalışmadır. Bu metot askeri ve diğer alanlara da uygulanabilirliği bakımından önemlidir.

Delbari, Ng, Aziz ve Ho (2016) yaptıkları çalışmada tam hizmet sunan havayolu şirketlerinin anahtar rekabetçilik göstergelerini AHP ve Delphi yöntemlerini kullanarak incelemiştir. Çalışma 2 aşamadan oluşmaktadır. İlk aşamada AHP yöntemi kullanılarak tam hizmet sunan havayolu şirketlerinin rekabet avantajı elde edebilmek için kalite, güvenlik, fiyat, bağlantı, zamanındalık, uçuş sıklığı, karlılık, verimlilik, maliyet, pazar payı, müşteri sadakati ve gelir artışı olmak üzere 12 ana gösterge ve müşterilerin pazarlık gücü, tedarikçilerin pazarlık gücü, mevcut rakipler arasında rekabet, devlet politikaları, fiziksel kaynaklar, finansal kaynaklar, insan kaynakları, teknolojik kaynaklar, itibar kaynakları, uçuş operasyonları yetenekleri, mühendislik ve bakım yetenekleri, pazarlama ve hizmet yetenekleri, finans ve mülk yetenekleri, personel yetenekleri ve stratejik ittifaklar olmak üzere 15 boyutu göz önünde bulundurmaları gerektiğini tespit etmişlerdir. Çalışmanın sonuçlarına göre ayrıca karlılık en önemli rekabet gücü göstergesi iken karlılığı verimlilik takip etmektedir. Ayrıca müşterilerin pazarlık gücü ve finansal kaynaklar ise en önemli boyutlar olarak öne çıkmıştır.

Min ve Joo (2016) yaptıkları çalışmada havacılık sektöründeki stratejik ortaklıkların rekabet performanslarını veri zarflama analizi yöntemiyle incelemiştir. Havacılık sektöründe stratejik ortaklıkların performansının değerlendirilmesi üzerine çok fazla çalışma yoktur. Çalışma bu alandaki ilk çalışmalardan biri olma özelliğini taşımaktadır. Bu çalışmada havacılık sektöründeki stratejik ortaklıkların havayolu şirketlerinin rekabet performanslarına etkisi incelenmiştir. Çalışma sonucunda stratejik ortaklıklar tek başına karlılık oranını ve hizmet kalitesini yükseltmediği tespit edilmiştir.

Deveci, Demirel ve Ahmetoğlu (2017) yaptıkları çalışmada bir havayolu şirketinin Kuzey Amerika bölgesinde açacağı yeni uçuş hattı için 5 alternatifi interval type-2 fuzzy TOPSIS yöntemi ile incelemiştir. Çalışmada kent nüfusu, GSYİH ve ticaret ilişkileri, transit yolcu sayısı, Türkiye'ye potansiyel yolcu sayısı, business yolcu sayısı, havaalanı birimi yolcu geliri, rekabet edebilirlik endeksi, rakip uçuş sayısı, mesafe ve maliyet, turistik ve ticari müşteri akışı ve mevsimsellik olmak üzere 11 kriter kullanılmıştır. Çalışma sonucunda potansiyel havalimanı ve uçuş hattı seçiminde interval type-2 fuzzy TOPSIS yönteminin kullanışlı bir yöntem olduğu tespit edilmiştir.

Bongo ve Ocampo (2017) havalimanlarındaki tıkanıklığın hafifletilmesi için yaptıkları çalışmada Manila'daki Ninoy Aquino International Airport'u baz alarak ANP, DEMATEL ve Fuzzy TOPSIS metotlarını kullanmıştır. Çalışmada uçuş rotalarının kullanım maliyeti, iniş / kalkış ücreti, yakıt bedeli, ekstra mürettebat ücreti, yolcu bedeli, müşteri iyi niyeti, güvenlik, rekabet edilen havayolu şirketlerine

adil muamele, pist ve terminal kullanımı, çevresel değer ekonomik değer, sosyal değer olmak üzere 12 kriter kullanılmıştır. Çalışma sonucunda havalimanlarında tıkanıklık oluşması durumunda yeniden rotalama yapılması gerektiği sonucuna ulaşılmıştır.

Pineda, Liou, Hsu ve Chuang (2018) yaptıkları çalışmada havayolu şirketlerinin finansal ve operasyonel performanslarının iyileştirilmesi için veri madenciliği ve çok kriterli karar verme yöntemlerinin kullanıldığı yeni bir model geliştirmiştir. Modelde iç finansal faktörler boyutunda 4, dış finansal faktörler boyutunda 2, iç operasyonel faktörler boyutunda 3 ve dış operasyonel faktörler boyutunda ise 2 olmak üzere 11 kriter kullanılmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre önerilen modelin kıyaslamalı bir endüstri geliştirme endeksi için temel olarak kullanılabilirliğini göstermektedir. Bu model operasyonel verimliliği artırarak finansal verimliliği sağlamak için kullanılabilir.

4. TOPSIS YÖNTEMİ

Çoklu karar verme yöntemleri arasında sıklıkla kullanılan yöntemlerden biri olan TOPSIS, alternatif seçeneklerin belirli kriterler çerçevesinde alabilecekleri maksimum ve minimum değerlerin karşılaştırılması ile uygulanır.

Bu yöntemin temel düşüncesi pozitif ve negatif ideal çözüm noktalarının oluşturulmasıdır. TOPSIS yöntemi, alternatiflerin ideal çözüme göre sıralanması esasına dayanmaktadır. İdeal çözüme görece yakın olan alternatiften uzak olan alternatife göre sıralama yapılır. Bu sıralamaya göre alternatifler derecelendirilirler (Feng ve Wang, 2001:465).

TOPSIS yöntemi aşağıdaki adımlar izlenerek uygulanır (Eleren ve Karagül, 2008:7; Gökdalay, 2009:162; Supçiller ve Çapraz, 2011:10):

1. Aşama: TOPSIS yönteminde öncelikle karar matrisi oluşturulur. Her bir alternatif ve kriter tablo olarak oluşturulur. Karar matrisinin satırlarında alternatifler sütunlarında ise alternatiflerin değerlendirilmesinde kullanılacak olan kriterler bulunur. Karar matrisi karar verici tarafından oluşturulur (1).

$$A_{ij} = \begin{pmatrix} a_{11} & \dots & a_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{k1} & \dots & a_{kn} \end{pmatrix} \quad (1)$$

2. Aşama: Karar matrisi oluşturulduktan sonra standart karar matrisinin oluşturulması işlemi yapılır. Standart karar matrisi karar matrisi elemanları kullanılarak aşağıdaki formül yardımıyla oluşturulur(2,3).

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

$$R_{ij} = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2n} \\ \vdots & & & \vdots \\ \vdots & & & \vdots \\ r_{m1} & r_{m2} & \dots & r_{mn} \end{bmatrix} \quad (3)$$

3. Aşama: Karar matrisi normalize edildikten sonra her bir kriterin ağırlığı (w_i) kriterin diğer kriterler arasındaki önemine göre her bir kriterin ağırlıklarının toplamı 1 olacak şekilde belirlenir. Daha sonra standart karar matrisi olan R matrisindeki her bir eleman ağırlık değeri ile çarpılarak V matrisi oluşturulur (4).

$$V_{ij} = \begin{bmatrix} w_1 r_{11} & w_2 r_{12} & \dots & w_n r_{1n} \\ w_1 r_{21} & w_2 r_{22} & \dots & w_n r_{2n} \\ \vdots & & & \vdots \\ \vdots & & & \vdots \\ w_1 r_{m1} & w_2 r_{m2} & \dots & w_n r_{mn} \end{bmatrix} \quad (4)$$

4. Aşama: V matrisi oluşturulduktan sonra pozitif ve negatif ideal çözüm noktaları belirlenir. Pozitif ve negatif ideal çözüm noktaları A^* ve A^- olarak tanımlanır. Ağırlıklı standart karar matrisinde her bir sütundaki maksimum ve minimum değerler belirlenir (5,6).

$$A^* = \{(\max_i v_{ij} | j \in J), (\min_i v_{ij} | j \in J')\} \quad (5)$$

$$A^- = \{(\min_i v_{ij} | j \in J), (\max_i v_{ij} | j \in J')\} \quad (6)$$

Pozitif ve negatif ideal çözüm noktaları belirlendikten sonra her bir alternatifin pozitif ve negatif ideal çözüm noktasına olan uzaklıkları belirlenir (7,8).

$$S_i^* = \sqrt{\sum_{j=1}^n (V_{ij} - V_j^*)^2} \quad (7)$$

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (V_{ij} - V_j^-)^2} \quad (8)$$

Her bir alternatifin pozitif ve negatif ideal çözüme olan uzaklıkları tespit edildikten sonra alternatiflerin puanı ve bu puana göre sıralaması da $C_i^* = \frac{S_i^-}{S_i^- - S_i^*}$ ($0 \leq C_i^* \leq 1$ ve $i=1,2,\dots,n$) (9) formülü ile bulunur ve her bir alternatif bulunan yakınlık değerine göre büyükten küçüğe sıralanır.

5. ENTROPİ YÖNTEMİ

Entropi yöntemi karar matrisinin verileri bilindiği durumlarda kriterlerin nesnel ağırlıklarının hesaplanmasında kullanılabilir. Entropi yönteminde temel düşünce karar matrisinin kriterlerin nitelik önemine ilişkin veriyi içerdiği. Entropi yöntemine göre kriterlerin nesnel ağırlıkları her bir alternatifin performans puanlarının birbirinden ne kadar farklı olduğuna göre tespit edilir. Bu farklılık

ya da karşıtlığın oranı ne kadar yoğun ise ilgili kriterin iletlediği bilgi de o kadar yoğun olur. Yine benzer şekilde belirli bir kriter için alternatiflerin puanları birbirine çok yakınsa o kriterin karar verme aşamasında çok fazla etkisinin olmadığı sonucu çıkarılabilir (Çınar, 2004). Entropi yöntemi oldukça geniş bir kullanım alanına sahiptir. Deng, Yeh ve Willis (2000) karar matrisinin elemanlarının bilindiği durumlarda entropi yönteminin ağırlıkların değerlendirilmesinde oldukça kullanışlı olduğunu belirtmiştir. Entropi yöntemi 3 aşamadan oluşmaktadır. Entropi yönteminin aşamaları aşağıdaki gibidir (Çınar, 2004; Alp, Öztel ve Köse 2015; Karaatlı, 2016; Tunca, Ömürbek, Cömert ve Aksoy, 2016).

1. Aşama: Karar Matrisinin Normalizasyonu

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_1^j x_{ij}} \quad \text{formülü ile } R_{ij} \text{ normalleştirilmiş karar matrisi elde edilir.} \quad (10)$$

2. Aşama: Entropy Değerinin Hesaplanması

$$e_j = -k \sum_{j=1}^m r_{ij} \ln(r_{ij}) \quad \text{formülü ile her bir kriterin entropi değerleri tespit edilir.} \quad (11)$$

3. Aşama: Ağırlık Değerlerinin Hesaplanması

$$w_j = \frac{1-e_j}{\sum_1^m (1-e_j)} \quad \sum_1^m w_j = 1 \quad \text{formülü ile de her bir kriterin ağırlık değerleri atanır.} \quad (12)$$

6. YÖNTEM VE KISITLAR

Bu çalışmada şirketlerin rekabet düzeylerini belirlemek amacıyla Chang ve Yeh (2001) tarafından kullanılan maliyet, verimlilik, servis kalitesi, fiyat ve yönetim boyutları baz alınmış ve bu boyutları temsil eden birim işletme maliyeti, işgücü verimliliği, filo verimliliği, yolcu yük faktörü, zamanında performans, emniyet, uçuş frekansı, ortalama ücret, gelir artışı, net kar marjı, pazar payı alt verileri incelemeye dahil edilmiştir. Araştırmada karşılaştırılacak olan havayolu şirketleri seçilirken her yıl düzenli olarak dünyanın en iyi havayolu şirketlerini tüketicilerin tercihleri ile belirlendiği Skytrax ödülleri baz alınmıştır. Buna göre ilk 10'da yer alan şirketlerin yayınladıkları finansal raporlardan veriler elde edilmiştir. Ayrıca, uluslararası hava taşımacılığı birliği olan IATA ve havacılık sektörü üzerine raporlar yayınlayan OAG şirketi gibi havacılık sektörü ile ilgili istatistikî bilgiler veren çeşitli kuruluşların internet sitelerinin açık kaynak verilerinden de yararlanılmıştır (www.oag.com, www.iata.org).

Skytrax 2017 anketine göre ilk sıralarda yer alan bazı havayolu şirketlerinin değerlendirme kriterlerimiz arasında yer alan bazı verilerine ulaşamamıştır. Örneğin Qatar Airways şirketi değerlendirme kriterleri arasında yer alan verilerden sadece bazılarını yıllık raporunda paylaştığı için değerlendirme kriterlerinin tamamına ulaşamamış ve çalışmaya dahil edilmemiştir. Bunun yanı sıra Etihad Airways şirketinin en son 2015 yılına, Hainan Airlines şirketinin ise en son 2014 yılına ait yıllık finansal raporu bulunduğundan yine çalışmaya dahil edilememiştir. Ayrıca Lufthansa şirketi bazı verilerini sadece Lufthansa German Airlines şirketi olarak bazı verilerini ise Lufthansa German Airlines

şirketinin yanı sıra Swiss International Air Lines ve Austrian Airlines gibi Lufthansa Group iştiraklerini de dahil ederek yayınladığından Skytrax 2017 anketinde ilk 10'da yer alan Lufthansa German Airlines'ın sağlıklı verilerine ulaşmak mümkün olmamıştır. Bu nedenle Lufthansa German Airlines şirketi de çalışmaya dâhil edilmemiştir. Sonuç olarak çalışmaya ilk 10 içinde bulunan ve açık kaynaklarda verilerine ulaşılabilen Singapore, ANA, Emirates, Cathay Pacific ve EVA Air şirketleri dahil edilmiştir.

Chang ve Yeh (2001) çalışmalarında güvenlik kriterini de kullanmıştır. Ancak Skytrax; havayolu şirketlerinin güvenlik standartlarını ya da güvenlik sicil detaylarını karşılaştırmalı olarak paylaşmadığını belirtmiştir (<https://skytraxratings.com/airline-safety-ratings> E.T. 11.04.2018). Bu nedenle havayolu şirketlerinin güvenlik indeks puanları düzenli olarak havayolu şirketlerinin güvenlik sıralamasını yapan ve havacılık ile ilgili güvenlik raporları yayınlayan JACDEC isimli şirketin internet sitesinden alınmıştır (www.jacdec.de). Havayolu şirketlerinin güvenlik indeks puanları havayolu şirketinin geçmişte karıştığı kazalar, şeffaflık ve altyapı gibi çevresel faktörlerin yanı sıra filo yaşı ve hat profili gibi havayolu şirketinin operasyonel faktörleri göz önünde bulundurularak oluşturulmuştur (www.jacdec.de). Havayolu şirketlerinin zamanında kalkış istatistikleri ise havacılık sektörü üzerine analizler yayınlayan OAG isimli şirketin raporundan alınmıştır (www.oag.com). Bunun dışında kalan veriler ise araştırmaya konu olan havayolu şirketlerinin yıllık finansal ve faaliyet raporlarından elde edilmiştir.

Skytrax 2017 dünyanın en iyi havayolu şirketleri anketinde ilk 6 sırada yer alan ve verilerine sağlıklı bir şekilde ulaşılan Singapore Airline (A1), ANA (A2), Emirates (A3), Cathay Pacific (A4), EVA Air (A5) şirketlerinin yanı sıra bayrak taşıyıcı havayolu şirketimiz olan Turkish Airlines (A6) şirketi çalışmaya dahil edilmiştir. Bunun yanı sıra Chang ve Yeh (2001)'in birim operasyon maliyeti (KR1), işgücünün verimliliği (KR2), uçuş filosunun verimliliği (KR3), yolcu doluluk oranı (KR4), zamanında kalkış (KR5), güvenlik (KR6), frekans sayısı (KR7), ortalama bilet fiyatı (KR8), gelirdeki artış oranı (KR9), net kar marjı (KR10) ve pazar payı (KR11) olarak belirlediği 11 kriter çalışmamızda kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan kriterlerden operasyon maliyeti ve frekans sayısı maliyet yönlü (en küçük en iyi) iken diğer 9 kriter fayda yönlü (en büyük en iyi) olarak değerlendirilmiştir.

Kriter ağırlıklandırılmaları uzman görüşü, entropi yöntemi ve basit ağırlıklandırma olmak üzere üç farklı şekilde yapılmıştır. Öncelikle sektörde faaliyet gösteren bir şirkette 6 yıldan fazla süredir çalışmakta olan satış müdürü ve tarife müdürü olarak görev yapan iki uzmana çalışmanın amacı ve hedefleri detaylı bir şekilde anlatılmıştır. Çalışmada kullanılacak olan 11 kriteri, ilgili kriterlerin havacılık sektöründeki önem derecelerini göz önüne alarak ağırlıklandırılmaları istenmiştir. Bunun yanı sıra çalışmada kullanılan 11 kriter entropi yöntemine göre de ağırlıklandırılmış ve son olarak Chen ve Yeh (2001)'in önerdiği ve kendi çalışmalarında kullandığı gibi her bir kriterin ağırlığı eşit olarak alınmıştır.

7. BULGULAR

Uzmanlardan gelen cevapların aritmetik ortalaması alınarak kriterlerin ağırlıkları belirlenmiştir. KR5 ve KR6 uzmanlar tarafından diğer kriterlere oranla daha önemli görülmüştür. Uzmanların belirledikleri ağırlık değerleri Tablo 1’de gösterilmiştir.

Tablo 1. Uzman Görüşü Ağırlık Değerleri

KR1	KR2	KR3	KR4	KR5	KR6	KR7	KR8	KR9	KR10	KR11
0,10	0,05	0,10	0,10	0,10	0,15	0,05	0,05	0,10	0,15	0,05

Uzman görüşü ile elde edilen ağırlık değerleri baz alınarak yapılan TOPSIS çözümüne göre;

1.Adım: Elde edilen veriler ışığında karar matrisi oluşturulmuştur.

Tablo 2. Karar Matrisi

Kriterler/ Şirketler	KR1	KR2	KR3	KR4	KR5	KR6	KR7	KR8	KR9	KR10	KR11
A1	91,00	589,73	876,54	0,79	0,85	0,05	1,52	81,13	-20,30	0,03	0,00
A2	121,09	271,45	315,64	0,71	0,84	0,02	1,30	125,93	-1,10	0,06	0,01
A3	61,16	352,29	1067,98	0,75	0,80	0,01	0,74	82,49	0,29	0,02	0,01
A4	82,50	319,71	845,74	0,85	0,71	0,01	1,39	69,06	-2,30	-0,01	0,01
A5	84,46	161,65	538,76	0,80	0,76	0,01	1,31	72,01	5,48	0,03	0,00
A6	50,63	390,57	416,25	0,79	0,79	0,32	1,51	68,66	11,90	0,02	0,02

2.Adım: TOPSIS yöntemine göre öncelikle karar matrisinin normalizasyon işleminin yapılması gerekmektedir. Normalizasyon işlemi (2) numaralı formül vasıtasıyla yapılmıştır. Bu işlem sonucunda normalize edilmiş karar matrisi elde edilmiştir.

Tablo 3. Karar Matrisinin Normalizasyonu

Kriterler/Şirketler	KR1	KR2	KR3	KR4	KR5	KR6	KR7	KR8	KR9	KR10	KR11
A1	0,44	0,65	0,49	0,41	0,44	0,16	0,47	0,39	-0,84	0,41	0,17
A2	0,58	0,30	0,18	0,37	0,43	0,05	0,40	0,60	-0,05	0,76	0,47
A3	0,29	0,39	0,60	0,39	0,41	0,04	0,23	0,39	0,01	0,20	0,51
A4	0,40	0,35	0,47	0,44	0,37	0,02	0,43	0,33	-0,09	-0,08	0,31
A5	0,41	0,18	0,30	0,42	0,39	0,04	0,40	0,34	0,23	0,37	0,10
A6	0,24	0,43	0,23	0,41	0,41	0,98	0,47	0,33	0,49	0,28	0,62

3.Adım: Karar matrisi normalize edildikten sonra normalize edilmiş standart karar matrisinin her bir elemanı uzman görüşü ile elde edilen ağırlık değerleri ile çarpılarak ağırlıklandırılmış standart karar matrisi elde edilmiştir.

Tablo 4. Ağırlıklandırılmış Standart Karar Matrisi

Kriterler/Şirketler	KR1	KR2	KR3	KR4	KR5	KR6	KR7	KR8	KR9	KR10	KR11
A1	0,04	0,03	0,05	0,04	0,04	0,02	0,02	0,02	-0,08	0,06	0,01
A2	0,06	0,01	0,02	0,04	0,04	0,01	0,02	0,03	0,00	0,11	0,02
A3	0,03	0,02	0,06	0,04	0,04	0,01	0,01	0,02	0,00	0,03	0,03
A4	0,04	0,02	0,05	0,04	0,04	0,00	0,02	0,02	-0,01	-0,01	0,02
A5	0,04	0,01	0,03	0,04	0,04	0,01	0,02	0,02	0,02	0,05	0,01
A6	0,02	0,02	0,02	0,04	0,04	0,15	0,02	0,02	0,05	0,04	0,03

4.Adım: Ağırlıklandırılmış standart karar matrisi elde edildikten sonra (5) ve (6) numaralı formüller kullanılarak pozitif ve negatif ideal çözüm noktaları elde edilmiş ve sonrasında her bir alternatifin pozitif ve negatif ideal çözüme olan uzaklıkları (7) ve (8) numaralı formüller kullanılarak elde edilmiştir. Buna göre aşağıdaki eşitlik elde edilmiştir.

Tablo 5. Uzman Görüşüne Göre Elde Edilen TOPSIS Değerleri

Alternatifler	S_i^*	s_i^-	C_i
A1	0,147	0,151	0,507
A2	0,080	0,206	0,721
A3	0,098	0,180	0,647
A4	0,142	0,168	0,543
A5	0,079	0,192	0,707
A6	0,167	0,151	0,475

5.Adım: Alternatiflerin pozitif ve negatif ideal çözüme olan uzaklık değerleri kullanılarak (9) numaralı formül yardımıyla her bir alternatifin puanı belirlenmiş ve alternatiflerin sıralaması yapılmıştır.

Tablo 6. Uzman Görüşü İle Ağırlıklandırma Sonucu Alternatiflerin Sıralanması

Alternatifler	Puan	Sıralama
A2	0,721	1
A5	0,707	2
A3	0,647	3
A4	0,543	4
A1	0,507	5
A6	0,475	6

Çalışmamızda uzman görüşü dışında kriterlerin ağırlıklarının karar matrisi kullanılarak tespit edilebildiği Entropi yöntemi de kullanılmıştır. Entropi yöntemi ile ağırlıklandırma 3 aşamadan oluşmaktadır. Buna göre;

1.Adım: Karar matrisinin normalizasyon işlemi (9) numaralı formül yardımıyla yapılmıştır.

Tablo 7. Karar Matrisinin Normalizasyonu

Kriterler/Şirketler	KR1	KR2	KR3	KR4	KR5	KR6	KR7	KR8	KR9	KR10	KR11
A1	0,19	0,28	0,22	0,17	0,18	0,12	0,20	0,16	0,00	0,20	0,08
A2	0,25	0,13	0,08	0,15	0,18	0,04	0,17	0,25	0,17	0,34	0,22
A3	0,12	0,17	0,26	0,16	0,17	0,03	0,10	0,17	0,18	0,12	0,23
A4	0,17	0,15	0,21	0,18	0,15	0,01	0,18	0,14	0,16	0,00	0,14
A5	0,17	0,08	0,13	0,17	0,16	0,03	0,17	0,14	0,22	0,18	0,05
A6	0,10	0,19	0,10	0,17	0,17	0,77	0,19	0,14	0,28	0,15	0,28

2. Adım: Her bir kriterin entropi değerinin hesaplanması (10) numaralı formül yardımıyla yapılmıştır.

Tablo 8. Entropi Değerlerinin Hesaplanması

Kriterler/Şirketler	KR1	KR2	KR3	KR4	KR5	KR6	KR7	KR8	KR9	KR10	KR11
A1	0,17	0,20	0,18	0,17	0,17	0,14	0,18	0,16	0,00	0,18	0,11
A2	0,19	0,15	0,11	0,16	0,17	0,07	0,17	0,19	0,17	0,20	0,18
A3	0,14	0,17	0,20	0,16	0,17	0,06	0,12	0,17	0,17	0,14	0,19
A4	0,17	0,16	0,18	0,17	0,16	0,03	0,17	0,15	0,16	0,01	0,15

A5	0,17	0,11	0,15	0,17	0,16	0,06	0,17	0,16	0,19	0,17	0,08
A6	0,13	0,18	0,13	0,17	0,17	0,11	0,18	0,15	0,20	0,16	0,20

3.Adım: Her bir kriterin ağırlık değeri ise (11) numaralı formül yardımıyla hesaplanmıştır.

Tablo 9. Ağırlık Değerleri

KR1	KR2	KR3	KR4	KR5	KR6	KR7	KR8	KR9	KR10	KR11
0,021473608	0,0395	0,0472	0,00084	0	0,53	0,01	0,01	0,1146	0,1309	0,082

Entropi yöntemi kullanılarak kriterlerin ağırlıkları belirlenip TOPSIS yöntemi ile çözüm yapıldığında elde edilen sonuçlar ise aşağıda verilmiştir.

Tablo 10. Entropi İle Ağırlıklandırma Sonucu Alternatiflerin Sıralanması

Alternatif	Puan	Sıralama
A5	0,889	1
A2	0,872	2
A3	0,838	3
A4	0,800	4
A1	0,717	5
A6	0,240	6

Chang ve Yeh (2001) havayolu şirketlerinin rekabet düzeylerini karşılaştırdığı makalede her bir kriterin ağırlığını eşit olarak belirlenmesi gerektiğini önermiştir. Her bir kriterin ağırlığı eşit olarak belirlenerek yapılan çözüme göre elde edilen sonuçlar ise aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 11. Basit Ağırlıklandırma İle Alternatiflerin Sıralanması

Havayolu Şirketi	TOPSIS Puanı	Sıralama
A5	0,668	1
A3	0,633	2
A2	0,628	3
A6	0,562	4
A4	0,552	5
A1	0,456	6

Her bir alternatifin, farklı ağırlıklandırma yöntemlerine göre oluşan sıralamaları aşağıda verilmiştir.

Tablo 12. Kullanılan Yöntemlere Göre Karşılaştırmalı Sıralama

Alternatifler	Eşit Ağırlık	Uzman Görüşü	Entropi
A1	6	5	5
A2	3	1	2
A3	2	3	3
A4	5	4	4
A5	1	2	1
A6	4	6	6

Alternatiflerin her üç çözümde elde ettiği puanların ortalamaları alınarak bir sıralama yapıldığında ise aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

Tablo 13. Alternatiflerin Yöntemlere Göre Aldıkları Puanların Ortalama Değerleri

Alternatif	Puan	Sıralama
A5	0,755	1
A2	0,740	2
A3	0,706	3
A4	0,631	4
A1	0,560	5
A6	0,426	6

Tablo 13'deki değerlere bakıldığında 5 numaralı şirketin birinci sırada 6 numaralı şirketin ise son sırada yer aldığı görülmektedir.

8. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Performans ölçümünde birçok nicel karar verme yöntemi kullanılmaktadır. Bu yöntemlerden bir tanesi olan TOPSIS yöntemi gerek görece kolay kullanımı, objektif verilerin subjektif verilerle birlikte kullanılmasına imkan vermesi, alternatifler arasında sıralama yapmanın kolay olması ve sonuçların kolay anlaşılır olması gibi avantajları sebebiyle literatürde sıklıkla kullanılmaktadır. Bu çalışmada da

hacacılık sektöründe faaliyet gösteren 6 şirketin lojistik performansları üç farklı ağırlıklandırma yöntemi kullanılarak değerlendirilmiştir.

Çalışmada elde edilen sonuçlara göre Shannon's Entropi ve uzman görüşü ile ağırlıklandırma sonucu elde edilen lojistik performans değerleri karşılaştırıldığında sadece 1. ve 2. sıradaki şirketler 0.01 puanlık bir fark ile değişmiş bunun dışında ise elde edilen lojistik performans sıralaması aynı kalmıştır. Fakat Chang ve Yeh (2001)'in önerdiği şekilde basit ağırlıklandırma yöntemi ile kriterlerin ağırlığı eşit kabul edildiğinde alternatiflerin sıralamasının değiştiği tespit edilmiştir.

Bu sonuçlara göre Skytrax 2017 sıralamasında çalışmaya konu olan şirketler arasında 5. Sırada bulunan şirketin en yüksek puanı aldığı görülmektedir. Yine çalışmaya konu olan şirketler arasında 1. Sırada yer alan şirketin ise 5.sırada yer aldığı tespit edilmiştir. Çalışmaya konu olan şirketler arasında 2., 3., 4. ve 6. sırada yer alan şirketlerin konumu ise değişmemiştir.

Bu sonuçlar dikkate alındığında, havayolu şirketlerinin lojistik performanslarının ölçümünde kesin bir sıralama elde etmenin zorluğu ve tek bir yöntemle değerlendirme yapmanın doğru olmayacağı görülmüştür. Bu çerçevede, en doğru şekilde sıralama yapabilmek için, birden fazla ağırlıklandırma ve karar verme yöntemi kullanılarak elde edilen sonuçların ortalamaları ile değerlendirme yapmanın daha doğru olacağını ve hatalı sıralama yapma ihtimalini düşüreceğini ifade etmek mümkündür.

KAYNAKÇA

- Alp, İ., Öztel, A., ve Köse, M. S. (2015) "Entropi Tabanlı Maut Yöntemi ile Kurumsal Sürdürülebilirlik Performansı Ölçümü: Bir Vaka Çalışması", *Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 11(2): 65-81.
- Aydoğan, E. K. (2011) "Performance Measurement Model for Turkish Aviation Firms Using the Rough-AHP and TOPSIS Methods under Fuzzy Environment", *Expert Systems with Applications*, 38(4): 3992-3998.
- Bongo, M. F., and Ocampo, L. A. (2017) "A Hybrid Fuzzy MCDM Approach for Mitigating Airport Congestion: A Case in Ninoy Aquino International Airport", *Journal of Air Transport Management*, 63: 1-16.
- Chang, Y. H., and Yeh, C. H. (2001) "Evaluating Airline Competitiveness Using Multiattribute Decision Making", *Omega*, 29(5): 405-415.
- Çınar, Y. (2004) "Çok Nitelikli Karar Verme ve 'Bankaların Mali Performanslarının Değerlendirilmesi' Örneği", Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Delbari, S. A., Ng, S. I., Aziz, Y. A., and Ho, J. A. (2016) "An Investigation of Key Competitiveness Indicators and Drivers of Full-Service Airlines Using Delphi and AHP Techniques", *Journal of Air Transport Management*, 52: 23-34.

- Deng, H., Yeh, C. H., and Willis, R. J. (2000) “Inter-Company Comparison Using Modified TOPSIS with Objective Weights”, *Computers & Operations Research*, 27(10): 963-973.
- Deveci, M., Demirel, N. Ç., and Ahmetoğlu, E. (2017) “Airline New Route Selection Based on Interval Type-2 Fuzzy MCDM: A Case Study of New Route Between Turkey-North American Region Destinations”, *Journal of Air Transport Management*, 59: 83-99.
- Eleren, A., ve Karagül, M. (2008) “1986-2006 Türkiye Ekonomisinin Performans Değerlendirmesi”, *Yönetim ve Ekonomi: Celal Bayar Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 15(1): 1-14.
- Feng, C. M., and Wang, R. T. (2000) “Performance Evaluation for Airlines Including the Consideration of Financial Ratios”, *Journal of Air Transport Management*, 6(3): 133-142.
- Feng, C. M., and Wang, R. T. (2001) “Considering The Financial Ratios on The Performance Evaluation of Highway Bus Industry”, *Transport Reviews*, 21(4): 449-467.
- Gökdalay, M. H., ve Evren, G. (2009) “Havaalanlarının Performans Analizinde Bulanık Çok Ölçütlü Karar Verme Yaklaşımı”, *ITU Journal Series D: Engineering*, 8(6).
- JACDEC (2017) “Safety Ranking”, <http://www.jacdec.de/about-safety-ranking/> E.T. 11.04.2018
- JACDEC (2017) “Airline Safety Ranking”, <http://www.jacdec.de/airline-safety-ranking-2017/> E.T.11.04.2018
- IATA (2017) “World Air Transport Statistics”, <http://www.iata.org/pressroom/mediakit/Documents/WATS-2017-mediakit-summary.pdf> E.T. 10.04.2018
- Karaatlı, M. (2016) “Entropi-Gri İlişkisel Analiz Yöntemleri ile Bütünleşik Bir Yaklaşım: Turizm Sektöründe Uygulama”, *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 21(1).
- Liou, J. J., and Chuang, M. L. (2010) “Evaluating Corporate Image and Reputation Using Fuzzy MCDM Approach in Airline Market”, *Quality & Quantity*, 44(6): 1079-1091.
- Liou, J. J., Tzeng, G. H., and Chang, H. C. (2007) “Airline Safety Measurement Using a Hybrid Model”, *Journal of Air Transport Management*, 13(4): 243-249.
- Min, H., and Joo, S. J. (2016) “A Comparative Performance Analysis of Airline Strategic Alliances Using Data Envelopment Analysis”, *Journal of Air Transport Management*, 52: 99-110.
- OAG (2017) “On Time Performance Star Ratings”, <https://www.oag.com/on-time-performance-star-ratings> E.T. 19.03.2018

- Pineda, P. J. G., Liou, J. J., Hsu, C. C., and Chuang, Y. C. (2018), “An Integrated MCDM Model for Improving Airline Operational and Financial Performance”, *Journal of Air Transport Management*, 68: 103-117.
- SKYTRAX (2017) “Airline Safety Ratings”, <https://skytraxratings.com/airline-safety-ratings> E.T. 11.04.2018
- Supçiller, A. A., ve Çapraz, O. (2011) “Ahp-Topsis Yöntemine Dayalı Tedarikçi Seçimi Uygulaması”, *Ekonometri ve İstatistik e-Dergisi*, (13): 1-22.
- Tunca, M. Z., Ömürbek, N., Cömert, H. G., ve Aksoy, E. (2016) “OPEC Ülkelerinin Performanslarının Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinden Entropi ve Maut ile Değerlendirilmesi”, *Süleyman Demirel Üniversitesi Vizyoner Dergisi*, 7(14): 1-12.
- Wang, Yu-Jie, (2009), “Combining Grey Relation Analysis with FMCGDM to Evaluate Financial Performance of Taiwan Container Lines”, *Expert Systems With Applications*, 36.