

Yolcular Açısından Havalimanlarının Değerlendirilmesine Yönelik Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleriyle Bir Uygulama

Murat Kemal KELEŞ¹

Aşkın ÖZDAĞOĞLU²

Barış IŞILDAK³

Geliş Tarihi (Received): 15.09.2020 – Kabul Tarihi (Accepted): 23.02.2021

Öz

Rekabetin yoğun olarak yaşandığı havacılık sektörü günden güne gelişen ve hızlı ilerleyen bir sektördür. Havayolu ulaşımı özellikle zaman faktörü açısından diğer ulaşım alternatiflerine göre avantaj sağlamaktadır. Bu yüzden havayolu ulaşımının yolcular açısından sıklıkla tercih edildiği görülmektedir. Uçuş faaliyetlerinin yapıldığı, yolcu, yük ve malzeme aktarımının sağlandığı havalimanları, havayolu ulaşımında önemli bir aktördür. Havalimanlarının buldukları bölgede şehre olan mesafeleri, havalimanı bina ve çevre tasarımı, havalimanı içinde verilen hizmetler, yolcuların memnuniyet düzeyinde etkili olmaktadır. Havalimanlarında hem yolculara hem de havayolu işletmelerine verilen hizmet kalitesinin artırılması, havalimanları arasındaki rekabet açısından önemlidir. Bu çalışmada amaç, havayolu ulaşımını tercih eden yolcuların bakış açısıyla birbirine yakın bölgelerde hizmet veren Isparta Süleyman Demirel, Denizli Çardak ve Uşak Havalimanlarını değerlendirmektir. Çalışmada çok kriterli karar verme yöntemleri kullanılmıştır. Değerlendirme kriterlerinin ağırlıkları Bulanık SWARA ile bulunmuştur. Çalışma kapsamındaki 3 havalimanının sıralaması da CODAS, ARAS, Bulanık CODAS ve Bulanık ARAS yöntemleriyle yapılmış, sonuçlar karşılaştırılmıştır. Çalışmanın havayolu ulaşımını kullanan yolculara, havalimanı yöneticilerine ve havayolu sektörü çalışanlarına faydalı olacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Havalimanı, Çok Kriterli Karar Verme, Bulanık SWARA, CODAS, ARAS, Bulanık CODAS, Bulanık ARAS

An Application with Multi-Criteria Decision-Making Methods for the Evaluation of Airports from Passengers' View

Abstract

Competition is intense in aviation industry. It is a sector that develops day by day and progresses rapidly. Air transportation provides an advantage over other transportation alternatives, especially in terms of time factor. Therefore, it is seen that air transportation is frequently preferred by passengers. Airports are important actors in airline transportation because of flight activities, passenger, cargo and material transfers. The distance of the airports to the city in the region where they are located, the airport building and environmental design, the services provided in the airport are effective in the satisfaction level of the passengers. Increasing the service quality provided to both passengers and airline operators at airports is important in terms of competition between airports. The aim of this study is to evaluate Isparta Süleyman Demirel, Denizli Çardak and Uşak Airports, which serve in regions close to each other from the perspective of passengers who prefer air transportation. Multi-criteria decision making methods were used in the study. The weights of the evaluation criteria were found by using Fuzzy SWARA. The ranking of the three airports within the scope of the study was made using CODAS, ARAS, Fuzzy CODAS and Fuzzy ARAS methods and the results were compared. It is thought that the study will be beneficial for passengers using airline transportation, airport managers and airline sector employees.

Keywords: Airport, Multi Criteria Decision Making, Fuzzy SWARA, CODAS, ARAS, Fuzzy CODAS, Fuzzy ARAS

¹Dr.Öğr. Üyesi, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Keçiörlü Meslek Yüksekokulu, Ulaştırma Hizmetleri Bölümü, Sivil Hava Ulaştırma İşletmeciliği Programı, muratkeles@isparta.edu.tr

² Doç.Dr. Dokuz Eylül Üniversitesi İşletme Fakültesi İşletme Bölümü, Üretim Yönetimi ve Pazarlama Anabilim Dalı, askin.ozdagoglu@deu.edu.tr

³ Öğr.Gör. Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Keçiörlü Meslek Yüksekokulu, Ulaştırma Hizmetleri Bölümü, Sivil Havacılık Kabin Hizmetleri Programı, barisisildak@isparta.edu.tr

Giriş

Sürdürülebilir büyüme ve gelişme için ülkeler ulaştırma altyapılarına büyük önem vermektedir. Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin dünya ticaretinde daha fazla söz sahibi olabilmeleri için kara, deniz ve demir yolu taşımacılık türleri dışında havayolu taşımacılığını tercih etmeleri gerekmektedir (Kaya, 2020:1).

Havayolu taşımacılığı, sivil hava araçları ile ücret karşılığı yapılan yolcu ve yük veya sadece posta/kargo taşımacılığı faaliyetlerini kapsarken (Ticari Hava Taşıma İşletmeleri Yönetmeliği (SHY-6A), 2013:2, Erişim Tarihi:22.06.2020) küresel ekonomi içinde de özellikle ticaret ve turizm sektörlerinde önemli bir konuma sahiptir. Dünyanın pek çok noktasına uçuşlar planlanırken, yolcu ve yük taşıma sürelerinin kısa olması, gümrük ve taşıma transferlerinin hızlı planlanması, yük veya kargoların hasarsız ve hassas bir şekilde taşınması ve nihayet güvenliğin yüksek seviyede tutulması amaçlanmaktadır.

Dünyada havayolu taşımacılığı verilerine bakılacak olursa, yılda sayı olarak 4 milyar yolcu bir noktadan başka bir noktaya transfer edilmektedir. Bu transfer faaliyetlerinin küresel gayri safi yurt içi hasılaya katkısı 704,4 milyar dolardır. Tüm bu veriler, havayolu taşımacılığının dünya üzerinde büyük bir öneme sahip olduğunu göstermektedir (Kaya, 2020:7).

Son dönemlerde teknolojinin gelişmesi ve küreselleşmenin de etkisiyle havayolu taşımacılığında yaşanan değişiklikler neticesinde, çeşitlenen yolcu profilleri ile birlikte yolcuların hizmet kalitesine yönelik beklentileri farklılaşmaktadır. Bu farklılaşma yolcuların algıladıkları hizmet kalitesi ve havalimanı işletmelerine karşı memnuniyet durumlarını da önemli ölçüde etkilemektedir. Havaşılıkta sunulan hizmetlerde müşterilerinin değişen beklenti ve isteklerini anlayarak müşteri memnuniyetini sağlayan işletmeler başarılı olmaktadır (Okumuş ve Asil, 2007:153). Havalimanlarını kullanan yolcuların bekledikleri hizmet çeşitleri ve kalitesi sadece havayolu firmaları için değil havalimanı yönetimleri için de önemlidir. Bu çerçevede kapsamında bakıldığında havalimanlarında yolculara verilen hizmetler, sağlanan imkanlar, havalimanlarının coğrafi konumları, havalimanlarına ulaşım kolaylığı, havalimanının mimari ve çevresel tasarımı gibi unsurlar yolcuların havalimanlarını tercih etmeleri ve memnuniyetleri noktasında etkili olmaktadır.

Bu çalışmanın amacı; havayolu ulaşımını tercih eden yolcuların bakış açısından havalimanlarının tercihinde önemli olan kriterlerin ve önem derecelerinin belirlenmesidir. Bu amaca yönelik olarak birbirine yakın bölgelerde faaliyet gösteren ve birbirlerinin yedek meydanı konumunda olan 3 havalimanı; Isparta Süleyman Demirel, Denizli Çardak ve Uşak Havalimanlarını kapsayan bir uygulama yapılmıştır.

Çalışmada Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemlerinden Bulanık SWARA (Step-wise Weight Assessment Ratio Analysis - Kademeli Ağırlık Değerlendirme Oran Analizi), CODAS (Combinative Distance-based Assessment - Birleştirilebilir Uzaklık Tabanlı Değerlendirme) ve ARAS (Additive Ratio Assessment - Katkı Oranı Değerlendirmesi) yöntemleri kullanılmıştır. Değerlendirme kriterlerinin ağırlıkları Bulanık SWARA yöntemi ile bulunmuş, çalışma kapsamında olan 3 havalimanı da CODAS, ARAS, Bulanık CODAS ve Bulanık ARAS yöntemleri ile sıralanmış ve çıkan sonuçlar karşılaştırılmıştır.

Havacılık sektörü üzerine yapılan çalışmalar incelendiğinde; SWARA, CODAS ve ARAS yöntemlerinin başka yöntemlerle kullanıldığı az sayıda çalışma görülmüştür. Ancak; Bulanık SWARA, CODAS, ARAS, Bulanık CODAS ve Bulanık ARAS yöntemlerinin bütünlük olarak kullanıldığı bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu yönüyle bu çalışmanın literatüre bir katkı yapacağı düşünülmektedir. Ayrıca bu çalışmanın havalimanlarının değerlendirilmesi konusunda gerek yolculara gerekse de havacılık sektörü yöneticileri ve çalışanlarına faydalı olacağı umulmaktadır.

Çalışmada öncelikle havacılık ve havacılıkta hizmet konularını içeren literatür incelemesi verilmiştir. Takip eden aşamalarda, çalışmada kullanılan yöntemlerin algoritmaları anlatılmış ve literatürde bu yöntemlerin kullanıldığı çalışmalardan örnekler verilmiştir. Daha sonra yolcuların havalimanlarını değerlendirmelerinde kullanılan kriterlerin ağırlıklarının bulunması ve çalışma kapsamındaki 3 havalimanının söz konusu kriterlere göre sıralanmasını içeren ÇKKV yöntemlerinin kullanıldığı uygulama bölümü bulunmaktadır. Son olarak çalışma sonuçlarından bahsedilmiş ve önerilerde bulunulmuştur.

1. Literatür İncelemesi

Literatürde havacılık sektörü ile ilgili farklı konularda yapılmış çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Tablo 1’de havacılık sektöründe hizmet kalitesi, müşteri memnuniyeti, havalimanlarının finansal performans ölçümü, havayolu taşımacılığı gibi havacılık sektöründe yapılan çeşitli konuları içeren literatür incelemesi bulunmaktadır. Tablolar içerisindeki çalışmalar, kronolojik olarak en yenden en eskiye sıralanarak verilmiştir.

Tablo 1

Havacılık ve Havacılıkta Hizmet Konularını İçeren Literatür İncelemesi

Çalışmanın yazarı/yazarları	Çalışmanın konusu	Kullanılan yöntem/ler
Yangınlar ve Tuna (2020)	Havayolu taşımacılığında hizmet kalitesinin kurumsal imaj, müşteri memnuniyeti ve	Anket, İstatistiksel analiz, Faktör analizi

Demirel (2020)	müşteri sadakati üzerindeki etkilerini ölçülmesi Türkiye’de yurt içi uçuş yapan Star Alliance havayolu üyesi olan ve üyesi olmayan firmalar üzerinde hizmet kalitesinin incelenmesi	Regresyon analizi
Dilmen ve Çetinyokuş (2020)	Havalimanlarının gelişiminde etkili olan sosyo-ekonomik göstergeler, mekânsal plânlamalar, ulaştırma gelişimi, çevresel durumlar ve finansal kriterler üzerinde bir değerlendirme yapılması	AHP, TOPSIS ve ELECTRE
Büyüközkan vd. (2020)	Havacılık endüstrisinde hizmet kalitesinin stratejik analiz noktasındaki rolünün değerlendirilmesi	AHP ve SERVQUAL
Erdoğan (2020)	Gaziantep Havalimanı’nı kullanan 293 yolcu üzerinde uygulanan anket ile havalimanı hizmet kalitesini etkileyen faktörlerin incelenmesi	Anket, İstatistiki analiz, Faktör analizi
Battal (2020)	Avrupa merkezli altı havaalanı grubunun 2015-2018 yılları arasındaki finansal performanslarının değerlendirilmesi	Veri Zarflama analizi
Madak ve Selepçioğlu (2020)	Türk sivil havacılık sektöründe yolcu memnuniyetinin ve sadakat ilişkisinin araştırılması	Anket, İstatistiki analiz
Lim ve Lee (2020)	Yüksek maliyetli yolcularla, düşük maliyetli yolcular arasındaki hizmet kalitesinin ölçülmesi	SERVQUAL
Güreş vd. (2019)	Çocuklu yolcuların havacılık işletmelerine yönelik beklenti ve memnuniyetlerinin araştırılması	Anket, İstatistiki analiz
Topal vd. (2019)	Ankara ve İstanbul Havalimanları’nı kullanan 406 yolcu üzerinde sunulan hizmetlerin, müşteri memnuniyetine etkisinin araştırılması	Anket, İstatistiki analiz, Faktör analizi
Aşık (2019)	İstanbul Havalimanı’nı kullanan 296 yerli ve 208 yabancı yolcuya uygulanan	Anket, İstatistiki analiz, Faktör analizi

	anket ile hizmet kalitesi algısının incelenmesi	
Uz ve Canarslan (2019)	Havayolu firmalarının sundukları hizmetlerin kalitesi ve bu hizmetlerin müşteri memnuniyetine etkisinin araştırılması	Anket, İstatistiki analiz, Faktör analizi
Brochado vd. (2019)	Havayolu taşımacılığını tercih eden yolcuların kalite algılarının belirlenmesi	İçerik analizi ARDL (The Autoregressive Distributed Lag Model) analizi
Stamolampros ve Korfiatis (2019)	Havayolu hizmet ve ekonomi faktörlerinin ölçülmesi	
	Dubai Uluslararası Havalimanı'nı kullanan 275 yolcu üzerinde uygulanan anket ile yolcuların havalimanı hizmet kalitesi algılarının incelenmesi	Anket, İstatistiki analiz, Faktör analizi
Awad vd. (2019)	Avustralya'daki havalimanlarının hizmet kalitesi, yolcu memnuniyeti ve havalimanının yeniden kullanımı ve varış noktası yeniden ziyaret dâhil davranışsal yaklaşımlar arasındaki ilişkinin incelenmesi	
Prentice ve Kadan (2019)	Uçaklarda farklı kabin sınıflarında seyahat eden yolcuların algıladıkları hizmet kalitesi ve müşteri memnuniyetlerinin araştırılması	Kartopu Örnekleme
Sun (2019)	Havayolu sektöründe hizmet kalitesi ve müşteri memnuniyeti kavramları üzerine bir çalışma	Anket, İstatistiki analiz, Faktör analizi
Khudhair vd. (2019)	Havayolu taşımacılığında yolculardan alınan geri bildirimlere göre hizmetlerin değerlendirilmesi	SERVQUAL ve AIRQUAL
Park vd. (2019)	Süleyman Demirel Havalimanı kullanan 500 yolcu üzerinde uygulanan anket ile havalimanı hizmetlerinde müşteri memnuniyetini etkileyen faktörlerin incelenmesi	Anket, İstatistiki analiz, SEM (Structural Equation Modeling) analizi
İşıldak ve Tunca (2018)	Türkiye'de yolculara sağlanan düşük maliyetli ve sunulan tam hizmetlerin karşılaştırılması	Anket, İstatistiki analiz, Faktör analizi
Mutlu ve Sertoğlu (2018)		SERVQUAL

Acar ve Nur (2017)	Ankara Esenboğa Havalimanı'nı kullanan 155 engelli yolcu üzerinde uygulanan anket ile havalimanında sunulan hizmetlerin değerlendirilmesi	Anket, İstatistiki analiz, Faktör analizi
Bezerra ve Gomes (2016)	Brezilya'nın büyük bir havalimanından seyahat eden yolcuların hizmet kalitesi algısı ve müşteri memnuniyetlerinin araştırılması	Anket, İstatistiki analiz, Faktör analizi
Şen ve Polat (2015)	Kanunların havayolu hizmetlerinde ve yolcu taşımacılığındaki etkileri	Chow'un yapısal kırılma testi
Yıldız ve Erdil (2013)	Türkiye'deki havayolu yolcu taşımacılığının sektörel kalitesinin ölçülmesi	SERVQUAL ve SERVPERF

Tablo 1'de yer alan havacılık konusundaki çalışmalar genel olarak değerlendirildiğinde, son yıllarda pek çok çalışmanın olduğu ve havacılık sektörünün güncel çalışmaları içerdiği anlaşılmaktadır. Çalışmaların içeriği incelendiğinde ise havacılıkta hizmet kalitesi ve müşteri memnuniyetine yönelik farklı çalışmalar olduğu görülmektedir. Çalışmalarda kullanılan yöntemlere bakıldığında da ÇKKV yöntemlerinin kullanıldığı çalışmaların az olduğu görülmektedir. Bu çalışmada, havalimanlarının değerlendirilmesiyle ilgili olarak ilk kez Bulanık SWARA, CODAS, ARAS, Bulanık CODAS ve Bulanık ARAS yöntemleri bütünleşik kullanılarak literatüre katkı sağlanmış olacaktır.

2. Metodoloji

Bu çalışmada, ÇKKV yöntemlerinden Bulanık SWARA, CODAS, ARAS, Bulanık CODAS ve Bulanık ARAS yöntemleri bütünleşik olarak kullanılmıştır. Bu bölümde, çalışmada kullanılan söz konusu yöntemlerin algoritmaları anlatılacak ve her üç yöntemin literatürde uygulamalarından örnekler verilecektir.

2.1. Bulanık SWARA Yöntemi

Bulanık SWARA yöntemi, karar verme problemindeki kriterlerin ağırlıklarını tespit etmek için kullanılabilir ÇKKV yöntemlerinden birisidir. Bu yöntem kriterlerin değerlendirilmesi sürecinde yer alan belirsizliklerin üstesinden gelmek amacıyla tercih edilmektedir. Bunun yanında karmaşık durumlar için basit göreceli karşılaştırmalar kullanan ve uzman görüşlerini kolayca sürece dahil edebilen bir yöntemdir. Yöntemin bir diğer avantajı da kriter sayısının bir eksiği kadar soru sorularak değerlendirme yapmaya imkân tanınmasıdır.

Kriter sayısının fazla olduğu durumlarda, AHP (Analytic Hierarchy Process) ve MACBETH (Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique) yöntemlerinde kriter sayısının ikili kombinasyonu kadar soru sorulması gerekmekte ve bu da uzmanın sağlıklı değerlendirmeler yapmasını zorlaştırmaktadır. Ancak kriter sayısının fazlalığı Bulanık SWARA için bir engel teşkil etmemektedir (Özbek, 2019:55-56). SWARA yönteminin bulanık mantık yaklaşımı ile bütünleştirilmesi sonucu ortaya çıkan Bulanık SWARA yöntemi karar vericiler tarafından ifade edilen farklı sözel ifadeler ile hesaplamalar yapmaya imkân tanımaktadır. Kelimelerle hesaplama yapabilme bulanık mantığın güçlü yönlerinden birisi olarak ifade edilmektedir (Baykal ve Beyan, 2004:104).

Yöntemin işleyişi denklemler eşliğinde sunulmuştur (Perçin, 2019:534-535).

Bulanık SWARA yöntemine göre ilk aşamada, problemin çözümünde dikkate alınması gereken kriterler belirlenir.

İkinci aşamada bu kriterler en önemliden en önemsiz doğru sıralanır. Sıralanmış kriterlerin durumu Eşitlik 1’de gösterilmiştir.

$$\begin{cases} j: \text{kriter}; j = 1,2,3, \dots, n \\ \{ j = 1 \Rightarrow \text{en önemli kriter} \\ j = n \Rightarrow \text{en önemsiz kriter} \end{cases} \quad (1)$$

Üçüncü aşamada her bir kriterin kendinden sonra gelen kritere göre önemi Tablo 2’deki ölçek kullanılarak değerlendirilir.

l: üçgen bulanık sayı alt limit değeri

m: üçgen bulanık sayı orta nokta

u: üçgen bulanık sayı üst limit değeri

d: karar verici; $d = 1,2,3, \dots, D$

\tilde{s}_{jd} : *d*. karar vericinin *j* kriteri için bulanık görüşü

s_{jdl} : *d*. karar vericinin *j* kriteri için görüşü alt limit değeri

s_{jdm} : *d*. karar vericinin *j* kriteri için görüşü orta noktası

s_{jdu} : *d*. karar vericinin *j* kriteri için görüşü üst limit değeri

Tablo 2

Bulanık Değerlendirme Ölçeği

Sözel İfade	s_{jdl}	s_{jdm}	s_{jdu}
Çok Düşük	0,00	0,00	0,30
Düşük	0,00	0,25	0,50
Orta	0,30	0,50	0,70
Yüksek	0,50	0,75	1,00
Çok Yüksek	0,70	1,00	1,00

Bu ölçeye göre oluşan üçgen bulanık sayı yapısı Eşitlik 2’de gösterildiği gibidir.

$$\tilde{s}_{jd} = (s_{jdl}, s_{jdm}, s_{jdu}) \quad (2)$$

Önem sırasına göre her bir kriterin kendinden sonra gelen kritere göre üstünlüğüne ilişkin değerlendirmeler Eşitlik 3, 4 ve 5 kullanılarak birleştirilir.

\tilde{s}_j : *j* kriteri için birleştirilmiş bulanık üstünlük değeri

s_{jl} : birleştirilmiş bulanık üstünlük alt limit değeri

s_{jm} : birleştirilmiş bulanık üstünlük orta noktası

s_{ju} : birleştirilmiş bulanık üstünlük üst limit değeri

$$s_{jl} = \frac{\sum_{d=1}^D s_{jdl}}{D} \quad (3)$$

$$s_{jm} = \frac{\sum_{d=1}^D s_{jdm}}{D} \quad (4)$$

$$s_{ju} = \frac{\sum_{d=1}^D s_{jdu}}{D} \quad (5)$$

Karar vericilerin görüşlerinin birleştirilmesi ile oluşan üçgen bulanık sayı Eşitlik 6’da gösterilmiştir.

$$\tilde{s}_j = (s_{jl}, s_{jm}, s_{ju}) \quad (6)$$

Sonraki aşamada katsayı değerleri Eşitlik 7, 8 ve 9 kullanılarak hesaplanır.

\tilde{k}_j : katsayı değeri

k_{jl} : katsayı alt limit değeri

k_{jm} : katsayı değeri orta noktası

k_{ju} : katsayı üst limit değeri

$$\begin{cases} j = 1 \Rightarrow k_{jl} = 1 \\ j > 1 \Rightarrow k_{jl} = 1 + s_{jl} \end{cases} \quad (7)$$

$$\begin{cases} j = 1 \Rightarrow k_{jm} = 1 \\ j > 1 \Rightarrow k_{jm} = 1 + s_{jm} \end{cases} \quad (8)$$

$$\begin{cases} j = 1 \Rightarrow k_{ju} = 1 \\ j > 1 \Rightarrow k_{ju} = 1 + s_{ju} \end{cases} \quad (9)$$

Bulanık SWARA yöntemine göre bu işlemlerin ardından katsayı değişkenleri Eşitlik 10, 11 ve 12 yardımıyla hesaplanır.

\tilde{q}_j : katsayı değişkeni

q_{jl} : katsayı değişkeni alt limit değeri

q_{jm} : katsayı değişkeni orta noktası

q_{ju} : katsayı değişkeni üst limit değeri

$$\begin{cases} j = 1 \Rightarrow q_{jl} = 1 \\ j > 1 \Rightarrow q_{jl} = \frac{q_{\{j-1\}l}}{k_{ju}} \end{cases} \quad (10)$$

$$\begin{cases} j = 1 \Rightarrow q_{jm} = 1 \\ j > 1 \Rightarrow q_{jm} = \frac{q_{\{j-1\}m}}{k_{jm}} \end{cases} \quad (11)$$

$$\begin{cases} j = 1 \Rightarrow q_{ju} = 1 \\ j > 1 \Rightarrow q_{ju} = \frac{q_{\{j-1\}u}}{k_{jl}} \end{cases} \quad (12)$$

Daha sonra bulanık göreceli ağırlıklar Eşitlik 13, 14 ve 15 kullanılarak bulunur.

$\tilde{r}w_j$: bulanık göreceli ağırlık

rw_{jl} : bulanık göreceli ağırlık alt limit değeri

rw_{jm} : bulanık göreceli ağırlık orta noktası

rw_{ju} : bulanık göreceli ağırlık üst limit değeri

$$rw_{jl} = \frac{q_{jl}}{\sum_{j=1}^n q_{ju}} \quad (13)$$

$$rw_{jm} = \frac{q_{jm}}{\sum_{j=1}^n q_{jm}} \quad (14)$$

$$rw_{ju} = \frac{q_{ju}}{\sum_{j=1}^n q_{jl}} \quad (15)$$

Bir sonraki aşama bulanık göreceli ağırlıkların durulaştırılarak tek bir değere dönüştürülmesidir. Bu işlem Eşitlik 16 kullanılarak gerçekleştirilir.

rw_j : durulaştırılmış göreceli ağırlık

$$rw_j = \frac{rw_{jl} + rw_{jm} + rw_{ju}}{3} \quad (16)$$

Son aşamada durulaştırılmış göreceli ağırlık değerleri Eşitlik 17 kullanılarak normalize edilir.

w_j : durulaştırılmış normalize ağırlık

$$w_j = \frac{rw_j}{\sum_{j=1}^n rw_j} \quad (17)$$

Tablo 3'te, SWARA ve bulanık SWARA yöntemine ilişkin örnek çalışmalar bulunmaktadır. Güncel bir ÇKKV yöntemi olan SWARA'nın son yıllarda yapılan çalışmalarda kullanıldığı görülürken ağırlıklı olarak, teknoloji, lojistik, üretim, yer seçimi, tedarikçi seçimi gibi konularda uygulandığı ancak havacılık konularına ilişkin çalışmalarda nadir kullanıldığı görülmüştür.

Tablo 3

Bulanık SWARA Yöntemi Literatür İncelemesi

Çalışmanın yazarı/yazarları	Çalışmanın konusu	Kullanılan yöntem/ler
Durmaz ve Gencer (2020) Katrancı ve Kundakcı (2020a)	Akrobasi uçağı seçimi	SWARA
Ansari vd. (2020)	Soğuk hava deposu seçimi	SWARA ve COPRAS
Mishra vd. (2020)	Sürdürülebilir üretimde risklerin azaltılması için çözümlerin sıralanması	FUZZY SWARA-COPRAS
Rani vd. (2020)	Biyoenjerji üretim süreçlerinin değerlendirilmesi	FUZZY SWARA-COPRAS
Ren vd. (2019)	Güneş panellerinin performanslarına göre seçimi	FUZZY SWARA-VIKOR
Özdağoğlu vd. (2019)	Elektrikli araçlar için şarj istasyon seçimi	FUZZY SWARA-WASPAS
Perçin (2019)	Üniversite hastanesi için gerekli olan makroelisa tıbbi cihazının seçimi	WASPAS ve SWARA
Zarbakhshnia vd. (2018)	Dış kaynak sağlayıcıların seçimi	FUZZY SWARA-AD
Mavi vd. (2017)	Sürdürülebilir üretimde lojistik sağlayıcıların seçimi	FUZZY SWARA-COPRAS
	Plastik sanayide lojistik sağlayıcıların seçimi	FUZZY SWARA-MOORA

2.2. CODAS Yöntemi

CODAS (Combinative Distance-based Assessment - Birleştirilebilir Uzaklık Tabanlı Değerlendirme) ÇKKV yöntemlerinden birisidir. CODAS yöntemi, Ghorabae vd. tarafından 2016 yılında geliştirilmiş oldukça yeni bir yöntem olarak çalışma kapsamında tercih edilmiştir. Yöntem karar verme probleminde yer alan alternatiflerin negatif ideal çözüme uzaklıklarını dikkate alarak hesaplamaları gerçekleştirmektedir (Ayçin ve Arsu, 2019:430).

Yöntemin işleyişi denklemler eşliğinde verilmiştir (Tuş ve Adalı, 2018:247-248).

CODAS yöntemi kapsamında ilk olarak karar matrisi oluşturulmaktadır. Karar matrisi yapısı Eşitlik 18'de verilmiştir.

j : kriter; $j = 1, 2, 3, \dots, n$

i : alternatif; $i = 1, 2, 3, \dots, m$

x_{ij} : i alternatifinin j kriteri açısından değeri

$$\begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ \dots & \dots & \ddots & \dots \\ x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix} \quad (18)$$

CODAS yönteminin ikinci aşamasında değerlerin büyük olmasının daha iyi durumu gösterdiği fayda kriterleri için karar matrisindeki değerlerin normalizasyonu yapılmalıdır. Fayda kriterleri için normalizasyon işlemi Eşitlik 19'da gösterilmiştir.

x_{ij}^* : *i* alternatifinin *j* kriteri açısından normalize değeri

$$x_{ij}^* = \frac{x_{ij}}{\max_i x_{ij}}; \forall i, j \text{ için} \quad (19)$$

CODAS yönteminin üçüncü aşamasında değerlerin küçük olmasının daha iyi durumu gösterdiği maliyet kriterleri için karar matrisindeki değerlerin normalizasyonu yapılmalıdır. Maliyet kriterleri için normalizasyon işlemi Eşitlik 20'de gösterilmiştir.

x_{ij}^* : *i* alternatifinin *j* kriteri açısından normalize değeri

$$x_{ij}^* = \frac{\min_j x_{ij}}{x_{ij}}; \forall i, j \text{ için} \quad (20)$$

İzleyen adımda ağırlıklı normalize değerler Eşitlik 21 kullanılarak bulunur.

r_{ij} : *i*. alternatif *j*. kriter için ağırlıklı normalize değer

$$r_{ij} = w_j x_{ij}^*; \forall i, j \text{ için} \quad (21)$$

CODAS yöntemine göre izleyen adımda her bir kriter için negatif ideal çözüm değeri Eşitlik 22 kullanılarak bulunur.

ns_j : *j*. kriterin negatif ideal çözüm değeri

$$ns_j = \min_j r_{ij}, \forall j \text{ için} \quad (22)$$

İzleyen adımda her bir alternatifin negatif ideal çözümden Öklid uzaklığı Eşitlik 23 kullanılarak bulunur.

E_i : *i*. alternatifin negatif ideal çözümden Öklid uzaklığı

$$E_i = \sqrt{\sum_{j=1}^n (r_{ij} - ns_j)^2}, \forall i \text{ için} \quad (23)$$

CODAS yönteminde bir sonraki adım her bir alternatifin negatif ideal çözümden Taksicab uzaklığının bulunmasıdır. Taksicab uzaklığı Eşitlik 24 kullanılarak hesaplanır.

T_i : *i*. alternatifin negatif ideal çözümden Taksicab uzaklığı

$$T_i = \sum_{j=1}^n |r_{ij} - ns_j|, \forall i \text{ için} \quad (24)$$

Taksicab uzaklıklarının bulunmasının ardından görelî değerler matrisi hesaplanır. Bunun için öncelikle negatif ideal çözüm değerlerine uzaklıkların hesaplanmasının eşik fonksiyonu Eşitlik 25'teki gibi tanımlanır.

τ : eşik parametresi; $0,01 \leq \tau \leq 0,05$

$\psi(E_i - E_k)$: eşik fonksiyonu

$$\psi(E_i - E_k) = \begin{cases} |E_i - E_k| < \tau \Rightarrow 0 \\ |E_i - E_k| \geq \tau \Rightarrow 1 \end{cases} \quad (25)$$

Eşik fonksiyonu yardımıyla Eşitlik 26 kullanılarak alternatiflerin birbirlerine göre görelî değerlendirilmesi yapılır. Bulunan değerler bir kare matris oluşturur.

k : alternatif; $k = 1, 2, 3, \dots, m$

h_{ik} : i . alternatifin k . alternatif ile görelî değerlendirmesi

$$h_{ik} = [E_i - E_k] + [\psi(E_i - E_k)][T_i - T_k] \quad (26)$$

CODAS yöntemine göre son adımda her bir alternatifin değerlendirme puanı Eşitlik 27 kullanılarak bulunur.

H_i : i . alternatifin değerlendirme puanı

$$H_i = \sum_{k=1}^m h_{ik}, \forall i \text{ için} \quad (27)$$

CODAS yöntemine göre en büyük değerlendirme puanı tüm kriterler bir arada incelendiğinde en iyi alternatifi göstermektedir.

Tablo 4'te CODAS yöntemiyle yapılan çalışmalardan örnekler bulunmaktadır. CODAS yönteminin kullanıldığı çalışmalara bakıldığında tedarikçi seçimi, alan seçimi ve hizmet kalitesi ölçümü gibi pek çok farklı seçim probleminde kullanıldığı ancak havalimanlarına ilişkin daha az sayıda çalışma bulunduğu görülmektedir.

Tablo 4

CODAS Yöntemi Literatür İncelemesi

Çalışmanın yazarı/yazarları	Çalışmanın konusu	Kullanılan yöntem/ler
Kasım ve Mahmut (2020)	Havayolu firmalarının performans ölçümü	CODAS ve CRITIC
Seker (2020)	Sayısal olarak en uygun yatırım projesinin seçimi	CODAS
Maghsoodi vd. (2020)	Bir inşaat çalışmasında alan seçimi	BWM ve CODAS
Karasan vd. (2019)	Konut projesi için alan seçimi	CODAS
Ayyıldız ve Yalçın (2018)	Türkiye'de lojistik üzerine önemli konumu olan şehirlerin belirlenmesi	ENTROPİ ve V-CODAS
Bakır ve Alptekin (2018)	Havayolu işletmelerinde hizmet kalitesinin ölçülmesi	CODAS
Pamuçar vd. (2018)	Libya'da güç üretim teknolojisi üzerine değerlendirme	CODAS
Keshavarz Ghorabae vd. (2016)	Çeşitli faktörler arasından en uygun olanının seçilmesi	CODAS

2.3. ARAS Yöntemi

ARAS (Additive Ratio Assessment – Katkı Oranı Değerlendirmesi) yöntemi, Zavasdkas ve Turskis tarafından 2010 yılında geliştirilmiş olan bir ÇKKV yöntemidir. ARAS yönteminin ayırt edici özelliği alternatiflere ait fayda fonksiyonu değerlerinin, optimal durumdaki alternatife ait fayda fonksiyonu değeri ile karşılaştırılmasıdır. Bu özelliğinden dolayı oransal derecelendirme amacına en uygun yöntem olarak çalışma kapsamında tercih edilmiştir (Bakır ve Atalık, 2018:623).

ARAS yönteminin işleyişi denklemler eşliğinde sunulmuştur (Özbek, 2019:70-72).

ARAS yönteminde öncelikle karar matrisi hazırlanmalıdır. Karar matrisi yapısı CODAS yönteminde gösterilen Eşitlik 18 ile aynıdır.

İzleyen adımda fayda kriterleri için optimum değerler Eşitlik 28 kullanılarak bulunur.

x_{0j} : j kriterine göre optimum değer

$$x_{0j} = \max_i x_{ij} \quad (28)$$

İzleyen adımda maliyet kriterleri için optimum değerler Eşitlik 29 kullanılarak bulunur.

$$x_{0j} = \min_i x_{ij} \quad (29)$$

Bu değerler karar matrisinin ilk satırına eklenir. Karar matrisinin ARAS yöntemine göre yeni hali Eşitlik 30'da gösterilmiştir.

i . alternatif; $i = 0,1,2, \dots, m$

$$\begin{bmatrix} x_{01} & x_{02} & \dots & x_{0n} \\ x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ \dots & \dots & \ddots & \dots \\ x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix} \quad (30)$$

Maliyet yönlü kriterler için Eşitlik 31 kullanılarak karar matrisi standart hale getirilir.

$$\frac{1}{x_{ij}}; \forall \text{ maliyet kriteri için} \quad (31)$$

Karar matrisindeki değerler Eşitlik 32 kullanılarak normalize edilir.

$$x_{ij}^* = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=0}^m x_{ij}}; \forall i, j \text{ için} \quad (32)$$

ARAS yöntemine göre normalizasyon işleminin ardından ağırlıklı normalize değerler hesaplanmalıdır. Bu adım CODAS yöntemindeki Eşitlik 21 ile aynıdır.

Optimumluk fonksiyonu Eşitlik 33 kullanılarak hesaplanır.

S_i : i alternatifi optimumluk fonksiyonu

$$S_i = \sum_{j=1}^n r_{ij}; i = 0,1,2, \dots, m \quad (33)$$

ARAS yönteminin son adımında fayda değerleri Eşitlik 34 kullanılarak hesaplanır.

K_i : i alternatifinin fayda değeri

$$K_i = \frac{S_i}{S_0}; i = 0,1,2, \dots, m \quad (34)$$

Tablo 5'te ARAS yönteminin kullanıldığı çalışmalara bakıldığında da personel temini, performans ölçümü ve alan değerlendirmeleri gibi pek çok farklı seçim probleminde kullanıldığı ancak havalimanlarına ilişkin daha az sayıda çalışma bulunduğu görülmektedir.

Tablo 5

ARAS Yöntemi Literatür İncelemesi

Çalışmanın yazarı/yazarları	Çalışmanın konusu	Kullanılan yöntem/ler
Büyüközkan ve Güler (2020)	Akıllı saatler üzerine bir araştırma	SAW ve ARAS
Ghenai vd. (2020)	Hibrit yöntemi kullanılarak yenilebilir enerji sistemleri üzerine bir araştırma	SWARA ve ARAS
Yıldırım vd. (2019)	Havayolu firmalarında personel temini	ARAS
Bayrakçı ve Aksoy (2019)	Bireysel emeklilik şirketlerinin performanslarının incelenmesi	ARAS ve COPRAS
Işık (2019)	Türk bankacılık sektöründe bankaların performans değerlendirilmesi	ARAS
Karabašević vd. (2018)	Yazılım şirketlerinin test yönetimlerinin değerlendirilmesi	ARAS
Kenger ve Organ (2017)	Bankalarda yer alan personel seçimlerin değerlendirilmesi	ARAS
Ecer (2016)	Kurumsal firmalarda yazılım seçimi	ARAS
Paul vd. (2016)	Hindistan polisinin performans değerlendirilmesi	ARAS
Zavadskas vd. (2010)	Alışverişlerde meydana gelen taksit alternatiflerinin değerlendirilmesi	ARAS

2.4. Bulanık CODAS Yöntemi

Bulanık CODAS (Combinative Distance-based Assessment - Birleştirilebilir Uzaklık Tabanlı Değerlendirme) yöntemi, kesin uzaklıklar yerine bulanık ağırlıklı Hamming uzaklığı ve bulanık ağırlıklı Öklid uzaklığı kullanan bir ÇKKV yöntemidir. CODAS yöntemi gibi Bulanık CODAS yöntemi de oldukça yeni bir yöntemdir. Yöntemin işleyişi denklemler eşliğinde verilmiştir (Katrancı ve Kundakcı, 2020b:963-965).

Bulanık CODAS yöntemi kapsamında ilk olarak bulanık karar matrisi oluşturulmaktadır. Bulanık karar matrisi Tablo 6'daki sözel ifadelerle göre yapılan değerlendirmeler ile oluşturulur.

\tilde{x}_{ijdl} : *i* alternatifi *j* kriteri *d* karar verici performans değeri alt limit

\tilde{x}_{ijdm} : *i* alternatifi *j* kriteri *d* karar verici performans değeri orta nokta

\tilde{x}_{ijdu} : *i* alternatifi *j* kriteri *d* karar verici performans değeri üst limit

Tablo 6

Bulanık Alternatif Değerlendirme Ölçeği

Sözel İfade	\tilde{x}_{ijdl}	\tilde{x}_{ijdm}	\tilde{x}_{ijdu}
Çok Düşük	0	0	1
Düşük	0	1	3
Orta Düşük	1	3	5
Orta	3	5	7
Orta Yüksek	5	7	9
Yüksek	7	9	10
Çok Yüksek	9	10	10

Tablo 6'ya göre yapılan bulanık performans değerlendirmeleri Eşitlik 35, 36 ve 37 kullanılarak birleştirilir.

\tilde{x}_{ijl} : *i* alternatifi *j* kriteri bulanık performans değeri alt limit

\tilde{x}_{ijm} : *i* alternatifi *j* kriteri bulanık performans değeri orta nokta

\tilde{x}_{iju} : *i* alternatifi *j* kriteri bulanık performans değeri üst limit

$$\tilde{x}_{ijl} = \frac{\sum_{d=1}^D \tilde{x}_{ijdl}}{D} \quad (35)$$

$$\tilde{x}_{ijm} = \frac{\sum_{d=1}^D \tilde{x}_{ijdm}}{D} \quad (36)$$

$$\tilde{x}_{iju} = \frac{\sum_{d=1}^D \tilde{x}_{ijdu}}{D} \quad (37)$$

Fayda kriterleri için bulanık normalize performans değerleri Eşitlik 38, 39 ve 40 kullanılarak hesaplanır.

\tilde{n}_{ijl} : *i* alternatifi *j* kriteri bulanık normalize performans alt limit

\tilde{n}_{ijm} : *i* alternatifi *j* kriteri bulanık normalize performans orta nokta

\tilde{n}_{iju} : *i* alternatifi *j* kriteri bulanık normalize performans üst limit

$$\tilde{n}_{ijl} = \frac{\tilde{x}_{ijl}}{\max_j \tilde{x}_{iju}} \quad (38)$$

$$\tilde{n}_{ijm} = \frac{\tilde{x}_{ijm}}{\max_j \tilde{x}_{iju}} \quad (39)$$

$$\tilde{n}_{iju} = \frac{\tilde{x}_{iju}}{\max_j \tilde{x}_{iju}} \quad (40)$$

Maliyet kriterleri için bulanık normalize performans değerleri Eşitlik 41, 42 ve 43 kullanılarak hesaplanır.

$$\tilde{n}_{ijl} = \frac{\min_j \tilde{x}_{ijl}}{\tilde{x}_{iju}} \quad (41)$$

$$\tilde{n}_{ijm} = \frac{\min_j \tilde{x}_{ijl}}{\tilde{x}_{ijm}} \quad (42)$$

$$\tilde{n}_{iju} = \frac{\min_j \tilde{x}_{ijl}}{\tilde{x}_{ijl}} \quad (43)$$

Bulanık ağırlıklı normalize performans değerleri Eşitlik 44, 45 ve 46 kullanılarak hesaplanır.

\tilde{r}_{ijl} : *i* alternatifi *j* kriteri bulanık ağırlıklı normalize performans alt limit

\tilde{r}_{ijm} : *i* alternatifi *j* kriteri bulanık ağırlıklı normalize performans orta nokta

\tilde{r}_{iju} : *i* alternatifi *j* kriteri bulanık ağırlıklı normalize performans üst limit

$$\tilde{r}_{ijl} = r w_{jl} \tilde{n}_{ijl} \quad (44)$$

$$\tilde{r}_{ijm} = r w_{jm} \tilde{n}_{ijm} \quad (45)$$

$$\tilde{r}_{iju} = r w_{ju} \tilde{n}_{iju} \quad (46)$$

Bulanık negatif ideal çözüm değerleri Eşitlik 47, 48 ve 49 kullanılarak hesaplanır.

$\tilde{N}S_{jl}$: *j* kriteri bulanık negatif ideal değer alt limit

$\tilde{N}S_{jm}$: *j* kriteri bulanık negatif ideal değer orta nokta

$\tilde{N}S_{ju}$: *j* kriteri bulanık negatif ideal değer üst limit

$$\tilde{N}S_{jl} = \min_j \tilde{r}_{ijl} \quad (47)$$

$$\tilde{N}S_{jm} = \min_j \tilde{r}_{ijm} \quad (48)$$

$$\tilde{N}S_{ju} = \min_j \tilde{r}_{iju} \quad (49)$$

Her bir alternatifiin Öklid uzaklık değeri Eşitlik 50 kullanılarak bulunur.

ED_i : *i* alternatifi Öklid uzaklık değeri

$$ED_i = \sum_{j=1}^n \left[\sqrt{\frac{(\tilde{r}_{ijl} - \tilde{N}S_{jl})^2 + 2(\tilde{r}_{ijm} - \tilde{N}S_{jm})^2 + (\tilde{r}_{iju} - \tilde{N}S_{ju})^2}{4}} \right] \quad (50)$$

Her bir alternatifiin Hamming uzaklık değeri Eşitlik 51 kullanılarak bulunur.

HD_i : *i* alternatifi Hamming uzaklık değeri

$$HD_i = \sum_{j=1}^n \left[\frac{|\tilde{r}_{ijl} - \tilde{N}S_{jl}| + 2|\tilde{r}_{ijm} - \tilde{N}S_{jm}| + |\tilde{r}_{iju} - \tilde{N}S_{ju}|}{4} \right] \quad (51)$$

Taksicab uzaklıklarının bulunmasının ardından görelî değerler matrisi hesaplanır.

Bunun için öncelikle eşik fonksiyonu Eşitlik 52'deki gibi tanımlanır.

τ : eşik parametresi; $0,01 \leq \tau \leq 0,05$

k : alternatif; $k = 1,2,3, \dots, m$

$\psi(ED_i - ED_k)$: eşik fonksiyonu

$$\psi(ED_i - ED_k) = \begin{cases} |ED_i - ED_k| < \tau \Rightarrow 0 \\ |ED_i - ED_k| \geq \tau \Rightarrow 1 \end{cases} \quad (52)$$

Eşik fonksiyonu yardımıyla Eşitlik 53 kullanılarak alternatiflerin birbirlerine göre görelî değerlendirilmesi yapılır.

k : alternatif; $k = 1,2,3, \dots, m$

p_{ik} : i . alternatifin k . alternatif ile görelî değerlendirmesi

$$p_{ik} = [ED_i - ED_k] + [\psi(ED_i - ED_k)][HD_i - HD_k] \quad (53)$$

Bulanık CODAS yöntemine göre son adımda her bir alternatifin değerlendirme puanı Eşitlik 54 kullanılarak bulunur.

AS_i : i . alternatifin değerlendirme puanı

$$AS_i = \sum_{k=1}^m p_{ik}, \forall i \text{ için} \quad (54)$$

Bulanık CODAS yöntemine göre en büyük değerlendirme puanı tüm kriterler bir arada incelendiğinde en iyi alternatifi göstermektedir.

Tablo 7'de Bulanık CODAS yöntemiyle yapılan çalışmalardan örnekler bulunmaktadır.

Tablo 7

Bulanık CODAS Yöntemi Literatür İncelemesi

Çalışmanın yazarı/yazarları	Çalışmanın konusu	Kullanılan yöntem/ler
Katrancı ve Kundakcı (2020b)	Yatırım için en uygun kripto para alternatifinin belirlenmesi	Bulanık CODAS
Karagöz vd. (2020)	Yeni bir üretim yer seçimi	Bulanık CODAS
Yeni ve Özçelik (2019)	Bir şirket için en uygun mühendis seçiminin yapılması	Bulanık CODAS
Yalçın ve Yapıcı Pehlivan (2019)	Bir imalatçı firma için mavi yakalı personel seçiminin yapılması.	Bulanık CODAS
Keshavarz Ghorabae vd. (2017)	Pazar segmentinin değerlendirilmesi ve seçim yapılması	Bulanık CODAS

2.5. Bulanık ARAS Yöntemi

Bulanık ARAS (Additive Ratio Assessment – Katkı Oranı Değerlendirmesi) yöntemi, Zavadkas ve Turskis tarafından 2010 yılında geliştirilmiş olan bir ÇKKV yöntemidir. Bulanık ARAS yönteminin işleyişi denklemler eşliğinde sunulmuştur (Oruç ve Arıcan, 2019:722-723).

Bulanık ARAS yönteminde öncelikle bulanık karar matrisi hazırlanmalıdır. Bunun için Tablo 6’da gösterilen ölçek kullanılır.

Tablo 6’ya göre yapılan bulanık performans değerlendirmeleri Bulanık CODAS yönteminde olduğu gibi Eşitlik 35, 36 ve 37 kullanılarak birleştirilir.

İzleyen adımda fayda kriterleri için bulanık optimum değerler Eşitlik 55, 56 ve 57 kullanılarak bulunur.

\tilde{x}_{0jl} : *j* kriteri bulanık optimum değer alt limit

\tilde{x}_{0jm} : *j* kriteri bulanık optimum değer orta nokta

\tilde{x}_{0ju} : *j* kriteri bulanık optimum değer üst limit

$$\tilde{x}_{0jl} = \max(\tilde{x}_{ijl}) \quad (55)$$

$$\tilde{x}_{0jm} = \max(\tilde{x}_{ijm}) \quad (56)$$

$$\tilde{x}_{0ju} = \max(\tilde{x}_{iju}) \quad (57)$$

Maliyet kriterleri için bulanık optimum değerler Eşitlik 58, 59 ve 60 kullanılarak bulunur.

$$\tilde{x}_{0jl} = \min(\tilde{x}_{ijl}) \quad (58)$$

$$\tilde{x}_{0jm} = \min(\tilde{x}_{ijm}) \quad (59)$$

$$\tilde{x}_{0ju} = \min(\tilde{x}_{iju}) \quad (60)$$

Maliyet yönlü kriterler için bulanık değerler Eşitlik 61, 62 ve 63 kullanılarak standart hale getirilir.

$$\frac{1}{\tilde{x}_{iju}}; \forall \text{ maliyet kriteri alt limit değeri için} \quad (61)$$

$$\frac{1}{\tilde{x}_{ijm}}; \forall \text{ maliyet kriteri orta nokta değeri için} \quad (62)$$

$$\frac{1}{\tilde{x}_{ijl}}; \forall \text{ maliyet kriteri üst limit değeri için} \quad (63)$$

Fayda kriterleri için bulanık değerler Eşitlik 64, 65 ve 66 kullanılarak normalize edilir.

\tilde{x}_{ijl}^* : *bulanık normalize değer alt limit*

\tilde{x}_{ijm}^* : *bulanık normalize değer orta nokta*

\tilde{x}_{iju}^* : *bulanık normalize değer üst limit*

$$\tilde{x}_{ijl}^* = \frac{\tilde{x}_{ijl}}{\sum_{i=0}^m [\tilde{x}_{ijl} + \tilde{x}_{ijm} + \tilde{x}_{iju}]} \quad (64)$$

$$\tilde{x}_{ijm}^* = \frac{\tilde{x}_{ijm}}{\sum_{i=0}^m [\tilde{x}_{ijl} + \tilde{x}_{ijm} + \tilde{x}_{iju}]} \quad (65)$$

$$\tilde{x}_{iju}^* = \frac{\tilde{x}_{iju}}{\sum_{i=0}^m [\tilde{x}_{ijl} + \tilde{x}_{ijm} + \tilde{x}_{iju}]} \quad (66)$$

Maliyet kriterleri için bulanık değerler Eşitlik 67, 68 ve 69 kullanılarak normalize edilir.

$$\tilde{x}_{ijl}^* = \frac{\frac{1}{\tilde{x}_{iju}}}{\sum_{i=0}^m \left[\frac{1}{\tilde{x}_{ijl}} + \frac{1}{\tilde{x}_{ijm}} + \frac{1}{\tilde{x}_{iju}} \right]} \quad (67)$$

$$\tilde{x}_{ijm}^* = \frac{\frac{1}{\tilde{x}_{ijm}}}{\sum_{i=0}^m \left[\frac{1}{\tilde{x}_{ijl}} + \frac{1}{\tilde{x}_{ijm}} + \frac{1}{\tilde{x}_{iju}} \right]} \quad (68)$$

$$\tilde{x}_{iju}^* = \frac{\frac{1}{\tilde{x}_{ijl}}}{\sum_{i=0}^m \left[\frac{1}{\tilde{x}_{ijl}} + \frac{1}{\tilde{x}_{ijm}} + \frac{1}{\tilde{x}_{iju}} \right]} \quad (69)$$

Bulanık ARAS yöntemine göre bulanık ağırlıklı normalize değerler Eşitlik 70, 71 ve 72 kullanılarak hesaplanır.

$$\tilde{r}_{ijl} = r w_{jl} \tilde{x}_{ijl}^* \quad (70)$$

$$\tilde{r}_{ijm} = r w_{jm} \tilde{x}_{ijm}^* \quad (71)$$

$$\tilde{r}_{iju} = r w_{ju} \tilde{x}_{iju}^* \quad (72)$$

Bulanık optimumluk fonksiyonu Eşitlik 73, 74 ve 75 kullanılarak hesaplanır.

\tilde{S}_{il} : bulanık optimumluk fonksiyonu alt limit

\tilde{S}_{im} : bulanık optimumluk fonksiyonu orta nokta

\tilde{S}_{iu} : bulanık optimumluk fonksiyonu üst limit

$$\tilde{S}_{il} = \sum_{j=1}^n \tilde{r}_{ijl} \quad (73)$$

$$\tilde{S}_{im} = \sum_{j=1}^n \tilde{r}_{ijm} \quad (74)$$

$$\tilde{S}_{iu} = \sum_{j=1}^n \tilde{r}_{iju} \quad (75)$$

Bulanık optimum fonksiyon değerleri Eşitlik 76 kullanılarak durulaştırılır.

S_i : *i* alternatifi durulaştırılmış optimumluk fonksiyonu

$$S_i = \frac{\tilde{S}_{il} + \tilde{S}_{im} + \tilde{S}_{iu}}{3} \quad (76)$$

Bulanık ARAS yönteminin son adımında fayda değerleri ARAS yönteminde olduğu gibi Eşitlik 34 kullanılarak hesaplanır.

Tablo 7’de Bulanık ARAS yönteminin kullanıldığı çalışmalara örnekler verilmiştir.

Tablo 7

Bulanık ARAS Yöntemi Literatür İncelemesi

Çalışmanın yazarı/yazarları	Çalışmanın konusu	Kullanılan yöntem/ler
Oruç ve Arıcan (2019)	Isparta'da polis merkezi için en iyi kuruluş yerinin belirlenmesi	Bulanık AHP ve Bulanık ARAS
Ulutaş (2019)	Bir tekstil firması için tedarikçi seçimi	Bulanık SWARA ve Bulanık ARAS
Rostamzade vd. (2017)	KOBİ'lerde tedarik zinciri yönetimi performans ölçümü	Bulanık ARAS
Liao vd. (2016)	Saat üretimi yapan bir firma için en uygun tedarikçi seçimi	Bulanık AHS ve Bulanık ARAS
Turskis ve Zavadskas (2010)	Lojistik merkez yeri seçimi	AHS ve Bulanık ARAS

3. Uygulama

Uygulamanın ilk aşamasında, havayolu ulaşımını tercih eden yolcular bakış açısı baz alınarak havalimanlarını değerlendirme kriterleri belirlenmiş ve belirlenen kriterlerin açıklamaları yapılmıştır. Kriterlerin belirlenmesi amacıyla havayolu ile sık seyahat eden 4 akademisyen ile görüşmeler yapılmıştır. Görüşme yapılan akademik personelin 3'ü yıl içerisinde düzenlenen pek çok akademik kongreye katılım göstermekte ve bunun için sıklıkla yurt içi ve yurt dışına uçuşlar yapmaktadırlar. Buna ilaveten ayrıca bu akademisyenlerden 1'i İstanbul'da özel bir üniversitede her hafta ders vermeye gittiği için havayolu ulaşımını sıklıkla kullanmaktadır. Görüşü alınan bir diğer dördüncü akademisyen de havacılık sektöründe 5 yıl yer hizmeti deneyimine sahip ve halen ulaştırma hizmetleri bölümü, sivil havacılık kabin hizmetleri programında öğretim görevlisi olarak çalışmalarına devam etmektedir. Yolcular açısından havalimanlarının değerlendirilmesinde dikkate alınması gereken kriterler, bu kriterlerin ölçüm birimleri ve ideal durumları Tablo 8'de gösterilmiştir.

Tablo 8

Kriter Bilgileri

Kriter Kodu	Kriter Türü	Kriter Adı	Ölçüm Birimi
Y1	Maliyet	Şehir Merkezine Uzaklık	km
Y2	Fayda	Terminal Alanı Büyüklüğü	m ²
Y3	Fayda	Yolcu Check-in Bankosu	Adet
Y4	Fayda	Yolcu Pasaport Kabini	Adet
Y5	Fayda	Bilet Satış Ofisi	Adet
Y6	Fayda	Kafe-Büfe	Adet
Y7	Fayda	Otopark-Araç Kapasite	Adet
Y8	Fayda	Toplam Uçuş	Adet

Ülkelerin son yıllarda havacılık sektörüne yaptıkları yatırımlar ve sektörün diğer ulaşım ağlarına göre daha hızlı, daha güvenli ve daha rahat oluşu yolcular tarafından en çok tercih edilen bir ulaşım ağı konuma taşımaktadır.

Yolcular uçuşlarını gerçekleştirmeden önce pek çok kriteri düşünerek havalimanlarını tercih etmektedirler. Literatür araştırması (Y8 kodlu kriter, Köleoğlu ve Demirel, 2019:358), ve bu çalışmada uzman görüşü olarak yararlanılan havayolu ulaşımını sık kullanan akademisyenlerin görüşleri doğrultusunda (Y1-Y7 kodlu kriterler) kriterler belirlenmiştir. Söz konusu kriterlerin ne anlama geldiği şu şekilde açıklanmıştır;

- *Şehir merkezine uzaklık*; yolcuların havalimanlarına transferlerinde vasıta bulmaları durumu ve yolcuların ulaşımı açısından zaman ve maliyete etkisi,
- *Terminal alanı büyüklüğü*; yolcuların ihtiyaçlarına yönelik tesislerin fazla olması ve yolcuların terminalde daha geniş bir alanda hareket edebilmelerine etkisi,
- *Yolcu check-in banko sayısı*; bankoların sayısı, yolcuların işlemleri için sırada bekleme süreleri ve uçuş işlemlerinin kolaylığına etkisi,
- *Yolcu pasaport kabini sayısı*; yolcuların dış hat uçuşları öncesi ve sonrasında pasaport kontrollerinde karşılanacakları yoğunluğun ortadan kaldırılması ve işlemlerin daha hızlı bir şekilde yerine getirilmesine etkisi,
- *Bilet satış ofisi sayısı*; yolcuların uçuşlara yönelik bilet alımı, iptali veya değişiklikleri kolaylıkla yapmalarına etkisi,
- *Kafe-büfe sayısı*; yolcuların uçuş öncesi ve sonrası ihtiyaçlarını gidermesi ve uçuşa kadar daha rahat bir vakit geçirilmesine etkisi,
- *Otopark-araç kapasitesi*; yolcuların havalimanlarına şahsi araçlarıyla ulaşmaları sonucunda veya yolcu uğurlamaya/karşılamaya gelenlerin araçlarını havalimanlarında park edebilme erişimi noktasında önemi,
- *Toplam uçuş sayısı*; uçuş sayısındaki çeşitliliğin fazla oluşu yolcuların daha çok tercih edebilmesi ve uçuş saatlerinin yolculara yönelik planlanmasına etkisi.

Havaalanında personelin iletişim yeteneği nitel kriter olarak belirtilmiş ancak 3 havalimanını da bu açıdan değerlendirebilecek uzmanlar mevcut olmadığından kapsam dışında bırakılmıştır. Görüşme yapılan akademik kadro, çalışma kapsamındaki havalimanı alternatiflerinin her birine ait bir uçuş gerçekleştirmedikleri yani alternatiflerin sadece bir kısmını kullandıkları için bu çalışmada nitel kriterler tercih edilmemiştir. Çalışma kapsamı içerisinde akademik kadrodan sadece kriterlerin belirlenmesinde ve kriterlerin önem derecelerini bulmak için kriter puanlaması yapılması noktasında faydalanılmıştır.

Kriterlerin belirlenmesinin ardından önem düzeylerini tespit etmek için Bulanık SWARA yöntemi ile değerlendirmeler yapılmıştır. İlk aşamada uzmanlar birlikte görüşme yaparak kriterler en önemliden en önemsiz doğru sıralanmıştır. Daha sonra her bir değerlendirici birbirinden bağımsız olarak her bir kriterin kendinden sonra gelen kritere göre önem seviyesini Tablo 2’de sunulmuş olan ölçeğe göre belirlemiştir. Değerlendiricilerden birinin verdiği cevaplara göre oluşan değerler örnek olarak Tablo 9’da verilmiştir.

Tablo 9

Değerlendirici 1’e göre Değerler

Kriter	S_{j1l}	S_{j1m}	S_{j1u}
Y1			
Y8	0,00	0,00	0,30
Y7	0,00	0,25	0,50
Y3	0,00	0,25	0,50
Y6	0,00	0,25	0,50
Y4	0,00	0,00	0,30
Y2	0,00	0,25	0,50
Y5	0,00	0,25	0,50

Görüşlerin alınmasının ardından Eşitlik 3, 4 ve 5 kullanılarak bu görüşler birleştirilmiştir. Görüşlerin birleştirilmesi ile oluşan üçgen bulanık sayılar Tablo 10’da gösterilmiştir.

Tablo 10

Birleştirilmiş Görüşler

Kriter	S_{jl}	S_{jm}	S_{ju}
Y1			
Y8	0,000000	0,000000	0,300000
Y7	0,000000	0,250000	0,500000
Y3	0,175000	0,375000	0,575000
Y6	0,150000	0,375000	0,600000
Y4	0,125000	0,187500	0,475000
Y2	0,125000	0,312500	0,575000
Y5	0,175000	0,375000	0,575000

İzleyen aşamada katsayı değerleri Eşitlik 7, 8 ve 9 yardımıyla bulunmuştur. Bulunan değerler Tablo 11’deki gibidir.

Tablo 11

\tilde{k}_j Değerleri

Kriter	k_{jl}	k_{jm}	k_{ju}
Y1	1,000000	1,000000	1,000000
Y8	1,000000	1,000000	1,300000
Y7	1,000000	1,250000	1,500000
Y3	1,175000	1,375000	1,575000

Y6	1,150000	1,375000	1,600000
Y4	1,125000	1,187500	1,475000
Y2	1,125000	1,312500	1,575000
Y5	1,175000	1,375000	1,575000

Bulanık SWARA yöntemine göre izleyen aşamada Eşitlik 10, 11 ve 12 kullanılarak bulunan değerler Tablo 12’de gösterilmiştir.

Tablo 12

\tilde{q}_j Değerleri

Kriter	q_{jl}	q_{jm}	q_{ju}
Y1	1,000000	1,000000	1,000000
Y8	0,769231	1,000000	1,000000
Y7	0,512821	0,800000	1,000000
Y3	0,325600	0,581818	0,851064
Y6	0,203500	0,423140	0,740056
Y4	0,137966	0,356329	0,657827
Y2	0,087598	0,271489	0,584735
Y5	0,055618	0,197446	0,497647

Bu işlemin ardından bulanık göreceli ağırlıklar Eşitlik 13, 14 ve 15 kullanılarak hesaplanmıştır. Bulunan değerler Tablo 13’te gösterildiği gibidir.

Tablo 13

Bulanık Göreceli Ağırlıklar

Kriter	rw_{jl}	rw_{jm}	rw_{ju}
Y1	0,157945	0,215972	0,323380
Y8	0,121496	0,215972	0,323380
Y7	0,080997	0,172778	0,323380
Y3	0,051427	0,125657	0,275217
Y6	0,032142	0,091387	0,239319
Y4	0,021791	0,076957	0,212728
Y2	0,013836	0,058634	0,189092
Y5	0,008784	0,042643	0,160929

İzleyen aşamada durulaştırılmış bulanık göreceli ağırlıklar Eşitlik 16, durulaştırılmış normalize ağırlıklar Eşitlik 17 kullanılarak bulunmuş ve Tablo 14’te gösterilmiştir.

Tablo 14

Durulaştırılmış Göreceli ve Normalize Ağırlıklar

Kriter kodu	Kriter adı	rw_j	w_j
Y1	Şehir merkezine uzaklık	0,232432	0,197208
Y8	Toplam uçuş	0,220283	0,186900
Y7	Otopark-Araç kapasite	0,192385	0,163230
Y3	Yolcu check-in bankosu	0,150767	0,127919
Y6	Kafe-Büfe	0,120949	0,102620
Y4	Yolcu pasaport kabini	0,103826	0,088091
Y2	Terminal alanı büyüklüğü	0,087187	0,073974
Y5	Bilet satış ofisi	0,070786	0,060058

Tablo 14’te bulunan verilere göre en önemli kriter “Şehir merkezine uzaklık” iken en önemsiz kriter “Bilet satış ofisi” olarak uzman görüşleri doğrultusunda tespit edilmiştir. Yolcuların havalimanlarını tercih ederken transferleri konusunda mesafenin kısa oluşu ve havalimanlarına daha kısa sürede ulaşım konularını dikkate almalarından dolayı “Şehir merkezine uzaklık” kriteri diğer kriterlerden daha önemli olduğu sonucuna varılabilir. Uçuş işlemlerinin interaktif olarak internet üzerinden yapılabilme imkânının olması da havalimanlarında bilet satış ofisi ihtiyacını azaltmış ve dolayısıyla “Bilet satış ofisi” kriteri diğer kriterlere oranla ağırlığı düşük çıkmıştır.

Kriter ağırlıkları bulunduktan sonra çalışma kapsamında olan 3 havalimanının değerlendirme kriterlerini içeren verileri toplanmıştır. Toplanan verilere göre oluşturulan karar matrisi Tablo 15’te verilmiştir.

Tablo 15

Karar Matrisi

Kriter Kodu	Kriter Adı	Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3
Kriter 1	Şehir merkezine uzaklık	35	63	7
Kriter 2	Terminal alanı büyüklüğü	6.700	16.890	1.460
Kriter 3	Yolcu check-in bankosu	8	11	5
Kriter 4	Yolcu pasaport kabini	6	12	1
Kriter 5	Bilet satış ofisi	1	2	1
Kriter 6	Kafe-Büfe	2	4	1
Kriter 7	Otopark-araç kapasite	100	436	50
Kriter 8	Toplam uçuş	507	2.236	147

Kaynaklar: Devlet Hava Meydanları İşletmesi Genel Müdürlüğü’nün (DHMI) web sitesindeki sayfalardan (URL1; URL2; URL3: Erişim Tarihi: 26.06.2020) ve Isparta Süleyman Demirel, Denizli Çardak ve Uşak Havalimanları’nda faaliyet gösteren bir havalimanı yer hizmeti firmasından elde edilmiştir.

Karar matrisi verileri toplandıktan sonra CODAS yöntemine göre alternatiflerin değerlendirilmesi yapılmıştır. Bu amaçla öncelikle değerler normalize edilmiştir. CODAS yöntemine göre normalize karar matrisi Tablo 16’da gösterilmiştir.

Tablo16

Normalize Karar Matrisi (CODAS)

	Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3
Kriter 1	0,200000	0,111111	1,000000
Kriter 2	0,396684	1,000000	0,086442
Kriter 3	0,727273	1,000000	0,454545
Kriter 4	0,500000	1,000000	0,083333
Kriter 5	0,500000	1,000000	0,500000
Kriter 6	0,500000	1,000000	0,250000
Kriter 7	0,229358	1,000000	0,114679
Kriter 8	0,226744	1,000000	0,065742

CODAS yöntemine göre bir sonraki adım ağırlıklı normalize değerlerin hesaplanmasıdır. Ağırlıklı normalize değerlerin bulunmasında Bulanık SWARA yönteminden elde edilen ağırlıklar kullanılmıştır. Ardından her bir kriter için negatif ideal çözüm değeri Eşitlik 22 kullanılarak bulunmuştur. Ağırlıklı normalize karar matrisi ve negatif ideal çözüm değerleri Tablo 17’de verilmiştir.

Tablo 17

r_{ij}, ns_j Değerleri (CODAS)

	Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3	ns_j
Kriter 1	0,039442	0,021912	0,197208	0,021912
Kriter 2	0,029344	0,073974	0,006394	0,006394
Kriter 3	0,093032	0,127919	0,058145	0,058145
Kriter 4	0,044046	0,088091	0,007341	0,007341
Kriter 5	0,030029	0,060058	0,030029	0,030029
Kriter 6	0,051310	0,102620	0,025655	0,025655
Kriter 7	0,037438	0,163230	0,018719	0,018719
Kriter 8	0,042378	0,186900	0,012287	0,012287

Her bir alternatife göre negatif ideal çözümden Öklid ve Taksicab uzaklıkları bulunmuştur.

Öklid ve Taksicab uzaklıkları Tablo 18’de verilmiştir.

Tablo 18

E_i, T_i Değerleri

	E_i	T_i
Alternatif 1	0,072886	0,186536
Alternatif 2	0,272313	0,644221
Alternatif 3	0,175296	0,175296

CODAS yöntemine göre eşik fonksiyonları hesaplanmıştır. Eşik fonksiyonu hesabında yer alan eşik parametresi için 5 farklı durum da (0,01; 0,02; 0,03; 0,04; 0,05) denenmiştir. Tüm durumlarda eşik fonksiyonu değerleri aynı çıkmıştır. Bulunan değerler Tablo 19’dadır.

Tablo 19

Eşik Fonksiyonu Değerleri

	Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3
Alternatif 1	0	1	1
Alternatif 2	1	0	1
Alternatif 3	1	1	0

Eşik fonksiyonu değerleri aynı olduğu için bundan sonraki aşamalarda da aynı sonuçlar elde edilmiştir. CODAS yöntemine göre izleyen tablolar da beş farklı parametre denemesini

içermektedir. Eşik fonksiyonu yardımıyla Eşitlik 26 kullanılarak alternatiflerin birbirlerine göre görelî değerlendirilmesi Tablo 20’de verilmiştir.

Tablo 20

Görelî Değerlendirmeler

	Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3
Alternatif 1	0,000000	-0,657112	-0,091170
Alternatif 2	0,657112	0,000000	0,565942
Alternatif 3	0,091170	-0,565942	0,000000

CODAS yöntemine göre son adımda her bir alternatifin değerlendirme puanı Eşitlik 27 kullanılarak bulunmuştur. Bulunan değerler ve buna bağılı olarak elde edilen sıralamalar Tablo 219’dedir.

Tablo 21

Değerlendirme Puanları

	H_i	Sıralama
Alternatif 1	-0,748282	3
Alternatif 2	1,223054	1
Alternatif 3	-0,474772	2

Tablo 21’de görüldüğü üzere; alternatif 2 - Denizli Çardak Havalimanı 1.sırada, alternatif 3 - Uşak Havalimanı 2.sırada ve alternatif 1 - Isparta Süleyman Demirel Havalimanı da 3.sırada yer aldığı sonucuna ulaşılmıştır.

CODAS yöntemine göre çıkan bu sonuçların ardından aynı karar matrisine ARAS yöntemi uygulanmış ve sonuçlar karşılaştırılmıştır. ARAS yönteminin de ilk adımı CODAS gibi karar matrisidir. Bu karar matrisi Tablo 13’de gösterilmiştir. ARAS yönteminde izleyen aşamada fayda kriterleri için optimum değerler Eşitlik 28, maliyet kriterleri için optimum değerler Eşitlik 29 kullanılarak bulunmuş ve karar matrisine eklenmiştir. Optimum değerleri de içeren karar matrisi Tablo 22’de verilmiştir.

Tablo 22

ARAS Yeni Karar Matrisi

	Kriter adı	Optimum	Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3
Kriter 1	Şehir merkezine uzaklık	7	7	35	63
Kriter 2	Terminal alanı büyüklüğü	16.890	6.700	16.890	1.460
Kriter 3	Yolcu check-in bankosu	11	8	11	5
Kriter 4	Yolcu pasaport kabini	12	6	12	1
Kriter 5	Bilet satış ofisi	2	1	2	1
Kriter 6	Kafe-Büfe	4	2	4	1
Kriter 7	Otopark-araç kapasite	436	100	436	50
Kriter 8	Toplam uçuş	2.236	507	2.236	147

Daha sonra maliyet yönlü kriterler için Eşitlik 31 kullanılarak karar matrisi standart hale getirilmiştir. Standart karar matrisi Tablo 23'tedir.

Tablo 23

ARAS Standart Karar Matrisi

	Optimum	Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3
Kriter 1	0,142857	0,028571	0,015873	0,142857
Kriter 2	16.890	6.700	16.890	1.460
Kriter 3	11	8	11	5
Kriter 4	12	6	12	1
Kriter 5	2	1	2	1
Kriter 6	4	2	4	1
Kriter 7	436	100	436	50
Kriter 8	2.236	507	2.236	147

İzleyen adımda karar matrisindeki değerler Eşitlik 32 kullanılarak normalize edilmiştir.

ARAS yöntemine göre normalize karar matrisi Tablo 24'tedir.

Tablo 24

ARAS Normalize Karar Matrisi

	Optimum	Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3
Kriter 1	0,432692	0,086538	0,048077	0,432692
Kriter 2	0,402718	0,159752	0,402718	0,034812
Kriter 3	0,314286	0,228571	0,314286	0,142857
Kriter 4	0,387097	0,193548	0,387097	0,032258
Kriter 5	0,333333	0,166667	0,333333	0,166667
Kriter 6	0,363636	0,181818	0,363636	0,090909
Kriter 7	0,426614	0,097847	0,426614	0,048924
Kriter 8	0,436208	0,098908	0,436208	0,028677

ARAS yöntemine göre normalizasyon işleminin ardından ağırlıklı normalize değerler hesaplanmalıdır. Bu değerlerin hesaplanmasında Bulanık SWARA yönteminden elde edilen ağırlıklar kullanılmıştır. ARAS yöntemine göre elde edilen ağırlıklı normalize karar matrisi Tablo 25'tedir.

Tablo 25

ARAS Ağırlıklı Normalize Karar Matrisi

	Optimum	Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3
Kriter 1	0,085330	0,017066	0,009481	0,085330
Kriter 2	0,029791	0,011818	0,029791	0,002575
Kriter 3	0,040203	0,029239	0,040203	0,018274
Kriter 4	0,034100	0,017050	0,034100	0,002842
Kriter 5	0,020019	0,010010	0,020019	0,010010
Kriter 6	0,037316	0,018658	0,037316	0,009329
Kriter 7	0,069636	0,015972	0,069636	0,007986
Kriter 8	0,081527	0,018486	0,081527	0,005360

ARAS yönteminde daha sonra her bir alternatif için optimumluk fonksiyonu ve fayda değerleri hesaplanmıştır. Bulunan değerler ve buna bağlı olarak alternatiflerin sıralamaları Tablo 26’da verilmiştir.

Tablo 26

ARAS S_i , K_i ve Sıra Değerleri

	S_i	K_i	Sıra
x_0	0,397923	1,000000	
Alternatif 1	0,138297	0,347548	3
Alternatif 2	0,322074	0,809387	1
Alternatif 3	0,141706	0,356113	2

Bütün kriterler incelendiğinde alternatif 2’de yer alan Denizli Çardak Havalimanı’nın 1.sırada, alternatif 1’in yani Isparta Süleyman Demirel Havalimanı’nın da 3.sırada yer aldığı sonucuna ulaşılmıştır.

Çıkan bu sonuçlara göre; Denizli Çardak Havalimanı, Isparta Süleyman Demirel Havalimanı’na göre her ne kadar şehir merkezine daha uzak da olsa;

- toplam uçuş sayısının fazla oluşu uçuş alternatifini sağlaması konusunda,
- bilet satış ofisi, check-in bankosu ve pasaport kabinlerinin daha çok oluşu işlemlerin kısa sürede ve rahat sonuçlanmasına,
- otopark-araç kapasitesi ve kafe-büfe sayılarının da yeterli oluşu yolculara kolaylık sağlamasına ve
- son olarak terminal alanının büyüklüğünün yolculara ferah bir ortam sunmasına fayda sağladığı için böyle bir sıralamanın olduğu sonucuna varılabilir.

Çalışmada bu noktadan sonra kritere göre alternatiflerin aldıkları değerler için göreceli bir değerlendirme yapılmıştır. Terminalin aşırı büyük veya aşırı küçük olmasının yolcu açısından nitel olarak değerlendirilmesi düşüncesinden hareketle adı geçen ÇKKV yöntemlerinin bulanık versiyonları ile de hesaplamalar yapılmıştır. Bu amaçla öncelikle bir form hazırlanarak bulanık veriler toplanmıştır. Bulanık veriler Tablo 6’da yer alan bulanık alternatif değerlendirme ölçeği kullanılarak toplanmıştır. Bulanık alternatif değerlendirme ölçeğine göre elde edilen verilere sırasıyla Bulanık CODAS ve Bulanık ARAS yöntemleri uygulanmıştır. İlk kriter açısından ilk değerlendiricinin verdiği cevaplar örnek olarak Tablo 27’de verilmiştir.

Tablo 27

İlk Kriter Açısından Değerlendirme

	\tilde{x}_{i1l}	\tilde{x}_{i1m}	\tilde{x}_{i1u}
Alternatif 1	5	7	9
Alternatif 2	1	3	5
Alternatif 3	7	9	10

Tablo 6'ya göre yapılan bulanık performans değerlendirmeleri Eşitlik 35, 36 ve 37 kullanılarak birleştirilmiştir. Bulunan değerler Tablo 28'de gösterilmiştir.

Tablo 28

İlk Kriter için Birleştirilmiş Değerlendirme

	\tilde{x}_{i1l}	\tilde{x}_{i1m}	\tilde{x}_{i1u}
Alternatif 1	3,666667	5,666667	7,666667
Alternatif 2	0,333333	1,666667	3,666667
Alternatif 3	6,333333	8,333333	9,666667

İlk kriter için bulanık normalize performans değerleri Eşitlik 39 – 44 kullanılarak hesaplanmıştır. İlk kriter açısından bulanık normalize performans değerleri Tablo 29'da gösterilmiştir.

Tablo 29

İlk Kriter için Bulanık Normalize Değerler

	\tilde{n}_{i1l}	\tilde{n}_{i1m}	\tilde{n}_{i1u}
Alternatif 1	0,379310	0,586207	0,793103
Alternatif 2	0,034483	0,172414	0,379310
Alternatif 3	0,655172	0,862069	1,000000

Bulanık ağırlıklı normalize performans değerleri Eşitlik 44, 45 ve 46 kullanılarak hesaplanmıştır. İlk kriter açısından bulanık ağırlıklı normalize performans değerleri Tablo 30'da gösterilmiştir.

Tablo 30

İlk Kriter için Bulanık Ağırlıklı Normalize Değerler

	\tilde{r}_{i1l}	\tilde{r}_{i1m}	\tilde{r}_{i1u}
Alternatif 1	0,059910	0,126604	0,256474
Alternatif 2	0,005446	0,037237	0,122662
Alternatif 3	0,103481	0,186183	0,323380

Her bir alternatifin Öklid ve Hamming uzaklık değeri Eşitlik 50 ve 51 kullanılarak bulunmuştur. Bulunan değerler Tablo 31'de gösterilmiştir.

Tablo 31

Öklid ve Hamming Uzaklıkları

	ED_i	HD_i
Alternatif 1	0,387399	0,343067
Alternatif 2	0,602782	0,539170
Alternatif 3	0,153516	0,149162

Eşik fonksiyonu değerleri için beş farklı parametre de (0,01; 0,02; 0,03; 0,04; 0,05) denenmiş ve aynı sonuçlara ulaşılmıştır. Bulunan değerler Tablo 32'dedir.

Tablo 32

Eşik Fonksiyonu

	Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3
Alternatif 1	0	1	1
Alternatif 2	1	0	1
Alternatif 3	1	1	0

Daha sonra Eşitlik 53 kullanılarak alternatiflerin birbirlerine göre görelî değerlendirilmesi yapılmış, Eşitlik 54 yardımıyla her bir alternatifin değerlendirme puanı hesaplanmış ve değerler büyükten küçüğe sıralanmıştır. Değerlendirme puanları ve sıralamalar Tablo 33'tedir.

Tablo 33

Değerlendirme Puanı ve Sıralama

	AS_i	Sıra
Alternatif 1	0,016301	2
Alternatif 2	1,250760	1
Alternatif 3	-1,267061	3

Bulanık değerlendirmelere dayalı olarak Bulanık CODAS yöntemine göre de klasik ÇKKV yöntemleri gibi Denizli Çardak Havalimanı ilk sırada yer almıştır. Ancak bulanık değerlendirmelere göre Isparta Süleyman Demirel Havalimanı ile Uşak Havalimanı sıralaması değişmiştir. Bulanık CODAS yöntemine göre değerlendirmelerin ardından Bulanık ARAS yöntemi ile hesaplamalar gerçekleştirilmiştir. Tablo 27 ve 28'de gösterilen bulanık değerlendirmeler ile birleştirilmiş bulanık değerlendirmeler Bulanık ARAS yönteminde de aynıdır. İzleyen adımda fayda kriterleri için bulanık optimum değerler Eşitlik 55, 56 ve 57 kullanılarak, maliyet kriterleri için bulanık optimum değerler Eşitlik 58, 59 ve 60 kullanılarak bulunmuştur. Fayda kriterleri için bulanık değerler Eşitlik 64, 65 ve 66 kullanılarak, maliyet kriterleri için bulanık değerler Eşitlik 67, 68 ve 69 kullanılarak normalize edilmiştir. Bulanık ARAS yöntemine göre ilk kriter açısından bulanık normalize performans değerleri Tablo 34'te gösterilmiştir.

Tablo 34

İlk Kriter için Bulanık Normalize Değerler (Bulanık ARAS)

	\tilde{x}_{i1l}^*	\tilde{x}_{i1m}^*	\tilde{x}_{i1u}^*
\tilde{x}_{0j}^*	0,088785	0,116822	0,135514
Alternatif 1	0,051402	0,079439	0,107477
Alternatif 2	0,004673	0,023364	0,051402
Alternatif 3	0,088785	0,116822	0,135514

Bulanık ARAS yöntemine göre bulanık ağırlıklı normalize değerler Eşitlik 70, 71 ve 72 kullanılarak hesaplanmış ve Tablo 35'te gösterilmiştir.

Tablo 35

İlk Kriter için Bulanık Ağırlıklı Normalize Değerler (Bulanık ARAS)

	\tilde{r}_{i1l}	\tilde{r}_{i1m}	\tilde{r}_{i1u}
\tilde{r}_0	0,014023	0,025230	0,043823
Alternatif 1	0,008119	0,017157	0,034756
Alternatif 2	0,000738	0,005046	0,016622
Alternatif 3	0,014023	0,025230	0,043823

Bulanık optimumluk fonksiyonu Eşitlik 73, 74 ve 75 kullanılarak hesaplanmış ve Tablo 36'da gösterilmiştir.

Tablo 36

Bulanık Optimumluk Fonksiyonu

	\tilde{S}_{il}	\tilde{S}_{im}	\tilde{S}_{iu}
\tilde{S}_0	0,046099	0,118411	0,270066
Alternatif 1	0,022298	0,071591	0,201403
Alternatif 2	0,032814	0,098227	0,242866
Alternatif 3	0,017604	0,050134	0,147726

Bulanık optimum fonksiyon değerleri Eşitlik 76 kullanılarak durulaştırılmış ve son adımda fayda değerleri hesaplanarak büyükten küçüğe sıralanmıştır. Durulaştırılmış optimumluk fonksiyonları, fayda değerleri ve sıralama Tablo 37'de gösterilmiştir.

Tablo 37

Durulaştırılmış Optimumluk Fonksiyonu, Fayda Değerleri, Sıralama

	S_i	K_i	Sıra
Optimum	0,144859	1,000000	
Alternatif 1	0,098431	0,679495	2
Alternatif 2	0,124635	0,860393	1
Alternatif 3	0,071821	0,495803	3

Bulanık değerlendirmelere dayalı olarak Bulanık CODAS yöntemine göre oluşan sıralama ile Bulanık ARAS sıralamaları birebir aynı çıkmıştır.

Sonuçlar

Son zamanlarda, havayolu taşımacılığında yaşanan gelişmeler yolcuların havalimanı tercihlerini de etkilemektedir (Okumuş ve Asil, 2007:169). Havalimanlarının bu tercihlerde birbirlerine karşı sağlayacakları üstünlüklerde hizmet kalitesi önemli bir stratejik unsur haline gelmiştir. Hizmet kalitesi, yolcu tercihlerinde etkili olmasından dolayı her yolcu için farklı anlamlar ifade ederken temel noktada yolcu beklenti ve isteklerinin karşılanması sonucu ortaya çıkan memnuniyet derecesi olarak açıklanmaktadır. Havalimanlarındaki hizmet kalitesi, yolculara sağlanan soyut ve somut faktörleri tümünü kapsamaktadır (Bakır ve Akan, 2018:633).

Bu çalışmada havayolu ulaşımının temel taşlarından olan havalimanlarının, yolcuların bakış açısıyla değerlendirme kriterleri belirlenmiş ve kriter ağırlıkları bulunmuştur. Ayrıca belirlenen kriter ağırlıklarına göre birbirine yakın bölgelerde faaliyet gösteren ve birbirine gerektiğinde yedek meydan olan 3 havalimanı (Isparta Süleyman Demirel Havalimanı, Denizli Çardak Havalimanı, Uşak Havalimanı) değerlendirilmiştir. Değerlendirmede kullanılan veriler DHMİ'nin 2019 yılı havalimanlarına ilişkin web sayfasında yayınlamış olduğu verilerden ve çalışma kapsamı içindeki havalimanlarında yer hizmeti olarak faaliyet gösteren firmadan alınmıştır.

Çalışmada özellikle yerli literatürdeki uygulamalarda kullanıldığı görülen yeni ÇKVV yöntemlerinden olan Bulanık SWARA, CODAS, ARAS, Bulanık CODAS ve Bulanık ARAS kullanılmıştır. Bu yöntemlere göre yapılan ağırlıklandırma sonucu elde edilen bulgulara göre en önemli 3 değerlendirme kriteri sırayla; şehir merkezine uzaklık, toplam uçuş ve otopark-araç kapasitesi olduğu tespit edilmiştir. En önemsiz kriter ise, bilet satış ofisi olarak görülmekle birlikte kriterlerin bu şekilde sıralanmasında yolcu tercihleri etkili olmuştur.

Çalışma kapsamında olan 3 havalimanının yolcular açısından yapılan değerlendirmesinde gerek klasik yöntemlerle (CODAS ve ARAS) yapılan sıralamada gerekse de bulanık yöntemlerle (Bulanık CODAS ve Bulanık ARAS) yapılan sıralamada ilk sırada Denizli Çardak Havalimanı yer almıştır. 1991 yılında hizmete giren havalimanı sivil ve askeri olarak hizmet vermektedir. Denizli, ülkemizde yer alan 30 büyükşehirden biri olup nüfusunun fazla oluşu Ege ve Batı Akdeniz bölgesi için potansiyel yolcu kaynağını da oluşturmaktadır. Sanayisiyle öne çıkan kentte; tekstil, dokumacılık, kablo sanayinden metal ve haddecilik ile süt ürünlerine kadar geniş bir sektörde güçlü bir yapıya sahiptir. Ayrıca doğa, termal ve inanç turizm çeşitliliğinin de fazla oluşu, havalimanının şehir merkezine uzaklığına rağmen uçuş sayısındaki fazlalık, terminal içi ve dışında sunulan hizmetlerin kolay ve rahat oluşu analiz sonuçlarına göre daha çok tercih edilebilir bir havalimanı konumuna taşınmıştır.

CODAS ve ARAS yöntemlerinin analiz sonuçlarına göre ikinci sırada Uşak Havalimanı ve son sırada da Isparta Süleyman Demirel Havalimanı yer almıştır. Isparta Süleyman Demirel Havalimanı ve Uşak Havalimanı her ne kadar şehir merkezine uzaklık kriteri konusunda Denizli Çardak Havalimanı'ndan iyi bir skora sahip olsa da diğer kriter skorları açısından Denizli Çardak Havalimanı'na göre geridedir.

Çalışmada bu noktadan sonra kritere göre alternatiflerin aldıkları değerler için göreceli bir değerlendirme yapılmıştır. Terminalin aşırı büyük veya aşırı küçük olmasının yolcu açısından nitel olarak değerlendirilmesi düşüncesinden hareketle adı geçen ÇKKV yöntemlerinin bulanık versiyonları ile de hesaplamalar yapılmıştır. Bu amaçla öncelikle bir form hazırlanarak bulanık veriler toplanmıştır. Bulanık alternatif değerlendirme ölçeğine göre elde edilen verilere sırasıyla Bulanık CODAS ve Bulanık ARAS yöntemleri uygulanmıştır. Hem klasik hem bulanık yöntemlere göre yapılan sıralamalarda Denizli Çardak Havalimanı ilk sırada yer almıştır. Isparta Süleyman Demirel Havalimanı ve Uşak Havalimanı açısından ise klasik ve bulanık değerlendirmelerde sıralama değişmiştir. Bulanık değerlendirmelerde uzmanların görüşleri etkili olduğundan dolayı alternatifler arasında sıralamada yer değişikliği olduğu görülmüştür. Bulanık değerlendirmelerde Isparta Süleyman Demirel Havalimanı ikinci sırada, Uşak Havalimanı ise son sırada yer almıştır.

İlerleyen süreçlerde bölgedeki nüfusun artması, ekonomik faaliyetlerinin çeşitlenmesi, havalimanlarında yer alan uçuş sayılarının artışı, terminal içi ve dışında sunulan hizmetlerin çeşitlenmesi çalışma kapsamındaki bu 3 havalimanının sıralamalarını ve performanslarını olumlu yönde etkileyeceği ön görülmektedir.

Çalışmanın kısıtları şu şekilde özetlenebilir. Öncelikle sadece Ege ve Batı Akdeniz bölgesine hizmet veren birbirine yakın bölgede olan ve gerektiğinde birbirine yedek olarak kullanılabilen Isparta Süleyman Demirel Havalimanı, Denizli Çardak Havalimanı ve Uşak Havalimanı değerlendirilmiştir. Bu bağlamda başka havalimanlarına ilişkin veriler elde edilebildiği takdirde karar matrisi genişletilebilir.

Bundan sonraki yapılacak çalışmalarda farklı ÇKKV yöntemleri ile analizler yapılabilir. Bu çalışmada Ege ve Batı Akdeniz bölgesine hizmet veren birbirine yakın bölgede olan ve gerektiğinde birbirine yedek olarak kullanılabilen 3 havalimanı karşılaştırılmıştır. Yeni yapılacak çalışmalarda farklı bölgelerdeki havalimanları değerlendirilebilir.

Kaynakça

- Acar, N. ve Nur, R. (2017). Havalimanında Sunulan Hizmetlerin Engelli Yolcular Tarafından Değerlendirilmesi: Ankara Esenboğa Havalimanı Örneği. *Erciyes İletişim Dergisi*, 5(4), 733-748.
- Ansari, Z. N., Kant, R. ve Shankar, R. (2020). Evaluation and Ranking of Solutions to Mitigate Sustainable Remanufacturing Supply Chain Risks: A Hybrid Fuzzy SWARA-Fuzzy COPRAS Framework Approach. *International Journal of Sustainable Engineering*, 1-22. Doi: 10.1080/19397038.2020.1758973.
- Aşık, N. A. (2019). Yerli ve Yabancı Yolcuların Havalimanı Hizmet Kalitesi Algıları: İstanbul Havalimanı. *Journal of Tourism and Gastronomy Studies*, 7 (4), 2612-2629.
- Awad, M., Alzaatreh, A., AlMutawa, A., Al Ghumlas, H. ve Almarzooqi, M. (2019). Travelers' Perception of Service Quality at Dubai International Airport. *International Journal of Quality & Reliability Management*. Doi: 10.1108/IJQRM-06-2019-0211.
- Ayçin, E. ve Arsu, T. (2019). CODAS ve ENTROPİ Yöntemleri ile Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Düzey 1 Bölgelerine Göre İncelenmesi. *AVRASYA Uluslararası Araştırmalar Dergisi*, 7 (18), 425 – 447.
- Ayyıldız, E. ve Yalçın, S. (2018). Türkiye’de Yer Alan Lojistik Dostu Şehirlerin Bütünleşik ENTROPİ-CODAS Kullanılarak Belirlenmesi. *Uludağ University Journal of The Faculty of Engineering*, 23 (4), 127-140.
- Bakır, M. ve Akın, Ş. (2018). Havaalanlarında Hizmet Kalitesinin ENTROPİ ve TOPSIS Yöntemleri ile Değerlendirilmesi: Avrupa’nın En Yoğun Havaalanları Üzerine Bir Uygulama. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 17 (66), 632-651.
- Bakır, M. ve Alptekin, N. (2018). Hizmet Kalitesi Ölçümüne Yeni Bir Yaklaşım: CODAS Yöntemi ile Havayolu İşletmeleri Üzerine Bir Uygulama. *Business & Management Studies: An International Journal*, 6 (4), 1336-1353.
- Bakır, M. ve Atalık, Ö. (2018). Entropi ve Aras Yöntemleriyle Havayolu İşletmelerinde Hizmet Kalitesinin Değerlendirilmesi. *İşletme Araştırmaları Dergisi*, 10 (1), 617-638.
- Battal, Ü. (2020). Avrupadaki Havaalanı Grup Şirketlerinin Finansal Performanslarının Ölçülmesi: Veri Zarflama Analizi Yöntemi. *Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 13 (1), 171-184.
- Baykal, N. ve Beyan, T. (2004). *Bulanık Mantık Uzman Sistemler ve Denetleyiciler*. Ankara: Bıçaklar Kitabevi.
- Bayrakçı, E. ve Aksoy, E. (2019). Bireysel Emeklilik Şirketlerinin ENTROPİ Ağırlıklı ARAS ve COPRAS Yöntemleri ile Karşılaştırmalı Performans Değerlendirmesi. *Business and Economics Research Journal*, 10 (2), 415-434.
- Bezerra, G. C. L. ve Gomes, C. F. (2016). Measuring Airport Service Quality: A Multidimensional Approach. *Journal of Air Transport Management*, 53, 85-93.
- Brochado, A., Rita, P., Oliveira, C. ve Oliveira, F. (2019). Airline Passengers Perceptions of Service Quality: Themes in Online Reviews. *International Journal of Contemporary Hospitality Management*, 31 (2), 855-873. Doi: 10.1108/IJCHM-09-2017-0572.
- Büyüközkan, G. ve Güler, M. (2020). Smart Watch Evaluation with Integrated Hesitant Fuzzy Linguistic SAW-ARAS Technique. *Measurement*, 153, 107353. Doi: 10.1016/j.measurement.2019.107353.
- Büyüközkan, G., Havle, C. A. ve Feyzioğlu, O. (2020). A New Digital Service Quality Model and Its Strategic Analysis in Aviation Industry Using Interval-Valued Intuitionistic Fuzzy AHP. *Journal of Air Transport Management*, 86, 101817. Doi: 10.1016/j.jairtraman.2020.101817.

- Demirel, A. (2020). Yurt İçi Uçuş Yapan Havayolu İşletmelerinde Hizmet Kalitesi Konusunda Bir Karma Yöntem Çalışması. *Journal of Tourism Intelligence and Smartness*, 3 (1), 32-52.
- Dilmen, E. ve Çetinyokuş, T. (2020). Potansiyel Çoklu Havalimanı Sisteminin Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ile Değerlendirilmesi. *Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 9 (2), 859-876.
- Durmaz, K. İ. ve Gencer, C. (2020). JSMAA Tabanlı Yeni Bir Eklenti: SWARA-JSMAA ve Akrobasi Uçağı Seçimi. *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University*, 35 (3), 1487-1498.
- Ecer, F. (2016). ARAS Yöntemi Kullanılarak Kurumsal Kaynak Planlaması Yazılımı Seçimi. *Uluslararası Alanya İşletme Fakültesi Dergisi*, 8 (1), 89-98.
- Erdoğan, D. (2020). Havaalanı Hizmet Kalitesinin Önem-Performans Analiziyle Değerlendirilmesi: Gaziantep Havalimanı Örneği. *Journal of Aviation Research*, 2 (2), 82-100.
- Ghenai, C., Albawab, M. ve Bettayeb, M. (2020). Sustainability Indicators for Renewable Energy Systems Using Multi-Criteria Decision-Making Model and Extended SWARA/ARAS Hybrid Method. *Renewable Energy*, 146, 580-597. Doi: 10.1016/j.renene.2019.06.157.
- Ghorabae, M. K., Zavadskas, E. K., Turskis, Z. ve Antucheviciene, J. (2016). A New Combinative Distance-based Assessment (CODAS) Method for Multi Criteria Decision-making. *Economic Computation and Economic Cybernetics Studies and Research*, 3, 25-44.
- Güreş, N., Arslan, S., Yüksel, C. ve Yılmaz, H. (2019). Çocuklu Yolcuların Havacılık İşletmelerine Yönelik Beklenti ve Memnuniyetlerinin Araştırılması. *Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 12 (1), 120-132.
- Işık, O. (2019). Türk Mevduat Bankacılığı Sektörünün Finansal Performanslarının ENTROPİ Tabanlı ARAS Yöntemi Kullanılarak Değerlendirilmesi. *Finans Ekonomi ve Sosyal Araştırmalar Dergisi (FESA)*, 4 (1), 90-99.
- Işıldak, B. ve Tunca, M. Z. (2018). Havalimanı Hizmetlerinde Müşteri Memnuniyetini Etkileyen Faktörler Üzerine Bir Araştırma. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 23 (1), 241-255.
- Karabašević, D. M., Maksimović, M. V., Stanujkić, D. M., Jocić, G. B. ve Rajčević, D. P. (2018). Selection of Software Testing Method by Using ARAS method. *Tehnika*, 73 (5), 724-729. Doi: 10.5937/tehnika1805724K.
- Karagöz, S., Deveci, M., Simic, V., Aydın, N. ve Bölükbaş, U. (2020). A Novel Intuitionistic Fuzzy Mcdm-Based CODAS Approach for Locating an Authorized Dismantling Center: A Case Study of Istanbul. *Waste Management & Research*, 38 (6), 660-672.
- Karasan, A., Zavadskas, E. K., Kahraman, C. ve Keshavarz-Ghorabae, M. (2019). Residential Construction Site Selection Through Interval-Valued Hesitant Fuzzy CODAS Method. *Informatica*, 30 (4), 689-710.
- Kasım, K. ve Mahmut, B. (2020). Evaluation of Airlines Performance Using an Integrated Critic and Codas Methodology: The Case of Star Alliance Member Airlines. *Studies in Business and Economics*, 15 (1), 83-99.
- Katranacı, A. ve Kundakçı, N. (2020a). SWARA Temelli Bulanık COPRAS Yöntemi ile Soğuk Hava Deposu Seçimi. *Optimum Ekonomi ve Yönetim Bilimleri Dergisi*, 7 (1), 63-80.
- Katranacı, A. ve Kundakçı, N. (2020b). Bulanık CODAS yöntemi ile kripto para yatırım alternatiflerinin değerlendirilmesi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 22(4), 958-973.
- Kaya, G. S. (2020). *Havayolu Yolcu Taşımacılığında Çevreci Yaklaşımların Deneyimsel Tatmin ve Tekrar Satın Alma Niyeti Üzerinde Etkisi*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Hasan Kalyoncu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Gaziantep, Türkiye.

- Kenger, M. D. ve Organ, A. (2017). Banka Personel Seçiminin Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinden ENTROPİ Temelli ARAS Yöntemi ile Değerlendirilmesi. *Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 4 (4), 152-170.
- Keshavarz Ghorabae, M., Amiri, M., Zavadskas, E. K., Hooshmand, R. ve Antucheviciene, J. (2017). Fuzzy Extension of the CODAS method for Multi-Criteria Market Segment Evaluation. *Journal of Business Economics and Management*, 18(1), 1-19.
- Keshavarz Ghorabae, M., Zavadskas, E. K., Turskis, Z. ve Antucheviciene, J. (2016). A New Combinative Distance-Based Assessment (CODAS) Method for Multi-Criteria Decision-Making. *Economic Computation & Economic Cybernetics Studies & Research*, 50 (3).
- Khudhair, H. Y., Jusoh, A., Mardani, A. ve Nor, K. M. (2019). Quality Seekers as Moderating Effects Between Service Quality and Customer Satisfaction In Airline Industry. *International Review of Management and Marketing*, 9(4), 74-79. Doi: 10.32479/irmm.8144.
- Köleoğlu, N. ve Demirel, E. (2019). Türkiye'nin Önemli Turizm Kentlerindeki Havalimanlarının Etkinliklerinin Veri Zarflama Analizi Yöntemiyle Ölçülmesi. *Seyahat ve Otel İşletmeciliği Dergisi*, 16 (3), 352-365.
- Lim, J. ve Lee, H. C. (2020). Comparisons of Service Quality Perceptions Between Full Service Carriers and Low Cost Carriers in Airline Travel. *Current Issues in Tourism*, 23 (10), 1261-1276. Doi: 10.1080/13683500.2019.1604638.
- Madak, S. S. ve Selepcioğlu, A. M. (2020). Türk Sivil Havacılık Sektöründe Yolcu Memnuniyeti ve Sadakat İlişkisi: Türk Havayolları Örnek çalışması. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 19 (37), 569-592.
- Maghsoodi, A. I., Rasoulipannah, H., López, L. M., Liao, H. ve Zavadskas, E. K. (2020). Integrating Interval-Valued Multi-Granular 2-Tuple Linguistic BWM-CODAS Approach with Target-Based Attributes: Site Selection for A Construction Project. *Computers & Industrial Engineering*, 139, 106147. Doi: 10.1016/j.cie.2019.106147.
- Mavi, R. K., Goh, M. ve ZARBAKHSHNIA, N. (2017). Sustainable Third-Party Reverse Logistic Provider Selection with Fuzzy SWARA and Fuzzy MOORA in Plastic Industry. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 91 (5-8), 2401-2418. Doi: 10.1007/s00170-016-9880-x.
- Mishra, A. R., Rani, P., Pandey, K., Mardani, A., Streimikis, J., Streimikiene, D. ve Alrasheedi, M. (2020). Novel Multi-Criteria Intuitionistic Fuzzy SWARA–COPRAS Approach for Sustainability Evaluation of the Bioenergy Production Process. *Sustainability*, 12 (10), 4155. Doi: 10.3390/su12104155.
- Mutlu, S. ve Sertoğlu, A. E. (2018). Düşük Maliyetli ve Tam Hizmet Sunan Havayolları Müşterilerinin Hizmet Kalitesi Beklentilerinin Karşılaştırılması. *İşletme Araştırmaları Dergisi*, 10 (1), 528-550.
- Okumuş, A. ve Asil, H. (2007). Havayolu Taşımacılığında Yerli ve Yabancı Yolcuların Memnuniyet Düzeylerine Göre Beklentilerinin İncelenmesi. *Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 1 (13), 152-175.
- Oruç, K.O. ve Arıcan, M. (2019). Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci ve Bulanık Aras Yöntemleri ile Polis Merkezi Kuruluş Yeri Seçimi: Isparta Örneği, *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 24 (3), 715-734.
- Özbek, A. (2019). *Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ve Excel ile Problem Çözümü Kavram Teori Uygulama*, Ankara: Seçkin Kitabevi, 2. Baskı.
- Özdağoğlu, A., Keleş, M. K. ve Eren, F. Y. (2019). Bir Üniversite Hastanesinde Makroelisa Ekipmanı Alternatiflerinin WASPAS ve SWARA Yöntemleri ile Değerlendirilmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 24 (2), 319-331.

- Pamučar, D., Badi, I., Sanja, K. ve Obradović, R. (2018). A Novel Approach for The Selection of Power-Generation Technology Using a Linguistic Neutrosophic CODAS Method: A Case Study in Libya. *Energies*, 11 (9), 2489. Doi: 10.3390/en11092489.
- Park, E., Jang, Y., Kim, J., Jeong, N. J., Bae, K. ve del Pobil, A. P. (2019). Determinants of Customer Satisfaction with Airline Services: An Analysis of Customer Feedback Big Data. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 51, 186-190. Doi: 10.1016/j.jretconser.2019.06.009.
- Paul, D., Agarwal, P. ve Chakraborty, S. (2016). Performance Appraisal of Indian State Police Forces Using Aras Method. *Management Science Letters*, 6 (5), 361-372. Doi: 10.5267/j.msl.2016.3.001.
- Perçin, S. (2019). An integrated fuzzy SWARA and Fuzzy AD Approach for Outsourcing Provider Selection. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 30 (2), 531-552. Doi: 10.1108/JMTM-08-2018-0247.
- Prentice, C. ve Kadan, M. (2019). The Role of Airport Service Quality in Airport and Destination Choice. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 47, 40-48. Doi: 10.1016/j.jretconser.2018.10.006.
- Rani, P., Mishra, A. R., Mardani, A., Cavallaro, F., Štreimikienė, D. ve Khan, S. A. R. (2020). Pythagorean Fuzzy SWARA–VIKOR Framework for Performance Evaluation of Solar Panel Selection. *Sustainability*, 12 (10), 4278. Doi: 10.3390/su12104278.
- Ren, R.X., Liao, H.C., Al-Barakati, A. ve Cavallaro, F. (2019). Electric Vehicle Charging Station Site Selection by An Integrated Hesitant Fuzzy SWARA-WASPAS Method, *Transformations in Business & Economics*, 18 (2), 103-123.
- Rostamzadeh, R. Esmaeili, A., Shahriyari Nia, A., Saparuskas, J., Keshavarz Ghorabae, M. (2017). A Fuzzy Aras Method for Supply Chain Management Performance Measurement in SMEs under Uncertainty. *Transformations in Business & Economics*, 16, 2A (41A), 319-348.
- Seker, S. (2020). A Novel Interval-Valued Intuitionistic Trapezoidal Fuzzy Combinative Distance-Based Assessment (CODAS) Method. *Soft Computing*, 24 (3), 2287-2300. Doi: 10.1007/s00500-019-04059-3.
- Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü. Mevzuat. Yönetmelikler. <http://web.shgm.gov.tr/tr/s/6307-ticari-hava-tasima-isletmeleri-yonetmeliği-shy-6a>. (Erişim Tarihi: 22.06.2020).
- Stamolampros, P. ve Korfiatis, N. (2019). Airline Service Quality and Economic Factors: An ARDL Approach on US Airlines. *Journal of Air Transport Management*, 77, 24-31. Doi: 10.1016/j.jairtraman.2019.03.002.
- Sun, Z. (2019). The Influence of Class of Seat on the Relationship between Aviation Service Quality and Customer Satisfaction. *International Journal of Frontiers in Sociology*, 1 (1), 63-74. Doi: 10.25236/IJFS.2019.010107.
- Şen, H. ve Polat, H. (2015). Havayolu Taşımacılığı Kanunlarındaki Değişikliğin Türkiye'deki Havayolu Yolcu Taşımacılığı Üzerine Etkilerinin Araştırılması. *Alphanumeric Journal*, 3 (1), 89-98. DOI: <http://dx.doi.org/10.17093/aj.2015.3.1.5000109380>.
- Topal, B., Şahin, H. ve Topal, B. (2019). Havayolu ile Yolcu Taşımacılığında Müşteri Memnuniyetini Etkileyen Faktörlerin Belirlenmesi: İstanbul Hava Limanları Örneği. *Balkan Sosyal Bilimler Dergisi*, 8(16), 119-128.
- Turskis, Z. ve Zavadskas, E. K. (2010). A New Fuzzy Additive Ratio Assessment Method (ARAS-F). Case Study: The Analysis of Fuzzy Multiple Criteria in Order to Select the Logistic Centers Location, *Transport*, 25 (4): 423-432.
- Tuş, A. ve Adalı, E. A. (2018). Personnel Assessment with CODAS and PSI Methods. *Alphanumeric Journal*, 6(2), 243-256. <http://dx.doi.org/10.17093/alphanumeric.432843>.

- URL1, Devlet Hava Meydanları İşletmesi Genel Müdürlüğü, Havalimanlarımız, Isparta Süleyman Demirel Havalimanı, <https://suleymandemirel.dhmi.gov.tr/Sayfalar/default.aspx>, (Erişim Tarihi: 26.06.2020).
- URL2, Devlet Hava Meydanları İşletmesi Genel Müdürlüğü, Havalimanlarımız, Denizli Çardak Havalimanı, <https://cardak.dhmi.gov.tr/Sayfalar/default.aspx>, (Erişim Tarihi: 26.06.2020).
- URL3, Devlet Hava Meydanları İşletmesi Genel Müdürlüğü, Havalimanlarımız, Uşak Havalimanı, <https://usak.dhmi.gov.tr/Sayfalar/default.aspx>, (Erişim Tarihi: 26.06.2020).
- Ulutaş, A. (2019). Using of Fuzzy SWARA and Fuzzy ARAS Methods to Solve Supplier Selection Problem, In Theoretical and Applied Mathematics in International Business, IGI Global, 151–165
- Uz, C. Y. ve Canarlan, N. Ö. (2019). Havayolu Hizmet Kalitesinin Yolcu Memnuniyeti Üzerine Etkisi. *Turkish Studies*, 14 (4), 2905-2922.
- Yalçın, N. ve Yapıcı Pehlivan, N. (2019). Application of The Fuzzy CODAS Method Based on Fuzzy Envelopes for Hesitant Fuzzy Linguistic Term Sets: A Case Study on a Personnel Selection Problem. *Symmetry*, 11 (4), 493.
- Yangınlar, G. ve Tuna, F. (2020). Havayolu Taşımacılığında Hizmet Kalitesinin Kurumsal İmaj, Müşteri Memnuniyeti ve Müşteri Sadakati Üzerindeki Etkisi. *İşletme Araştırmaları Dergisi*, 12 (1), 173-187.
- Yeni, F. B. ve Özçelik, G. (2019). Interval-valued Atanassov Intuitionistic Fuzzy CODAS Method for Multi Criteria Group Decision Making Problems. *Group Decision and Negotiation*, 28, 433-452. <https://doi.org/10.1007/s10726-018-9603-9>.
- Yıldırım, B. I., Uysal, F. ve Ilgaz, A. (2019). Havayolu İşletmelerinde Personel Seçimi: ARAS Yöntemi İle Bir Uygulama. *Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 2 (33), 219-231.
- Yıldız, O. ve Erdil, S. (2013). Türkiye Havayolu Yolcu Taşımacılığı Sektöründe Hizmet Kalitesinin Karşılaştırmalı Ölçülmesi. *Öneri Dergisi*, 10 (39), 89-100.
- Zarbakshnia, N., Soleimani, H. ve Ghaderi, H. (2018). Sustainable Third-Party Reverse Logistics Provider Evaluation and Selection Using Fuzzy SWARA and Developed Fuzzy COPRAS in the Presence of Risk Criteria. *Applied Soft Computing*, 65, 307-319. Doi: 10.1016/j.asoc.2018.01.023.
- Zavadskas, E. K., Turskis, Z. ve Viliutiene, T. (2010). Multiple Criteria Analysis of Foundation Instalment Alternatives by Applying Additive Ratio Assessment (ARAS) Method. *Archives of Civil and Mechanical Engineering*, 10 (3), 123-141.