Turkish Studies *Economics, Finance, Politics*

Volume 14 Issue 4, 2019, p. 1455-1472

DOI: 10.29228/TurkishStudies.39243

ISSN: 2667-5625

Skopje/MACEDONIA-Ankara/TURKEY

INTERNATIONAL
BALKAN
UNIVERSITY

EXCELLENCE FOR THE FUTURE
IBU.EDU.MK

Research Article / Araştırma Makalesi

Article Info / Makale Bilgisi

✍ Received/Geliş: 13.10.2019

✓ Accepted/Kabul: 20.12.2019

📅 Report Dates/Rapor Tarihleri: Referee 1 (12.11.2019)-Referee 2 (02.12.2019)

This article was checked by iThenticate.

TÜRKİYE'DEKİ HAVALİMANLARININ ETKİNLİKLERİNİN VERİ ZARFLAMA ANALİZİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

*Mehmet ORHAN**

ÖZ

Havacılık sektörü, Türkiye’de diğer sektörlerle kıyasla son 15 yılda hızlı bir büyüme gerçekleştirmiştir. Önümüzdeki yıllarda da bu büyümenin devam edeceği tahmin edilmektedir. Mevcut hava limanlarının bu artışa cevap verebilecek şekilde işletilmesi gerekmektedir. Ancak hava alanlarının işletilmesi yüksek maliyetler içermektedir. Bu nedenle Türkiye gibi kaynakları sınırlı ve gelişmekte olan ülkeler için, yüksek işletme maliyetleri olan havalimanlarının etkin bir biçimde işletilmesi, büyük önem taşımaktadır.

Bu çalışmada Veri Zarflama Analizi (VZA) yöntemi kullanılarak Türkiye’de Devlet Hava Meydanları İşletmesi’ne (DHMI) tarafından işletilen havalimanlarının 2018 yılı etkinliklerinin ölçülmesi ve etkin olmayan havalimanlarının referans alabileceği havalimanlarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla öncelikle literatür taraması yapılmış, sonrasında havalimanlarının etkinlik analizinde kullanılan girdi ve çıktı değişkenleri belirlenmiştir. Bu çalışmada girdi değişkenleri olarak: otopark kapasitesi, check-in kontuarı sayısı ve personel sayısı; çıktı değişkenleri olarak ise: yolcu trafiği, uçuş trafiği ve kargo trafiği kullanılmıştır. Bu çalışmada Türkiye’de faal olan 56 havalimanından yolcu ve uçak trafiğinin olduğu 45 havalimanı, karar birimleri olarak belirlenmiştir. Bu havalimanları yolcu sayısına göre büyük ve küçük havalimanı olarak sınıflandırılarak etkinlik analizleri yapılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre büyük havalimanlarından Antalya, Balıkesir Koca Seyit ve İstanbul Atatürk havalimanlarının; küçük havalimanlarından ise Kahramanmaraş, Muş Sultan Alparslan ve Şırnak Şerafettin Elçi havalimanlarının etkin oldukları gözlemlenmiştir. Ayrıca bu çalışmada

* Gelir İdaresi Başkanlığı, E-posta: mehmetorhan01@gmail.com.

etkin olmayan havalimanlarının etkin olabilmesi için referans alabilecekleri havalimanları belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Veri Zarflama Analizi (VZA), Havalimanı, Etkinlik

EFFICIENCY EVALUATION OF AIRPORTS IN TURKEY WITH DATA ENVELOPMENT ANALYSIS

ABSTRACT

The aviation sector in Turkey has been a rapid growth in the last 15 years compared with other sectors. It is expected that this growth to continue in the coming years. Existing airports need to be operated in a way to respond to the growth. However, the operation of airports requires high costs. For this reason, developing countries with limited resources, such as Turkey, to operate airports efficiently is of great importance.

In this study, it is aimed to measure the efficiency of airports operated by the General Directorate of State Airports Authority (DHMI) in Turkey in 2018 and identify the airports that can be referenced by ineffective airports, by Data Envelopment Analysis (DEA) method. For this purpose, firstly literature review has been done and then input and output variables used in efficiency analysis of airports are determined. In this study, as input variables; parking capacity, number of check-in counters, number of staff; and AS output variables; passenger traffic, flight traffic and cargo traffic are used. In this study, among 56 active airports in Turkey, 45 airports where the passenger and aircraft traffic is present was designated as the decision-making units. These airports have been classified as large and small airports according to the number of passengers, and then efficiency analyzes are performed. According to the results obtained, among the large airports, Antalya, Balıkesir Koca Seyit and Istanbul Ataturk airports; Among the smaller airports, Kahramanmaraş, Muş Sultan Alparslan and Şırnak Şerafettin Elçi airports have been observed to be efficient. In addition, in this study, the airports which can be used as a reference to be efficient by ineffective airports have been determined.

STRUCTURED ABSTRACT

Turkish aviation sector compared to other sectors, especially in the last 15 years has realized a rapid growth. According to data obtained from DHMI (General Directorate Of State Airports Authority) (<https://www.dhmi.gov.tr/sayfalar/istatistik.aspx>, 2019), passenger traffic has increased more than threefold in the last fifteen years (2004-2018), from 45,057,371 in 2004, to 210,947,639 in 2018, respectively. The average annual increase in passenger traffic in the last decade (2009-2018) was 10.5% (air traffic) from 449,493 in 2004 to 1,544,169 in 2018. While the aircraft traffic has increased more than double in the last fifteen years (2004-2018), from 449,493 in 2004 to 1,544,169 in 2018, respectively. The average annual increase in aircraft traffic in the last decade (2009-2018) was 7,3%. According to DHMI (General Directorate

Of State Airports Authority), both passenger traffic and aircraft traffic are expected to growth in the coming years.

Existing airports need to be operated in a way to respond to the growth. However, the operation of airports requires high costs. For this reason, developing countries with limited resources, such as Turkey, to operate airports efficiently is of great importance.

Because it is necessary to ensure efficiency in order to operate the airports in a profitable manner. In order to ensure efficiency, the effectiveness of the airports should be checked periodically by making capacity utilization analysis and new strategies should be established according to the findings (Kayasadı and Karasahin, 2009: 391).

The airports, which are operated in Turkey need to have a high level of efficiency and effectiveness in order to meet today's demands and to cope with the intense competition environment brought by globalization. In addition, there is of great importance in terms of sustainable airports. From this point, in this study, it is aimed to measure the efficiency of airports operated by the General Directorate of State Airports Authority (DHMI) in Turkey in 2018 and identify the airports that can be referenced by ineffective airports, by Data Envelopment Analysis (DEA) method. For this purpose, firstly literature review has been done and then input and output variables used in efficiency analysis of airports were determined. In this study, as input variables; parking capacity, number of check-in counters, number of staff; and as output variables; passenger traffic, flight traffic and cargo traffic are used. In this study, among 56 active airports in Turkey, 45 airports where the passenger and aircraft traffic is present were designated as the decision-making units. These airports have been classified as large and small airports according to the number of passengers, and then efficiency analyzes are performed with DEA method. The DEA method was used in the analysis because of its three most important advantages. First one of them is that no weight is required for inputs and outputs. Because the model automatically assigns itself. The second one, The decision-making units can be directly compared with another decision-making unit or different combinations of these units. The third one, decision-making units with a large number of inputs and outputs can be used for efficiency measurement (Kočišová, 2018:130).

According to the obtained results, among the large airports, Antalya, Balıkesir Koca Seyit and İstanbul Atatürk airports; among the smaller airports, Kahramanmaraş, Muş Sultan Alparslan and Şırnak Şerafettin Elçi airports have been observed to be efficient. In addition, in this study, the airports which can be used as a reference to be efficient by ineffective airports have been determined. According to the findings of the analysis results to determine the airports to which they can be referenced for ineffective airports to be effective; It is seen that the inefficient large airports are referred to Antalya, Balıkesir Koca Seyit and İstanbul Atatürk airports; small airports should take the example of Muş Sultan Alparslan, Şırnak Şerafettin Elçi and Kahramanmaraş airports.

When the input amounts of these efficient referenced airports are proportioned, they are the airports with higher output. Ineffective airports can use the strategies adopted by these effective airports as an example. In addition, there are two options in front of Ineffective airports. The first

is to reduce the capacity, so reduce the inputs. The second is to adopt strategies that will increase the passenger and cargo traffic with the available amount of inputs. When the first option is preferred, productivity can be increased for now, but it may become inefficient again in the future as it may cause a decrease in passenger, airplane and cargo traffic by adversely affecting the preference of companies and passengers because of a decrease in service quality. If the latter option is preferred, with existing inputs aircraft traffic and passenger traffic will be expected to increase. For example, arrangements should be made in airport service fees in order to ensure the appropriateness of airplane prices, and the establishment of international flight networks from small cities with keeping their pricing at a reasonable level will trigger customer demands. Improving the waiting areas at the airport, shortening the waiting times, improving the flight conditions and the physical conditions of the airport will affect the customers (Ömürbek et al., 2013: 40). In addition, some airports are located at a distance of 40-50 km from the city centers. Facilitating access to these airports and ensuring their continuity will positively affect customer preferences. Thus, the number of active airports will increase.

Keywords: Data Envelopment Analysis (DEA), Airport, Efficiency

1.Giriş

Türkiye havacılık sektörü başka sektörlerle kıyasla özellikle son 15 yılda hızlı bir büyüme gerçekleştirmiştir. DHMİ (<https://www.dhmi.gov.tr/sayfalar/istatistik.aspx>, 2019) verilerine göre yolcu trafiği: 2004 yılında 45.057.371 iken 2009 yılında 86.001.343, 2014 yılında 166.181.339, 2018 yılında 210.947.639' a ulaşmıştır. Son on beş yılda (2004-2018) yolcu trafiği üç kattan fazla artmıştır. Yolcu trafiğindeki son on yılda (2009-2018) ortalama yıllık artış (%) 10,5% olarak gerçekleşmiştir uçak trafiği 2004 yılında 449.493 iken 2009 Yılında 788.469, 2014 yılında 1.345.954, 2018 yılında 1.544.169'a ulaşmıştır. Son on beş yılda (2004-2018) 2 kattan daha fazla artmıştır. Son on yılda (2009-2018) ortalama yıllık artış % 7,3 olarak gerçekleşmiştir. DHMİ'ye göre önümüzdeki yıllarda da hem yolcu trafiğinin hem de uçak trafiğindeki artışın devam edeceği tahmin edilmektedir. Mevcut hava limanlarının artışa cevap verebilecek şekilde işletilmesi gerekmektedir. Ancak hava alanlarının işletilmesi yüksek maliyetler gerektirmektedir. Bu nedenle Türkiye gibi kaynakları sınırlı gelişmekte olan ülkeler için, yüksek işletme maliyetleri olan havalimanlarının etkin bir biçimde işletilmesi, büyük önem taşımaktadır. Çünkü havaalanlarının karlı bir biçimde işletilebilmesi için verimliliğin sağlanması gerekmektedir. Verimliliğin sağlanabilmesi için de işletilen havalimanlarının belli aralıklarla kapasite kullanım analizleri yapılarak etkinlikleri kontrol edilmeli ve ulaşılan bulgulara göre, yeni stratejiler oluşturulmalıdır (Kıyıldı ve Karaşahin, 2009:391).

Türkiye'deki havalimanlarının verimlilik, etkinlik, performanslarının ve Türkiye'ye sağlayacağı katma değer açısından kabul edilebilir düzeyde olması yeni yatırımları teşvik etme bakımından da önemli olmaktadır. Bu nedenle, havalimanlarının sağlayacağı performans ve etkinlikleri göz önünde bulundurularak mevcut havalimanlarına yönelik yeni stratejilerin oluşturulması ve yeni havalimanlarının planlarının oluşturulması önem arz etmektedir (Avcı ve Aktaş, 2015:67-68).

Türkiye'de havalimanlarının günümüz taleplerini karşılayabilmeleri ve küreselleşmenin beraberinde getirdiği yoğun rekabet ortamıyla başa çıkabilmeleri için verimlilik ve etkinliklerinin yüksek seviyede olması havalimanlarının sürdürülebilir olmaları bakımından büyük önem arz etmektedir. Bu noktadan hareketle bu çalışmada Türkiye'de bulunan ve Devlet Hava Meydanları

İşletmesi (DHMİ)’nin işlettiği tarafından işletilen havalimanlarının göreceli etkinlikleri ölçülmüştür. Analizde birden fazla çıktı değişkenine yer verildiğinden, etkinliklerinin hesaplanmasında VZA (Veri Zarflama Analizi) kullanılmıştır. VZA benzerlik gösteren karar verme birimlerinin göreceli etkinliklerinin hesaplanmasında faydalanılan, doğrusal programlama temelli parametrik olmayan matematiksel bir yöntemdir (Ömürbek vd., 2016:26; Lozano, 2013: 286-287).

Bu çalışmada öncelikle literatürde yapılmış çalışmalara yer verilmiş sonra veri zarflama analiz yöntemi ve araştırmada kullanılan veriler açıklanmış, daha sonra havalimanları yolcu trafiğinin 500.000’den az veya çok olmasına göre büyük ve küçük havalimanları biçiminde sınıflandırılarak bu havalimanlarının ayrı ayrı etkinlik analizleri yapılmıştır. Yapılan analiz neticesinde elde edilen bulgular ile mevcut havalimanlarının etkinlikleri ile ilgili durum tespiti yapılarak bu doğrultusunda geleceğe yönelik strateji ve politikalara yer verilmiştir.

2. Kavramsal Çerçeve

Havalimanlarının performansının (etkinlik) ölçülmesi ve iyileştirilmesi konusu, dünyadaki birçok araştırmacının dikkatini çekmiştir. Bu konuyla ilgili olarak oldukça fazla çalışma bulunmaktadır.

Peker ve Baki (2009) tarafından yapılan çalışmada, Türkiye’de bulunan havalimanlarının 2007 yılı verilerine göre etkinlikleri ölçülmüştür. Çalışmada girdi değişkenleri: pist sayısı, otopark kapasitesi, çalışan sayısı ve havalimanı büyüklüğü çıktı değişkenleri; kargo değeri ve yolcu sayısı olarak belirlenmiştir. Gerçekleştirilen analiz bulgularına göre: küçük havalimanlarından Çardak ve Malatya; büyük havalimanlarından Antalya, Ankara, Kayseri, Adana, Trabzon havalimanlarının etkin oldukları belirlenmiştir. Daha sonra olarak küçük ve büyük havalimanlarının etkinlik düzeyleri arasındaki farklılığın anlamlı olup olmadığı t testiyle analiz edilmiş ve analiz sonucunda büyük havalimanlarının daha etkin olduğu sonucu elde edilmiştir (Peker ve Baki, 2009).

Ömürbek vd. (2013) tarafından yapılan çalışmada, Türkiye’deki 32 hava alanının, Veri Zarflama Analizi yöntemiyle etkinlikleri ölçülmüştür. Çalışmada girdi değişkenleri: terminal binası konveyör sayısı (adet), havaalanı pist büyüklüğü (m²), otopark araç kapasitesi (adet), havaalanı apron büyüklüğü (m²), taksirut uçak kapasitesi (adet); terminal binası yolcu kullanım alanı (m²), otopark araç kapasitesi (adet), check-in kontuar sayısı (adet), x-ray sayısı (adet) ve apron uçak kapasitesi (adet);çıkıti değişkenleri: toplam uçak trafiği ve yolcu trafiği olarak belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre küçük hava alanlarından uçak sayısına göre en etkin; Adana Havaalanıdır. Küçük hava alanlarında yolcu sayısına göre en etkin; Adana, Gaziantep, Van, Urfa ve Trabzon Hava alanlarıdır. Orta büyüklükteki havalimanlarından iç hat, uçuş trafiği, yolcu trafiğinde ve iç hat ile dış hat toplamında etkin olanlar: Kayseri, Samsun Çarşamba, Malatya ve Van Ferit Melen havalimanıdır (Ömürbek vd., 2013).

Avcı ve Aktaş (2015) tarafından yapılan çalışmada, Türkiye’deki havalimanlarının 2013-2014 yıllarının verileriyle kış ve yaz dönemlerine göre havalimanlarının etkinlikleri ve verimlilikleri analiz edilerek karşılaştırılmıştır. Veri Zarflama Analizinde girdi olarak: personel sayısı ve terminal alanı; çıktı olarak tüm yolcu trafiği, uçak trafiği ve yük trafiği kullanılmıştır. Elde edilen bulgulara göre, hem yaz döneminde hem de kış döneminde etkinliği en yüksek havalimanının Atatürk havalimanı, kış dönemlerinde etkinliği en düşük Muğla Milas ve Muğla Dalaman havalimanlarının, yaz dönemlerinde ise etkinliği en düşük Sivas ve Kars havalimanlarının olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Avcı ve Aktaş, 2015).

Bolat vd. (2016) Türkiye' deki 41 tane havalimanının etkinliğini Veri Zarflama Analizi yöntemiyle değerlendirdikleri çalışmada girdi değişkenleri olarak bagaj konveyörleri sayısı, check-in kontuarı sayısı, yolcu biniş kapısı sayısı pist sayısı, çalışan sayısı, terminal büyüklüğü, otopark kapasitesi değişkenleri olarak: toplam yolcu sayısı, toplam ticari uçuş trafiği ve toplam yük trafiği

seçilmiştir. VZA sonucunda 19 havalimanının etkin olarak çalıştığı bulunmuştur. Sonrasında mevcut yeni havalimanlarının etkinliklerinin tahmin edilebilmesine olanak sağlayan bir yapay sinir ağıları modeli geliştirilmiştir (Bolat vd., 2016).

Altın vd. (2017) tarafından Avrupa'nın en fazla yolcu trafiği olan 20 havalimanının 2010-2015 dönemindeki verileriyle performans ve etkinlikleri değerlendirilmiştir. Yapılan çalışmada ilk önce ENTROPI yöntemiyle kriter ağırlıkları belirlenmiş, sonrasında COPRAS ve Gri İlişkisel Analiz yöntemleriyle havalimaları performanslarına göre sıralanmıştır. Analizlerde, performans kriterleri; terminal sayısı, yolcu sayısı, pist sayısı, otopark kapasitesi, havalimanıyla şehir merkezi arası uzaklık, uçak stand sayısı ve çıkış kapı sayısı olarak seçilmiştir. Veri Zarflama Analizinin girdi değişkenleri: otopark kapasitesi, terminal sayısı, pist sayısı, havalimanıyla şehir merkezi arası uzaklık, uçak stand sayısı ve çıkış kapı sayısı; çıktı değişkeni: yolcu sayısı olarak seçilmiştir. COPRAS yöntemiyle analiz sonucunda "Madrid Barajas International Airport", "Frankfurt am Main International Airport" ve "Charles de Gaulle International Airport" ilk 3'te bulunurken, "Atatürk Havalimanı" 11. sırada ve "Sabiha Gökçen Havalimanı" son sırada yer almıştır. Gri İlişkisel Analiz yöntemi sonucunda "Madrid Barajas International Airport", "Frankfurt am Main International Airport" ve "London Gatwick Airport" havalimanları ilk 3'te bulunurken, "Uluslararası Atatürk Havalimanı" 14. Sırada ve "Sabiha Gökçen Havalimanı" son sırada yer almıştır. Veri Zarflama Analizi sonucunda 10 havalimanı etkin iken diğerlerinin etkin olmadığı görülmüştür (Altın vd., 2017).

Çınaroğlu ve Avcı (2017) Veri Zarflama Analizi (VZA) yöntemiyle Türkiye'deki büyük havalimanlarının etkinlik ve verimlilikleri 2015-2016 yıllarına veriler kullanılarak araştırılmıştır. Bu çalışmada üç adet girdi değişkeni (personel sayısı, terminal alanı ve uçak kapasitesi) ile iki adet çıktı değişkeni (yolcu sayısı, yük trafiği) kullanılmıştır. Analiz sonuçlarına göre, iç hatlarda her iki yılda da tam etkin olan havalimanları İstanbul Atatürk ve Adana havalimanlarıdır. Dış hatlarda ise, her iki yılda da İstanbul Atatürk ve Antalya havalimanlarının etkin olduğu belirlenmiştir. İç hatlarda en yüksek verimliliğe Trabzon havalimanının, en düşük verimliliğe Diyarbakır havalimanının; dış hatlarda ise en yüksek verimliliğe sahip havalimanın Mardin havalimanı, en düşük verimliliğe sahip havalimanının ise Diyarbakır havalimanı olduğu saptanmıştır.

Asker ve Battal (2017) yolcu trafiği bakımından dünyada ilk 25'te yer alan havalimanları arasından 20 havalimanı (verilerine ulaşılan) operasyonel etkinlik bakımında Veri Zarflama Analizi (VZA) değerlendirilmiştir. Analizde dört tane girdi değişkeni (uçak park sayısı, pist sayısı, terminal alanı ile kapı sayısı büyüklüğü) ve üç tane adet çıktı değişkeni (uçuş sayısı, toplam yük miktarı ile toplam yolcu sayısı) kullanılmıştır. Gerçekleştirilen analizler sonucunda CCR modeline göre 20 havalimanından 10 tanesinin etkin iken ve diğer havaalanlarının etkinlik değerinin altında olduğu görülmüştür.

Yurtdışında havalimanlarının etkinliğinin ölçülmesine yönelik son yıllarda yapılmış çalışmalar aşağıda Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1: Yurtdışında Havalimanlarının Etkinlikleri İle İlgili Yapılan Çalışmalar

Yazarlar	Örneklem ve dönem	Girdiler	Çıktılar
Martin ve Roman (2006)	34 İspanya Havaalanı 1997	İşgücü maliyeti, Sermaye harcamaları, Malzeme harcamaları	Toplam yolcu sayısı Toplam uçuş sayısı Toplam kargo
Barros ve Dieke 2007	31 İtalya Havaalanı, 2001-2003	İşgücü maliyeti, Yatırım yapılan sermaye, Operasyonel maliyet	Toplam yolcu sayısı Toplam uçuş sayısı Toplam kargo Havacılık geliri, Havacılık dışı gelir

Yu vd., 2008	4 Tayvan Havaalanı, 1995-1999	Personel sayısı, Faaliyet harcamaları	Toplam yolcu sayısı
Lam vd., 2009	11 Asya Pasifik Bölgesi Havaalanı, 2001-2005	Personel sayısı Sermaye miktarı	Toplam yolcu sayısı, Toplam uçuş sayısı, Toplam yük
Ablanedo-Rosas ve Gemoets, 2010	37 Meksika Havaalanı, 2009	Saat başına ortalama yolcu sayısı, Saat başına ortalama uçuş sayısı	Toplam yolcu sayısı, Toplam uçuş sayısı, Toplam yük
Yu, 2010	15 Tayvan Havaalanı, 2006	Personel sayısı, Toplam pist uzunluğu, Apron alanı, Terminal alanı	Toplam yolcu sayısı, Toplam uçuş sayısı, Toplam yük
Assaf ve Gillen, (2012)	73 uluslararası havaalanı, 2003-2008	Emek; çalışan sayısı, işgücü dışı girdi (malzeme ve sözleşmeli hizmetler), Sermaye; pist sayısı ve yolcu terminal alanının toplam büyüklüğü (m2)	Yolcu sayısı, Uçak hareketi sayısı, Havacılık dışı gelirler
Wanke, (2012)	63 Brezilya havaalanı, 2009	Terminal alanı, Uçak park yerleri, Pistler	Yıllık yolcu sayısı, Yıllık kargo hacmi (kg), Uçak hareketi sayısı
Merkert ve Mangia, (2012)	46 Norveç ve 35 İtalyan havalimanı, 2007-2009	Teknik girdiler (terminal alanı, apron alanı, pist sayısı, pist uzunluğu, pist alanı, toplam alan, çalışan sayısı), Finansal girdiler (işletme maliyeti, personel maliyeti ve malzeme maliyeti)	Hava trafiği, Yolcu trafiği ve Kargo trafiği
Chang vd., (2013)	41 Çin havaalanı, 2008	Çalışma saati, Pist (metrekare), Terminal (metre kare)	Uçak hareketleri, Yolcu posta / kargo
Barros vd., (2013)	27 Fransız havaalanı, 2005-2008	Çalışanlar, İşletme maliyeti, Toplam varlıklar	Yolcuların sayısı, Kargo miktarı (ton), Çalışan sayısı
Brida vd., (2014)	14 İtalyan havaalanları, 2009-2011	Emek, Kapı sayısı, Varlıklar	Yolcu, kargo, Hava taşımacılığı hareketleri
Ahn ve Min (2014)	23 Uluslararası havaalanı, 2006-2011	Arazi alanı, Pist sayısı, Yolcu terminal alanı, Kargo terminal alanı	Yıllık yolcu sayısı, Uçuş sayısı, Yıllık kargo hacmi
Tsui vd., (2014)	21 Asya-Pasifik havaalanları, 2002-2011	Yolcu terminal alanı, Toplam pist uzunluğu, Çalışan sayısı, Pist sayısı	Hava yolcu sayısı, Hava kargo hacmi, Uçak hareketleri
Kashiramka vd., (2016)	46 Hint Havaalanı, 2012-2014	Çalışan sayısı, Pist sayısı, Binanın metrekare alanı, Kapı sayısı, Park eden araba sayısı, Park yeri sayısı	Uçak trafiği, Yolcu sayısı, Yük (ton), Posta (ton)
Fernández vd. (2018).	35 İspanyol Havalimanı 2009-2016	Sabit varlıkların değeri, İşgücü maliyeti, Havaalanı yüzey alanı	Yolcu sayısı, Kargo(ton), Havacılık dışı gelir

Stichhauerova ve Pelloneova, (2019)	Almanya'nın en önemli 27 havalimanı, 2016	Çalışan sayısı, Pist sayısı, Havaalanı alanı	Uçak hareketlerinin sayısı, Kargo miktarı
-------------------------------------	---	--	---

3. Materyal ve Yöntem

Bu çalışmanın temel amacı Türkiye’de bulunan, Devlet Hava Meydanları İşletmesi (DHMI)’nin işlettiği, havalimanlarının etkinliğini ölçmektir. Bu kapsamda çalışmada Veri Zarflama Analizi (VZA) yöntemi kullanılarak etkin olmayan havalimanlarının etkin konuma gelebilmesi için kendilerine etkin havalimanlarından hangilerini referans almaları gerektiğinin belirlenmesi ve etkinlik düzeylerini daha iyi noktalara taşımayı hedefleyen havalimanı yöneticilerine bu hedeflerini gerçekleştirebilme konusunda yol gösterici olabilme amaçlanmıştır.

3.1. Veri Zarflama Analizi

VZA, benzerlik gösteren karar verme birimleri (Desicion Making Unit, DMU)’nin ürettiği hizmet veya mal bakımından görece etkinliklerinin ölçülebilmesi için geliştirilmiştir (Ömürbek vd., 2013:23; Eken ve Pehlivan, 2009:89). VZA literatürde ilk defa Charnes, Cooper ve Rhodes tarafından 1978 yılında ABD’deki devlete ait okulların etkinlik değerlendirmesinde kullanılmıştır (Özden, 2008:168; Aksu ve Gencer, 2018:193). Bu model ilk ve en temel VZA modelidir. Daha sonrasında CCR (Charnes, Cooper ve Rhodes) ve BBC (Banker, Charnes ve Cooper) adı verilen yeni modeller geliştirilmiştir. CCR (Charnes, Cooper ve Rhodes) modelinde, ölçeğe göre sabit getiri ön kabulü bulunmaktadır. CCR modeli teknik etkinliği ve ölçek etkinliğini tek bir değer olarak hesaplamaktadır. 1984’te Banker, Charnes ve Cooper tarafından ortaya atılan BCC modelinde ise ölçeğe göre değişken getiri ön kabulü vardır (Aksu ve Gencer, 2018:193). VZA modelleri, “çıktıya yönelik” ve “girdiye yönelik” olarak ikiye ayrılmaktadır. Bu “çıktıya yönelik” ve “girdiye yönelik” VZA modelleri, temelde birçok benzerlik göstermektedir. Girdiye yönelik VZA modelleri, belirli bir çıktı bileşiminin en etkin biçimde üretilebilmesi için kullanılması gereken en ideal girdi bileşimini araştırırken; çıktıya yönelik VZA modelleri belirli bir girdi bileşimiyle en yüksek ne kadar çıktı bileşimine ulaşılabileceğini araştırır (Behdioğlu ve Özcan, 2009:305).

VZA, parametrik olmayan bir matematiksel programlama modeli olduğundan dolayı çıktılarla girdiler arasında fonksiyonel bir ilişki gerekmemektedir. Özellikle çok sayıda çıktı veya girdinin, ağırlıklandırılmış bir girdi veya çıktı setine çevrilemediği şartlarda yaygın biçimde kullanılmaktadır (Ulucan, 2002:186; Aksu ve Gencer, 2018:193). Girdiler ve çıktılar çok farklı birimlere sahip olabilmesi VZA’nın avantajlarından biridir. Ayrıca kullanılan değişkenlerin ağırlıklarına yönelik olarak sübjektif değerlendirme yapılmasını gerektirmez. Çünkü VZA’de, ağırlıklandırmalar model tarafından objektif biçimde oluşturulmaktadır (Aksu ve Gencer, 2018:193).

Bilgisayar teknolojilerindeki gelişmelerle birlikte VZA’nın uygulanmasına yönelik programlar (Warwick DEA, DEA-Solver Pro, DEA Excel Solver, DEAP, Frontier Analyst ve EMS gibi) geliştirilmiştir. Bu programların geliştirilmesiyle birlikte VZA modelleri daha kolay çözülebilmektedir. Böylece imalat sektöründe kuruluşların, bankaların, hastanelerin etkinliklerinin karşılaştırılmasında, bölgelerin ve ülkelerin kaynakları kullanım etkinliklerinin değerlendirilmesinde sıkça kullanılır hale gelmiştir (Özden, 2008:168; Doğan ve Tanç, 2008:240; Ömürbek vd., 2013:23).

Charnes vd. (1978), benzerlik gösteren girdileri kullanıp benzerlik gösteren çıktılar üreten, girdiyi çıktıya dönüştürmeden sorumlu birimleri “Karar Verme Birimi (Desicion Making Unit, DMU)” olarak adlandırmışlardır (Ömürbek vd., 2013:23). Bu karar verme birimlerinin belirli girdileri tükettiği ve belirli çıktıları ürettiği varsayılmaktadır (Lozano, 2013:286-287). Bu karar verme birimleri, sektör, kurum, işletme, şirket, holding, firma, şube, iş bölümü, üniversite, fakülte, bölüm olabileceği gibi bir tek kurum veya kuruluşun girdi ve çıktı değişkenini ifade eden yıl, sezon, dönem ve mevsim gibi değerler de olabilir. Bir veya daha fazla girdi ve çıktısı olabilen bu karar

birimlerinin Veri zarflama analizi ile görece etkinlikleri kolayca belirlenebilmektedir (Ömürbek vd., 2013:23).

3.1.1. Karar Birimlerinin Seçilmesi

VZA uygulamasında birinci aşama, aralarında etkinlik değerlendirmesi yapılabilmesi için benzer alanlarda faaliyet gösterme özelliği bulunan ve aynı kararların uygulanabildiği karar birimlerinin belirlenmesidir (Boussofiane vd, 1991:8).

Türkiye'de 2019 yılı Devlet Hava Meydanları İşletmesi verilerine göre 56 tane faal havalimanı bulunmaktadır (DHMİ, 2019a:23). İstanbul Sabiha Gökçen, İstanbul Havalimanı, Aydın Çıldır, Zafer, Gazipaşa Alanya ve Zonguldak Çaycuma havalimanları özel şirket tarafından ve Eskişehir Hasan Polatkan Havalimanı da Eskişehir Teknik Üniversitesi tarafından işletildiğinden (DHMİ, 2019b:121) dolayı bu havalimanları çalışmaya dahil edilmemiştir. Ayrıca DHMİ verilerine göre 2018 yılında Balıkesir Merkez, Gökçeada, Siirt ve Tokat havalimanlarında yolcu, uçak ve kargo trafiği olmadığından (DHMİ, 2019b:120-134) bu havalimanlarında çalışmaya dahil edilmemiştir. Dolayısıyla bu çalışmada DHMİ tarafından işletilen 45 faal durumdaki havalimanı karar birimleri olarak seçilmiştir.

Havalimanlarının dış hat ve iç hat toplam olarak 2018 yılına ait verileri yıllık yolcu trafiği dikkate alınarak; 500.000'in üzerinde olan havalimanları büyük havalimanları (27 adet) ve yıllık yolcu trafiği 500.000'den az olan havalimanları küçük havalimanları (18 adet) olarak sınıflandırılmıştır. Böylece veri setinin homojenliğini sağlanarak karşılaştırılacak havalimanlarının kendi sınıfındaki havalimanlarıyla karşılaştırılması hedeflenmiştir. Ayrıca bu gruplandırma havalimanlarının kendinden çok büyük bir havalimanı ile mukayese edilip yanlış sonuçların elde edilmesi ve değerlendirmelerin yapılmasının önüne geçilmesi hedeflenmiştir.

Türkiye'deki havalimanların etkinliklerinin değerlendirildiği çalışmalarda; Kıyıldı ve Karaşahin (2009) 32 havalimanı, Peker ve Baki (2009) 37 havalimanı, Ömürbek vd. (2016) 32 havalimanı, Avcı ve Aktaş (2015) 26 havalimanı, Bolat vd. (2016) 41 havalimanı, Asker (2016) 10 havalimanı ve son olarak Koç ve Çalıpınar (2017) ise 38 havalimanını, karar birimleri olarak kullanmıştır. Bu çalışma ise DHMİ tarafından işletilen ve aktif olan tüm havalimanları (45 havalimanı) karar birimleri olarak alınmış olup kapsam açısından diğer çalışmalardan ayrılmaktadır.

Tablo 2: Havalimanları (Karar Birimleri) Yolcu Trafiği (DHMİ, 2019b:128)

Büyük Havalimanları (500.000'den fazla)		Küçük Havalimanları (500.000'den az)	
Havalimanları	2018 Yılı Yolcu Trafiği	Havalimanları	2018 Yılı Yolcu Trafiği
İstanbul Atatürk	68.346.784	Muş Sultan Alparslan	459.863
Antalya	31.703.864	Şırnak Şerafettin Elçi	425.345
Ankara Esenboğa	16.740.003	Kapadokya	380.710
İzmir Adnan Menderes	13.410.378	Kahramanmaraş	334.010
Adana	5.630.674	Ağrı Ahmed-i Hani	326.720
Muğla Dalaman	4.551.490	Iğdır Şehit Bülent Aydın	289.251
Milas-Bodrum	4.176.112	Adıyaman	281.036
Trabzon	4.028.563	Bursa Yenişehir	242.571
Gaziantep	2.637.027	Çanakkale	229.407
Kayseri	2.183.847	Bingöl	225.477
Diyarbakır	2.069.306	Hakkari Yüksekova Selahaddin Eyyubi	190.666

Samsun Çarşamba	1.735.522	Amasya Merzifon	180.471
Van Ferit Melen	1.547.838	Sinop	179.183
Erzurum	1.334.796	Isparta Süleyman Demirel	172.981
Hatay	1.325.009	Tekirdağ Çorlu Atatürk	106.207
Konya	1.160.885	Kastamonu	91.592
Ordu-Giresun	1.094.550	Kocaeli Cengiz Topel	54.110
Elazığ	1.039.178	Uşak	21.897
Malatya	871.515		
Şanlıurfa GAP	856.765		
Mardin	712.775		
Batman	665.306		
Denizli Çardak	656.610		
Sivas Nuri Demirağ	581.367		
Kars Harakani	577.562		
Balıkesir Koca Seyit	514.010		
Erzincan	500.627		

VZA yöntemi etkinlik analizi yapılırken karar birim sayısı ile girdi ve çıktı sayıları arasında bir ilişki bulunmaktadır. Literatürdeki genel kabul göre karar birim sayısı, girdi(lerin) sayısı ile çıktı(ların) sayısı toplamının 3 katı olmalıdır. Ancak bazı çalışmalarda ise karar birim sayısının alt sınır olarak, girdi(lerin) sayısı ile çıktı(ların) sayısı toplamının 2 katı olabileceğine ilişkin uygulamalar da bulunmaktadır (Doğan, 2015:196-197). Bu çalışmada küçük havalimanları değerlendirilirken 18 adet karar birimi, 3 adet girdi ve 3 adet de çıktı değişkeni olmak üzere toplam 6 tane değişken; büyük havalimanları değerlendirilirken 27 adet karar birimi, 3 adet girdi ve 3 adet de çıktı değişkeni olmak üzere toplam 6 tane değişken belirlenmiştir. Karar birimi sayısı, girdi değişkenlerinin sayısı ve çıktı değişkenlerinin sayısı toplamının en az 3 katı olduğundan güvenilir ve sağlıklı VZA analizleri yapılabilmesinde yeterli olmaktadır.

3.1.2. Çıktı ve Girdi Değişkenlerinin Belirlenmesi

VZA yöntemiyle gerçekleştirilen etkinlik analizinde, belirlenen girdi ve çıktı değişkenlerinin değiştirilmesi, farklı etkinlik skorlarının çıkmasına neden olmasından dolayı; karar birimlerinin kullandığı girdilere yönelik değişkenleri ve ürettiği çıktılara yönelik değişkenleri belirlemek çok önemlidir. Uygulamada kullanılan çıktı ve girdi değişkenleri literatürdeki çalışmalarda sıkça kullanılmakta olan çıktı ve girdi değişkenleri arasından belirlenmiştir. Bu çıktı ve girdi değişkenleri ve bu değişkenlerle ilgili ilişkin açıklamalar Tablo 3'te görülmektedir.

Tablo 3: Girdi ve Çıktılar Değişkenleri

Çıktı Değişkenleri	Açıklamalar
Yolcu Trafiği	Havalimanından Uçuş Yapmış Yıllık Yolcu Sayısı(Kişi)
Kargo Trafiği	Havalimanından Taşınan Yıllık Kargo Miktarı(Ton)
Uçuş trafiği	Havalimanından Kalkan Yıllık Uçak Sayısı(Adet)
Girdi Değişkenleri	Açıklamalar
Personel Sayısı	Havalimanında Çalışmakta Olan Personel Sayısı(Kişi)
Kontuar Sayısı	Check in Kontuar sayısı (Adet)
Otopark Kapasitesi	Toplam Park Edilebilir Araç Sayısı (Adet)

Türkiye’deki havalimanların VZA ile değerlendirdiği çalışmalara yönelik literatür incelendiğinde; bazı girdi ve çıktı değişkenlerinin literatürde bazı çalışmalarda kullanıldığı görülmüştür. Ancak bu girdi ve çıktı değişkenlerinin farklı kombinasyonları farklı sonuçların çıkmasına neden olacaktır. Bu bağlamda bu çalışma, kullanılan girdi değişkenleri kombinasyonu ve çıktı değişkenleri kombinasyonlarıyla diğer çalışmalardan farklıdır.

Tablo 4’te görüldüğü üzere havalimanlarının (karar birimleri) girdi ve çıktı değişkenlerinin verileri DHMİ’nin Mayıs 2019 yılında yayınlanan, 2018 yılı faaliyet raporundan alınmıştır.

Tablo 4: Havalimanlarının (Karar Birimleri) 2018 Yılı Girdi ve Çıktı Verileri (DHMİ, 2019b:120-134)

Büyük Havalimanlarının 2018 Yılı Girdi ve Çıktı Verileri						
Havalimanları	Çalışan Sayısı	Otopark Kapasite	Kontuar Sayısı	Kargo (Ton)	Yolcu Trafiği	Uçak Trafiği
İstanbul Atatürk	1.098	8743	320	2.428.869	68.346.784	447.419
Antalya	583	2093	189	368.731	31.703.864	181.111
Ankara Esenboğa	839	4.248	160	132.504	16.740.003	109.779
İzmir A. Menderes	643	5486	143	126.631	13.410.378	83.081
Adana	376	569	35	48.008	5.630.674	35.472
Muğla Dalaman	350	655	87	52.261	4.551.490	27.138
Milas-Bodrum	279	1278	90	41.107	4.176.112	26.932
Trabzon	239	385	33	35.379	4.028.563	25.184
Gaziantep	227	585	17	24.150	2.637.027	16.806
Kayseri	133	444	29	24.077	2.183.847	13.958
Diyarbakır	148	1.048	12	15.392	2.069.306	12.857
Samsun Çarşamba	181	266	18	14.735	1.735.522	11.440
Van Ferit Melen	142	420	17	12.538	1.547.838	9.400
Erzurum	198	530	15	9.675	1.334.796	8.142
Hatay	112	305	18	13.732	1.325.009	8.789
Konya	177	530	12	10.692	1.160.885	7.787
Ordu-Giresun	82	289	20	8.407	1.094.550	7.084
Elazığ	143	232	19	9.093	1.039.178	6.487
Malatya	126	148	13	7.150	871.515	5.627
Şanlıurfa GAP	117	450	14	6.180	856.765	5.370
Mardin	81	711	18	6.438	712.775	4.439
Batman	87	242	14	5.846	665.306	4.157
Denizli Çardak	102	436	22	5.717	656.610	4.435
Sivas N. Demirağ	111	368	16	4.667	581.367	3.708
Kars Harakani	97	440	17	5.148	577.562	3.618
Balıkesir Koca Seyit	130	274	1	3.604	514.010	3.448
Erzincan	95	345	10	3.858	500.627	3.217
Küçük Havalimanlarının 2018 Yılı Girdi ve Çıktı Verileri						
Havalimanları	Çalışan Sayısı	Otopark Kapasite	Kontuar Sayısı	Kargo (Ton)	Yolcu Trafiği	Uçak Trafiği

Muş Sultan Alparslan	76	60	13	3.975	459.863	2.825
Şırnak Şerafettin Elçi	68	87	8	4.048	425.345	2.659
Kapadokya	113	400	7	3.921	380.710	2.518
Kahramanmaraş	112	40	3	2.661	334.010	2.358
Ağrı Ahmed-İ Hani	84	411	13	2.883	326.720	2.149
Iğdır Şehit Bülent Aydın	65	100	6	3.017	289.251	1.820
Adıyaman	86	307	18	2.269	281.036	1.853
Bursa Yenişehir	168	163	14	2.538	242.571	1.703
Çanakkale	110	254	8	1.399	229.407	1.498
Bingöl	67	135	8	1.966	225.477	1.507
Hakkâri Yüksekova S.E.	62	134	9	1.839	190.666	1.241
Amasya Merzifon	69	132	4	1.467	180.471	1.253
Sinop	59	227	11	1.366	179.183	1.343
Isparta Süleyman Demirel	109	88	8	2.065	172.981	1.094
Tekirdağ Çorlu Atatürk	134	297	7	1.854	106.207	769
Kastamonu	66	65	9	654	91.592	777
Kocaeli Cengiz Topel	77	93	7	546	54.110	339
Uşak	64	50	5	149	21.897	198

3.1.3. Etkinlik Değerlerinin Bulunması

Bu aşmada Veri Zarflama Analizi (VZA) yöntemiyle havalimanlarının 2018 yılı etkinliklerinin hesaplanması ve etkin olmayan havalimanlarının kendilerine referans alabileceği havalimanlarının belirlenmiştir. Hesaplama işlemlerinde MaxDEA 8 Basic (<http://maxdea.com/Download.htm>) programı kullanılmıştır. Küçük ve büyük havalimanları için çıktıya yönelik etkinlik skorları ve etkin olmayan havalimanlarının referans alabileceği havalimanları bulgular ve tartışma kısmında verilmiştir.

4.Bulgular ve Yorumlar

Küçük ve büyük havalimanlarının çıktıya yönelik etkinlik skorları, etkin olmayan havalimanlarının referans alabileceği havalimanları ve etkin olan havalimanlarının referans olma sayılarına Tablo 5 ve Tablo 6'da yer verilmiştir.

Tablo 5:Küçük Havalimanlarının Etkinlik Değerleri (Skor)

Havalimanı Adı	Skor	Referanslar	Ref. Olma S.
Adıyaman	0,55	Şırnak Ş.E. (1,26)	0
Ağrı Ahmed-i Hani	0,65	Şırnak Ş.E. (1,23)	0
Amasya Merzifon	0,67	K. Maraş (0,40); Şırnak Ş. E. (0,34)	0
Bingöl	0,58	Şırnak Ş. E. (0,98)	0
Bursa Yenişehir	0,33	K. Maraş (0,56); Şırnak Ş.E. (1,53)	0
Çanakkale	0,45	K. Maraş (0,48); Şırnak Ş. E. (0,81)	0
Hakkari Y. S. Eyyubi	0,51	Şırnak Ş.E. (0,91)	0
Iğdır Ş. B. Aydın	0,94	K. Maraş (0,16); Şırnak Ş.E. (0,68)	0
Isparta S. Demirel	0,46	K. Maraş (0,48); Muş S. A. (0,03); Şırnak Ş.E. (0,76)	0

Kahramanmaraş	1	K. Maraş (1,00)	11
Kapadokya	0,92	K. Maraş (0,61); Şırnak Ş.E. (0,64)	0
Kastamonu	0,32	K. Maraş (0,04); Muş S. A. (0,40); Şırnak Ş. E. (0,44)	0
Kocaeli Cengiz Topel	0,14	K. Maraş (0,20); Şırnak Ş.E. (0,79)	0
Muş S. Alparslan	1	Muş S. A. (1,00)	3
Sinop	0,58	Şırnak Ş. E. (0,86)	0
Şırnak Şerafettin Elçi	1	Şırnak Ş.E. (1,00)	15
Tekirdağ Çorlu Atatürk	0,41	K. Maraş (0,86); Şırnak Ş.E. (0,55)	0
Uşak	0,10	K. Maraş (0,28); Muş S. A. (0,07); Şırnak Ş. E. (0,39)	0

Tablo 5 incelendiğinde birinci sütunda analiz için karar verme birimi olarak belirlenmiş olan küçük havalimanları (yolcu trafiği 500 binden az) görülmektedir. İkinci sütunda her karar verme birimine (havalimanı) ait etkinlik skorları yer almaktadır. Bu skorlar 0 ile 1 aralığında bir değer almaktadır. Etkinlik skoru 1’e eşit havalimanları etkin havalimanı olarak adlandırılırken, etkinlik skoru 1’in altında olan havalimanları etkin olmayan havalimanı olarak adlandırılmaktadır.

2018 CCR-O verilerine göre 18 küçük havalimanından 3 tanesi etkin; diğerleri etkin olmayan havalimanlarıdır. Üçüncü sütunda referanslara yer verilmiştir. Etkin havalimanları için referanslar sütununda kendi adı yazılırken, etkin olmayan havalimanları için ise etkin olabilmeleri için hangi etkin havalimanları kendilerine referans almaları gerektiği bilgisine yer verilmektedir. En sağdaki (dördüncü) sütunda havalimanlarının referans olma sayıları bulunmaktadır. Bu sütunda etkin olan havalimanlarının etkin olmayan havalimanları için kaç defa referans olduğu bilgisine yer almaktadır. Örneğin Şırnak Şerafettin Elçi Havalimanı 1 etkinlik skoruyla etkin bir havalimanıdır. Referanslar sütununda etkin olduğu için kendi ismi yazılmıştır. Referans olma sütununda ise 5 etkin olmayan havalimanı için referans olduğu bilgisine ulaşılmaktadır. Iğdır Ş. B. Aydın Havalimanı 0,94; Kapadokya Havalimanı 0,92 etkinlik skoruyla etkin havalimanı olmaya yakın olarak görülmektedirler. Kocaeli Cengiz Topel Havalimanı ise 0,14 etkinlik skoruyla etkin olmayan bir havalimanıdır. Kocaeli Cengiz Topel Havalimanının etkin bir havalimanı olması için etkin havalimanı olan Kahramanmaraş ve Şırnak Şerafettin Elçi Havalimanını kendisine referans alması gerekmektedir. Diğer havalimanları için yukarıdaki etkin olan ve etkin olmayan havalimanları için verilen örneğe benzer şekilde yorumlar yapılabilir.

Tablo 6: Büyük Havalimanlarına Ait Etkinlik Değerleri

Havalimanı Adı	Skor	Referanslar	Ref. Olma S.
Adana	0,92	Antalya (0,12); İstanbul Atatürk (0,03)	0
Ankara Esenboğa	0,50	Antalya (0,04); İstanbul Atatürk (0,47)	0
Antalya	1,00	Antalya (1,00)	16
Balıkesir Koca Seyit	1,00	Balıkesir Koca Seyit (1,00)	8
Batman	0,26	Antalya (0,04); İstanbul Atatürk (0,01)	0
Denizli Çardak	0,17	Antalya (0,05); İstanbul Atatürk (0,03)	0
Diyarbakır	0,73	Balıkesir Koca Seyit (0,84); İstanbul Atatürk (0,03)	0
Elazığ	0,35	Antalya (0,09); İstanbul Atatürk (0,01)	0
Erzincan	0,23	Balıkesir Koca Seyit (0,29); İstanbul Atatürk (0,03)	0
Erzurum	0,40	Balıkesir Koca Seyit (0,49); İstanbul Atatürk (0,04)	0
Gaziantep	0,70	Balıkesir Koca Seyit (0,48); İstanbul Atatürk (0,05)	0
Hatay	0,44	Antalya (0,06); İstanbul Atatürk (0,02)	0

İstanbul Atatürk	1,00	İstanbul Atatürk (1,00)	23
İzmir Adnan Menderes	0,43	Balıkesir Koca Seyit (1,20); İstanbul Atatürk (0,44)	0
Kars Harakani	0,16	Antalya (0,01); İstanbul Atatürk (0,04)	0
Kayseri	0,45	Antalya (0,11); İstanbul Atatürk (0,02)	0
Konya	0,42	Balıkesir Koca Seyit (0,81); İstanbul Atatürk (0,034)	0
Malatya	0,45	Antalya (0,07); İstanbul Atatürk (0,01)	0
Mardin	0,18	Balıkesir Koca Seyit (0,15); İstanbul Atatürk (0,05)	0
Milas-Bodrum	0,29	Antalya (0,37); İstanbul Atatürk (0,06)	0
Muğla Dalaman	0,48	Antalya (0,31)	0
Ordu-Giresun	0,34	Antalya (0,08); İstanbul Atatürk (0,01)	0
Samsun Çarşamba	0,60	Antalya (0,07); İstanbul Atatürk (0,01)	0
Şanlıurfa GAP	0,28	Balıkesir Koca Seyit (0,27); İstanbul Atatürk (0,04)	0
Sivas Nuri Demirağ	0,18	Antalya (0,02); İstanbul Atatürk (0,03)	0
Trabzon	0,78	Antalya (0,16); İstanbul Atatürk (0,01)	0
Van Ferit Melen	0,44	Antalya (0,01); İstanbul Atatürk (0,04)	0

Tablo 6 incelendiğinde birinci sütunda analiz için karar verme birimi olarak belirlenmiş olan büyük havalimanları (yolcu trafiği 500 binden fazla) görülmektedir. İkinci sütunda her karar verme birimine (havalimanı) ait etkinlik skorları yer almaktadır. Bu skorlar 0 ile 1 aralığında bir değer almaktadır. Etkinlik skoru 1'e eşit havalimanları etkin havalimanı olarak adlandırılırken, etkinlik skoru 1'in altında olan havalimanları etkin olmayan havalimanı olarak adlandırılmaktadır.

2018 CCR-O verilerine göre 27 küçük havalimanından 3 tanesi etkin; diğerleri etkin olmayan havalimanlarıdır. Üçüncü sütunda referanslara yer verilmiştir. Etkin havalimanları için referanslar sütununda kendi adı yazılırken, etkin olmayan havalimanları için ise etkin olabilmeleri için hangi etkin havalimanları kendilerine referans almaları gerektiği bilgisine yer verilmektedir. En sağdaki (dördüncü) sütunda havalimanlarının referans olma sayıları bulunmaktadır. Bu sütunda etkin olan havalimanlarının etkin olmayan havalimanları için kaç defa referans olduğu bilgisine yer almaktadır. Örneğin Balıkesir Koca Seyit, Antalya ve İstanbul Atatürk Havalimanı 1 etkinlik skoruyla etkin bir havalimanıdır. Referanslar sütununda etkin olduğu için kendi ismi yazılmıştır. Referans olma sütununda ise 8 etkin olmayan Havalimanı için referans olduğu bilgisine ulaşılmaktadır. Adana Havalimanı 0,92 etkinlik skoruyla etkin havalimanı olmaya yakın olarak gözükmektedir. İzmir Adnan Menderes Havalimanı ise 0,43 etkinlik skoruyla etkin olmayan bir havalimanıdır. İzmir Adnan Menderes Havalimanının etkin bir havalimanı olması için kendisine etkin havalimanı olan Balıkesir Koca Seyit ve İstanbul Atatürk Havalimanını referans alması gerekmektedir. Diğer havalimanları için yukarıdaki etkin olan ve etkin olmayan havalimanları için verilen örneğe benzer şekilde yorumlar yapılabilir.

5.Sonuç ve Tartışma

Bu çalışmada; Türkiye'deki Devlet Hava Meydanları İşletmesi'nin işlettiği havalimanlarının 2018 yılı görece etkinliklerinin Veri Zarflama Analizi (VZA) yöntemiyle ölçülmesi ve etkin olmayan havalimanlarının referans alabileceği havalimanlarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla çalışmada; kontuar sayısı, personel sayısı ve otopark kapasitesi girdi değişkenleri olarak kullanılmış ve çıktı değişkenleri olarak da; uçuş trafiği, kargo trafiği ve yolcu trafiği kullanılmıştır. Çalışmada karar birimleri olarak ele alınan 45 havalimanının kıyaslamasında homojenliğin sağlanması için yolcu trafiğine göre küçük ve büyük havalimanları biçiminde sınıflandırılmıştır.

VZA yöntemiyle yapılan etkinlik analizi sonuçlarına göre; büyük havalimanlarından Antalya, Balıkesir Koca Seyit ve İstanbul Atatürk havalimanlarının; küçük havalimanlarından ise Kahramanmaraş, Muş Sultan Alparslan ve Şırnak Şerafettin Elçi havalimanlarının etkin oldukları tespit edilmiştir. Etkinlik değerleri 1.00 olan bu havalimanları benimsedikleri işletme stratejileri ile etkin olarak hizmet vermektedirler. Etkinlik değerleri 0,80 ila 1,00 arasında hava limanları az bir iyileştirme ile etkin verimlilikte hizmet verebilecek hava limanlarıdır. Büyük havalimanlarından Adana havalimanının; küçük havalimanlarından ise Iğdır Şehit Bülent Aydın Havalimanı ve Kapadokya Havalimanı etkinlik skoruyla etkin havalimanı olmaya yakın olarak gözükmemektedirler. Etkinlik değerleri 0.60 ila 0.80 arasında olanlar akılcı önlemler alınmak yolu ile etkin kapasiteye ulaşabilecek hava limanları olarak değerlendirilmektedir. Küçük havalimanlarından Amasya Merzifon ve Ağrı Ahmed-i Hani ile büyük havalimanlarından Trabzon, Diyarbakır, Gaziantep ve Samsun Çarşamba havalimanlarının akılcı önlemler alınmasıyla etkin olabilecek havalimanları oldukları düşünülmektedir. Diğer havalimanlarının etkinlik skorları 0.60’ın altında kalmakta olduğundan bu havalimanlarında çok acil önemli değişiklikler yapılmazsa etkin olamayacak yani verimsiz kalmaya devam edecek havalimanlarıdır (Kıyıldı ve Karaşahin, 2009).

Bu çalışmada elde edilen bulgular genel itibarıyla literatürdeki çalışmalarda paralellik gösterse de yüzde yüz örtüşmemektedir. Örneğin; İstanbul Atatürk ve Antalya havalimanlarının etkin olması Peker ve Baki (2009), Koçak (2011), Aktaş ve Avcı (2015) ile Çınaroğlu ve Avcı (2017) çalışmalarıyla örtüşürken; Peker ve Baki (2009) ile Kıyıldı ve Karaşahin (2009) Balıkesir havalimanının etkin olmadığı sonucuna ulaşmıştır. Ayrıca bu çalışmada küçük havalimallerinden, Kahramanmaraş, Muş Sultan Alparslan ve Şırnak Şerafettin Elçi havalimalleri etkin bulunurken; Peker ve Baki (2009) ile Kıyıldı ve Karaşahin (2009) etkin olmadığı sonucuna ulaşmıştır. Bu durumun nedeni; havalimanlarının etkinlik kıyaslamalarındaki girdi değişkeni ve çıktı değişkenlerinin kombinasyonlarının farklı olmasından, karar birimi gruplamalarının farklı olmasından veya benzer çalışmaların farklı zamanlarda yapılmasından kaynaklanıyor olabilir.

Etkin olmayan havalimanlarının etkin olabilmesi için referans alabilecekleri havalimanlarının belirlenmesine yönelik analiz sonucunda elde edilen bulgulara göre etkin olmayan büyük havalimanlarının kendilerine Antalya, Balıkesir Koca Seyit ve İstanbul Atatürk havalimanlarını; küçük havalimanlarının kendilerine Muş Sultan Alparslan, Şırnak Şerafettin Elçi ve Kahramanmaraş havalimanlarını örnek almaları gerektiği görülmektedir. Bu referans alınan havalimanların girdi miktarları oranlandığında çıktı miktarı fazla olan havalimanlarıdır. Etkin olmayan havalimanları öncelikle bu havalimanlarını örnek alarak bu havalimanlarının benimsedikleri stratejileri kullanabilirler. Buna ek olarak etkin olmayan havalimanlarının önünde iki seçenek bulunmaktadır. Birincisi kapasitesini küçültmek yani girdileri azaltmaktır. İkincisi mevcut girdi miktarıyla uçak yolcu ve kargo trafiğini artıracak stratejiler benimsemesi gerekmektedir. Birinci seçenek tercih edildiğinde şuan için verimlilik artırılabilirse de hizmet kalitesindeki düşüşlerle birlikte firmaların ve yolcuların tercihini olumsuz etkileyerek yolcu, uçak ve kargo trafiğinin azalmasına neden olabileceğinden gelecekte tekrar verimsiz hale gelebilir. İkinci tercih edildiğinde mevcut girdilerle uçak trafiği ve yolcu trafiğinin artacağı tahmin edilmektedir. Örneğin uçak fiyatlarının uygunluğunun sağlanabilmesi için hava limanı hizmet bedellerinde düzenlemeler yapılması, küçük şehirlerden de dış hat uçuş ağlarının oluşturulması ve bunların fiyatlandırmasının makul düzeyde tutulması müşteri taleplerini tetikleyecektir. Havalimanındaki, bekleme alanlarının iyileştirilmesi, uçuş bekleme sürelerinin kısaltılması, uçuş şartlarının ve havalimanı fiziki şartlarının iyileştirilmesi müşterileri etkileyecektir (Ömürbek vd., 2013: 40). Ayrıca bazı havalimanları şehir merkezlerin 40-50 km mesafe yer alabilmektedir. Bu havalimanlarına ulaşım imkânlarının kolaylaştırılması ve bunun sürekliliğinin sağlanması da müşteri tercihlerini olumlu etkileyecektir. Böylece etkin olan havalimanı sayısı artacaktır.

Gelecekteki çalışmalarda; havalimanlarının etkinliklerindeki farklılıklar, mevsimsel olarak veya sezonsal farklılıklar da dikkate alınarak yıllık periyotlarla Malmquist yöntemiyle değerlendirilebilir ve farklı ülkelerde bulunan aynı ölçekteki havalimanları ile kıyaslanma yapılabilir. Ayrıca havalimanlarının sınıflandırılması genişletilip küçük, orta ve büyük havalimanları şeklinde sınıflandırılabilir, böylece kendi aralarında yapılacak etkinlik analizinde etkinlik skorları farklı çıkabilir

KAYNAKÇA

- Ablanedo- Rosas, J. ve Gemoets, G. (2010). "Measuring the efficiency of mexican airports." *Journal of Air Transport Management*, 16(6), 343-345.
- Adler, N. ve Berechman, J. (2001). "Measuring airport quality from the airlines: an application of data envelopment analysis." *Transport Policy*, 8(3): 171-181.
- Adler, N., Liebert, V. ve Yazhensky, E. (2013), "Benchmarking Airports From A Managerial Perspective." *Omega*, 41(2): 442-458.
- Ahn, Y.H. ve Min, H. (2014), "Evaluating the multi-period operating efficiency of international airports using data envelopment analysis and The Malmquist Productivity Index." *Journal of Air Transport Management*, 39: 12-22.
- Akgöbek, Ö., Nişancı, İ., Kaya, S. ve Eren, T. (2015). "Veri zarflama analizi yaklaşımını kullanarak bir eğitim kurumunun şubelerinin performanslarını ölçme." *Social Sciences Research Journal*, 4(3): 43-54.
- Altın, F. G., Karaatlı, M. ve Budak, İ. (2017). "Avrupa'nın en büyük 20 havalimanının çok kriterli karar verme yöntemleri ve veri zarflama analizi ile değerlendirilmesi." *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 22(4):1049-1064
- Asker, V. ve Battal, Ü. (2017). "Operational efficiency measurement at selected airports." *International Journal of Management Economics and Business*, ICMEB17 Special Issue: 351-368
- Assaf, A.G. ve Gillen, D. (2012), "Measuring the joint impact of governance from and economic airport efficiency." *European Journal of Operational Research*, 220: 187-198.
- Atan, M. ve Karpat Çatalbaş, G. (2005). "Bankacılıkta etkinlik ve sermaye yapısının bankaların etkinliğine etkisi." *İktisat, İşletme ve Finans Dergisi*, 20(237): 49-62.
- Avcı, T. ve Aktaş, M. (2015). "Türkiye'de faaliyet gösteren havalimanlarının performanslarının değerlendirilmesi." *Uluslararası Alanya İşletme Fakültesi Dergisi*, 7(3): 67-77.
- Barros, C. P., ve Dieke, P. (2007). Performance evaluation of italian airports: a data envelopment analysis. *Journal of Air Transport Management*, 13(4), 184-191.
- Barros, C.P., Liang, Q.B. ve Peypoch, N. (2013), "The efficiency of French regional airports: an inverse B-Convex analysis." *International Journal of Production Economics*, 141(2): 668-674.
- Behdioğlu, S. ve Özcan, G. (2009). "Veri zarflama analizi ve bankacılık sektöründe bir uygulama." *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 14(3): 301-326.
- Bolat, B., Temur, G. T. ve Gürler, H. (2016). "Türkiye'deki havalimanlarının etkinlik tahmini: veri zarflama analizi ve yapay sınır ağlarının birlikte kullanımı." *Ege Academic Review*, 16(özel sayı):1-10.

- Boussofiane, A., Dyson, R. ve Rhodes, E. (1991). "Applied data envelopment analysis." *European Journal of Operational Research*, 52(1): 1-15.
- Brida, J.G., Fasone, V., Monterrubianesi, P. ve Zapata-Aguirre, S. (2014). "Air transport performance: current evidences about the efficiency of Italian airports." *International Journal of Business Performance Management*, 15(4): 351-371.
- Chang, Y.C., Yu, M.M. ve Chen, P.C. (2013). "Evaluating the performance of Chinese airports." *Journal of Air Transport Management*, 31(6): 19-21.
- Charnes, A., Cooper, W.W. and Rhodes, E. (1978). "Measuring the efficiency of DMUs." *European Journal of Operational Research*, 2: 429-444.
- Çınaroğlu E. ve Avcı T. (2017), Türkiye'de faaliyette bulunan büyük havalimanlarının iç ve dış hat performanslarının karşılaştırılması, *Business & Management Studies: An International Journal*, 5(4): 55-75
- Devlet Hava Meydanları İşletmesi, Strateji Geliştirme Dairesi Başkanlığı. (2019b). *2018 Faaliyet Raporu*. Mayıs 2019. Ankara: Devlet Hava Meydanları İşletmesi. Erişim adresi: https://www.dhmi.gov.tr/Lists/DosyaYonetimiList/Attachments/717/Faaliyet_Raporu_2018.pdf (Erişim tarihi:01.09.2019)
- Devlet Hava Meydanları İşletmesi, Strateji Geliştirme Dairesi Başkanlığı. (2019a). *2018 Havayolu Sektör Raporu*. Mayıs 2019. Ankara: Devlet Hava Meydanları İşletmesi. Erişim adresi: https://www.dhmi.gov.tr/Lists/DosyaYonetimiList/Attachments/730/2018_Havayolu_Sektör_Raporu.pdf. (Erişim tarihi:01.09.2019)
- Doğan, N.Ö. ve Tanç, A. (2009). "Konaklama işletmelerinde veri zarflama analizi yöntemiyle faaliyet denetimi: Kapadokya örneği." *Atatürk Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 22(1): 239-259.
- Eken, M.H.; Pehlivan, E. (2009). "Yatırım fonları performansı klasik performans ölçümleri ve VZA analizi." *Maliye Finans Yazıları Dergisi*, 83: 85-114.
- Fernández, X., Millán, P., ve Díaz-Medina, Benito. (2018). "The impact of tourism on airport efficiency: The Spanish case." *Utilities Policy*, 55: 52-58.
- Gillen, D. ve Lall, A. (1997). "Airport performance measurement: Data envelopment analysis and frontier production functions," *Transportation Research E: Logistics and Transportation Review*, 33(4): 261-273.
- <https://www.dhmi.gov.tr/sayfalar/istatistik.aspx> (Erişim Tarihi: 01.09.2019)
- Iyer, K.C. ve Jai, S. (2019). "Performance measurement of airports using data envelopment analysis: a review of methods and findings." *Journal of Air Transport Management*, 81.
- Kashiramka, S., Banerjee, R., Kumar, A. ve Jain, P. K. (2016). "Efficiency Analysis of Airports in India in a Changing Environment: A Data Envelopment Analysis Approach." *Journal of Transport Economics and Policy*, 50 (4): 384-403.
- Kıyıldı, R. ve Karaşahin, M. (2009). "Türkiye'deki hava alanlarının veri zarflama analizi ile altyapı performansının değerlendirilmesi." *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 10(3): 391-397.
- Kiracı, K. ve Asker, V. (2019). "Etkinlik ve etkinliği belirleyen faktörler: havayolu şirketleri üzerine ampirik bir inceleme." *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi*, 14(1): 25-50.

- Koçak, H. (2011). "Efficiency examination of Turkish airports with DEA approach." *International Business Research*, 4(2): 204-212.
- Lam, S. W., Low, J. M., ve Tang, L. C. (2009). "Operational efficiencies across asia pacific airports." *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 45(4), 654-665.
- Lozano, S. (2013). "Using DEA to find the best partner for a horizontal cooperation." *Computers & Industrial Engineering*, 66: 286-292
- Lozano, S., Gutiérrez, E. ve Moreno, P. (2013). "Network DEA approach to airports performance assessment considering undesirable outputs." *Applied Mathematical Modelling*, 37(4): 1665-1676.
- Martin, J. C. ve Roman, C. (2006). A benchmarking analysis of spanish commercial airports. a comparison between SMOP and DEA ranking methods. *Networks and Spatial Economics*, 6(2): 111-134
- Merkert, R. ve Mangia, L. (2012), "Management of airports in extreme winter conditions – some lessons from analyzing the efficiency of Norwegian airports." *Research in Transportation Business and Management*, 4: 53-60.
- Ömürbek, N., Demirgubuz, M. ve Tunca, M. (2013). Hizmet sektöründe performans ölçümünde veri zarflama analizinin kullanımı: havalimanları üzerine bir uygulama. *Süleyman Demirel Üniversitesi Vizyoner Dergisi*, 4(9): 21-43.
- Özden, Ü. H. (2008). "Veri zarflama analizi (VZA) ile Türkiye'deki vakıf üniversitelerinin etkinliğinin ölçülmesi." *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi*, 37(2): 167-185.
- Aksu, ÖE. ve Gencer, C.T. (2018). Veri zarflama analizi ile OECD ülkelerinin çevre performansının incelenmesi. *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, (18. EYİ Özel Sayısı): 191-206.
- Peker, İ. ve Baki, B. (2009). "Veri zarflama analizi ile Türkiye havalimanlarında bir etkinlik ölçümü Uygulaması." *Ç.Ü. Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 18 (2): 72-88.
- Sarkis, J. (2009). "An analysis of the operational efficiency of major airports in The United States." *Journal Of Operations Management*, 18(3): 335-351.
- Stichhauerova, E. ve Pelloneova, N. (2019). "An efficiency assessment of selected German airports using the DEA model." *Journal of Competitiveness*, 11(1): 135-151.
- Tsui, W.H., Balli, H.O., Gilbey, A. ve Gow, H. (2014), "Operational efficiency of Asia/Pacific airports." *Journal of Air Transport Management*, 40: 16-24.
- Wan, Y., Yoshida, Y. ve Zhang, A. (2013), "Airline market structure and airport efficiency: evidence form major Northeast Asian airports." *Journal of Air Transport Management*, 33: 32-42.
- Wanke, P. (2012). "Efficiency of Brazil's airports: evidences from bootstrapped DEA and FDH estimates." *Journal of Air Transport Management*, 23: 47-53.
- Yu, M. M. (2010). "Assessment of airport performance using the SBM-NDEA model." *Omega*, 38(6), 440-452.
- Yu, M.-M., Hsu, S.-h., Chang, C.-C. ve Lee, D.-H. (2008). "Productivity growth of Taiwan's major domestic airports in the presence of aircraft noise." *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 44(3): 543-554.