



Received: December 19, 2018
Accepted: June 26, 2019
Published Online: September 22, 2019

AJ ID: 2018.07.03.OR.01
DOI: 10.17093/alphanumeric.499533
Research Article

Evaluation of Operational Efficiency of International Airports: A Regional Comparison

Samet Güner, Ph.D. *



Assoc. Prof., Department of Business, Sakarya Business School, Sakarya University, Sakarya, Turkey, sguner@sakarya.edu.tr

Oylum Şehvez Ergüzel



Res. Assist., Department of International Trade, Sakarya Business School, Sakarya University, Sakarya, Turkey, oylume@sakarya.edu.tr

Halil İbrahim Cebeci, Ph.D.



Assist. Prof., Department of Management Information Systems, Sakarya Business School, Sakarya University, Sakarya, Turkey, hcebeci@sakarya.edu.tr

* Sakarya Üniversitesi İşletme Fakültesi 54187 Esentepe/Sakarya, Türkiye

ABSTRACT

This study, in which the operational efficiency of the busiest airports in Europe, Asia and North America are analyzed comparatively, has two objectives. The first objective is to demonstrate the relative performance of each airport by comparing it with its international counterparts and to offer solutions for those with low efficiency. The second aim of the study is to make a regional comparison and to examine the performance differences between European, Asian and North American airports. In this context, the five busiest airports in each region were included in the study. Non-radial data envelopment analysis was used for the analysis, and efficient and inefficient airports were identified. It was determined that the major reason for airport inefficiency was the inability to use the airport area effectively. In addition, the average efficiency of the airports operating in the Asian region was found to be higher than their counterparts.

Keywords:

Non-Radial DEA, Airport, Efficiency, Regional Comparison

Uluslararası Havalimanlarının Operasyonel Etkinliğinin Değerlendirilmesi: Bölgesel Bir Karşılaştırma

ÖZ

Avrupa, Asya ve Kuzey Amerika'nın en işlek havalimanlarının operasyonel etkinliğinin karşılaştırmalı olarak analiz edildiği bu çalışmanın iki amacı vardır. Birincisi, analize dâhil olan her bir havalimanını uluslararası rakipleri ile kıyaslayarak görelî performansını ortaya koymak ve etkinliği düşük olanlar için çözüm önerileri sunmaktır. Çalışmanın ikinci amacı ise bölgesel bir karşılaştırma yaparak Avrupa, Asya ve Kuzey Amerika havalimanları arasındaki performans farklarını incelemektir. Bu bağlamda, her bölgeden beş adet olmak üzere toplam on beş havalimanı araştırmaya dâhil edilmiştir. Havalimanlarının karşılaştırmalı performans analizinde radyal olmayan veri zarflama analizi kullanılmıştır. Yapılan analizler neticesinde etkin ve etkin olmayan havalimanları tespit edilmiştir. Havalimanı etkinsizliğinin en büyük nedeninin havalimanı alanının etkin bir şekilde kullanılmamasından kaynaklandığı belirlenmiştir. Ayrıca, Asya bölgesinde faaliyet gösteren havalimanlarının ortalama etkinliğinin rakiplerine göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler:

Radyal Olmayan VZA, Havalimanı, Etkinlik, Bölgesel Karşılaştırma



1. Giriş

Günümüzde hem hıza olan ihtiyacın artması hem de diğer taşıma türlerine göre rekabetçi bir fiyat sunabilmesi nedeniyle havayoluna olan talep artmaktadır. Yolculara, uçaklara ve uçuş ekibine yönelik çeşitli hizmetlerin sunulduğu havalimanları, sağladığı istihdam olanakları, havayolu firmalarının işletim maliyetlerine olan etkisi ve insan ve yük hareketindeki stratejik önemi nedeniyle bölge ekonomisi üzerinde önemli etkilere sahiptir.

Bu araştırmada, hava trafiğinin en yoğun olduğu Avrupa, Asya ve Kuzey Amerika bölgelerinin en işlek havalimanları karşılaştırmalı olarak analiz edilerek hem bireysel anlamda havalimanlarının performansı incelenmiş hem de bölgelerarası bir karşılaştırma yapılarak performans farkına sebebiyet veren faktörler belirlenmiştir. Analizlerde, her bir girdi/çıktı değişkenini ayrı değerlendirilerek her birisine özgü etkinlik skoru atayan radyal olmayan veri zarflama analizi kullanılmıştır.

Bir karar birimine ilişkin birden çok girdinin ve çıktının bulunduğu durumlarda karşılaştırmalı performans analizine imkân sunan Veri Zarflama Analizi (VZA), havalimanı etkinliği ölçümünde en sık kullanılan tekniklerden birisidir. Nitekim konu ile ilgili literatür incelendiğinde pek çok araştırmacının havalimanı etkinliği ölçümü için VZA'yı tercih ettiği görülmektedir (Gillen and Lall, 1997; Fernandes ve Pacheco, 2002; Yoshida ve Fujimoto, 2004; Ohashi vd. 2005). Diğer yandan temel VZA'dan farklı bir varsayıma sahip olan radyal olmayan VZA'nın da bazı araştırmacılar tarafından tercih edildiği görülmektedir (Suzuki vd. 2010; Lozano ve Gutierrez, 2011a). Radyal olmayan VZA, radyal VZA'nın aksine, modelde yer alan her bir girdi/çıktı değişkenini ayrı değerlendirmekte ve her bir değişken için farklı etkinlik analizi yapmaktadır. Böylelikle bu çalışmada, havalimanı etkinliğinin düşük olmasına sebebiyet veren girdi kaynaklarının tespit edilmesi amaçlanmıştır.

Araştırma şu şekilde tasarlanmıştır. İkinci bölümde literatür araştırması yapılarak yazında havalimanı etkinliği ölçümü için yapılan benzer araştırmalar incelenmiştir. Çalışmanın yönteminin ele alındığı üçüncü bölümde radyal olmayan veri zarflama analizi hakkında bilgi verilmiş, kullanılan girdiler ve çıktılar belirtilmiş ve çalışmaya dâhil olan havalimanları tanıtarak veri seti hakkında bilgi verilmiştir. Dördüncü bölümde analiz bulguları tartışılarak hem havalimanı performansları bireysel olarak incelenmiş hem de bölgesel karşılaştırma yapılmıştır. Araştırmanın özeti ve sonuçları beşinci bölümde özetlenmiştir.

2. Literatür Araştırması

Literatürde, havalimanlarının etkinliğinin belirlenmesini ele alan çok sayıda çalışma yer almaktadır. Bu çalışmalar incelendiğinde, farklı performans boyutlarını dikkate alınabilmesi ve çoklu girdi ve çıktılarının kullanılmasına olanak sağlaması nedeniyle VZA'nın yaygın olarak kullanıldığı görülmektedir.

Havaalanlarıyla ilgili ilk çalışma Doganis ve Graham (1987) tarafından gerçekleştirilmiştir. Bu temel çalışmanın akabinde, Gillen ve Lal (1997), 1989- 1993 arasında, Amerika Birleşik Devletleri (ABD)' de yer alan 22 büyük havaalanı üzerine yapmış oldukları çalışmalarında, terminal faaliyetlerinin ve uçuş faaliyetlerinin etkinliğinin incelendiği iki farklı modelle havaalanlarının etkinliğini ortaya

koymuşlardır. Terminal faaliyetlerinin etkinliğinin ölçüldüğü modelde pist sayısı, kapı sayısı, terminal büyüklüğü, çalışan sayısı, bagaj konveyör sayısı ve otopark kapasitesi girdi olarak kullanılırken, toplam yolcu sayısı ve kargo miktarı çıktı olarak ele alınmıştır. Uçuş faaliyetlerinin incelendiği modelde ise; havaalanının toplam alanı, pist sayısı, pist alanı ve çalışan sayısı girdi olarak, toplam uçuş sayısı ve bölgesel uçuş sayısı çıktı olarak kullanılmıştır. Gillen ve Lal (2001) bir diğer çalışmada, aynı girdi ve çıktı değişkenlerini kullanarak VZA tekniği ile yine aynı havaalanlarının etkinliğini analiz ederken, Malmquist Verimlilik Endeksi aracılığı ile havaalanlarının 1989 ve 1993 arasındaki etkinlik değişimini de ortaya koymuşlardır. Bununla birlikte, Sarkis (2000), 1990-1994 arasında 44 büyük ABD havaalanının verimliliğini, operasyonel giderler, çalışan sayısı, kapı sayısı ve pist sayısını girdi olarak, operasyonel gelirler, yolcu sayısı, uçuş sayısı ve yük miktarını da çıktı olarak ele almış ve söz konusu değişkenlerle havaalanlarının performanslarını oraya koymuştur. Bir diğer çalışma, Martin ve Roman (2001) tarafından, İspanya'daki 39 havaalanının etkinliği üzerine yapılmıştır. Bu çalışmada, havaalanlarının etkinliği, özelleştirmeden önce, 1997 verisini kullanarak, VZA tekniğiyle analiz edilmiştir. Pels ve diğerleri (2001) Avrupa'da yer alan 34 havaalanının etkinliğini ortaya koydukları çalışmalarında, havaalanının toplam alanı, terminal büyüklüğü, uçak kapasitesi, bölgesel uçak kapasitesi, pist uzunluğu, check-in kontuar sayısı ve bagaj konveyör sayısını girdi olarak kullanılırken, uçuş sayısı ve yolcu sayısı ise çıktı olarak kullanmışlardır. Adler ve Berechman (2001), 26 uluslararası havaalanının etkinliğini, 1997 yılı verilerini kullanarak ortaya koymuşlardır. Bu çalışmada, diğer çalışmalardan farklı olarak, VZA tekniği ve Temel Bileşen Analizi yöntemlerini birlikte kullanılmıştır. Japonya'daki 16 havaalanının 1987-2005 yılları arasında etkinliğinin incelendiği çalışmada, Barros ve diğerleri (2008); pist alanı, personel sayısı, toplam terminal alanı ve bütçe değişkenlerini girdi olarak, yolcu sayısı ve kargo miktarı değişkenlerini ise çıktı olarak ele almışlardır. Tovar ve diğerleri (2010) İspanya'da yer alan 26 havaalanının etkinliğini, 1993-1999 yılları arasında analiz etmişlerdir. Çalışmalarında, personel sayısı, kapı sayısı, terminal alanı girdi olarak kullanılırken, uçak trafiği, uçak başına yolcu sayısı değişkenleri çıktı olarak kullanılmıştır. Perelman ve Serebrisky (2010) ise, Latin Amerika'da yer alan 21 havaalanının etkinliğini 1995-2007 arasındaki verileri kullanarak analiz ederken, çalışmada; personel sayısı, terminal alanı ve pist sayısını girdi olarak kullanılmakla birlikte, yolcu sayısı, kargo miktar ve uçak trafiğini ise çıktı olarak kullanılmıştır. Yunanistan'da yer alan 38 havaalanının etkinliğinin analiz edildiği çalışmada, öncelikle, VZA ve Bootstrap teknikleri kullanılarak her bir havaalanı için etkinlik skorları belirlenirken, Mann-Whitney U, Kruskal Wallis ekonometrik testleri ve Tobit regresyon modeli aracılığı ile hangi faktörlerin havaalanlarının performansında etkin olduğu ortaya konulmuştur (Fragoudaki ve Giokas, 2016).

3. Çalışmanın Yöntemi

Veri Zarflama Analizi (VZA), karar birimlerinin etkinliğini karşılaştırmalı olarak ölçen matematiksel bir yöntemdir. Charnes vd. (1978) tarafından geliştirilen orijinal VZA modeli radyal olup, tüm girdi/çıkı değişkenlerinin aynı oranda azalmasını/artmasını sağlamaktadır. Örneğin bir karar biriminin etkinliği %70 olarak hesaplanmışsa, radyal model bu karar biriminin tüm girdilerinin %30 oranında azaltılmasını önerecektir. Bu durum, bazı girdi/çıkı değişkenlerinde artık kapasite kalmasına neden olabilmektedir. Diğer yandan, ilk olarak Färe ve Lovell (1978) tarafından önerilen radyal olmayan VZA modeli ise her girdi/çıkı değişkenini ayrı değerlendirerek her birisine ayrı etkinlik skoru

atamaktadır. Böylelikle radyal olmayan VZA modeli karar birimlerine ilişkin girdi artıklarını elimine ederek birimlerin performansının daha doğru bir şekilde ölçülmesine olanak sunmaktadır (Tone, 2001). Bu nedenle bu çalışmada radyal olmayan VZA modeli tercih edilmiştir.

VZA girdi veya çıktı yönelimli olarak modellenebilir. Girdi yönelimli VZA kaynakların verimli bir şekilde kullanılıp kullanılmadığını incelerken, çıktı yönelimli VZA ise mevcut kaynaklardan maksimum çıktının elde edilip edilmediğine odaklanmaktadır. Bu çalışmada havalimanlarının girdi kaynaklarını kullanma seviyeleri inceleneceği için girdi yönelimli ve radyal olmayan bir VZA modeli tercih edilmiştir.

Girdi yönelimli radyal olmayan VZA aşağıdaki gibi modellenmektedir. Bu modelde θ etkinlik skorunu, m modeldeki girdi sayısını, s modeldeki çıktı sayısını, x girdi miktarını, y çıktı miktarını, n analize dâhil olan karar birimi sayısını, x_{i0} değerlendirilen karar biriminin i . girdi miktarını, x_{ij} j . karar biriminin i . girdi miktarını, y_{r0} değerlendirilen karar biriminin r . çıktı miktarını, y_{rj} j . karar biriminin r . çıktı miktarını, λ_j ise değerlendirilen karar birimi ile karşılaştırılan karar birimlerinin doğrusal kombinasyonlarını göstermektedir.

$$\theta^* = \min \left(\frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \theta_i \right)$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} = \theta_i x_{i0} \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} = y_{r0} \quad r = 1, 2, \dots, s$$

$$\theta_i \leq 1 \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$$\lambda_j \geq 0 \quad j = 1, 2, \dots, n$$

Bu çalışmada kullanılan VZA modeli dört girdi ve üç çıktıdan oluşturulmuştur. Girdiler, havaalanlarının operasyonel etkinliğini yansıtacak şekilde havaalanı büyüklüğü (hektar), terminal alanı (m^2), pist sayısı ve pist uzunluğundan (m) oluşmaktadır. Bu girdi değişkenleri tüm havaalanlarında mevcut olup, temel çıktıların elde edilmesinde büyük önem taşımaktadır. Nitekim havalimanı etkinliğini ölçmeyi amaçlayan pek çok çalışmada bu girdi değişkenlerinin kullanıldığı görülmektedir (Gillen ve Lall 1997, 2001; Sarkis ve Tolluri 2001; Fernandes ve Pacheco, 2002; Ohashi vd. 2005; Pathomsiri vd. 2008; Merkert ve Mangia, 2014; Fragoudaki vd. 2016).

Araştırmada kullanılan çıktı değişkenleri ise hizmet verilen toplam yolcu sayısı, elleçlenen kargo miktarı (ton) ve hizmet verilen toplam uçak sayısıdır. Yolcu sayısı havaalanına gelen, havaalanından giden ve transit olmak üzere tüm yolcuları kapsamaktadır. Kargo miktarı ithal, ihraç ve aktarma olmak üzere tüm kargoyu ifade etmektedir. Benzer şekilde hizmet verilen uçak sayısı da havaalanına inen veya havaalanından kalkan tüm sivil, ticari ve askeri uçuşları kapsamaktadır. Bu üç çıktı değişkeni bir havaalanının en temel operasyonel çıktıları olup, literatürde sıklıkla kullanılmaktadır (Gillen and Lall, 1997; Sarkis ve Tolluri 2004; Yoshida ve Fujimoto, 2004; Lozano ve Gutiérrez, 2011b).

Araştırmada Asya, Avrupa ve Kuzey Amerika'nın en işlek havalimanları değerlendirilmiştir. Analize dâhil edilen Avrupa havalimanları şunlardır: London Heathrow (LHR), Paris Charles de Gaulle (CDG), Amsterdam Schiphol (AMS), Frankfurt (FRA) ve İstanbul Atatürk (IST). Kuzey Amerika havalimanları Hartsfield-Jackson Atlanta (ATL), Los Angeles (LAX), O'Hare (ORD), Dallas/Fort Worth (DFW) ve Denver (DEN) havalimanlarıdır. Asya havalimanları ise Beijing Capital (PEK), Dubai (DXB), Tokyo Haneda (HND), Hong Kong (HKG) ve Shanghai Pudong (PVG) havalimanlarından oluşmaktadır. Böylelikle bu çalışmada her bölgeden beş havalimanı olmak üzere toplam on beş havalimanı analiz edilmiştir. Havalimanlarının yanındaki parantezlerde her bir havalimanının IATA (The International Air Transport Association - Uluslararası Hava Taşımacılığı Birliği) kodu belirtilmiştir. Çalışmanın sunumunu kolaylaştırmak amacıyla ilerleyen kısımlarda havalimanlarının isimleri yerine bu kodlar kullanılacaktır. Çalışmada kullanılan veriler ilgili havaalanlarının web sitelerinden, yayınlanan bültenlerden ve diğer internet kaynaklarından elde edilmiştir.

Analiz sonuçlarına göre hem her bir havalimanına özgü etkinlik skorları belirlenmiş hem de bölgesel bir karşılaştırma yapılmıştır. Veri seti 2017 yılına aittir. Veri setine ilişkin temel istatistik bilgileri Tablo 1'de gösterilmiştir.

| | Girdi Değişkenleri | | | | Çıktı Değişkenleri | | |
|------------------|--------------------|----------------|---------------|-------------|--------------------|-------------|-------------|
| | Toplam Alan | Terminal Alanı | Pist uzunluğu | Pist Sayısı | Yolcu Sayısı | Yük Miktarı | Uçak Sayısı |
| Ortalama | 3.268 | 765.246 | 14.145 | 4 | 76.728.691 | 1.974.320 | 563.453 |
| Ortanca | 2.300 | 650.000 | 13.815 | 4 | 72.867.000 | 1.759.255 | 496.748 |
| En Düşük | 1.177 | 349.635 | 7.560 | 2 | 61.379.396 | 238.203 | 413.940 |
| En Yüksek | 13.750 | 2.122.474 | 24.507 | 7 | 103.934.417 | 4.938.000 | 880.342 |

Tablo 1. Girdi-Çıktı Değişkenlerine İlişkin Özet İstatistikler

4. Bulgular

Araştırmaya dâhil olan 15 havalimanına ilişkin etkinlik skorları Tablo 2'de listelenmiştir. Araştırmada kullanılan radyal olmayan VZA, her bir girdi değişkeninin etkinlik skorunu ayrı ayrı hesaplayarak bunların genel etkinlik skoruna etkisini hesaplamaktadır. Nitekim tabloda havalimanlarına ilişkin hem genel etkinlik skorları, hem de her bir girdi değişkenine ilişkin etkinlik skoru verilmiştir. Genel etkinlik skorunun dört girdi değişkenine ilişkin etkinlik skorunun ortalaması olduğuna dikkat edilmelidir. Böylelikle düşük bir genel etkinlik skorunun nedenleri daha iyi anlaşılabilir ve iyileştirmeye nereden başlanması gerektiği hakkında fikir sunulabilecektir.

Tablo 2'deki genel etkinlik skorları incelendiğinde, 15 havalimanı içerisinde sekiz tanesinin tam etkinlikle faaliyet gösterdiği görülmektedir. Avrupa havalimanları içerisinde LHR ve IST, ABD havalimanları içerisinde ATL, LAX ve ORD, Asya havalimanlarından ise PEK, DXB ve HKG tam etkinlikle faaliyet gösteren havalimanlarıdır. Diğer havalimanları ise görece daha verimsizdir.

Tüm havalimanları genel olarak değerlendirildiğinde, ortalama genel etkinlik skorunun 0,80 (yani %80) olduğu görülmektedir. Bu sonuç, havalimanı kaynaklarında ortalama %20 verimsizlik olduğuna işaret etmektedir. Girdi değişkenleri ayrı ayrı incelendiğinde, terminal alanı etkinliğinin ortalama %90, pist uzunluğu ve pist sayısı etkinliğinin ortalama %79 ve toplam alan etkinliğinin ortalama %72 olduğu görülmüştür. Buna göre, genel olarak değerlendirildiğinde, havalimanı verimsizliğinin en büyük kaynağının toplam alanın verimsizliğinden kaynaklandığı belirlenmiştir.

Benzer yorumlar her bir havalimanı için ayrı ayrı yapılabilir. Örneğin DEN, 0,47 ile etkinliği en düşük havalimanı olarak belirlenmiştir. Bu düşük skorun nedenini anlayabilmek için, genel etkinlik skorunu oluşturan girdiler incelenmelidir. DEN için bakıldığında, toplam alan etkinliğinin yalnızca %9 olduğu görülmektedir. Bu durum, DEN'in toplam alanını diğer havalimanları kadar etkin kullanmadığını göstermektedir. Başka bir ifade ile diğer havalimanları, toplam alanlarını DEN'e göre çok daha etkin bir şekilde kullanmaktadır. Örneğin bir kıyaslama yapacak olursak, ATL 1902 hektarlık havalimanı alanı ile yaklaşık 104 milyon yolcuya hizmet sunarken, DEN ise 13.750 hektarlık alanı ile yalnızca 61 milyon yolcuya hizmet sunmaktadır. Analiz sonuçları, DEN havalimanının tam etkin olabilmesi için mevcut çıktıları (yani yolcu, uçak ve kargo miktarını) toplam alanının yalnızca %9'unu kullanarak (yani 1258 hektar) elde etmesi gerektiğini göstermektedir. Diğer yandan DEN, terminal alanını %83, pist uzunluğunu %43 ve pist sayısını %55 verimlilikle kullanmaktadır. Buna göre, mevcut çıktı miktarı sabit kalmak koşuluyla, terminal alanı %17, pist uzunluğunu %57 ve pist sayısını %45 azaltmalıdır. Yapılan bu değerlendirmeler ışığında, DEN'in düşük etkinlik skorunun en büyük nedeninin toplam alanını verimli bir şekilde kullanamamasından kaynaklandığını anlaşılmaktadır. DEN için yapılan yorumlar etkinliği düşük olan diğer havalimanları için de yapılabilir.

| | Genel Etkinlik | Toplam Alan | Terminal Alanı | Pist uzunluğu | Pist Sayısı |
|-----------------|----------------|-------------|----------------|---------------|-------------|
| LHR | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| CDG | 0,55 | 0,35 | 0,67 | 0,60 | 0,59 |
| AMS | 0,50 | 0,40 | 0,74 | 0,45 | 0,42 |
| FRA | 0,58 | 0,46 | 0,65 | 0,58 | 0,63 |
| IST | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| ATL | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| LAX | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| ORD | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| DFW | 0,55 | 0,20 | 0,99 | 0,46 | 0,53 |
| DEN | 0,47 | 0,09 | 0,82 | 0,43 | 0,55 |
| PEK | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| DXB | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| HND | 0,76 | 0,91 | 0,82 | 0,75 | 0,54 |
| HKG | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| PVG | 0,59 | 0,31 | 0,82 | 0,60 | 0,65 |
| Ortalama | 0,80 | 0,72 | 0,90 | 0,79 | 0,79 |

Tablo 2. Etkinlik Skorları

Avrupa, ABD ve Asya bölgelerinde faaliyet gösteren havalimanlarının etkinliğini karşılaştırabilmek amacıyla, her bölgedeki havalimanlarının ortalama skorları hesaplanmıştır. Elde edilen ortalama bölgesel etkinlik skorları Tablo 3'te gösterilmiştir. Buna göre, Asya bölgesi havalimanları ortalama 0,87 genel etkinlik skoru ile diğer iki bölgeden daha yüksek bir performans sergilemiştir. ABD havalimanları 0,80 ile ikinci olurken, Avrupa havalimanları ise 0,73 ile diğer iki bölgeden daha düşük bir performans ortaya koymuştur. Genel etkinlik skorunun ortalama 0,80 olduğu göz önünde bulundurulduğunda, Asya havalimanları genel ortalamanın üzerinde, ABD havalimanları ortalama seviyede, Avrupa havalimanları ise ortalamanın altında bir etkinlik performansı sergilemiştir.

Asya bölgesindeki havalimanlarının diğer iki bölgeden en ayırt edici özelliği toplam alanlarını rakiplerine göre daha etkin bir şekilde kullanmalarından kaynaklanmaktadır. Nitekim Avrupa ve ABD havalimanlarının ortalama toplam alan etkinliği sırasıyla 0,64 ve 0,66 iken, Asya havalimanlarının ortalama toplam alan etkinliği 0,84'tür. Bu sonuç, Asya bölgesi havalimanlarının daha küçük bir alanda yolcu, uçak ve yük anlamında

görece daha fazla çıktı ürettiğini ortaya koymaktadır. Her üç bölgenin ortak özelliği ise en yüksek etkinlik skorunu terminal alanından elde etmiş olmalarıdır. Bu sonuç, diğer kaynaklarına nispeten, havalimanlarının terminal alanlarını daha verimli kullandıklarını göstermektedir.

| | Genel Etkinlik | Toplam Alan | Terminal Alanı | Pist uzunluğu | Pist Sayısı |
|---------------|----------------|-------------|----------------|---------------|-------------|
| Avrupa | 0,73 | 0,64 | 0,81 | 0,72 | 0,73 |
| ABD | 0,80 | 0,66 | 0,96 | 0,78 | 0,82 |
| Asya | 0,87 | 0,84 | 0,93 | 0,87 | 0,84 |

Tablo 3. Ortalama Bölgesel Etkinlik Skorları

5. Sonuç

Bu çalışmada Avrupa, Asya ve Kuzey Amerika'nın en işlek havalimanlarının etkinliği radyal olmayan VZA kullanılarak karşılaştırmalı olarak analiz edilmiştir. Yapılan analizler ile hem havalimanları bireysel olarak rakipleri ile kıyaslanmış hem de bölgesel bir karşılaştırma yapılarak Avrupa, Asya ve Kuzey Amerika havalimanları arasındaki performans farkları incelenmiştir.

Çalışmanın bulguları şu şekilde sıralanabilir. Öncelikle, analizler sonucunda her bir havalimanına ilişkin etkinlik skorları elde edilmiştir. Bu skorlar, havalimanının dünyadaki diğer havalimanlarına kıyasla performansını yansıtmakta ve düşük etkinlik skorlarının kaynağını göstermektedir. Böylelikle havalimanı yöneticilerine performanslarını izleme ve iyileştirme imkânı sunmaktadır. İkinci olarak, genel olarak incelendiğinde havalimanlarının terminal alanlarını etkin bir şekilde kullanmasına rağmen toplam havalimanı alanlarında büyük verimsizlikler olduğu tespit edilmiştir. Yani analiz sonuçları, düşük etkinlik skorunun en büyük kaynağının toplam havalimanı alanının verimli bir şekilde değerlendirilememesinden kaynaklandığını ortaya koymuştur. Üçüncü ve son olarak, Asya bölgesinde faaliyet gösteren havalimanlarının ortalama etkinliğinin rakiplerine göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Avrupa havalimanları ise diğer iki bölgedeki rakiplerinden daha düşük bir ortalama etkinlik skoru elde edebilmiştir. Asya bölgesindeki havalimanlarının rakiplerine olan üstünlüğünün kaynağını belirlemek için girdi etkinlikleri incelendiğinde, en büyük farkın toplam alan etkinliğinden kaynaklandığı görülmüştür. Yani Asya havalimanları toplam alanlarını rakiplerine göre daha verimli bir şekilde kullanmaktadır.

Bu bulgularla beraber çalışmanın iki temel kısıtı olduğu vurgulanmalıdır. Öncelikle araştırma Asya, Kuzey Amerika ve Avrupa'nın en işlek ilk beş havalimanını kapsamaktadır. Bu nedenle bölgeler arası yapılan performans karşılaştırmasında bu durum dikkate alınmalıdır. Çalışmanın bir diğer kısıtı ise çalışmanın kapsadığı zaman aralığı ile ilgilidir. Bu çalışmada havalimanlarının performansı yalnızca 2017 yılına göre değerlendirilmiştir. Dolayısıyla yapılan değerlendirmeler 2017 yılına ilişkin önemli öngörüler sağlasa da, yıllar itibarıyla ortaya çıkan performans farklarını açıklayamamaktadır. Belirtilen kısıtlar dikkate alınarak, bölgeler arası havalimanı performansı ve bu performansa etki eden faktörlerin daha kapsamlı olarak analiz edilebilmesi için, daha uzun bir zaman dönemini ve daha fazla havalimanını kapsayan ileri çalışmalara ihtiyaç vardır.

Kaynakça

- Adler, N., Berechman, J., (2001), Measuring Airport Quality from The Airlines' Viewpoint: An Application of Data Envelopment Analysis, *Transport Policy*, 8(3), s.171-181
- Barros, P.C., Managi, S. ve Yoshida, Y. (2008), Technical Efficiency, Regulation, and Heterogeneity in Japanese Airports, Technical University of Lisbon, School of Economics and Management, Department of Economics Working Paper, s. 1-20
- Charnes, A, Cooper, W.W. ve Rhodes, E (1978), Measuring Efficiency of Decision Making Units, *European Journal of Operational Research*, Cilt 2, s. 429-444.
- Doganis, R., Graham, A., (1987), Airport Management: The role of Performance Indicators. Research, Report No. 13, Transport Studies Group, Polytechnic of Central London. s.271-292
- Färe R, Lovell C.A.K. (1978), Measuring the technical efficiency of production, *Journal of Economic Theory*, Cilt 19, Sayı 1, s. 150-162.
- Fernandes, E. ve Pacheco, R.R. (2002), Efficient use of airport capacity, *Transportation Research Part A*, Cilt 36, s. 225-238.
- Fragoudaki, A., Giokas, D. ve Glyptou, K. (2016), Efficiency and productivity changes in Greek airports during the crisis years 2010-2014, *Journal of Air Transport Management*, Cilt 57, s. 306-315.
- Gillen, D., Lall, A., (2001), Non-parametric Measures of Efficiency of US Airports, *International Journal of Transportation Economics*, 28(3), s. 283- 306.
- Gillen, D., Lall, A., (1997), Developing Measures of Airport Productivity and Performance: an Application of Data Envelopment Analysis, *Transportation Research* , E 33, s. 261-273.
- Lozano, S. ve Gutiérrez, E. (2011a), Slacks-based measure of efficiency of airports with air planes delays as undesirable outputs, *Computers & Operations Research*, Cilt 38, s. 131-139.
- Lozano, S. ve Gutiérrez, E. (2011b), Efficiency Analysis and Target Setting of Spanish Airports, *Networks and Spatial Economics*, Cilt 11, Sayı 1, s. 139-157.
- Martín, J.C., Román, C., (2001). An Application of DEA to Measure the Efficiency of Spanish Airports Prior to Privatization, *Journal of Air Transportation Management*, 7, s.149-157
- Merkert, R. ve Mangia, L. (2014), Efficiency of Italian and Norwegian airports: A matter of management or of the level of competition in remote regions?, *Transportation Research Part A*, Cilt 62, s. 30-38.
- Ohashi, H., Kim, T.S., Oum, T.H. ve Yu, C. (2005), Choice of air cargo transshipment airport: an application to air cargo traffic to/from Northeast Asia, *Journal of Air Transport Management*, Cilt 11, s. 149-159.
- Pathomsiri, S., Haghani, A., Dresner, M. ve Windle, R.J. (2008), Impact of undesirable outputs on the productivity of US airports, *Transportation Research Part E*, Cilt 44, s. 235-259.
- Pels, E., Nijkamp, P., Rietveld, P., (2001), Relative Efficiency of European Airports, *Transportation Policy*, 8, s. 183-192.
- Perelman, S., Serebrisky, T., (2010), Measuring the Technical Efficiency of Airports in Latin America, *World Bank Policy Research Working Paper No. 5339*.
- Sarkis, J., (2000), An Analysis of the Operational Efficiency of Major Airport in the United States, *Journal of Operational Management*, 18(3), s.335-351.
- Suzuki, S., Nijkamp, N., Rietveld, P. ve Pels, E. (2010), A distance friction minimization approach in data envelopment analysis: A comparative study on airport efficiency, *European Journal of Operational Research*, Cilt 207, s. 1104- 1115
- Tone K (2001), A slack-based measure of efficiency in data envelopment analysis, *European Journal of Operational Research*, Cilt 130, Sayı 3, s. 498-509.
- Tovar, B., Cejas, M., Rendeiro, R., (2010), Technical Efficiency and Productivity Changes in Spanish Airports: A Parametric Distance Functions Approach, *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 46(2), s.249-260
- Yoshida, Y. and Fujimoto, H. (2004), Japanese-airport benchmarking with the DEA and endogenous-weight TFP methods: testing the criticism of overinvestment in Japanese regional airports, *Transportation Research Part E*, Cilt 40, s. 533-546.