

DÜNYADAKİ DÜŞÜK MALİYETLİ HAVALİMANLARININ PERFORMANSLARININ VERİ ZARFLAMA ANALİZİYLE DEĞERLENDİRİLMESİ

Kasım KİRACI*

Sıla YALÇIN**

ÖZ

Bu çalışmanın amacı dünyada düşük maliyetli iş modeli uygulayan havalimanlarının performansının analiz edilmesidir. Çalışma kapsamında dünyanın değişik bölgelerinde, düşük maliyetli iş modelini uygulayan 8 havalimanının 2019 yılı verileri, Veri Zarflama Analizi (VZA) aracılığıyla analiz edilmiştir. Çalışmada kapsamında performans ölçümünün çok boyutlu incelenmesini sağlamak amacıyla 4 farklı performans ölçüm modeli geliştirilmiştir. Çalışmanın bulguları havalimanlarının birçoğunun etkin olmadığını ancak bazı havalimanlarının pozitif olarak ayrıştığını göstermektedir.

Anahtar Kavramlar: Düşük Maliyetli Havalimanları, Veri Zarflama Analizi (VZA), Performans.

Jel Kodları: L91, L93, C67.

Atf Önerisi /Cited as (APA): Kiracı, K. & Yalçın, S. (2021). Dünyadaki düşük maliyetli havalimanlarının performanslarının veri zarflama analiziyle değerlendirilmesi. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, (60), 499-517. DOI: 10.18070/erciyesiibd.907439

*Doç. Dr., İskenderun Teknik Üniversitesi (İSTE), Havacılık ve Uzay Bilimleri Fakültesi, Havacılık Yönetimi Bölümü, kasim.kiraci@iste.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0002-2061-171X>

** Ga Telesis, silayalcin1998@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-4801-2599>

Geliş/Received: 31.03.2021

Kabul/Accepted: 13.09.2021

EFFICIENCY AND PERFORMANCE IN AIRPORTS: AN INVESTIGATION ON LOW COST AIRPORTS IN THE WORLD

ABSTRACT

This study aimed to analyze the performance of airports implementing a low cost business model in the world. In the study, the data of 2019 of eight airports implementing the low-cost business model in different regions of the world analyzed through data envelopment analysis (DEA). In the study, three different performance models were created in order to provide a multi-dimensional analysis of the performance measurement of airports. The findings of the study indicate that most of the airports are inefficient, but some airports are positively differentiated.

Keywords: Low Cost Airports, Data Envelopment Analysis (DEA), Performance.

JEL Codes: L91, L93, C67.

GİRİŞ

Havayolu şirketleri 1970'li ve 1980'li yıllara kadar devlet destekli bir şekilde faaliyetlerini sürdürmüşler bu dönemden sonra hava taşımacılığı sektörünün büyümesi ve serbestleşmesine yönelik yasal değişiklik yapılmıştır. Serbestleşmeye bağlı olarak, yeni havayolu firmaları kurulmuş ve havayolu firmalarının sayısının artması sektörde rekabeti arttırmıştır. Bu artış işletmelerin karlılık oranlarını da olumsuz yönde etkilemiştir. Bu sebeple işletmeler karlılık oranlarını maksimize edecek bir iş modeli üzerinde yoğunlaşmışlardır (Macit, 2019, s.37). Bu iş modeli; rekabeti arttırmak, büyümek, uçuş doluluk oranlarını arttırmak ve karlılık oranlarını maksimize edebilmek gibi amaçları dikkate alarak geleneksel havayolu iş modelini benimseyen havayolu şirketlerine göre daha düşük yolcu taşıma ücreti ile düşük maliyetli havayolu taşımacılığı hizmetini oluşturmuşlardır (Tanrısevdi ve Çulha, 2010, s.69).

Düşük maliyetli havayolu taşımacılığının uyguladıkları iş modeli, maliyet liderliği stratejisidir. Bu iş modeli havayolu şirketlerinin kontrol edebildikleri maliyetleri en aza indirmeye olanak sağlamaktadır (Kiracı ve Asker, 2019, s.26). Havayolu şirketleri açısından düşük maliyetli iş modelinin benimsenmesi, maliyetleri olabildiğince düşürmeyi gerektirmektedir. Dolayısıyla bu havayolu şirketleri, havalimanlarına ödemekte oldukları iniş-kalkış ücretleri, ATC ücretleri, aydınlanma vs. gibi ücretlerin olabildiğince düşük olmasına odaklanırlar. Diğer bir ifadeyle düşük maliyetli havayolu taşıyıcıları havalimanlarından almakta oldukları bu hizmetlere yüksek ücret ödemekten kaçınırlar. Düşük maliyetli havayollarının artması, dünya genelinde havalimanlarının yapısal olarak bu havayollarına uygun olarak tasarlanmasını beraberinde getirmiştir. Dolayısıyla dünyanın farklı bölgelerinde, düşük maliyetli havayollarının istek ve beklentilerine uygun düşük maliyetli havalimanları ortaya çıkmıştır.

Düşük maliyetli havalimanları, birincil havalimanlarından (merkez havalimanlarından) farklı olarak, çoğunlukla ulusal ve bölgesel uçuş ağına hizmet vermekte olup genellikle düşük maliyetli veya bölgesel uçuş yapan havayolu

taşıyıcıları tarafından kullanılmaktadır (Kuyucak Sengur vd., 2016, s.122). Bu havalimanları olabildiğince yalın bir tasarıma sahip, sundukları hizmete karşılık daha düşük ücret talep eden ve uçuş faaliyetlerinin hızlı ve kolay yapılmasına olanak sağlayan havalimanlarıdır. Sahip oldukları özellikler nedeniyle, bu havalimanlarının düşük maliyetli havayollarına rekabetçi avantaj sağladıklarını söylemek mümkündür (Gillen ve Lall, 2004). Bu havalimanları aynı zamanda, merkez konumunda bulunan havalimanlarına alternatif olma ve onları baypas etme açısından önemli avantajlar sağlamaktadır (de Neufville, 2008). Sahip oldukları bu avantajlar nedeniyle düşük maliyetli havayolu şirketlerinin bu havalimanlarına olan ilgileri giderek artmaktadır.

Literatürde düşük maliyetli havalimanlarının çeşitli boyutlarda incelendiği çalışmalara rastlanmaktadır. Bu kapsamda düşük maliyetli havalimanlarının yaşadığı yapısal değişim ve liberalleşmenin ele alındığı (Zhang, Hanaoka, Inamura, ve Ishikura, 2008), kara yolu ile olanaklarının düşük maliyetli havalimanları üzerindeki etkisinin incelendiği (Biolini, Malighetti, Redondi ve Deforza, 2019) ve bu havalimanlarının terminal tasarımından kaynaklı özelliklerinin havayollarına sağladığı avantajların araştırıldığı (de Neufville, 2008; Njoya ve Niemeier, 2011) çalışmalar yapılmıştır. Ancak düşük maliyetli havalimanlarının performans ve etkinlik analizinin yapıldığı çalışmalara nadiren rastlanmaktadır. Dolayısıyla bu yönüyle çalışmanın mevcut literatüre katkı sunması beklenmektedir.

Düşük maliyetli havalimanlarının performansının incelendiği bu çalışmanın devamı aşağıdaki şekilde tasarlanmıştır. İlk kısımda düşük maliyetli havalimanları tanıtılacaktır. İkinci kısımda bu konu ile ilgili literatürde yapılmış çalışmalara yer verilecektir. Üçüncü kısımda çalışmanın araştırma modeli tanıtılmaktadır. Dördüncü kısımda çalışmada kullanılan yöntem tanıtılmaktadır. Beşinci kısımda çalışmanın bulguları değerlendirilmektedir. Çalışmasının altıncı kısmına ise sonuç kısmına yer verilmiştir.

I. DÜŞÜK MALİYETLİ HAVALİMANLARI

Düşük maliyetli havalimanlarına olan talebin artması sonucu havayollarının ihtiyaçları doğrultusunda tasarlanıp, yapısal olarak dönüştürülmesi önem kazanmıştır. Düşük maliyetli havalimanlarının iç konfigürasyonlarının önemli olduğu kadar iç tasarımlarının da özellikle düşük maliyetli havayollarının beklentilerine uygun amaçlanmıştır. Bu havalimanlarının temel amacı düşük ücret ödemek isteyen düşük maliyetli havayollarının istek ve beklentilerine karşılık vermektir.

Bu havalimanlarının kârlılıklarını devam ettirmek için trafik hacmini yükseltmeleri çok önemlidir. Çünkü sunmuş oldukları düşük fiyatlarla yeterli gelir elde edebilmeleri için, önemli bir trafik hacmine ihtiyaçları vardır. Bununla birlikte yolcuların havalimanı içerisinde havacılık dışı kaynaklar (yiyecek içecek imtiyazları, otopark, reklam vb.) için harcamalar yapması bu havalimanlarının farklı gelir kaynakları sayesinde ayakta kalabilmesi açısından önem taşımaktadır.

ancak temel gelir kaynakları havacılık faaliyetleridir (Kuyucak Sengur vd., 2016, s.123).

Düşük maliyetli havalimanlarının yapısal özellikleri birincil havalimanlarından farklıdır. Mimari açıdan estetik değeri olmayan, sade terminal yapılarını tasarlayarak hem yolcuların terminal içinde dolaşmalarını kolaylaştırmış hem de havalimanlarının maliyetini düşürmüştür. Bu havalimanları, check-in salonu, kalkış alanı ve varış salonu bakımından diğer havalimanlarından farklılaşmaktadırlar. Örneğin; düşük maliyetli havalimanlarında lüks bekleme ve dinlenme salonları yer almamaktadır. Gelen yolcu alanında, bagaj taşıma sistemleri sadece bir veya iki konveyör bandı içermektedir (Hanaoka ve Saraswati, 2011, s.314).

Düşük maliyetli havayollarında uçağın yerde bekleme süresi (turnaround time) veya uçak çevrimiçi süresi daha kısadır. Dolayısıyla terminal içerisinde yolcunun uçağa olan yürüme mesafesi oldukça önemlidir. Çünkü yolcunun yürüme mesafesi, kapıların pistlere göre konumu uçağın taksi süresini etkilemektedir (Hanaoka ve Saraswati, 2011, s.318).

Düşük maliyetli havalimanları aynı zamanda, terminallerinin yeri ve yapılandırılmasını belirlemek için çeşitli modeller geliştirilmiştir. Ana fikir, uçak kapısı sayısına oranla yolcuların kat ettiği mesafeyi en aza indiren en iyi terminal yerini ve konfigürasyonunu belirlemektir (de Neufville, 2008). Sonuç itibarıyla düşük maliyetli havalimanları, yolcuların havalimanı girişinden uçağa ulaşımına kadar sürecin daha hızlı gerçekleşmesine olanak sağlayacak şekilde tasarlanmıştır. Buna ek olarak, düşük maliyetli havalimanları hem fiziki hem de teknik özellikleri bakımından maliyetlerin düşük olduğu bir yapıya sahiptir.

II. LİTERATÜR

Havacılık endüstrisi açısından havalimanı seçimi ve değerlendirilmesi dikkate alınması gereken kritik konular arasında yer anlamaktadır. Alan yazında havalimanı endüstrisini çeşitli yönlerden konu alan birçok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalardan bazıları, havalimanlarında kapasite yönetimi, talep ve gecikme konularının yönetsel boyutları ile incelendiği görülmektedir (Dixit ve Jakhar, 2021; Jacquillat ve Odoni, 2018; Polater, 2020; Santos, Wormer, Achola ve Curran, 2017; Scala, Mota, Wu ve Delahaye, 2021). Bazı çalışmalarda ise, havalimanı seçimi konusuna odaklanıldığı görülmektedir (Alves vd., 2020; Chang ve Lee, 2010; Loh vd., 2020; Otamendi, Pastor ve García, 2008; Özsoy ve Örcü, 2021). Havalimanı seçimi konusunda temel amaç, havalimanlarının etkinliğinin benzer özelliklere sahip havalimanları ile karşılaştırılmasıdır. Bu karşılaştırmalarda etkinliğin ortaya çıkarılması amacıyla çok kriterli karar verme yöntemleri veya Veri Zarflama Analizi kullanıldığı görülmektedir.

Literatürde Veri Zarflama Analizi (VZA) kullanılarak yapılan birkaç çalışma söz konusudur. Martin ve Román (2001) İspanya'da faaliyet gösteren havalimanlarının teknik verimliliğini ve performansını özelleştirme sürecini

dikkate alarak, Veri Zarflama Analizi kullanarak analiz etmişlerdir. Çalışma kapsamında elde edilen sonuçlar, performansı oldukça düşük olan bazı havalimanlarının olduğunu göstermektedir. Kıyıldı ve Kardeşahin (2006) Türkiye'deki havalimanlarının performansını 2007 yılı için Zarflama Analizi yöntemini kullanarak incelemişlerdir. Yapılan etkinlik analizi sonucunda büyük havalimanlarının küçük havalimanlarına göre daha etkin olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Demirgubuz ve Tunca (2013) Türkiye'deki Devlet Hava Meydanları İşletmesi'ne (DHMI) bağlı havalimanlarının etkinliklerinin ölçülmesi amacıyla Veri Zarflama Analizi (VZA) kullanmıştır. Araştırma kapsamında Türkiye'deki havalimanlarının performanslarının iyileştirilmesine yönelik önerilerde bulunulmuştur. Pestana Barros ve Dieke (2007) İtalya'da faaliyet gösteren havalimanlarının finansal ve operasyonel performansını ölçmek için Veri Zarflama Analizi kullanarak incelemiştir. Çalışma kapsamında elde edilen sonuçlar, verimlilikleri düşük olan havalimanlarının olduğunu göstermektedir. Avcı ve Aktaş (2015) iç ve dış hatlarda faaliyet gösteren Türkiye'deki havalimanlarının yaz ve kış dönemlerinde nasıl bir performans gösterdiklerini ölçmek için Veri Zarflama Analizinden yararlanmıştır. Çalışmanın bulguları, yaz ve kış dönemlerinde havalimanlarının farklı etkinlik düzeylerine sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Asker ve Battal (2017) dünyanın en büyük 20 havalimanının performansını Veri Zarflama Analizi yöntemi aracılığıyla analiz etmişlerdir. Pist sayısı, uçak park sayısı, kapı sayısı ile terminal alanı büyüklüğünün girdi, toplam uçuş sayısı, toplam yük miktarı ve toplam yolcu sayısı çıktı olarak kullanıldığı çalışmada bazı havalimanlarının etkin olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Taşdemir (2020) Türkiye'nin en yoğun 6 havalimanının, Kovid-19 salgınının sivil havacılık alanında yol açtığı kayıplar ve oluşturduğu etkileri; havalimanları, havayolları, hava seyrüsefer hizmet sağlayıcıları bağlamında Veri Zarflama Analizi yöntemi kullanarak incelemiştir. Çalışma sonucunda salgın döneminin başlangıcı ile birlikte etkinlik değerlerinde düşüş gözlemlenmiştir. Peker ve Baki (2009) Türkiye'deki havalimanlarının 2007 yılındaki etkinliklerini Veri Zarflama Analizi yöntemi ile ölçmüştür. 7 havalimanının analiz edildiği çalışmada otopark kapasitesi, pist sayısı, havalimanı büyüklüğü ve çalışan sayısı girdi değişkenleri olarak, yolcu sayısı ve kargo miktarı çıktı değişkenleri olarak kullanılmıştır. Köleoğlu ve Demirel (2019) 2015 yılına ait veriler ile Türkiye'nin turizm açısından önemli şehirlerinde bulunan havalimanlarının Veri Zarflama Analizi ile etkinliklerinin ölçülmesi amaçlamıştır. Çalışmaya dâhil edilen havalimanlarının etkin çıktığı gözlemlenmiştir. Bu çalışmaların yanı sıra VZA yöntemine başka yöntemler entegre ederek havalimanı performansının incelendiği çalışmalara da rastlanmaktadır (Lai, Potter, Beynon ve Beresford, 2015; Io Storto, 2018; Olfat, Amiri, Bamdad Soufi, ve Pishdar, 2016; Wanke, Barros, ve Nwaogbe 2016; Wanke, 2012). Buna karşın düşük maliyetli havalimanlarının performans analizinin incelendiği çalışmaların sınırlı sayıda kaldığı görülmektedir. Dolayısıyla bu çalışmanın literatüre hem düşük maliyetli havalimanı kavramının tanıtılması hem de bu havalimanlarının performansının ortaya çıkarılması açısından katkı sunması hedeflenmektedir.

III. ARAŞTIRMA MODELİ

Birçok sektörde olduğu gibi havacılık sektöründe de etkinlik ve verimlilik ölçümlerinde yaygın olarak Veri Zarflama Analizi (VZA) kullanılmaktadır. Bu kapsamda düşük maliyetli havalimanlarının benzer girdi ve benzer çıktı değişkenlerinin performans ve verimliliklerini ölçmek için en uygun yöntemin Veri Zarflama Analizi olduğu anlaşılmaktadır. Analize 8¹ adet havalimanı dahil edilmiştir. Analizde belirli bir girdi kümesinin en verimli bir şekilde kullanılması ile en çok ne kadar çıktı miktarı üretileceği araştırıldığından dolayı çıktı odaklı BCC modeli kullanılmıştır. Çıktı odaklı BCC modeli ile yapılan etkinlik ölçüm sonuçları bulgular kısmında yer verilmiştir. Uygulama aşamasında 6 adet girdi ve 2 adet çıktı analize dâhil edilmiştir. Dolayısıyla düşük maliyetli havalimanlarının performansının incelendiği bu çalışmada, literatürde yer alan çalışmalardan yararlanarak, terminal alanı (m²), pist sayısı, pist uzunluğu, kapı sayısı, taksi yolu sayısı, uçak park pozisyonu değişkenleri girdi olarak belirlenmiştir. Havalimanı çıktıları ise, toplam yolcu sayısı ve toplam iniş- kalkış sayısı şeklinde sıralanmaktadır (Lai vd., 2015, s.78). Çalışma kapsamında düşük maliyetli havalimanlarının çok boyutlu analiz edilmesi hedeflenmektedir. Bu nedenle 3 farklı model kullanılmıştır.

Tablo 1: Çalışmada yer alan modeller

MODELLER	GİRDİ	ÇIKTI
Model 1	<ul style="list-style-type: none"> • Terminal alanı(m²) • Kapı sayısı • Uçak park pozisyonu sayısı 	Toplam yolcu sayısı
Model 2	<ul style="list-style-type: none"> • Terminal alanı(m²) • Kapı sayısı • Uçak park pozisyonu sayısı 	Toplam iniş - kalkış sayısı
Model 3	<ul style="list-style-type: none"> • Pist sayısı • Pist Uzunluğu • Taksi yolu sayısı 	Toplam yolcu sayısı
Model 4	<ul style="list-style-type: none"> • Pist sayısı • Pist Uzunluğu • Taksi yolu sayısı 	Toplam iniş-kalkış sayısı

Tablo 1’de çalışmada kullanılan modellere yer verilmektedir. Birinci modelde (Model 1), terminal alanı (m²), kapı sayısı ve uçak park pozisyonu sayısı değişkenleri girdi olarak belirlenmiştir. Modelde toplam yolcu sayısı ise çıktı olarak kullanılmıştır. İkinci modelde (Model 2), çalışmanın girdileri aynı olup, toplam iniş-kalkış sayısı çıktı olarak kullanılmıştır. Üçüncü modelde (Model 3) pist sayısı, pist uzunluğu ve taksi yolu sayısı değişkenleri girdi olarak belirlenmiştir. . Model 3’te toplam yolcu sayısı çıktı olarak kullanılmıştır. Dördüncü modelde ise

¹ Çalışmada kullanılan havalimanlarının listesi ve ICAO kodları ekte yer almaktadır.

(Model 4) pist sayısı, pist uzunluğu ve taksi yolu sayısı değişkenleri girdi olarak kullanılmıştır. Modelde, toplam iniş-kalkış sayısı ise çıktı olarak kullanılmıştır. Çalışmada 4 farklı model kullanılmasının temel nedeni, havalimanlarının performansının farklı boyutlarda incelenmesidir. Çalışmada kullanılan girdi ve çıktıların detayları aşağıdaki gibidir.

Tablo 2: Çalışmada kullanılan girdi ve çıktı değişkenlerinin tanımları

Girdi	Tanımlama
Terminal Alanı Boyutu	Yolcuların uçuş öncesi ve uçuş sonrası işlemlerinin yapıldığı terminallerin toplam m ² alanı
Kapı Sayısı	Yolcunun uçağa kabul edildiği kapı sayısı
Taksi Yolu Sayısı	Havalimanlarında uçakların taksi yapmaları için hazırlanmış ve havalimanının bir bölümü ile diğerinin bağlantısını sağlayan yolların sayısı
Uçak Park Pozisyonu	Havalimanı apronu üzerinde, uçağın park etmesi için belirlenen alan sayısı
Pist Sayısı	Uçakların iniş ve kalkış yapabilmesi için havalimanı üzerinde belirlenmiş alanların sayısı
Pist Uzunluğu	Uçakların iniş ve kalkışları için kullandıkları alanın uzunluğu (m)
Çıktı	Tanımlama
İniş- Kalkış hareketleri	Havalimanlarında uçakların, yolcu yük ve posta taşımacılığı için yapmış oldukları iniş-kalkış sayısı
Yolcu Sayısı	Havalimanlarında yıl içerisinde yolcuların seyahat etmek için havayoluyla gelen ve giden yolcu sayısı

Bu çalışmada düşük maliyetli havalimanlarının 2019 yılına ait verileri kullanılmıştır. Çalışmada yer alan bu girdi ve çıktı değişkenleri, literatürde havalimanlarının performansının analiz edilmesinde yoğun bir şekilde kullanılmaktadır. Çalışmada kullanılan veriler havalimanlarının kendi web sitelerinden alınmıştır.

IV. METODOLOJİ

Bu çalışmada dünyada faaliyet gösteren düşük maliyetli havalimanlarının 2019 yılına ait verileri Veri Zarflama Analizi (VZA) yöntemi kullanılarak analize tabi tutulmuştur. Bu yöntem birimlerin girdi ve çıktıları dikkate alınarak

performansının incelenmesine olanak sağlamaktadır. Bu bölümün devamında Veri Zarflama Analizi (VZA) yöntemi tanıtılacaktır.

A. VERİ ZARFLAMA ANALİZİ

Havalimanlarının benzer karar verme birimlerinin etkinlikleri ve verimliliklerinin değerlendirilmesinde doğrusal programlama tabanlı bir yöntem olan Veri Zarflama Analizinden sıklıkla yararlanılmaktadır. Bu çalışmada düşük maliyetli havalimanlarının etkinlik ve verimliliklerini birbiriyle karşılaştırmalı olarak analiz etmek amacıyla birden çok karar verme biriminin etkinliğinin ölçülmesine olanak sağlayan ve parametrik olmayan Veri Zarflama Analizi (VZA) yöntemi kullanılmıştır (Ramanathan, 2003, s.26).

Veri Zarflama Analizi- VZA ilk olarak 1957 yılında Farrel'in "Ortalama Performans Ölçütü" adı çalışmasına karşılık olarak ortaya atılan "Sınır Üretim Fonksiyonu" önerisi ile oluşturulmuştur daha sonra Charnes, Cooper, Banker ve Rhodes (1978-1979) tarafından geliştirilmiş ve bugünkü haline gelmiştir. Veri Zarflama Analizi-VZA birbirinden farklı ölçütlere sahip girdi ve çıktı birimlerin göreceli etkinliklerini ölçmeye yardımcı olan doğrusal programlama tabanlı bir yöntemdir. Yani benzer olan üretim faktörlerini kendi aralarında kıyaslanmaktadır. Bu yönüyle çok geniş ve gerçek hayatta rahatlıkla uygulanabilen bir yöntem olmasından dolayı havacılık dahil birçok sektörde performans değerlendirmelerinde sıklıkla kullanılmaktadır (Avcı ve Aktaş, 2015, s.70).

Benzer türden girdiler kullanarak benzer türden çıktılar elde edilmesinden sorumlu organizasyona " Karar Verme Birimi- KVB (Decision Marking Unit- DMU)" adı verilmektedir. Amaç Veri Zarflama Analizi ile karar birimleri arasında minimum girdi bileşenini kullanarak maksimum çıktı üreten "en iyi" karar birimlerini belirlemektir (Ömürbek, Demirgubuz ve Tunca, 2016, s.23).

Veri Zarflama Analizi (VZA) ve Karar Verme Birimleri (KVB) girdi ve çıktıları incelendiğinde performans açısından en iyi olan KVB tercih edilir ve bu KVB'lerden yararlanarak etkin üretim sınırı şekillendirilir. Şekillendirilen etkin sınırı üzerinde olmayan KVB'lerinin etkinlik değerleri tekrar bu etkin sınıra göre belirlenir. Etkin hale gelen KVB'lerinin oluşturduğu kümeye referans kümesi denir. Etkin olmayan KVB'lerin etkin hale dönüştürülmesi için referans kümesindeki etkin birimlerden yararlanır (Ömürbek vd., 2016, s.23).

Doğrusal programlama modelinde bütün karar verme birimlerinin etkinlik sınırı altında veya üstünde olması gerekir. Bu sebeple etkin birimler "1" değerini alırken etkin olmayan karar birimleri 1'den küçük değerler almaktadır. Daha sonra etkin olmayan KVB'leri referans kümesindeki etkin birimlere benzetilir (Ömürbek vd., 2016, s.23). Veri Zarflama Analizi modelinin uygulanmasında izlenen adımlar izlenmektedir (Yazgan ve Karkacier, 2015, s.19).

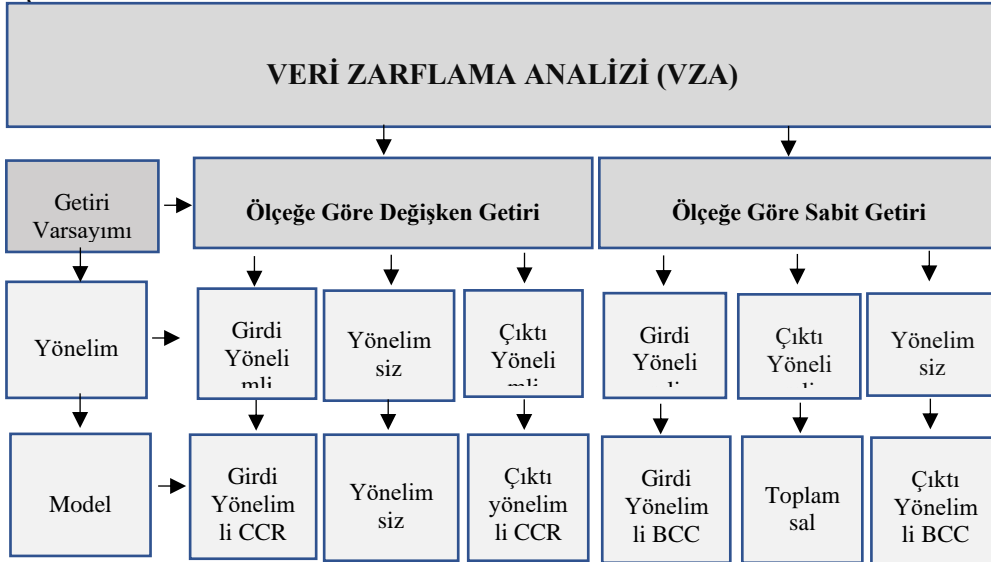
- Karar Verme Birimlerinin Seçimi

- Girdi ve Çıktı Kümelerinin Seçimi
- Göreli Etkinliğin Ölçülmesi
- Referans Gruplarının Belirlenmesi
- Sonuçların Değerlendirilmesi
- Etkin Olmayan Karar Verme Birimleri İçin Hedef Belirlenmesi

B. VERİ ZARFLAMA ANALİZİ MODELLERİ

Sistemlerin girdi ve ölçütlerinin, kendi etkinlik derecesini maksimize edecek şekilde oluşturabileceği varsayan VZA'da kullanılan birçok model vardır (bkz. Şekil 1). Bu modellerden hangisinin tercih edilmesi gerektiğine yine araştırmanın kapsamına ve kullanılacak hipoteze göre değişmektedir. KVB'lerin ölçeğe göre sabit getiriye sahip oldukları varsayılıyorsa ve birimlerin toplam etkinlikleri öğrenilmek isteniyorsa CCR veya yönelsiz modeller önerilebilir. Şayet KVB'ler için ölçeğe göre değişken getiri varsayımı geçerli ise ve sadece birimlerin teknik etkinlikleri hesaplanmak isteniyorsa, BCC veya toplamsal modeller önerilebilir. Ancak istenilen bilgi KVB'lerin etkinlikleriyle ilgili ise toplam etkin olmayan KVB'lerin etkinsizliğinin teknik etkinlikten mi, yoksa ölçekten mi kaynaklandığı da belirlenmek isteniyorsa o zaman toplam, teknik ve ölçek etkinliklerin hepsinin hesaplanması gerekmektedir. Faaliyetlerden hangi modelden yararlanılacağı firmaların içinde yer aldığı sektörün genel yapısı ve firmanın mevcut durumu dikkate alınarak karar verilmektedir (Özden, 2008, s.169).

Şekil 1: Veri Zarflama Analizi Modelleri



Kaynak: (Özden, 2008, s.170).

Bu çalışmada VZA ile düşük maliyetli havalimanlarının etkinliklerini çıktı odaklı BCC modeli kullanarak ele alınmıştır. Bu Veri Zarflama analizi modellerini kullanarak düşük maliyetli havalimanlarının kullanım oranlarının giderek daha fazla artmasındaki etkilerinin karşılaştırılması amaçlanmıştır.

1. Charnes-Cooper-Rhodes (CCR) Modeli

İlk ve temel Veri Zarflama Analizi (VZA), 1978 yılında Charnes, Cooper ve Rhodes tarafından geliştirilmiştir. Bu model “ölçeğe göre sabit getiri” modeli varsayımına dayanan karar birimlerinin toplam etkinliği ölçmektedir. Toplam etkinlik sayısı, teknik etkinlik ve ölçek etkinliği değerlerinin çarpıdır ve kaynakları belirleyerek, yetersiz olanları belirlemektedir (Yazgan ve Karkacıer, 2015, s.19).

2. Banker, Charnes, Cooper (BCC) Modeli

1984 yılında Banker, Charnes ve Cooper tarafından CCR modelinin varsayımlarında değişiklik yapılarak “ölçeğe göre değişken getiri” modeli (Variable Returns to Scale: VRS) üzerinde çalışılmış ve bu uygulama BCC modeli olarak adlandırılmıştır (Özkan ve Özcan, 2018, s.173). Verilen bir ölçekte teknik etkinliği verir ve ölçeğe göre artan, azalan veya sabit getiri altında, teknik ve ölçek etkinliğinin ayırımı yapmaktadır. BCC modelinin tek farkı; ölçeğe göre sabit getiri altında değil, ölçeğe göre değişken getiri altında teknik etkinliği ölçmesidir (Yazgan ve Karkacıer, 2015, s.20).

Tablo 3: Düşük Maliyetli Havalimanlarının 2019 yılına ait verileri

	Terminal Alanı Boyutu (m ²)	Kapı Sayısı	Taksi Yolu Sayısı	Uçak Park Pozisyonu Sayısı	Pist Sayısı	Pist Uzunluğu (m)	Toplam Yolcu Sayısı	Toplam İniş-Kalkış Sayısı
EBCI	1 800	25	2	33	1	2 550	8 224 196	82 043
EDFH	13 500	12	9	25	1	3 800	1 500 000	16 791
EGGW	32 000	31	6	31	1	2 162	969	141 481
EGSS	10 608	95	3	110	1	3 049	000	198 124
ENTO	6 000	9	3	11	1	2 989	2 073 228	46 903
KDAL	83 612	20	4	20	2	2 682	262	231 110
KOAK	260 000	29	4	175	4	3 206	411	242 757
LFOB	14 750	12	1	12	1	2 430	3 980 000	24 000

Not: Çalışmada yer tasarrufu sağlamak amacıyla havalimanlarının isimleri yerine ICAO (International Civil Aviation Organisation) tarafından havalimanlarına verilen dörtlü kısaltma kodları kullanılmıştır.

Tablo 4’te analize dahil edilen düşük maliyetli havalimanları ile ilgili sayısal verilere yer verilmektedir. Söz konusu veriler havalimanlarının internet siteleri ve sivil havacılık alanındaki yetkili kuruluşlardan elde edilmiştir.

Havalimanlarının güncel performansının tespit edilmesi amacıyla 2019 yılı verilerinden yararlanılmıştır.

V. BULGULAR

Çalışmada dünyanın çeşitli bölgesinde faaliyet gösteren 8 Düşük maliyetli havalimanlarına ait verilerin analizi yapılmıştır. Analizde havalimanlarının etkinliklerinin ölçülebilmesi için Veri Zarflama Analizi (VZA) kullanılmıştır. Havalimanlarına ait girdi ve çıktılar belirlendikten sonra 2019 yılına ait veriler analiz edilmiştir. Bu kapsamda girdi kümesi değişkenleri terminal alanı boyutu (m^2), kapı sayısı, taksi yolu sayısı, uçak park pozisyonu sayısı, pist sayısı ve pist uzunluğu olarak belirlenmiştir. Çıktı kümesi değişkenlerinde ise 2019 yılına ait toplam yolcu sayısı ve 2019 yılına ait toplam iniş-kalkış sayısına yer verilmiştir. Girdi- çıktı kümelerine karar verildikten sonra Veri Zarflama Yöntemi olarak teknik etkinliklerinin ölçülebilmesi için çıktı yönelimli BCC modeli seçilmiştir. Analize dahil edilen havalimanlarının etkinlik ölçümü EMS (Efficiency Measurement System) 1.3 programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Analize dahil edilen 8 düşük maliyetli havalimanlarının 2019 yılına ait teknik skorları ve KVB'lerin etkinlik değişimleri aşağıdaki tablolarda gösterildiği gibidir.

Tablo 4: Düşük Maliyetli Havalimanlarının Model 1 Etkinlik Skorları (Çıktı odaklı BCC modeli)

Havalimanı	Etkinlik Skoru	Etkinlik Durumu
Paris Beauvais Havalimanı - LFOB	55.58	Etkin değil
Londra Stansted Havalimanı - EGSS	93.18	Etkin değil
Londra Luton Havalimanı - EGGW	100,0	Etkin
Oakland Uluslararası Havalimanı - KOAK	55.07	Etkin değil
Frankfurt - Hahn Havalimanı - EDFH	21.25	Etkin değil
Torp Sandefjord Havalimanı - ENTO	47.51	Etkin değil
Brüksel Güney Charleroi Havalimanı - EBCI	100,0	Etkin
Dallas Love Field Havalimanı - KDAL	100,0	Etkin

Model 1'de girdi değişkeni olarak; terminal alanı (m^2), kapı sayısı ve uçak park pozisyonu sayısı değişkenleri kullanılmıştır. Modelde toplam yolcu sayısı ise çıktı olarak kullanılmıştır. Analize tabi tutulan girdi ve çıktı değişkenleri sonucunda Londra Luton Havalimanı, Brüksel Güney Charleroi Havalimanı ve Love Field Havalimanı etkin çıkarken diğer havalimanlarının etkin çıkmadığı görülmektedir.

Tablo 5: Düşük Maliyetli Havalimanlarının Model 2 Etkinlik Skorları (Çıktı odaklı BCC modeli)

Havalimanı	Etkinlik Skoru	Etkinlik Durumu
Paris Beauvais Havalimanı - LFOB	35.49	Etkin değil
Londra Stansted Havalimanı - EGSS	68.28	Etkin değil
Londra Luton Havalimanı - EGGW	87.09	Etkin değil
Oakland Uluslararası Havalimanı - KOAK	72.44	Etkin değil
Frankfurt - Hahn Havalimanı - EDFH	23.17	Etkin değil
Torp Sandefjord Havalimanı - ENTO	100,0	Etkin
Brüksel Güney Charleroi Havalimanı - EBCI	100,0	Etkin
Dallas Love Field Havalimanı - KDAL	100,0	Etkin

Model 2’de kullanılan girdi değişkenleri; terminal alanı (m²), kapı sayısı ve uçak park pozisyonu sayısı olarak belirlenmiştir. Çıktı değişkeni olarak toplam iniş - kalkış sayısı kullanılmıştır. Analize tabi tutulan girdi ve çıktı değişkenlerinin sonucunda Torp Sandefjord Havalimanı, Brüksel Güney Charleroi Havalimanı ve Dallas Love Field Havalimanı etkin çıkarken, bunlar dışında kalan havalimanlarının etkin çıkmadığını görülmektedir.

Tablo 6: Düşük Maliyetli Havalimanlarının Model 3 Etkinlik Skorları (Çıktı Odaklı BCC Modeli)

Havalimanı	Etkinlik Skoru	Etkinlik Durumu
Paris Beauvais Havalimanı - LFOB	44.22	Etkin değil
Londra Stansted Havalimanı - EGSS	100,0	Etkin
Londra Luton Havalimanı - EGGW	94.02	Etkin değil
Oakland Uluslararası Havalimanı - KOAK	47.12	Etkin değil
Frankfurt - Hahn Havalimanı - EDFH	5.56	Etkin değil
Torp Sandefjord Havalimanı - ENTO	7.83	Etkin değil
Brüksel Güney Charleroi Havalimanı - EBCI	45.69	Etkin değil
Dallas Love Field Havalimanı - KDAL	70.54	Etkin değil

Model 3’te pist sayısı, pist uzunluğu ve taksi yolu sayısı değişkenleri girdi olarak belirlenmiştir. Çıktı değişkeni olarak toplam yolcu sayısı kullanılmıştır. Analize tabi tutulan girdi ve çıktı değişkenleri sonucunda Londra Stansted Havalimanının etkin olduğu görülmektedir. Bu modelde etkin çıkan tek havalimanının Londra Stansted Havalimanı olduğu görülmektedir. Analizler diğer havalimanlarının etkin çıkmadığını göstermektedir.

Tablo 7: Düşük Maliyetli Havalimanlarının Model 4 Etkinlik Skorları (Çıktı Odaklı BCC Modeli)

Havalimanı	Etkinlik Skoru	Etkinlik Durumu
Paris Beauvais Havalimanı - LFOB	36.34	Etkin değil
Londra Stansted Havalimanı - EGSS	100,0	Etkin
Londra Luton Havalimanı - EGGW	91.13	Etkin değil
Oakland Uluslararası Havalimanı - KOAK	99.64	Etkin değil
Frankfurt - Hahn Havalimanı - EDFH	8.47	Etkin değil
Torp Sandefjord Havalimanı - ENTO	24.03	Etkin değil
Brüksel Güney Charleroi Havalimanı - EBCI	62.11	Etkin değil
Dallas Love Field Havalimanı - KDAL	100,0	Etkin

Model 4’te pist sayısı, pist uzunluğu ve taksi yolu sayısı değişkenleri girdi olarak belirlenmiştir. Modelde toplam iniş-kalkış sayısı çıktı değişkeni olarak kullanılmıştır. Analiz bulguları, Londra Stansted Havalimanı ve Dallas Love Field Havalimanının etkin olduğu görülmektedir. Bulgular diğer havalimanlarının etkin çıkmadığını göstermektedir.

SONUÇ

İkinci dünya savaşından sonra havacılık endüstrisi hızlı bir gelişim ve değişim sürecine girmiştir. Bu kapsamda havayolu işletmeleri arasındaki rekabetin yanı sıra havalimanları arasındaki rekabette artmıştır. Havalimanları, daha etkin ve verimli faaliyet göstermek ve müşterileri olan havayolların istek, ihtiyaç ve beklentilerini karşılamak amacıyla yeni iş modelleri geliştirmiştir. Son zamanlarda ön plana çıkan iş modellerinden biri de düşük maliyetli havalimanı iş modelidir. Dolayısıyla bu çalışmada literatürde nadiren çalışılan konulardan biri olan düşük maliyetli havalimanı konusuna odaklanılmıştır.

Düşük maliyetli havalimanları, havayolu taşımacılığının etkin ve verimli bir şekilde faaliyet göstermesini sağlayacak önemli bir misyonu yerine getirmektedir. Özellikle düşük maliyetli havayolu şirketlerinin pazar payı ve sayısındaki artış, bu 59 havalimanlarına olan ilgi ve talebi arttırmıştır. Dolayısıyla bu çalışmada dünyanın farklı bölgelerinde konumlanmış, düşük maliyetli havalimanlarının etkinlik analizine odaklanılmıştır.

Havalimanlarının performanslarını inceleyebilmek için birçok sektörde olduğu gibi havacılık sektöründe de etkinlik ve verimlilik ölçümlerinde yaygın olarak Veri Zarflama Analizi (VZA) kullanılmıştır. Bu kapsamda düşük maliyetli havalimanlarının (ikincil havalimanları) benzer girdi ve benzer çıktı değişkenlerinin performans ve verimliliklerini ölçmek için en uygun yöntem olarak Veri Zarflama olduğuna karar verilmiştir. Analizde toplam 8 düşük maliyetli havalimanı dâhil edilmiştir. Analizde belirli girdi kümesinin en verimli bir şekilde kullanılması ile en çok ne kadar çıktı miktarı üretileceği araştırıldığından dolayı çıktı odaklı BCC modeli kullanılmıştır. Çıktı odaklı BCC modeli ile yapılan

etkinlik ölçümleri sonucunda dört model kurulmuştur. Bunlar; Model 1’de girdi olarak; terminal alanı boyutu (m²), kapı sayısı, uçak park pozisyonu sayısı, çıktı olarak 2019 yılına ait toplam yolcu sayısı kullanılmıştır. Analiz sonucunda 3 havalimanı etkin çıkarken 5 havalimanı etkin çıkmamıştır. Model 2’de girdi olarak; terminal alanı (m²), kapı sayısı ve uçak park pozisyonu sayısı, çıktı olarak 2019 yılına ait toplam iniş-kalkış sayısı kullanılmıştır. Analiz sonucunda 3 havalimanı etkin çıkarken 5 havalimanının etkin çıkmamıştır. Model 3’te girdi olarak; pist sayısı, pist uzunluğu ve taksii yolu sayısı değişkenleri, çıktı olarak 2019 yılına ait toplam yolcu sayısı dikkate alınmıştır. Bulgular, sadece 1 havalimanı etkin çıkarken geriye kalan 7 havalimanının etkin çıkmamıştır. Model 4’te girdi olarak; pist sayısı, pist uzunluğu ve taksii yolu sayısı değişkenleri, çıktı olarak 2019 yılına ait toplam iniş-kalkış sayısı kullanılmıştır. Analiz sonuçları 2 havalimanının etkin çıktığını, 6 havalimanının ise etkin çıkmadığını göstermektedir. Çalışmada birden çok model kullanılmasının temel nedeni havalimanlarının etkinlik analizinin çok boyutlu incelenmesini sağlamaktır.

Model 1 bulguları, Londra Luton Havalimanı, Brüksel Güney Charleroi Havalimanı ve Dallas Love Field Havalimanlarının analize dâhil edilen havalimanlarından farklı olarak etkin çıktığını göstermektedir. Model 2 analiz sonuçları, Torp Sandefjord Havalimanı, Brüksel Güney Charleroi Havalimanı ve Dallas Love Field Havalimanı diğer havalimanlarına göre daha iyi performans gösterdiğini dolayısıyla etkin çıktığına işaret etmektedir. Model 3 bulguları, Londra Stansted Havalimanının etkin olduğunu bunun dışında kalan tüm havalimanlarının etkin olmadığını göstermektedir. Model 4 analiz sonuçları, Londra Stansted Havalimanı ve Dallas Love Field Havalimanının etkin olduğuna işaret etmektedir. Model 1 ve Model 2 bulguları, Brüksel Güney Charleroi Havalimanı ve Dallas Love Field Havalimanlarının etkin olduğunu, Model 3 ve model 4 bulguları ise Londra Stansted Havalimanının etkin olduğunu göstermektedir. Model bulgularının birbiriyle örtüşmesi, oluşturulan modellerin ve analizin güvenilirliğine ilişkin kanıtlar sunmaktadır. Bulgular, etkin çıkmayan havalimanlarının operasyonel faaliyetlerini tekrar gözden geçirmeleri ve etkin olan havalimanlarını örnek almalarının yararlı olabileceği göstermektedir.

Dünyadaki düşük maliyetli havalimanlarının performanslarının değerlendirildiği bu çalışmanın bazı sınırlılıkları vardır. Çalışmada verilerine eksiksiz ulaşılabilen 8 havalimanlarının verileri, Veri Zarflama Analizi (VZA) aracılığıyla incelenmiştir. Havalimanlarının performansını ölçmek amacıyla kullanılan birçok değişken söz konusudur. Bu çalışmada 8 havalimanı için ulaşılabilen değişkenler kullanılmıştır. Dolayısıyla geniş bir değişken veri setinin sadece sınırlı bir kısmı kullanılmıştır. Farklı havalimanları ve farklı veri seti kullanılarak havalimanlarının performans sıralaması değişebilir. Dolayısıyla bahsedilen hususlar, bu çalışmanın sınırlılıkları olarak görülmektedir. Bundan sonra yapılacak çalışmalarda, farklı iş modeline sahip havalimanlarının performans analizi yapılabilir.

KAYNAKÇA

- Alves, C. J. P., Silva, E. J. da Müller, C., Borille, G. M. R., Guterres, M. X., Arraut, E. M., Peres, M. S., ve Santos, R. J. (2020). Towards an objective decision-making framework for regional airport site selection, *Journal of Air Transport Management*, 89, 101888. <https://doi.org/10.1016/j.jairtraman.2020.101888>
- Asker, V., ve Battal, Ü. (2017). Operational efficiency measurement at selected airports, *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, 13(13), 351-368.
- Avcı, T., ve Aktaş, M. (2015). Türkiye'de faaliyet gösteren havalimanlarının performanslarının değerlendirilmesi, *Journal of Alanya Faculty of Business/Alanya İşletme Fakültesi Dergisi*, 7(3).
- Paris Beauvais Havalimanı. Erişim adresi <https://www.aeroportparisbeauvais.com/en/professionnels/paris-beauvais-airport/presentation/>
- Biolini, S., Malighetti, P., Redondi, R., ve Deforza, P. (2019). Access mode choice to low-cost airports: Evaluation of new direct rail services at Milan-Bergamo airport, *Transport Policy*, 73, 113–124. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2018.10.008>
- Brüksel Güney Charleroi Havalimanı. Erişim adresi <https://www.brussels-charleroi-airport.com/fr/qui-sommes-nous>
- Chang, Y. C., ve Lee, N. (2010). A Multi-objective goal programming airport selection model for low-cost carriers' networks, *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 46(5), 709–718. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2010.01.004>
- Dallas Love Field Havalimanı. Erişim adresi <https://www.dallas-lovefield.com/>
- De Neufville, R. (2008). Low-cost airports for low-cost airlines: Flexible design to manage the risks, *Transportation Planning and Technology*, 31(1), 35–68. <https://doi.org/10.1080/03081060701835688>
- Dixit, A., ve Jakhar, S. K. (2021). Airport capacity management: A review and bibliometric analysis, *Journal of Air Transport Management*, 91, 102010. <https://doi.org/10.1016/j.jairtraman.2020.102010>
- Gillen, D., ve Lall, A. (2004). Competitive advantage of low-cost carriers: Some implications for airports, *Journal of Air Transport Management*, 10(1), 41–50. <https://doi.org/10.1016/j.jairtraman.2003.10.009>
- Hanaoka, S., ve Saraswati, B. (2011). Low cost airport terminal locations and configurations, *Journal of Air Transport Management*, 17(5), 314-319

- Frankfurt Hahn Havalimanı. Erişim adresi <http://www.hahn-airport.de/default.aspx?menu=departures&cc=en>
- Jacquillat, A., ve Odoni, A. R. (2018). A roadmap toward airport demand and capacity management, *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 114, 168–185. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2017.09.027>
- Kıyıldı, R., ve Kardeşahin, M. (2006). Türkiye'deki hava alanlarının Veri Zarflama Analizi ile altyapı performansının değerlendirilmesi, *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 10(3), 391-397.
- Kıracı, K., ve Asker, V. (2019). Etkinlik ve etkinliğin belirleyen faktörler: Havayolu şirketleri üzerine ampirik bir inceleme, *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 14(1), 25-50.
- Kuyucak Şengur, F., Sengur, Y., Ozenen, C., Kocyigit, M., Güngören, M., Turhan, U. ve Durmaz, V. (2016). Havalimanı Yönetimi. Kuyucak Şengur, Ferhan (Eds.). *Havaalanlarında Ticari Strateji Geliştirilmesi* içinde (s.114-140). Eskişehir, Türkiye: Açıköğretim Fakültesi Yayınları.
- 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.
- Lai, P., Potter, A., Beynon, M. ve Beresford, A. (2015). Entegre bir AHP / DEA-AR tekniği kullanarak havalimanlarının verimlilik performansının değerlendirilmesi, *Taşıma Politikası*, 42, 75–85. doi: 10.1016/j.tranpol.2015.04.008
- Loh, H. S., Yuen, K. F., Wang, X., Surucu-Balci, E., Balci, G., ve Zhou, Q. (2020). Airport selection criteria of low-cost carriers: A fuzzy analytical hierarchy process, *Journal of Air Transport Management*, 83, 101759. <https://doi.org/10.1016/j.jairtraman.2019.101759>
- Londra Luton Havalimanı. Erişim adresi <https://www.london-luton.co.uk/corporate/community/noise/annual-monitoring-reports>
- Londra Stansted Havalimanı. Erişim adresi <https://www.stanstedairport.com/about-us/london-stansted-airport-and-mag/facts-and-figures/>
- Lo Storto, C. (2018). The analysis of the cost-revenue production cycle efficiency of the Italian airports: A NSBM DEA approach, *Journal of Air Transport Management*, 72, 77–85. <https://doi.org/10.1016/j.jairtraman.2018.05.010>
- Macit, A. (2019). Düşük maliyetli havayolu işletmelerinin maliyet tasarruflarında yeni yönelimler, *Sosyal Araştırmalar ve Davranış Bilimleri*, 5(9), 35-44.
- Martin, J. C., ve Román, C. (2001). An application of DEA to measure the efficiency of Spanish airports prior to privatization, *Journal of Air*

Transport Management, 7(3), 149–157. [https://doi.org/10.1016/S0969-6997\(00\)00044-2](https://doi.org/10.1016/S0969-6997(00)00044-2)

Njoya, E. T., ve Niemeier, H. M. (2011). Do dedicated low-cost passenger terminals create competitive advantages for airports?, *Research in Transportation Business and Management*, 1(1), 55–61. <https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2011.06.005>

Oakland Uluslararası Havalimanı. Erişim adresi <https://www.oaklandairport.com/>

Olfat, L., Amiri, M., Bamdad Soufi, J., ve Pishdar, M. (2016). A dynamic network efficiency measurement of airports performance considering sustainable development concept: A fuzzy dynamic network-DEA approach, *Journal of Air Transport Management*, 57, 272–290. <https://doi.org/10.1016/j.jairtraman.2016.08.007>

Otamendi, J., Pastor, J. M., ve García, A. (2008). Selection of the simulation software for the management of the operations at an international airport, *Simulation Modelling Practice and Theory*, 16(8), 1103–1112. <https://doi.org/10.1016/j.simpat.2008.04.022>

Ömürbek, N., Demirgubuz, M. ve Tunca, M. (2016). Hizmet sektöründe performans ölçümünde Veri Zarflama Analizinin kullanımı: havalimanları üzerine bir uygulama, *Süleyman Demirel Üniversitesi Vizyoner Dergisi*, 4 (9), 21-43. <https://dergipark.org.tr/en/pub/vizyoner/issue/23008/246064>

Özden, Ü. H. (2008). Veri zarflama analizi (VZA) ile Türkiye'deki vakıf üniversitelerinin etkinliğinin ölçülmesi, *Istanbul University Journal of the School of Business Administration*, 37(2).

Özkan, M., ve Özcan, A. (2018). Veri zarflama analizi (VZA) ile seçilmiş çevresel göstergeler üzerinden bir değerlendirme: OECD performans incelemesi, *Yönetim Bilimleri Dergisi*, 16(32), 485-508.

Özsoy, V. S., ve Örkücü, H. H. (2021). Structural and operational management of Turkish airports: A bootstrap data envelopment analysis of efficiency, *Utilities Policy*, 69, 101180. <https://doi.org/10.1016/j.jup.2021.101180>

Peker, İ., ve Baki, B. (2009). Veri zarflama analizi ile Türkiye havalimanlarında bir etkinlik ölçümü uygulaması, *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 18(2), 72-88.

Pestana Barros, C., ve Dieke, P. U. C. (2007). Performance evaluation of Italian airports: A data envelopment analysis, *Journal of Air Transport Management*, 13(4), 184–191. doi:10.1016/j.jairtraman.2007.03.001

Polater, A. (2020). Airports' role as logistics centers in humanitarian supply chains: A surge capacity management perspective, *Journal of Air Transport*

- Management*, 83, 101765.
<https://doi.org/10.1016/j.jairtraman.2020.101765>
- Ramanathan, R. (2003). *An Introduction to Data Envelopment Analysis a tool for performance measurement*. New Delhi: Sage Publications.
- Santos, B. F., Wormer, M. M. E. C., Achola, T. A. O., ve Curran, R. (2017). Airline delay management problem with airport capacity constraints and priority decisions, *Journal of Air Transport Management*, 63, 34–44.
<https://doi.org/10.1016/j.jairtraman.2017.05.003>
- Scala, P., Mota, M. M., Wu, C. L., ve Delahaye, D. (2021). An optimization–simulation closed-loop feedback framework for modeling the airport capacity management problem under uncertainty, *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 124, 102937.
<https://doi.org/10.1016/j.trc.2020.102937>
- Tanrısevdi, A. ve Çulha, O. (2010). Düşük fiyatlı havayolu taşımacılığı (DFHT) sektörünün genel özellikleri ve uygulanan pazarlama karmalarının yapısı: Türk DFHT firmaları üzerinde bir araştırma, *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 9 (33), 65-100.
<https://dergipark.org.tr/en/pub/esosder/issue/6147/82526>
- Taşdemir, M. (2020). Covid-19 Salgınının Havacılık Sektörüne Etkileri ve Türkiye’deki Yoğun Havalimanlarının Salgın Öncesi ve Salgın Koşullarında Etkinlik Değişimlerinin Veri Zarflama Analizi Yöntemi ile Tespiti, *International Social Mentality and Researcher Thinkers Journal*, (Issn:2630-631X) 6(39): 2691-2707.
- Torp Havalimanı. Erişim adresi <https://www.torp.no/>
- Yazgan, A. E., ve Karkacıer, O. (2015). Veri zarflama analizi ile etkinlik ölçümleri ve havalimanı işletmeciliği sektöründe bir uygulama, *Journal of Alanya Faculty of Business/Alanya Isletme Fakültesi Dergisi*, 7(2).
- Zhang, A., Hanaoka, S., Inamura, H., ve Ishikura, T. (2008). Low-cost carriers in Asia: Deregulation, regional liberalization and secondary airports, *Research in Transportation Economics*, 24(1), 36–50.
<https://doi.org/10.1016/j.retrec.2009.01.001>
- Wanke, P. F. (2012). Capacity shortfall and efficiency determinants in Brazilian airports: Evidence from bootstrapped DEA estimates, *Socio-Economic Planning Sciences*, 46(3), 216–229.
<https://doi.org/10.1016/j.seps.2012.01.003>
- Wanke, P., Barros, C. P., ve Nwaogbe, O. R. (2016). Assessing productive efficiency in Nigerian airports using Fuzzy-DEA, *Transport Policy*, 49, 9–19. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2016.03.012>

EK

Havalimanlarının ICAO kodları

ICAO kodu	Havalimanı Adı
EBCI	Brüksel Güney Charleroi
EDFH	Frankfurt- Hahn Havalimanı
EGGW	Londra Luton Havalimanı
EGSS	Londra Stansted Havalimanı
LFOB	Beauvais Havalimanı
KDAL	Dallas Love Field Havalimanı
KOAK	Oakland Uluslararası Havalimanı
ENTO	Torp Sandefjord Havalimanı

