

APA Stili Kaynak Gösterimi:

Yaşar, M. (2023). Havayolu İşletmelerinde Hat Bazlı Operasyonel Performansın İş Modeli Temelinde Değerlendirilmesi. *Malatya Turgut Özal Üniversitesi İşletme ve Yönetim Bilimleri Dergisi*, 4(2), 88-106.

HAVAYOLU İŞLETMELERİNDE HAT BAZLI OPERASYONEL PERFORMANSIN İŞ MODELİ TEMELİNDE DEĞERLENDİRİLMESİ*

Dr. Öğr. Üyesi Mehmet YAŞAR**

ÖZ

Bu çalışmanın amacı, farklı iş modellerine sahip havayolu işletmelerinin 2014-2018 dönemine ait pazar bazlı performanslarının veri zarflama analizi ile incelenmesi ve farklı iş modeline sahip havayolu işletmelerinin etkinlik değerleri açısından karşılaştırılmasıdır. Bu kapsamda geleneksel havayolu iş modelini temsilen Türk Hava Yolları (THY), düşük maliyetli havayolu iş modelini temsilen Pegasus havayollarının aynı anda faaliyet gösterdiği 34 uluslararası uçuş hattı (şehir çifti pazarları) analiz edilmiştir. Araştırma sonuçları hat bazında yapılan karşılaştırmalarda CCR modeline göre Pegasus havayollarının, BCC modeline göre THY'nin aynı anda uçulan pazarlarda daha iyi performans gösterdiğini ortaya koymaktadır. Araştırma sonucunda elde edilen bulguların, hat bazlı analizlerde havayolu işletmelerinin yöneticilerine yol göstereceği ve etkin olmayan hatların detaylı analizleri ile uçuş hatlarının performanslarını iyileştirme noktasında yardımcı olacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Etkinlik, Havayolu İş Modelleri, Havacılık Yönetimi, Veri Zarflama Analizi

JEL Kodları: L93, M21, R40

EVALUATION OF ROUTE-BASED OPERATIONAL PERFORMANCE IN AIRLINES ON THE BASIS OF BUSINESS MODEL

ABSTRACT

The purpose of this study is to examine the market-based performances of airlines with different business models for the period 2014-2018 using data envelopment analysis and to compare airlines with different business models in terms of efficiency values. In this context, 34 international flight routes (city-pair markets) where Turkish Airlines, representing the traditional airline business model, and Pegasus, representing the low-cost airline business model, operate simultaneously were analyzed. The results of the study reveal that Pegasus Airlines performs better according to the CCR model and Turkish Airlines performs better according to the BCC model in the common markets. It is thought that the findings obtained as a result of the research will guide the managers of airline companies in route-based analysis and will help to improve the performance of flight routes with detailed analysis of inefficient routes.

Keywords: Efficiency, Airline Business Models, Aviation Management, Data Envelopment Analysis

JEL Codes: L93, M21, R40

* Araştırma Makalesi, (Research Article), Gönderilme Tarihi (Received): 15.08.2023, Kabul Tarihi (Accepted): 12.09.2023, iThenticate Benzerlik Oranı: %8

** Kastamonu Üniversitesi, myasar@kastamonu.edu.tr, ORCID: 0000-0001-7237-4069

1. GİRİŞ

Havayolu taşımacılığında yaşanan serbestleşme hareketleri ile birlikte yeni havayolu işletmelerinin pazara girişindeki engellerin kalkması trafik hacminde artışı ve rekabeti getirmiştir. Başka işletmeler ile ortak pazarlarda faaliyet göstermek durumunda kalan havayolu işletmeleri, rakipleri ile mücadele edebilme, sektör ortalamasının üzerinde getiri sağlayabilme ve sürdürülebilir rekabet üstünlüğü elde edebilmek için kaynaklarını etkin ve verimli kullanmak zorundadırlar. Operasyonel verimlilik, havayolu işletmelerinin uçuş faaliyetlerini gerçekleştirirken kullandıkları girdilerin (personel, yakıt, uçak vb.) çıktılarına (yolcu sayısı, uçuş mesafesi, gelir vb.) oranı olarak tanımlanabilir. Operasyonel verimlilik, havayolu işletmelerinin rekabet gücünü ve karlılığını etkileyen önemli bir faktördür ve havayolu işletmelerinin performanslarını önemli ölçüde etkilemektedir (Scheraga, 2004; Saranga ve Napgal, 2016).

Literatür incelendiğinde havayolu işletmelerinin performans ölçümünde farklı yöntemler ve farklı bağlamların kullanıldığı birçok araştırma yapıldığı görülmektedir. Bu çalışmaların büyük bir kısmında havayolu işletmelerinin etkinlikleri bütünsel değerlendirilmiştir. Havayolu ile ilgili çalışmaların çok fazla olmasına rağmen etkinlik ölçümünün uçuş hattı ya da şehir çifti bazında gerçekleştirildiği araştırma sayısının sınırlı olduğu görülmektedir (Chiou ve Chen, 2006; Shao ve Sun, 2016). Yapılan sınırlı sayıda araştırmada da uçuş hatlarının etkinliği genellikle tek bir havayolu özelinde değerlendirilmiştir. Havayolu işletmelerinin iş modelleri de hesaba katıldığında aynı uçuş hattı ya da şehir çifti pazarında farklı iş modeline sahip havayolu işletmelerinin performanslarının farklılaşıp farklılaşmayacağı incelemeye değer bir konu olarak görülmektedir. Bu bilgilerden hareketle bu araştırmada farklı iş modeline sahip havayolu işletmelerinin aynı anda faaliyet gösterdikleri şehir çifti pazarlarındaki etkinlikleri karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Pegasus ve Türk Hava Yolları'nın (THY) sefer gerçekleştirdiği İstanbul çıkışlı 34 uluslararası pazar bu alanda sıklıkla kullanılan veri zarflama analizi (VZA) ile değerlendirilmiştir.

Bu araştırmanın devamı aşağıdaki gibi organize edilmiştir. İlk olarak havayolu işletmeleri üzerine gerçekleştirilen performans analizi ve etkinlik ölçümü ile ilgili yapılmış araştırmalara ait bilgilere yer verilmiştir. İkinci bölümde araştırma yöntemi kapsamında kullanılan VZA açıklanmış ve veri zarflama analizinde ölçüğe göre getiri yaklaşımı kapsamında ele alınan modellere ait bilgiler aktarılmıştır. Yöntem bölümünün devamında araştırma kapsamında kullanılan değişkenler ve verilere ait bilgilere yer verilmiştir. Üçüncü bölümde araştırma bulguları yıl bazında ayrı ayrı açıklanmıştır. Son olarak sonuç ve önerilere değinilerek araştırma tamamlanmıştır.

2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Literatürde havayolu işletmelerinin operasyonel ve finansal performanslarının analizini gerçekleştirerek onların etkinliklerini değerlendiren birçok araştırma yapıldığı görülmektedir. Bu bölümde söz konusu araştırmaların bazılarına yer verilecektir.

Chiou ve Chen (2006), Tayvan menşeli iç hat taşıyıcıları üzerinde hat (uçuş rotası) bazlı etkinlik değerlendirmesi gerçekleştirmiştir. Bu araştırmada, iç hat hava yollarının performansını maliyet verimliliği, maliyet etkinliği ve hizmet etkinliği perspektiflerinden değerlendirmek için VZA'dan yararlanılmıştır. Analiz sonuçları, on rotanın görece maliyet etkin, beş rotanın görece maliyet etkin ve dört rotanın görece hizmet etkin olduğunu göstermektedir. Araştırmada tüm verimsiz güzergahlar için atıl değerlere dayalı iyileştirmeler önerilmiştir. Chiou vd., (2012) araştırmalarında taşımacılık şirketleri arasında hat ve işletme düzeyindeki verimlilikleri birlikte ölçen iki yeni hat tabanlı VZA modeli önermektedir. Araştırmada hat bazlı VZA modeli tarafından belirlenen şirket performansı sıralamasının, şirket bazlı VZA modeli tarafından belirlenen sıralama ile aynı olduğunu kanıtlanmıştır. Araştırma otobüs işletmeleri üzerinde gerçekleşmiş olsa da yöntemin havayolu taşımacılığı için uygulanabilir olması açısından önem arz etmektedir. Rai (2013), VZA'yı 1985-1995 dönemi için Amerika Birleşik Devletleri (ABD)

havayolları endüstrisine uygulayarak her bir havayolunun her bir yıl için teknik etkinliğini belirlemeye çalışmıştır. Etkinlik analizi sonuçları, etkinlik ve hisse senedi getirilerinin ilişkili olup olmadığını belirlemek için uygulanmıştır. Her yıl, biri etkin havayolu şirketlerinden, diğeri ise etkin olmayan havayolu şirketlerinden oluşan iki portföy oluşturulmuştur. Araştırmada, etkin portföyün, ham getiriler kullanılarak etkin olmayan portföyden yıllık %23'lük bir marjla daha iyi performans gösterdiği elde edilmiştir. Öncü vd., (2013) Türkiye'de faaliyet gösteren 13 havayolu işletmesinin 2010 yılı temelinde VZA ile finansal etkinlik ölçümünü gerçekleştirmiş ve araştırma sonucunda bazı havayolu işletmelerinin ilgili yılda etkin olduğu bazılarının ise etkin olmadığını ortaya çıkarmıştır.

Wu ve Liao (2014), araştırmalarında dengeli sonuç kartı (Balance Score Card – BSC) ve VZA'yı birleştirmiş ve küresel olarak faaliyet gösteren 38 havayolu işletmesi üzerinde uygulamıştır. Çalışma sonuçları, etkin sınırlar içinde mükemmel performansa sahip havayollarının enerji, sermaye ve diğer işletme maliyetlerinde daha iyi performans gösterme eğiliminde olduğunu göstermiştir. Chang vd., (2014) küresel havayolu işletmelerinin ekonomik ve çevresel etkinliklerini değerlendirmiştir. Araştırma sonucunda Asya merkezli havayollarının genellikle daha verimli olduğu, bunu Avrupa ve Amerikan havayollarının takip ettiği belirtilmektedir. Ayrıca yakıt tüketiminde gösterilen zayıf performans hem ekonomik hem de çevresel açıdan verimsiz havayolu şirketlerinin başlıca nedenidir. Saranga ve Nagpal (2016), Hindistan havayolu endüstrisi bağlamında özel ve devlet kontrolünde olan havayolu işletmelerinin 2005-2012 dönemi kapsamında operasyonel verimliliğinin itici güçlerini ve bunun performansa olan etkisini ortaya çıkarmayı amaçlamışlardır. VZA ve iki yönlü rastgele etkiler GLS regresyon ve tobit modeli ile performansa etki eden unsurlar elde edilmiştir. Bulgular, bazı yapısal ve düzenleyici faktörlerin havayolu performansı üzerinde istenmeyen bir etkiye sahip olmasına rağmen, Hindistan'daki düşük maliyetli taşıyıcıların önemli operasyonel verimlilikler elde etmeyi başardığını göstermektedir. Ek olarak, maliyet etkinliği çeşitli faktörler tarafından yönlendirilirken, Hindistan havayolu endüstrisinde fiyatlandırma gücü aracılığıyla daha iyi pazar performansı getiren faktörün teknik etkinlik olduğu ortaya çıkarılmıştır. Shao ve Sun (2016), Çin havayolu taşımacılığı bağlamında 477 uçuş hattının sistem, tahsis, yolcu taşımacılığı ve yük taşımacılığı verimliliğini analiz etmek için iki ağ VZA modeli önermiştir. Araştırma sonuçları, ağ VZA modellerindeki ara ölçütler üzerindeki farklı kısıtlamaların, uçuş hatlarının verimliliğini önemli ölçüde etkilediğini göstermektedir. Ayrıca, birçok uçuş hattının tahsis ve yolcu taşıma verimliliğinin yüksek olduğu ancak yük taşıma verimliliğinin düşük olduğu sonucu elde edilmiştir. Min ve Joo (2016), küresel havayolları arasındaki stratejik ittifakların karşılaştırmalı etkinliğini ve ardından havayolu ittifaklarının havayolunun karşılaştırmalı performansları üzerindeki yönetsel etkisini değerlendirmiştir. Wanke ve Barros (2016), Latin Amerika havayolu işletmelerinin verimliliği ölçtüğü araştırmada Virtual Frontier Dynamic VZA ve Simplex Regresyon'u birleştiren iki aşamalı bir yaklaşım geliştirmiştir. Sonuçlar, yetersiz doluluk oranı ve topla-dağıt ağ yapısı sistemlerinden etkilendiği görülen Latin Amerika havayollarında filo karması ve kamu mülkiyetinin etkisinin göz ardı edilemeyeceğini ortaya koymaktadır. Aynı nedenlerle, düşük maliyetli taşıyıcılar bölgede yükselen bir trend olmasına rağmen, verimlilik seviyelerinin beklenenin aksine daha yüksek olmadığı görülmüştür. Chen vd., (2017) Çin menşeli havayolu işletmeleri bağlamında karbon salınımı ve uçuş gecikmelerini göz önünde bulundurarak Stokastik bir ağ VZA modeli önermiştir. Sonuçlar, yıllar boyunca uçuş gecikmelerinin kontrol altına alınması konusunda CO2 emisyonlarının azaltılmasından daha fazla ilerleme kaydedildiğini göstermektedir.

Asker (2018), havayolu işletmelerinin operasyonel ve finansal etkinliklerini VZA ile değerlendirmiştir. Geleneksel havayolu işletmeleri bağlamında gerçekleştirdiği araştırmada arz edilen koltuk kilometre, kapasite (koltuk), personel sayısı ve yakıt giderlerini girdi değişkeni olarak, ücretli yolcu kilometre, doluluk oranı ve yolcu sayısını ise çıktı değişkenleri olarak kullanmıştır. Araştırma sonucunda havayolu işletmelerinin büyük bir kısmının CCR modeline göre etkin olmadığı ancak BCC modeline göre etkin olduğu ortaya çıkarılmıştır. Soltanzadeh ve Omrani (2018), dinamik veri zarflama analizini bulanık girdi ve çıktılarla İranlı havayolu

işletmeleri bağlamında kullanmıştır. Önerilen modelin işlerliğini göstermek için, 2010-2012 yılları arasında yedi İran havayolu şirketinin verimlilik fonksiyonları, zaman dönemleri ve süreçler arasındaki etkileşimler dikkate alınarak hesaplanmıştır. Araştırma bulguları, birçok havayolu şirketinin verimlilik sonuçlarının seçilen dönem boyunca farklı seviyelerde değiştiğini göstermektedir. Yapılan sıralamada Ata Airlines'ın ilk sırada, Aseman ise son sırada yer almıştır. Mhlanga vd., (2018) Güney Afrika'daki havayolu endüstrisi bağlamında operasyonel verimliliğin itici güçlerini ve etkilerini araştırmışlardır. Araştırmacılar ilk aşamada VZA kullanarak operasyonel verimliliklerin tahmin edilmesini ve ikinci aşamada iki yönlü rastgele etkiler genelleştirilmiş en küçük kareler regresyonu ve Tobit modeli kullanılarak performansa etki eden unsurların belirlenmesini sağlamışlardır. Araştırma sonucunda uçak büyüklüğü ve doluluk oranı olmak üzere iki yapısal etkenin ve "düşük maliyetli iş modeli" ve "uçak başına gelir saati" olmak üzere iki uygulama etmeninin Güney Afrika'daki havayolu verimliliğini önemli ölçüde olumlu etkilediğini ortaya koymuşlardır. Kottas ve Madas (2018) küresel majör havayolu işletmelerinin etkinliklerini karşılaştırmalı olarak stratejik ittifak üyeliği temelinde değerlendirmiştir. Araştırmanın temel bulguları, ittifak grubu üyeliğinin havayolu verimliliği ile ilişkili olmadığını göstermektedir. Buna ek olarak, yük trafiği gelir payı yüksek olan havayollarının düşük olanlara göre daha etkin olduğu bulunmuştur. Son olarak, Asya ve Avrupa menşeli havayolu şirketlerinin Amerikan havayolu işletmelerine göre istatistiksel olarak anlamlı bir üstün etkinliği kanıtlanmıştır. Ling vd. (2018) çalışmalarında, VZA ve VZA tabanlı Malmquist Toplam Faktör Verimliliği (TFV) Endeksi yaklaşımı aracılığıyla ASEAN-5 ülkelerindeki beş ulusal havayolu şirketinin (Garuda Indonesia, Malaysia Airlines, Philippine Airlines, Singapore Airlines ve Thai Airways International) teknik etkinlik ve verimlilik değişimi ölçümlerini 2007-2013 dönemi kapsamında karşılaştırmıştır. ASEAN-5 havayollarının VZA ile hesaplanan etkinlik skorları, Malezya Havayolları'nın en az etkin havayolu olduğunu ve Filipinler Havayolları'nın en iyi etkinliğe sahip havayolu olduğunu göstermektedir. Tobit analizinden elde edilen ampirik sonuçlar, ASK'nin etkinlik skoru üzerinde anlamlı bir negatif etkiye sahip olduğunu gösterirken hem RPK hem de yolcu gelirinin etkinlik üzerinde anlamlı bir pozitif etkiye sahip olduğu bulunmuştur. İşletme maliyeti, etkinlik skoru üzerinde anlamlı bir etkisi olmadığı tespit edilen tek değişkendir.

Kıracı ve Bakır (2019), çok kriterli karar verme yöntemlerinden CRITIC temelli EDAS yardımıyla havayolu işletmelerinde performans değerlendirmesi gerçekleştirmiştir. Çalışmada küresel finans krizinin etkilerini ortaya konmaya çalışılmıştır. Araştırmanın sonuçları havayolu işletmelerinin finans krizi sonrası etkilerin hissedilmeye devam edildiğini göstermektedir. Derici ve Uygur (2019) Türkiye'de faaliyet gösteren Türk Hava Yolları ve Pegasus havayollarının etkinliklerini finansal ve operasyonel parametreleri kullanarak değerlendirmiştir. Veri zarflama analizinin kullanıldığı araştırmada genel itibarıyla Pegasus havayollarının THY'den daha etkin olduğu sonucu elde edilmiştir. Özdağoğlu vd. (2020) yaptıkları bağlamsal araştırmada Isparta Havalimanını kullanan havayolu işletmelerinin performanslarını çok kriterli karar verme yöntemleri ile değerlendirmişlerdir. Araştırmada yolcu sayısı, bagaj sayısı, kayıp bagaj oranı ve hasarlı bagaj oranı kriterleri kullanılmış ve yapılan analiz sonucunda en önemli kriter toplam yolcu sayısı olarak belirlenmiştir. İsimleri verilmeyen 7 alternatif havayolu işletmesinden alternatif 4 isimli havayolu işletmesinin ise en iyi performansı gösteren havayolu işletmesi olduğu ortaya çıkarılmıştır. Asker (2021a) havayolu işletmelerinde operasyonel etkinliği iki aşamalı VZA ile değerlendirmiştir. Geleneksel ve Düşük Maliyetli havayolu işletmeleri bağlamında gerçekleştirdiği araştırmada operasyonel açıdan geleneksel havayolu işletmelerinin, finansal açıdan ise düşük maliyetli havayolu işletmelerinin etkin olduğu görülmüştür. Asker (2021b) havayolu işletmelerini grup bazında değerlendirerek havayolu stratejik iş birliklerinin finansal performansını ölçmeye çalışmıştır. Covid-19 dönemi öncesi durumun VZA ile değerlendirildiği araştırmada 2016-2017 döneminde performans artışı, sonraki yılda ise performans artışı gözlemlenmiştir. 2018-2019 döneminde ise Star Alliance ittifakındaki havayolu işletmelerinde performans düşüşü devam ederken, diğer iş birliklerinde performansın artmaya başladığı ortaya çıkarılmıştır. Asker (2022) düşük maliyetli havayolu işletmelerinde bulanık veri zarflama analizi

ile etkinlik ölçümü gerçekleştirmiştir. Araştırmada 2013-2017 dönemi değerlendirilmiş ve analizler sonucunda izleyen tüm dönemlerde Asya ve Avrupa merkezli havayolu işletmelerinin etkin olduğu görülmüştür. Yen ve Li (2022) Tayvan menşei iki havayolu işletmesinin 112 uluslararası uçuş hattı üzerinde VZA ile hat bazlı etkinlik ölçümü gerçekleştirmiştir. Model sonuçları, rota verimliliği göz önünde bulundurularak üç rota grubunun net bir şekilde tanımlanabileceğini göstermektedir. Araştırmada elde edilen her bir grubun çok farklı güzergâh özelliklerine sahip olduğu (örneğin, Asya güzergâhları ile ABD güzergâhları) ve bu sebeple bazı güzergâh planlama önerileri geliştirileceği belirtilmiştir. Foong vd. (2023) Güneydoğu Asya havayolu şirketlerinin performansını ürün ve örgütsel mimari analizi ile gerçekleştirmiştir. Çalışmada ilk olarak 2019 yılında Güneydoğu Asya bölgesindeki toplam 65 kayıtlı havayolunun kapasite katkısını değerlendirmek için bir Pareto Analizi gerçekleştirilmiştir. Ardından, en büyük yedi Güneydoğu Asya havayolu şirketi, derinlemesine bir kıyaslama ve ürün ve örgütsel mimari (POA) performans analizine tabi tutulmuştur. Mahmoudi ve Emrouznejad (2023) İran menşei 8 yerel havayolu işletmesinin performansını oyun-SBM-NDEA ve Malmquist Endeksi yaklaşımı ile gerçekleştirmiştir. Sümerli Sarıgül vd. (2023) Avrupa kökenli 6 havayolu işletmesinin performansını CRITIC temelli MAUT ve MARCOS yöntemleri ile değerlendirmiştir. MAUT yöntemine göre en iyi performansı Air France sergilemiştir. MARCOS yöntemine göre ise Pegasus ve Easy Jet ilk sırada yer almıştır. Tablo 1’de havayolu taşımacılığı alanında performans ölçümüne yönelik araştırmaların özetine yer verilmektedir.

Tablo 1: Havayolu İşletmelerinde Performans Analizi ve Etkinlik Ölçümü Üzerine Gerçekleştirilmiş Araştırmalar

Araştırmacılar	Araştırma Odağı	Yöntem
Wing Chow (2010)	Çinli havayolu işletmeleri	VZA-Malmquist TFV
Merkert ve Hensher (2011)	15 ABD menşei havayolu işletmesi	İki aşamalı VZA
Bilotkach ve Hüschele (2012)	Havayolu ittifakları	Konseptsel yaklaşım
Barros ve Couto (2013)	23 Avrupa havayolu işletmesi	B-Convex VZA modeli
Merkert ve Williams (2013)	18 Avrupalı PSO havayolu	VZA ve Kesilmiş (Truncated) regresyon
Tavassoli vd. (2014)	İranlı havayolu işletmeleri	SBM-Ağ VZA
Arjomandi ve Seufert (2014)	48 Uluslararası havayolu işletmesi	Bootstrap VZA
Barros ve Wanke (2015)	Afrika kökenli havayolu işletmeleri	TOPSIS ve sınır ağları
Wanke vd. (2015)	Asya menşei havayolu işletmeleri	TOPSIS ve Markov-Zincir Monte Carlo GLM Modeli
Wanke ve Barros (2016)	Latin Amerikalı havayolu işletmeleri	Virtual Frontier Dynamic VZA ve Simplex Regresyon
Cui ve Li (2017)	11 Uluslararası havayolu işletmesi	Dinamik Epsilon-Temelli Ölçüm Modeli
Chen vd. (2017)	13 Çinli havayolu işletmesi	Stokastik Network VZA
Ling vd. (2018)	ASEAN-5	VZA-Malmquist TFV
Mhlanga vd. (2018)	Güney Afrikalı havayolu işletmeleri	VZA-GLS Regresyon ve Tobit model
Wang vd. (2018)	ASEAN ülkelerinden 11 havayolu işletmesi	Grey Model ve Super SBM VZA
Kıracı ve Bakır (2019)	Dünya geneli 13 havayolu işletmesi	CRITIC temelli EDAS
Asker (2021a)	Geleneksel ve düşük maliyetli 36 havayolu işletmesi	İki aşamalı VZA
Asker (2021b)	Havayolu iş birlikleri	VZA
Asker (2022)	Dünya geneli 17 Düşük maliyetli havayolu işletmesi	Bulanık VZA
Yen ve Li (2022)	Tayvan menşei 2 havayolu ile hat bazlı	VZA
Foong vd. (2023)	Güneydoğu Asya pazarında yer alan 65 havayolu işletmesi	POA Analizi
Mahmoudi ve Emrouznejad (2023)	İran menşei 8 yerel havayolu işletmesi	SBM - Network VZA - Malmquist
Sümerli Sarıgül vd. (2023)	Avrupa menşei 6 havayolu işletmesi	CRITIC-MAUT-MARCOS

3. YÖNTEM

Araştırmada pazar bazlı etkinlik ölçümünün gerçekleştirilmesi için VZA yönteminden yararlanılacaktır. VZA, gözlemlenen girdi-çıkıtı vektörlerini mümkün olduğunca sıkı bir şekilde sarmak için doğrusal programlama tekniklerini kullanarak karar verme birimlerinin verimliliğini ölçen bir yöntemdir (Boussofiane vd., 1991; Lang vd., 1995). VZA, veri dağılımına ilişkin herhangi bir varsayım olmaksızın birden fazla girdi-çıkıtının aynı anda dikkate alınmasına olanak tanımaktadır (Ramanathan, 2003: 61). Her durumda verimlilik, girdilerdeki veya çıktılardaki orantılı bir değişim cinsinden ölçülür. Bir VZA modeli, en azından verilen çıktı seviyelerini karşılarken girdileri en aza indiren girdi odaklı bir model ve gözlenen herhangi bir girdi değerinden daha fazlasını gerektirmeden çıktıları maksimize eden çıktı odaklı bir model olarak alt bölümlere ayrılabilir (Ji ve Lee, 2010).

VZA modelleri, ağırlık kısıtları eklenerek ölçeğe göre getiri açısından da alt bölümlere ayrılabilir (Ji ve Lee, 2010). Bu kapsamda Charnes, Cooper ve Rhodes tarafından geliştirilen ve ölçeğe göre sabit getiri varsayımını temel alan CCR modeli ile Banker, Charnes ve Cooper tarafından geliştirilip ölçeğe göre değişken getiri varsayımı ile hareket eden BCC modeline ilişkin açıklamalar bölümün devamında yer almaktadır.

CCR Modeli

Charnes, Cooper ve Rhodes (1978) ilk olarak tüm karar verme birimlerinin optimal ölçekte faaliyet gösterdiği ölçeğe göre sabit getiri (CCR) için etkinlik ölçümünü önermiştir. CCR modelinde karar verme birimlerinin toplam etkinlik değerleri hesaplanmakta ve etkinsizliğin miktarı ve kaynağı tespit edilebilmektedir. Bu model ölçeğe göre sabit getiri varsayımını temel almaktadır (Charnes vd., 1978: 430). CCR modelinin matematiksel gösterimi aşağıda gibidir (Cooper vd., 2011):

$$Q_k = \max \left(\theta + \varepsilon \sum_{i=1}^m S_i^- + \varepsilon \sum_{r=1}^s S_r^+ \right) \quad (1)$$

Kısıtlar,

$$\sum_{j=1}^n X_{ij} \beta_j + S_i^- - X_{ik} = 0 \quad i = 1, \dots, m \quad (2)$$

$$\sum_{j=1}^n Y_{rj} \beta_j - S_i^- - \beta_j Y_k = 0 \quad r = 1, \dots, p \quad j = 1, \dots, n \quad = 1, \dots, m \quad (3)$$

$$\beta_j \geq 0 \quad S_i^- \geq 0 \quad S_r^+ \geq 0$$

BCC Modeli

CCR modelinin geliştirilmesinin ardından Banker, Charnes ve Cooper (1984) ölçeğe göre değişken getiri (BCC) etkinlik ölçüm modelini ortaya koyarak VZA'da etkinliğin teknik ve ölçek etkinliklerine ayrılmasını sağlamıştır. Bu modelin CCR modelinden farklı konvekslik kısıtının eklenmesi ile karar verme birimlerinin kendi içerisindeki faaliyetlerinden kaynaklanan etkinliğinin ölçülmesidir (Başkaya ve Avcı Öztürk, 2012; Coelli, 1996). BCC modeli matematiksel olarak aşağıda gibi gösterilmektedir (Banker vd., 1984):

$$E_o = \text{Max}(\theta + \varepsilon \sum_{i=1}^m S_i^- + \varepsilon \sum_{r=1}^p S_r^+) \quad (4)$$

Kısıtlar,

$$\sum_{j=1}^n X_{ij}\beta_j + S_i^- - X_{ik} = 0 \quad i = 1,2, \dots, m \quad (5)$$

$$\sum_{j=1}^n y_{rj}\beta_j - \theta Y_{rk} - S_r^+ = 0 \quad r = 1,2, \dots, p \quad (6)$$

$$\sum_{j=1}^n \beta_j = 1 \quad (7)$$

$$\beta_j \geq 0 \quad S_i^- \geq 0 \quad S_r^+ \geq 0 \quad j = 1,2, \dots, n \quad i = 1,2, \dots, m \quad r = 1,2, \dots, p$$

Bu araştırmada, Türkiye’de faaliyet gösteren ve geleneksel havayolu iş modeli ile faaliyetlerini gerçekleştiren Türk Hava Yolları ile düşük maliyetli havayolu iş modeli ile sefer gerçekleştiren Pegasus havayollarının aynı anda faaliyet gösterdiği İstanbul çıkışlı 34 uçuş hattı üzerinde etkinlik ölçümü veri zarflama analizi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Araştırma verileri 2014-2018 yılları arasındaki 5 yıllık periyodu kapsamaktadır. Araştırma kapsamında havayolu işletmelerine ait hat bazlı veriler Official Airline Guide, ICAO Data Plus ve Eurostata veri tabanlarından elde edilmiştir. RASK (Revenue per ASK – Arz edilen koltuk-km başına gelir) ve CASK (Cost per ASK – Arz edilen koltuk-km başına gider) hesaplamalarında kullanılan değerler için mesafe bilgileri Great Circle Distance sitesinden manuel olarak tespit edilmiştir. Daha sonrasında havayolu işletmelerinin faaliyet raporlarından elde edilen kümülatif CASK ve RASK değerleri hatların mesafe bilgileri kullanılarak hat bazlı veriye dönüştürülmüştür.

Geçerli ve güvenilir sonuçların elde edilebilmesi adına etkinlik ölçümünde kullanılacak girdi ve çıktı değişkenlerinin seçimi büyük önem arz etmektedir. Araştırmada hat bazlı etkinliğin belirlenebilmesi adına önceki araştırmalarda sıklıkla tercih edilen değişkenlerin kullanılmasına gayret gösterilmiştir. Araştırmada havayolu işletmelerinin hat bazlı etkinlik değerlerini ölçebilmek adına 3 girdi (koltuk sayısı, CASK, yolcu sayısı), 3 çıktı (RASK, doluluk oranı ve Pazar payı) değişkeni kullanılmıştır. Etkinlik ölçümü kapsamında kullanılan girdi ve çıktı değişkenleri açıklamaları ve referansları ile birlikte Tablo 2’de yer almaktadır.

Tablo 2: Analizde Kullanılan Girdi ve Çıktı Değişkenleri

Değişken Türü	Değişken Adı	Açıklama	Referanslar
Girdi Değişkenleri	Seats	Havayolu işletmesinin ilgili uçuş hattındaki toplam koltuk sayısı	Soltanzadeh ve Omrani (2018)
	Route CASK	Hat bazlı CASK	Atik (2020); Cramer ve Thams (2021); Eremichev ve Aslanov (2019)
	Pax	Havayolu işletmesinin ilgili uçuş hattındaki toplam yolcu sayısı	Chiou ve Chen (2006)
Çıktı Değişkenleri	Route RASK	Hat bazlı RASK	Atik (2020); Cramer ve Thams (2021); Eremichev ve Aslanov (2019)
	LF	Havayolu işletmesinin ilgili uçuş hattındaki doluluk oranı	Singh (2011)
	Share	Havayolu işletmesinin ilgili uçuş hattındaki pazar payı	Xu vd. (2021)

4. BULGULAR

Bu bölümde araştırma bulgularına yer verilmiştir. Türkiye’de geleneksel ve düşük maliyetli havayolu iş modeli ile hareket eden (sırasıyla) Türk Hava Yolları ve Pegasus’un pazar bazında etkinlik ölçümleri VZA’nın hem BCC hem de CCR modelleri kullanılarak yapılmıştır. BCC modeli ile ilgili havayolu işletmelerinin teknik etkinlik, CCR ile toplam etkinlik değerleri ölçülebilmektedir. İzleyen tablolarda yıl bazında etkinlik sonuçları karşılaştırmalı olarak verilmiştir. Bu kapsamda ilk olarak Tablo 3’te 2014 yılına ait hat bazlı etkinlik ölçümlerine ait bulgular yer almaktadır.

Tablo 3: 2014 Pazar Bazlı Etkinlik Değerleri

Varış Noktası	THY		PEGASUS	
	CCR	BCC	CCR	BCC
Amsterdam	1.000	1.000	1.000	1.000
Atina	1.000	1.000	1.000	1.000
Bahreyn	1.000	1.000	1.000	1.000
Barcelona	1.000	1.000	1.000	1.000
Basel	1.000	1.000	1.000	1.000
Beyrut	1.000	1.000	1.000	1.000
Berlin	1.000	1.000	1.000	1.000
Bişkek	1.000	1.000	1.000	1.000
Bologna	1.000	1.000	1.000	1.000
Brüksel	1.000	1.000	0.769	1.000
Budapeşte	1.000	1.000	1.000	1.000
Köln	1.000	1.000	0.405	0.942
Kopenhag	0.475	1.000	0.456	0.953
Doha	0.469	0.809	0.531	0.706
Dubai	0.385	1.000	0.501	0.966
Duesseldorf	0.407	1.000	0.474	0.978
Frankfurt	0.376	0.911	0.616	0.977
Hamburg	0.412	0.986	0.802	0.923
Kuveyt	0.452	0.803	0.493	0.824
Londra	0.252	0.895	1.000	1.000
Lviv	1.000	1.000	1.000	1.000
Madrid	0.386	0.893	1.000	1.000
Milano	0.443	1.000	1.000	1.000
Moskova	0.415	0.887	0.894	1.000
Münih	0.467	0.962	0.608	0.943
Paris	0.363	0.968	0.374	0.946
Prag	0.757	0.997	1.000	1.000
Priştine	1.000	1.000	1.000	1.000
Rome	0.484	0.885	1.000	1.000
Saraybosna	0.804	0.971	0.743	0.880
Stockholm	0.478	1.000	1.000	1.000
Tiflis	0.530	0.877	1.000	1.000
Tahran	0.383	0.899	1.000	1.000
Tel Aviv	0.577	0.977	1.000	1.000

Tablo 3’teki bilgilere göre aynı anda uçulan şehir çifti pazarlarında CCR modeline göre 12 pazarda, BCC modeline göre ise 15 pazarda her iki havayolu işletmesinin de etkin olduğu görülmektedir. Diğer taraftan her iki havayolu işletmesinin aynı anda etkin olmadığı pazarlar da bulunmaktadır. Pazarlara sayısal açıdan bakıldığında CCR modeline göre 11 pazarda, BCC modeline göre ise 7 pazarda her iki havayolu işletmesi de etkinlik sınırı değerinin altında performans göstermiştir.

Bazı durumlarda ise bir havayolu işletmesi bir pazarda etkinken diğeri etkinlik sınırının altında kalmıştır. Pegasus havayollarının CCR modeline göre 9, BCC modeline göre ise 8 pazarda THY'nin etkin sınırının altında kalmasına rağmen etkin olduğu görülmektedir. Diğer taraftan THY, Pegasus'un etkinlik sınırı altında kaldığı pazarların CCR modeline göre 2'sinde, BCC modeline göre ise 4'ünde daha iyi performans göstererek tam etkinlik değeri olan 1'e ulaşmıştır. 2014 yılı bulgularının aktarılmasının ardından Tablo 4'te 2015 yılı hat bazlı etkinlik değerleri ile ilgili bilgilere yer verilecektir.

Tablo 4: 2015 Pazar Bazlı Etkinlik Değerleri

Varış Noktası	THY		PEGASUS	
	CCR	BCC	CCR	BCC
Amsterdam	1.000	1.000	0.361	0.964
Atina	1.000	1.000	1.000	1.000
Bahreyn	1.000	1.000	0.911	0.920
Barcelona	1.000	1.000	0.483	0.959
Basel	1.000	1.000	0.490	0.924
Beyrut	1.000	1.000	0.778	0.927
Berlin	1.000	1.000	0.556	0.982
Bişkek	1.000	1.000	0.727	0.895
Bologna	1.000	1.000	1.000	1.000
Brüksel	1.000	1.000	1.000	1.000
Budapeşte	1.000	1.000	1.000	1.000
Köln	0.640	0.977	1.000	1.000
Kopenhag	0.474	1.000	1.000	1.000
Doha	0.332	0.790	0.753	0.774
Dubai	0.347	1.000	0.797	1.000
Duesseldorf	0.401	1.000	0.409	1.000
Frankfurt	0.394	0.948	0.451	0.932
Hamburg	0.424	1.000	0.745	0.929
Kuveyt	0.355	0.764	0.439	0.837
Londra	0.277	0.952	0.335	1.000
Lyiv	1.000	1.000	1.000	1.000
Madrid	0.378	0.927	0.638	0.908
Milano	0.412	1.000	0.675	1.000
Moskova	0.428	0.943	0.726	1.000
Münih	0.467	0.998	0.599	0.949
Paris	0.344	0.952	0.354	0.934
Prag	0.575	0.980	0.898	0.983
Priştine	1.000	1.000	1.000	1.000
Rome	0.477	0.892	1.000	1.000
Saraybosna	0.779	1.000	1.000	1.000
Stockholm	0.478	1.000	1.000	1.000
Tiflis	0.540	0.940	1.000	1.000
Tahran	0.399	0.988	1.000	1.000
Tel Aviv	0.576	1.000	1.000	1.000

Tablo 4'teki bilgilere göre aynı anda uçulan şehir çifti pazarlarında CCR modeline göre 6, BCC modeline göre ise 13 pazarda her iki havayolu işletmesi de tam etkinlik değerine ulaşmıştır. Diğer taraftan her iki havayolu işletmesinin aynı anda etkinlik sınırının altında kaldığı pazarlar da bulunmaktadır. CCR modeline göre 13, BCC modeline göre ise 7 pazarda her iki havayolu işletmesi de etkinlik sınırı değerinin altında performans göstermiştir.

Bir havayolu işletmesinin etkinken diğeri etkin olmadığı durumlar da bulunmaktadır. Pegasus havayollarının CCR modeline göre 8, BCC modeline göre ise 6 pazarda tam etkinlik değerine ulaşarak THY'den daha iyi performans gösterdiği görülmektedir.

Diğer taraftan THY, Pegasus'un etkinlik sınırı altında kaldığı pazarların CCR modeline göre 7'sinde, BCC modeline göre ise 8'inde Pegasus'tan daha iyi performans göstererek tam etkinlik değeri olan 1'e ulaşmıştır. 2015 yılı bulgularının aktarılmasının ardından Tablo 5'te 2016 yılı pazar bazlı etkinlik değerleri ile ilgili bilgilere yer verilecektir.

Tablo 5: 2016 Pazar Bazlı Etkinlik Değerleri

Varış Noktası	THY		PEGASUS	
	CCR	BCC	CCR	BCC
Amsterdam	0.320	0.963	1.000	1.000
Atina	1.000	1.000	1.000	1.000
Bahreyn	0.681	0.945	1.000	1.000
Barcelona	0.370	0.942	1.000	1.000
Basel	0.825	1.000	0.557	0.982
Beyrut	0.637	0.987	0.651	0.852
Berlin	0.412	0.977	0.600	0.994
Bişkek	0.466	0.825	0.648	0.808
Bologna	0.757	0.924	0.968	0.994
Brüksel	0.403	0.981	0.768	1.000
Budapeşte	0.676	1.000	0.893	0.927
Köln	0.650	1.000	0.396	0.941
Kopenhag	0.441	0.986	0.520	0.954
Doha	0.278	0.712	0.625	0.636
Dubai	0.253	0.904	0.621	0.998
Duesseldorf	0.358	1.000	0.423	1.000
Frankfurt	1.000	1.000	0.478	0.941
Hamburg	1.000	1.000	0.780	1.000
Kuveyt	1.000	1.000	0.406	0.720
Londra	1.000	1.000	0.384	1.000
Lyiv	1.000	1.000	1.000	1.000
Madrid	1.000	1.000	0.772	0.989
Milano	1.000	1.000	0.845	1.000
Moskova	1.000	1.000	1.000	1.000
Münih	1.000	1.000	1.000	1.000
Paris	1.000	1.000	1.000	1.000
Prag	1.000	1.000	1.000	1.000
Priştine	1.000	1.000	1.000	1.000
Rome	1.000	1.000	1.000	1.000
Saraybosna	1.000	1.000	1.000	1.000
Stockholm	1.000	1.000	1.000	1.000
Tiflis	1.000	1.000	1.000	1.000
Tahran	1.000	1.000	1.000	1.000
Tel Aviv	1.000	1.000	1.000	1.000

Tablo 5'teki bilgilere göre aynı anda uçulan şehir çifti pazarlarının CCR modeline göre 13, BCC modeline göre ise 17'sinde her iki havayolu işletmesi de tam etkinlik değerine ulaşmıştır. İki havayolu işletmesinin aynı anda etkinlik sınırının altında kaldığı durumlar incelendiğinde, CCR modeline göre 12, BCC modeline göre ise 7 pazarda her iki havayolu işletmesi de etkinlik sınırı değerinin altında performans göstermiştir. Pegasus havayollarının CCR modeline göre 3, BCC modeline göre ise 4 pazarda tam etkinlik değerine ulaşarak THY'den daha iyi performans gösterdiği görülmektedir. Diğer taraftan THY, Pegasus'un etkinlik sınırı altında kaldığı pazarların hem CCR hem de BCC modeline 6'sında daha iyi performans göstererek tam etkinlik değeri olan 1'e ulaşmıştır. Tablo 6'da 2017 yılı pazar bazlı etkinlik değerleri ile ilgili bilgilere yer verilecektir.

Tablo 6: 2017 Pazar Bazlı Etkinlik Değerleri

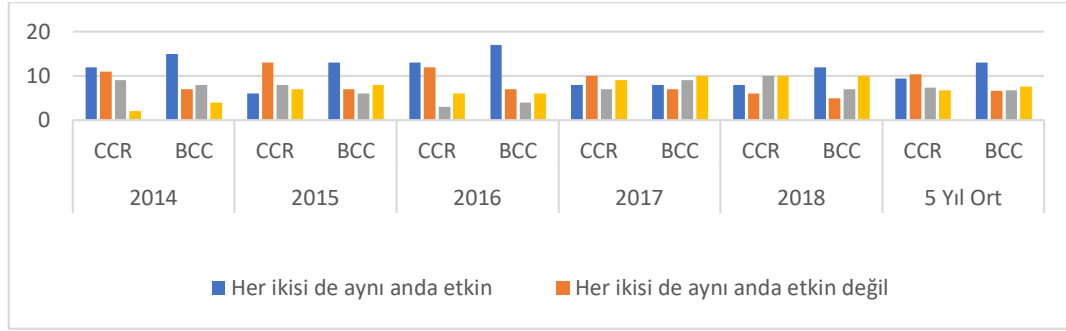
Varış Noktası	THY		PEGASUS	
	CCR	BCC	CCR	BCC
Amsterdam	0.337	0.976	0.364	0.989
Atina	1.000	1.000	1.000	1.000
Bahreyn	0.649	0.937	0.680	0.878
Barcelona	0.376	0.968	0.562	0.966
Basel	1.000	1.000	0.529	0.954
Beyrut	0.639	0.968	0.642	0.908
Berlin	0.420	0.993	1.000	1.000
Bişkek	0.592	0.741	0.591	0.900
Bologna	0.735	0.960	0.902	0.981
Brüksel	1.000	1.000	1.000	1.000
Budapeşte	1.000	1.000	1.000	1.000
Köln	1.000	1.000	1.000	1.000
Kopenhag	1.000	1.000	1.000	1.000
Doha	1.000	1.000	0.710	0.785
Dubai	1.000	1.000	0.697	0.989
Duesseldorf	1.000	1.000	0.419	0.978
Frankfurt	1.000	1.000	0.595	1.000
Hamburg	1.000	1.000	0.731	0.997
Kuveyt	1.000	1.000	0.452	0.843
Londra	1.000	1.000	0.317	0.981
Lyiv	1.000	1.000	1.000	1.000
Madrid	1.000	1.000	0.719	0.963
Milano	0.421	0.925	1.000	1.000
Moskova	0.433	0.970	0.707	0.989
Münih	0.490	1.000	0.694	0.970
Paris	0.324	0.976	0.419	1.000
Prag	0.521	0.951	0.930	1.000
Priştine	1.000	1.000	1.000	1.000
Rome	1.000	1.000	1.000	1.000
Saraybosna	0.761	0.957	1.000	1.000
Stockholm	0.442	0.985	1.000	1.000
Tiflis	0.483	0.910	1.000	1.000
Tahran	0.335	0.928	1.000	1.000
Tel Aviv	0.610	0.994	1.000	1.000

Tablo 6'daki bilgilere göre aynı anda uçulan şehir çifti pazarlarında 8'inde hem CCR hem de BCC modeline havayolu işletmeleri tam etkinlik değerine ulaşmıştır. İki havayolu işletmesinin aynı anda etkinlik sınırının altında kaldığı durumlara bakıldığında, CCR modeline göre 10, BCC modeline göre ise 7 pazarda her iki havayolu işletmesi de etkinlik sınırı değerinin altında performans göstermiştir. Pegasus havayollarının CCR modeline göre 7, BCC modeline göre ise 9 pazarda tam etkinlik değerine ulaşarak THY'den daha iyi performans gösterdiği görülmektedir. Diğer taraftan THY, Pegasus'un etkinlik sınırı altında kaldığı pazarların CCR modeline göre 9'unda, BCC modeline göre ise 10'unda daha iyi performans göstererek tam etkinlik değeri olan 1'e ulaşmıştır. Tablo 7'de 2018 yılı pazar bazlı etkinlik değerleri ile ilgili bilgilere yer verilecektir.

Tablo 7: 2018 Pazar Bazlı Etkinlik Değerleri

Varış Noktası	THY		PEGASUS	
	CCR	BCC	CCR	BCC
Amsterdam	1.000	1.000	0.379	0.984
Atina	1.000	1.000	1.000	1.000
Bahreyn	1.000	1.000	0.723	0.879
Barcelona	1.000	1.000	0.598	0.995
Basel	1.000	1.000	1.000	1.000
Beyrut	1.000	1.000	1.000	1.000
Berlin	1.000	1.000	1.000	1.000
Bişkek	1.000	1.000	0.600	0.981
Bologna	0.678	0.976	0.916	0.977
Brüksel	0.387	1.000	0.539	0.962
Budapeşte	0.707	1.000	1.000	1.000
Köln	0.431	0.926	0.388	0.942
Kopenhag	0.439	0.941	0.523	0.986
Doha	0.498	0.842	0.663	0.889
Dubai	0.278	0.927	1.000	1.000
Duesseldorf	0.353	0.985	1.000	1.000
Frankfurt	0.389	1.000	1.000	1.000
Hamburg	0.413	0.994	1.000	1.000
Kuveyt	1.000	1.000	0.531	0.929
Londra	1.000	1.000	0.328	0.953
Lyiv	1.000	1.000	1.000	1.000
Madrid	1.000	1.000	0.837	1.000
Milano	1.000	1.000	0.595	0.967
Moskova	1.000	1.000	1.000	1.000
Münih	1.000	1.000	1.000	1.000
Paris	1.000	1.000	0.442	0.995
Prag	1.000	1.000	0.871	0.993
Priştine	1.000	1.000	1.000	1.000
Rome	0.545	0.979	0.602	0.904
Saraybosna	0.770	0.951	1.000	1.000
Stockholm	0.426	0.950	1.000	1.000
Tiflis	0.564	1.000	1.000	1.000
Tahran	0.303	0.863	1.000	1.000
Tel Aviv	0.576	0.945	1.000	1.000

Tablo 7'deki bilgilere göre aynı anda uçulan şehir çifti pazarlarında CCR modeline göre 8'inde, BCC modeline ise 12'sinde havayolu işletmeleri tam etkinlik değerine ulaşmıştır. İki havayolu işletmesinin aynı anda etkinlik sınırının altında kaldığı durumlara bakıldığında, CCR modeline göre 6, BCC modeline göre ise 5 pazarda her iki havayolu işletmesi de etkinlik sınırı değerinin altında performans göstermiştir. Pegasus havayollarının CCR modeline göre 10, BCC modeline göre ise 7 pazarda tam etkinlik değerine ulaşarak THY'den daha iyi performans gösterdiği görülmektedir. THY, Pegasus'un etkinlik sınırı altında kaldığı pazarların hem CCR hem de BCC modeline 10'unda daha iyi performans göstererek tam etkinlik değerine ulaşmıştır. Grafik 1'de 5 yıllık değişim ve ortalamaya ait gösterime yer verilmektedir.



Grafik 1. Etkinlik Karşılaştırmaları

5 yıllık ortalama değerlendirildiğinde her iki havayolu işletmesinin aynı anda faaliyet gösterdiği pazarlarda CCR modeline göre 9,4; BCC modeline göre 13 pazarda her iki havayolu işletmesi tam etkinliğe ulaşmıştır. Havayolu işletmeleri karşılaştırıldığında CCR modeline göre Pegasus'un, BCC modeline göre ise THY'nin daha iyi performans gösterdiği görülmektedir. Tablo 8'de THY'nin pazarlarının 5 yıllık etkinlik durumlarına ait görece kıyaslamaya yer verilmektedir.

Tablo 8: THY Pazarlarının Yıl Bazında Etkinlik Durumları

Varış Noktaları	2014		2015		2016		2017		2018	
	CCR	BCC	CCR	BCC	CCR	BCC	CCR	BCC	CCR	BCC
Amsterdam	1.000	1.000	1.000	1.000	0.320	0.963	0.337	0.976	1.000	1.000
Atina	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Bahreyn	1.000	1.000	1.000	1.000	0.681	0.945	0.649	0.937	1.000	1.000
Barcelona	1.000	1.000	1.000	1.000	0.370	0.942	0.376	0.968	1.000	1.000
Basel	1.000	1.000	1.000	1.000	0.825	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Beyrut	1.000	1.000	1.000	1.000	0.637	0.987	0.639	0.968	1.000	1.000
Berlin	1.000	1.000	1.000	1.000	0.412	0.977	0.420	0.993	1.000	1.000
Bişkek	1.000	1.000	1.000	1.000	0.466	0.825	0.592	0.741	1.000	1.000
Bologna	1.000	1.000	1.000	1.000	0.757	0.924	0.735	0.960	0.678	0.976
Brüksel	1.000	1.000	1.000	1.000	0.403	0.981	1.000	1.000	0.387	1.000
Budapeşte	1.000	1.000	1.000	1.000	0.676	1.000	1.000	1.000	0.707	1.000
Köln	1.000	1.000	0.640	0.977	0.650	1.000	1.000	1.000	0.431	0.926
Kopenhag	0.475	1.000	0.474	1.000	0.441	0.986	1.000	1.000	0.439	0.941
Doha	0.469	0.809	0.332	0.790	0.278	0.712	1.000	1.000	0.498	0.842
Dubai	0.385	1.000	0.347	1.000	0.253	0.904	1.000	1.000	0.278	0.927
Duesseldorf	0.407	1.000	0.401	1.000	0.358	1.000	1.000	1.000	0.353	0.985
Frankfurt	0.376	0.911	0.394	0.948	1.000	1.000	1.000	1.000	0.389	1.000
Hamburg	0.412	0.986	0.424	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.413	0.994
Kuveyt	0.452	0.803	0.355	0.764	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Londra	0.252	0.895	0.277	0.952	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Lyiv	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Madrid	0.386	0.893	0.378	0.927	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Milano	0.443	1.000	0.412	1.000	1.000	1.000	0.421	0.925	1.000	1.000
Moskova	0.415	0.887	0.428	0.943	1.000	1.000	0.433	0.970	1.000	1.000
Münih	0.467	0.962	0.467	0.998	1.000	1.000	0.490	1.000	1.000	1.000
Paris	0.363	0.968	0.344	0.952	1.000	1.000	0.324	0.976	1.000	1.000
Prag	0.757	0.997	0.575	0.980	1.000	1.000	0.521	0.951	1.000	1.000
Priştine	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Rome	0.484	0.885	0.477	0.892	1.000	1.000	1.000	1.000	0.545	0.979
Saraybosna	0.804	0.971	0.779	1.000	1.000	1.000	0.761	0.957	0.770	0.951
Stockholm	0.478	1.000	0.478	1.000	1.000	1.000	0.442	0.985	0.426	0.950
Tiflis	0.530	0.877	0.540	0.940	1.000	1.000	0.483	0.910	0.564	1.000
Tahrán	0.383	0.899	0.399	0.988	1.000	1.000	0.335	0.928	0.303	0.863
Tel Aviv	0.577	0.977	0.576	1.000	1.000	1.000	0.610	0.994	0.576	0.945

Renklerin açıklamaları	
Rakibiyle aynı anda etkin olduğu pazarlar	
Etkin olduğu ancak rakibin etkin olmadığı pazarlar	
Rakibiyle aynı anda etkin olmadığı pazarlar	
Rakibi etkin iken kendisinin etkin olmadığı pazarlar	

Tablo 8'deki bilgilere göre THY Atina, Priştine ve Lyiv pazarlarında Pegasus'la birlikte tüm yıllarda etkin değerlere ulaşmıştır. Basel hattında THY'nin 2016 yılı için CCR modeli ile elde edilen sonuç dışında tüm yıllarda ve modellerde etkin olduğu görülmektedir. Doha pazarında ise 2017 yılı için tüm yıllarda etkinlik sınırının oldukça uzağında performans göstermiştir. Tablo 9'da Pegasus'un pazarlarının 5 yıllık etkinlik durumlarına ait görelî kıyaslamaya yer verilmektedir.

Tablo 9: Pegasus Pazarlarının Yıl Bazında Etkinlik Durumları

Varış Noktaları	2014		2015		2016		2017		2018	
	CCR	BCC	CCR	BCC	CCR	BCC	CCR	BCC	CCR	BCC
Amsterdam	1.000	1.000	0.361	0.964	1.000	1.000	0.364	0.989	0.379	0.984
Atina	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Bahreyn	1.000	1.000	0.911	0.920	1.000	1.000	0.680	0.878	0.723	0.879
Barcelona	1.000	1.000	0.483	0.959	1.000	1.000	0.562	0.966	0.598	0.995
Basel	1.000	1.000	0.490	0.924	0.557	0.982	0.529	0.954	1.000	1.000
Beyrut	1.000	1.000	0.778	0.927	0.651	0.852	0.642	0.908	1.000	1.000
Berlin	1.000	1.000	0.556	0.982	0.600	0.994	1.000	1.000	1.000	1.000
Bişkek	1.000	1.000	0.727	0.895	0.648	0.808	0.591	0.900	0.600	0.981
Bologna	1.000	1.000	1.000	1.000	0.968	0.994	0.902	0.981	0.916	0.977
Brüksel	0.769	1.000	1.000	1.000	0.768	1.000	1.000	1.000	0.539	0.962
Budapeşte	1.000	1.000	1.000	1.000	0.893	0.927	1.000	1.000	1.000	1.000
Köln	0.405	0.942	1.000	1.000	0.396	0.941	1.000	1.000	0.388	0.942
Kopenhag	0.456	0.953	1.000	1.000	0.520	0.954	1.000	1.000	0.523	0.986
Doha	0.531	0.706	0.753	0.774	0.625	0.636	0.710	0.785	0.663	0.889
Dubai	0.501	0.966	0.797	1.000	0.621	0.998	0.697	0.989	1.000	1.000
Duesseldorf	0.474	0.978	0.409	1.000	0.423	1.000	0.419	0.978	1.000	1.000
Frankfurt	0.616	0.977	0.451	0.932	0.478	0.941	0.595	1.000	1.000	1.000
Hamburg	0.802	0.923	0.745	0.929	0.780	1.000	0.731	0.997	1.000	1.000
Kuveyt	0.493	0.824	0.439	0.837	0.406	0.720	0.452	0.843	0.531	0.929
Londra	1.000	1.000	0.335	1.000	0.384	1.000	0.317	0.981	0.328	0.953
Lyiv	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Madrid	1.000	1.000	0.638	0.908	0.772	0.989	0.719	0.963	0.837	1.000
Milano	1.000	1.000	0.675	1.000	0.845	1.000	1.000	1.000	0.595	0.967
Moskova	0.894	1.000	0.726	1.000	1.000	1.000	0.707	0.989	1.000	1.000
Münih	0.608	0.943	0.599	0.949	1.000	1.000	0.694	0.970	1.000	1.000
Paris	0.374	0.946	0.354	0.934	1.000	1.000	0.419	1.000	0.442	0.995
Prag	1.000	1.000	0.898	0.983	1.000	1.000	0.930	1.000	0.871	0.993
Priştine	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Rome	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.602	0.904
Saraybosna	0.743	0.880	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Stockholm	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Tiflis	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Tahran	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Tel Aviv	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Renklerin açıklamaları	
Rakibiyle aynı anda etkin olduğu pazarlar	
Etkin olduğu ancak rakibin etkin olmadığı pazarlar	
Rakibiyle aynı anda etkin olmadığı pazarlar	
Rakibi etkin iken kendisinin etkin olmadığı pazarlar	

Tablo 9'daki bilgilere göre Pegasus'un Saraybosna, Stockholm, Tiflis, Tahran ve Tel Aviv pazarlarında genel anlamda THY'nin önünde olduğu görülmektedir. Söz konusu pazarlarda belirli yıllarda THY ile birlikte etkinlik değerlerine ulaşmışken bazı yıllarda THY'den daha iyi

performans göstermiştir. Amsterdam, Bahreyn, Barcelona, Bişkek, Kuveyt, Londra, Milano, Paris ve Prag pazarlarında son yıl itibariyle rakibinin gerisinde olduğu ve etkinlik sınırı değerinin altında performans gösterdiği görülmüştür.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu araştırmada havayolu işletmelerinin pazar bazlı etkinlik ölçümleri karşılaştırmalı olarak ve iş modeli temelinde gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda Türkiye’de faaliyet gösteren ve geleneksel havayolu iş modeli ile hareket eden THY ile düşük maliyetli havayolu iş modelini benimseyen Pegasus havayollarının aynı anda faaliyet gösterdiği 34 uluslararası uçuş noktasında etkinlikleri veri zarflama analizi ile ölçülmüştür.

Araştırma sonuçları hat bazında yapılan karşılaştırmalarda CCR modeline göre Pegasus havayollarının, BCC modeline göre THY’nin aynı anda uçulan pazarlarda daha iyi performans gösterdiğini ortaya koymaktadır. Mevcut durumun oluşmasında havayolu işletmelerinin uçuş hattında sunduğu frekansın, kullanılan uçakların kapasitelerinin ve arz edilen koltuk kilometre başına maliyet ve gelirlerin farklılaşmasının etkili olduğu düşünülmektedir. Araştırma sonucunda elde edilen bulguların, hat bazlı analizlerde havayolu işletmelerinin yöneticilerine yol göstereceği ve etkin olmayan hatların detaylı analizleri ile uçuş hatlarının performanslarını iyileştirme noktasında yardımcı olacağı düşünülmektedir. Örneğin etkin olmayan bir uçuş hattında tarife ve kapasitenin yeniden düzenlenmesi ile mevcut uçuş hattı etkin hale getirebilir.

Araştırmanın birtakım sınırlılıkları bulunmaktadır. Bunlardan birincisi araştırmanın kapsadığı zaman aralığı ile ilgilidir. Araştırma 2014-2018 yıllarını kapsamaktadır. Bu sınırlılığın oluşmasında hat bazlı verilerin ulaşılabilirliği etkili olmuştur. Gelecekteki araştırmalarda yıl sayısı artırılarak daha geniş kapsamlı bulgular elde edilebilir. Araştırma kapsamındaki bir diğer sınırlılık analizi yapılan havayolu işletmesi sayısıdır. Araştırmada biri geleneksel diğeri düşük maliyetli iş modeli ile faaliyetlerini gösteren iki havayolu işletmesi bulunmaktadır. Türkiye havayolu taşımacılığı bağlamında faaliyet gösteren havayolu işletmelerinin sayısının az olması ve olanların da çok azının verilerine ulaşılabilir olması bu sınırlılığın oluşmasında etkili olmuştur. Gelecekteki araştırmalarda farklı bağlamlarda yapılabilecek ve daha fazla havayolu işletmesinin ele alındığı çalışmaların gerçekleştirilmesi ile bu konudaki çalışmalar genişletilebilir. Son sınırlılık ise etkinlik ölçümünde kullanılan girdi ve çıktı değişkenleri ile ilgilidir. Araştırmada hat bazlı operasyonel girdiler kullanılmıştır. Daha sonra yapılacak farklı araştırmalarda girdi ve çıktı değişkenlerinin sayısı artırılabilir. Hat bazlı bazı finansal göstergeler girdi ve çıktı değişkeni olarak kullanılabilir.

KAYNAKÇA

- Arjomandi, A., & ve Seufert, J. H. (2014). An evaluation of the world's major airlines' technical and environmental performance. *Economic Modelling*, 41, 133–144. <https://doi.org/10.1016/J.ECONMOD.2014.05.002>
- Asker, V. (2018). Veri Zarflama Analizi ile Finansal ve Operasyonel Etkinlik Ölçümü: Geleneksel Havayolu İşletmelerinde Bir Uygulama. *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 1, 153–172.
- Asker, V. (2021a). Havayolu İşletmelerinde İki Aşamalı Veri Zarflama Analizi ile Etkinlik Ölçümü. *MANAS Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 10(4), 2373–2385.
- Asker, V. (2021b). Havayolu Stratejik İşbirliklerinde Veri Zarflama Analizi ile Finansal Performansın İncelenmesi. *Journal of Aviation*. <https://doi.org/10.30518/jav.988297>
- Asker, V. (2022). Düşük Maliyetli Havayolu İşletmelerinde Bulanık Veri Zarflama Analizi ile Finansal ve Operasyonel Etkinlik Ölçümü. *Dicle Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 12(23), 1–25.
- Atik, M. (2020). Düşük Maliyet Taşımacılık İş Modelini Benimseyen Havayolu Şirketlerinin Yan Gelir Uygulamalarının Finansal Performansları Üzerindeki Etkileri: Türk Sivil Havacılık Sektöründe Bir Uygulama. *Journal of Business Research- Turk*, 11(4), 2622–2635. <https://doi.org/10.20491/isarder.2019.763>
- Banker, R. D., Charnes, A., & Cooper, W. W. (1984). Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis. *Management Science*, 30(9), 1078–1092. <http://www.jstor.org/stable/2631725>
- Barros, C. P., & Couto, E. (2013). Productivity analysis of European airlines, 2000-2011. *Journal of Air Transport Management*, 31, 11–13. <https://doi.org/10.1016/j.jairtraman.2012.10.006>
- Barros, C. P., & Wanke, P. (2015). An analysis of African airlines efficiency with two-stage TOPSIS and neural networks. *Journal of Air Transport Management*, 44–45, 90–102. <https://doi.org/10.1016/j.jairtraman.2015.03.002>
- Başkaya, Z., & Avci Öztürk, B. (2012). Measuring financial efficiency of cement firms listed in Istanbul stock exchange via fuzzy data envelopment analysis. *Muhasebe ve Finansman Dergisi*, 54, 175–188.
- Bilotkach, V., & Hüscherlath, K. (2012). Airline alliances and antitrust policy: The role of efficiencies. *Journal of Air Transport Management*, 21, 76–84. <https://doi.org/10.1016/j.jairtraman.2011.12.019>
- Bousofiane, A., Dyson, R. G., & Thanassoulis, E. (1991). Applied data envelopment analysis. *European Journal of Operational Research*, 52(1), 1–15. [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(91\)90331-O](https://doi.org/10.1016/0377-2217(91)90331-O)
- Chang, Y. T., Park, H. soo, Jeong, J. beom, & Lee, J. woo. (2014). Evaluating economic and environmental efficiency of global airlines: A SBM-DEA approach. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 27, 46–50. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2013.12.013>
- Charnes, A., Cooper, W. W., & Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, 2(6), 429–444. [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(78\)90138-8](https://doi.org/10.1016/0377-2217(78)90138-8)

- Chen, Z., Wanke, P., Antunes, J. J. M., & Zhang, N. (2017). Chinese airline efficiency under CO₂ emissions and flight delays: A stochastic network DEA model. *Energy Economics*, 68, 89–108. <https://doi.org/10.1016/J.ENERCO.2017.09.015>
- Chiou, Y. C., & Chen, Y. H. (2006). Route-based performance evaluation of Taiwanese domestic airlines using data envelopment analysis. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 42(2), 116–127. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2005.09.005>
- Chiou, Y. C., Lan, L. W., & Yen, B. T. H. (2012). Route-based data envelopment analysis models. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 48(2), 415–425. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2011.10.006>
- Coelli, T. (1996). *A Guide to DEAP Version 2.1: A Data Envelopment Analysis (Computer) Program* (CEPA Working Paper). <http://www.une.edu.au/econometrics/cepa.htm>
- Cooper, W. W., Seiford, L. M., & Zhu, J. (2011). Data Envelopment Analysis: History, Models, and Interpretations. In W. W. Cooper, L. M. Seiford, & J. Zhu (Eds.), *Handbook on Data Envelopment Analysis* (pp. 1–39). Springer US. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-6151-8_1
- Cramer, C., & Thams, A. (2021). Fundamentals of Airline Revenue Management. In C. Cramer & A. Thams (Eds.), *Airline Revenue Management: Current Practices and Future Directions* (pp. 1–13). Springer Fachmedien Wiesbaden. https://doi.org/10.1007/978-3-658-33721-6_1
- Cui, Q., & Li, Y. (2017). Airline efficiency measures using a Dynamic Epsilon-Based Measure model. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 100, 121–134. <https://doi.org/10.1016/J.TRA.2017.04.013>
- Derici, S., & Uygur, K. (2019). Türkiye’de Faaliyet gösteren iki havayolu şirketinin Veri Zarflama Analizi ile etkinlik ölçümü. *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 1107–1118. <https://doi.org/10.16953/deusosbil.489000>
- Eremichev, A., & Aslanov, M. (2019). Turkish Airlines Versus Aeroflot. In *International Journal of Economics and Management* (Vol. 1, Issue 2). <https://ssrn.com/abstract=3390667>
- Foong, J. J., O’Connell, J. F., Warnock-Smith, D., & Efthymiou, M. (2023). A product and organisational architecture analysis of the performance of Southeast Asian airlines. *Journal of air transport management*, 107, 102358.
- Ji, Y.-B., & Lee, C. (2010). Data envelopment analysis. In *The Stata Journal* (Vol. 10, Issue 2).
- Kiracı, K., & Bakır, M. (2019). CRITIC Temelli EDAS yöntemi ile havayolu işletmelerinde performans ölçümü uygulaması. *Pamukkale University Journal of Social Sciences Institute*, 35, 157–174. <https://doi.org/10.30794/pausbed.421992>
- Kottas, A. T., & Madas, M. A. (2018). Comparative efficiency analysis of major international airlines using Data Envelopment Analysis: Exploring effects of alliance membership and other operational efficiency determinants. *Journal of Air Transport Management*, 70, 1–17. <https://doi.org/10.1016/j.jairtraman.2018.04.014>
- Lang, P., Yolalan, O. R., & Kettani, O. (1995). Controlled Envelopment by Face Extension in DEA. *The Journal of the Operational Research Society*, 46(4), 473–491. <https://doi.org/10.2307/2584595>

- Ling, Y. H., Kokkiang, T., Gharleghi, B., & Fah, B. C. Y. (2018). Productivity and efficiency modeling amongst ASEAN-5 airline industries. *International Journal of Advanced and Applied Sciences*, 5(8), 47–57. <https://doi.org/10.21833/ijaas.2018.08.007>
- Mahmoudi, R., & Emrouznejad, A. (2023). A multi-period performance analysis of airlines: A game-SBM-NDEA and Malmquist Index approach. *Research in Transportation Business & Management*, 46, 100801.
- Merkert, R., & Hensher, D. A. (2011). The impact of strategic management and fleet planning on airline efficiency - a random effects tobit model based on dea efficiency scores. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 45(7), 686–695. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2011.04.015>
- Merkert, R., & Williams, G. (2013). Determinants of European PSO airline efficiency – Evidence from a semi-parametric approach. *Journal of Air Transport Management*, 29, 11–16. <https://doi.org/10.1016/J.JAIRTRAMAN.2012.12.002>
- Mhlanga, O., Steyn, J., & Spencer, J. (2018). The airline industry in South Africa: drivers of operational efficiency and impacts. *Tourism Review*, 73(3), 389–400. <https://doi.org/10.1108/TR-07-2017-0111>
- Min, H., & Joo, S. J. (2016). A comparative performance analysis of airline strategic alliances using data envelopment analysis. *Journal of Air Transport Management*, 52, 99–110. <https://doi.org/10.1016/j.jairtraman.2015.12.003>
- Öncü, M. A., Çömlekçi, İ & Coşkun, E. (2013). Yolcu Taşıma İşletmelerinin Finansal Etkinliklerinin Ölçümüne İlişkin Bir Araştırma. *Uluslararası Alanya İşletme Fakültesi Dergisi*. 5(2), 77-86.
- Özdağoğlu, A., Kemal Keleş, M., & Işildak, B. (2020). Isparta Süleyman Demirel Havalimanını kullanan havayolu firmaları Performanslarının BMW, MAIRCA ve MABAC ile Değerlendirilmesi. *International Journal of Economic and Administrative Studies*, 29, 175–194. <https://orcid.org/0000-0001-5299-0622>.
- Rai, A. (2013). Measurement of efficiency in the airline industry using data envelopment analysis. *Investment Management and Financial Innovations*, 10(1), 38–45. <http://orcid.org/0000-0001-7813-6117>
- Ramanathan, R. (2003). *An introduction to data envelopment analysis: a tool for performance measurement*. Sage.
- Saranga, H., & Nagpal, R. (2016). Drivers of operational efficiency and its impact on market performance in the Indian Airline industry. *Journal of Air Transport Management*, 53, 165–176. <https://doi.org/10.1016/J.JAIRTRAMAN.2016.03.001>
- Sümerli Sarıgül, S., Ünlü, M. & Yaşar, E. Financial Performance Analysis of Airlines Operating in Europe: CRITIC Based MAUT and MARCOS Methods. *International Journal of Business and Economic Studies*, 5(2), 76-97.
- Scheraga, C. A. (2004). Operational efficiency versus financial mobility in the global airline industry: a data envelopment and Tobit analysis. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 38(5), 383-404.
- Shao, Y., & Sun, C. (2016). Performance evaluation of China's air routes based on network data envelopment analysis approach. *Journal of Air Transport Management*, 55, 67–75. <https://doi.org/10.1016/j.jairtraman.2016.01.006>

- Singh, A. K. (2011). Performance Evaluation of Indian Airline Industry: An Application of DEA. *Asia Pacific Business Review*, 7(2), 92–103.
- Soltanzadeh, E., & Omrani, H. (2018). Dynamic network data envelopment analysis model with fuzzy inputs and outputs: An application for Iranian Airlines. *Applied Soft Computing Journal*, 63, 268–288. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2017.11.031>
- Tavassoli, M., Faramarzi, G. R., & Farzipoor Saen, R. (2014). Efficiency and effectiveness in airline performance using a SBM-NDEA model in the presence of shared input. *Journal of Air Transport Management*, 34, 146–153. <https://doi.org/10.1016/j.jairtraman.2013.09.001>
- Wang, C.-N., Dang, D.-C., Thanh, N. Van, & Tran, T.-T. (2018). Grey model and DEA to form virtual strategic alliance: The application for ASEAN aviation industry. *International Journal of Advanced and Applied Sciences*, 5(6), 25–34. <https://doi.org/10.21833/ijaas.2018.06.004>
- Wanke, P., & Barros, C. P. (2016). Efficiency in Latin American airlines: A two-stage approach combining Virtual Frontier Dynamic DEA and Simplex Regression. *Journal of Air Transport Management*, 54, 93–103. <https://doi.org/10.1016/J.JAIRTRAMAN.2016.04.001>
- Wanke, P., Pestana Barros, C., & Chen, Z. (2015). An analysis of Asian airlines efficiency with two-stage TOPSIS and MCMC generalized linear mixed models. *International Journal of Production Economics*, 169, 110–126. <https://doi.org/10.1016/J.IJPE.2015.07.028>
- Wing Chow, C. K. (2010). Measuring the productivity changes of Chinese airlines: The impact of the entries of non-state-owned carriers. *Journal of Air Transport Management*, 16(6), 320–324. <https://doi.org/10.1016/J.JAIRTRAMAN.2010.04.001>
- Wu, W.-Y., & Liao, Y.-K. (2014). A balanced scorecard envelopment approach to assess airlines' performance. *Industrial Management & Data Systems*, 114(1), 123–143. <https://doi.org/10.1108/IMDS-03-2013-0135>
- Xu, Y., Park, Y. S., Park, J. D., & Cho, W. (2021). Evaluating the environmental efficiency of the U.S. airline industry using a directional distance function DEA approach. *Journal of Management Analytics*, 8(1), 1–18. <https://doi.org/10.1080/23270012.2020.1832925>
- Yen, B. T. H., & Li, J. S. (2022). Route-based performance evaluation for airlines – A metafrontier data envelopment analysis approach. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 162. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2022.102748>