



## EFFICIENCY MEASUREMENT AT AIRLINE CITY-PAIR MARKETS WITH DATA ENVELOPMENT ANALYSIS AND MALMQUIST PRODUCTIVITY INDEX

DOI: 10.17261/Pressacademia.2018.886

PAP- V.7-2018(39)-p.228-232

Mehmet Yasar<sup>1</sup>, Veysi Asker<sup>2</sup>, Emircan Ozdemir<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Anadolu University, Faculty of Aeronautics and Astronautics, Eskisehir, Turkey.

[mehmet\\_yasar@anadolu.edu.tr](mailto:mehmet_yasar@anadolu.edu.tr), ORCID: 0000-0001-7237-4069

<sup>2</sup>Anadolu University, Faculty of Aeronautics and Astronautics, Eskisehir, Turkey.

[veysiasker@anadolu.edu.tr](mailto:veysiasker@anadolu.edu.tr), ORCID: 0000-0002-8969-7822

<sup>3</sup>Anadolu University, Faculty of Aeronautics and Astronautics, Eskisehir, Turkey.

[emircanozdemir@anadolu.edu.tr](mailto:emircanozdemir@anadolu.edu.tr), ORCID: 0000-0002-1383-4712

### To cite this document

Yasar, M., Asker, V., Ozdemir, E. (2018). Efficiency measurement at city-pair markets with data envelopment analysis and Malmquist productivity index. PressAcademia Procedia (PAP), V.7, p.228-232.

Permant link to this document: <http://doi.org/10.17261/Pressacademia.2018.886>

Copyright: Published by PressAcademia and limited licenced re-use rights only.

### ABSTRACT

**Purpose-** The aim of this study is to reveal the efficiency ratings of airline city pairs markets. In this context, data envelopment analysis and Malmquist Total Factor Efficiency Indexes are used for efficiency measurement.

**Methodology-** The biggest 16 city-pair markets in terms of the passengers revenue traffic were included in the analysis between the years 2015-2017. Passengers revenue traffic and load factor as output variables under analysis; variables such as the number of available seats, the number of flights were used as input variables.

**Findings-** According to the results of the data envelopment analysis, Athens, Newyork, Berlin and Tehran markets are effective and others are not effective.

**Conclusion-** According to the results of the total factor productivity index, it is seen that THY has increased its effectiveness in Tel Aviv, Frankfurt and Stuttgart markets. The findings of this study are thought to lead to stakeholders in the airline sector.

**Keywords:** Data envelopment analysis, total factor productivity index, efficiency measurement, city-pair markets, airlines.

**JEL Codes:** C80, L91, L93

## HAVAYOLU ŞEHİR ÇİFTİ PAZARLARINDA VERİ ZARFLAMA ANALİZİ VE MALMQUIST TOPLAM FAKTÖR VERİMLİLİĞİ ENDEKSİ YÖNTEMLERİYLE ETKİNLİK ÖLÇÜMÜ

### ÖZET

**Amaç-** Bu çalışmanın amacı havayolu şehir çifti pazarlarının etkinlik derecelerinin ortaya çıkarılmasıdır. Bu kapsamda etkinlik ölçümü için bu alanda yaygın olarak kullanılan yöntemlerden veri zarflama analizi ve Malmquist Toplam Faktör Verimliliği Endeksleri kullanılmıştır.

**Yöntem-** 2015-2017 yılları arasında Türkiye çıkışlı destinasyonların oluşturmuş olduğu dış hat şehir çifti pazarları içerisinde taşınan yolcu sayısı bakımından en büyük 16 şehir çifti pazarı analize dâhil edilmiştir. Analiz kapsamında çıktı değişkeni olarak taşınan yolcu sayısı ve doluluk oranı; girdi değişkenleri olarak ise arz edilen koltuk sayısı, ilgili hatta gerçekleştirilen uçuş sayısı gibi değişkenler kullanılmıştır.

**Bulgular-** Veri zarflama analizinin sonuçlarına göre Atina, New York, Berlin ve Tahran hatlarının etkin olduğu ve diğerlerinin etkinlik sınırına ulaşamadığı görülmektedir.

**Sonuç-** Toplam faktör verimliliği endeksi sonuçlarına göre ise Tel Aviv, Frankfurt ve Stuttgart hatlarında THY'nin etkinliğini artırdığı görülmektedir. Bu çalışmanın sonucunda elde edilen bulguların havayolu sektöründeki paydaşlara yol göstereceği düşünülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Veri zarflama analizi, toplam faktör verimliliği endeksi, etkinlik ölçümü, şehir çifti pazarları, havayolu işletmeleri.

**JEL Kodları:** C80, L91, L93

## 1. GİRİŞ

Havayolu taşımacılığı endüstrisi sunmuş olduğu hızlı yer değiştirme hizmeti nedeniyle kullanıcılarına zaman ve yer faydası sağlamaktadır. Ayrıca gelişmişlik düzeyinin artmasıyla beraber sivil hava taşımacılığı yolcu ve kargo taşımada en etkili yol olmuştur (Shao ve Sun, 2016: 67). İlk zamanlar devlet kontrolünde sağlanan söz konusu hizmet ABD’de başlayan serbestleşme hareketleri doğrultusunda dünya geneline dalga dalga yayılmış ve ticari havayolu taşımacılığı havayolları tarafından serbestçe yapılabilir hale gelmiştir. Ülkemiz genelinde de önceleri ekonomik düzenlemeler açısından oldukça sıkı olan havayolu taşımacılığı belirli adımların ardından -halen ufak tefek bazı kısıtlar olsa da- günümüzdeki liberal haline evrilmiştir.

Ülkemizdeki rakamlar incelendiğinde 1980 yılında yaklaşık 1,8 milyon olan dış hat yolcu sayısı 1983 serbestleşmesinin ardından 1990'lara gelindiğinde 8,2 milyon olarak gerçekleşmiş; 2003 iç hat serbestleşmesinin ardından ise 2010 yılında 52,1 milyon olmuştur (Bakırcı, 2012: 350). Ayrıca iç ve dış hatlarda faaliyet gösteren havayolu işletmelerinin sayısı da artmış ve gerek iç hatlarda gerekse dış hatlarda uçulan destinasyon sayısı açısından önceki yıllara göre büyük artışlar gerçekleşmiştir (Yaşar ve Gere, 2018: 177). Endüstrinin tüm bileşenleri açısından artışların gözlemlendiği bu sektörde akıllara yapılan işin bir diğer ifade ile havayolu taşımacılığı hizmetinin etkin bir şekilde gerçekleştirilip gerçekleştirilmediği sorusu gelmektedir. Öyle ki söz konusu artışlar var olan kapasitenin kullanım dereceleri hakkında paydaşlara tam bir bilgi vermemektedir. Taşınan yolcu sayıları çok kısıtlı bir kapasite ile gerçekleştirilmiş olabileceği gibi çok fazla kapasite kullanılarak da gerçekleştirilmiş olabilir. Bu noktada havayolu işletmelerinin etkinlik derecelerinin değerlendirilmesi gereği karşımıza çıkmaktadır.

Bu çalışmanın amacı havayolu işletmelerinin etkinlik derecelerinin hat bazında değerlendirilmesidir. Bu kapsamda Türk Hava Yolları (THY)'nin 2015-2017 dönemini kapsayan ve yolcu sayısı bakımından en büyük 16 hattı karar verme birimi olarak seçilmiş ve söz konusu hatların etkinlik dereceleri Veri Zarflama Analizi ve Malmquist Toplam Faktör Verimliliği Endeksi ile belirlenmiştir.

## 2. LİTERATÜR İNCELEMESİ

Alan yazında havayolu işletmelerinin etkinlik değerlemelerinin yapıldığı birçok çalışmaya rastlamak mümkündür. Bunlardan bir kısmı havayolu işletmelerinin bir bütün olarak etkinliği üzerinde durmuş; bazıları ise havayolu işletmelerinin faaliyet gösterdiği hatlar üzerinde etkinlik değerlendirmesi yapmıştır. Bir diğer ifade ile karar verme birimleri bazı çalışmalarda havayolu işletmelerinin kendisi olmuş, bazıları ise faaliyet gösterilen uçuş hatları olmuştur.

Karar verme birimi olarak havayolu işletmesinin kendisinin seçildiği çalışmalardan Barros ve Peypoch (2009) Avrupalı taşıyıcıların operasyonel performansını değerlendirmiştir. Araştırma kapsamında içlerinde Türk Hava Yollarının da bulunduğu 27 havayolu işletmesinin 2000-2005 yılları arasındaki etkinlik değerleri Veri Zarflama Analizi (VZA) ile belirlenmiş ve ardından etkinliğin öncülleri olarak karşımıza çıkan bazı değişkenler regresyon analizi ile belirlemiştir. Havayolu işletmelerinde etkinliğin belirlendiği bir diğer çalışma ise Jain ve Natarajan (2015) tarafından Hindistan'daki havayolu işletmeleri üzerinde gerçekleştirilmiştir. Yazarlar VZA ile 2006-2010 yılları arasında 2 girdi (Toplam Arz Edilen Ton-Km ve İşletim Maliyetleri) ve 2 çıktı (Ücretli Yolcu-Km ve Yolcu Dışı Gelirler) kullanarak analizleri gerçekleştirmişlerdir. Yapılan analizler sonucunda düşük maliyetli havayolu işletmelerinin geleneksel havayolu işletmelerine göre daha etkin ve havayolu işletmelerinin büyüklüklerinin etkinlik üzerinde etkili olduğu bulguları elde edilmiştir. Barbot ve arkadaşları (2008) ise farklı bölgelerden 49 havayolu işletmesini karar verme birimi olarak ele almış ve söz konusu havayolu işletmelerinin etkinlik derecelerini VZA ve Toplam Faktör Verimliliği (TFV) ile değerlendirmişlerdir. Araştırma sonucunda düşük maliyetli taşıyıcıların geleneksel taşıyıcılara göre daha etkin olduğunu, etkinlik değerlerinin coğrafi bölgelere göre farklılık gösterdiği gibi bulgulara ulaşılmıştır. Arjomandi ve Seufert (2014) ise yapılan diğer çalışmalardan farklı olarak havayolu işletmelerinin teknik ve çevresel performansını değerlendirmişlerdir. 2007-2010 dönemini kapsayan çalışma kapsamında 6 farklı bölgeden içerisinde hem düşük maliyetli hem de geleneksel havayolu işletmelerinin bulunduğu 48 havayolu VZA ile değerlendirilmiştir. Araştırma sonucunda teknik olarak etkin havayolu işletmeleri Çin ve Kuzey Asya ülkelerindeki havayollarıyken; çevresel etkinlik düzeyi en yüksek olanlar Avrupalı taşıyıcılar olarak karşımıza çıkmaktadır. Farklı bölgelerden 11 havayolu işletmesini çalışma kapsamına alan Asker (2017) havayolu işletmelerinin etkinlik olma durumlarını incelemiş ve CCR modeline göre 7, BCC modeline göre ise 8 havayolu işletmesinin etkin olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Karar verme birimi olarak hatların seçilmiş olduğu çalışmalara bakıldığında Chiou ve Chen (2006)'in Tayvan'daki yerel bir taşıyıcının faaliyet gösterdiği 15 uçuş hattında yapmış olduğu çalışmada VZA kullanılmıştır. Analiz sonucunda 3 girdi değişkeni ile iki üretim değişkeni ve 3 hizmet değişkeni regresyon analizi için kullanılmış ve bulgular 10 hattın görece maliyet etkin, 4 hattın ise hizmet etkin hatlar olduğunu ortaya çıkarmıştır. Shao ve Sun (2016) Çin'deki 477 uçuş hattı üzerinde ağ VZA ile yaptıkları çalışmalarında yük taşıma etkinliğinin yolcu taşıma etkinliğinden düşük olduğu ve birçok uçuş hattına sahip havaalanlarının yüksek etkinlik değerlerine sahip olduğu sonuçlarına ulaşmışlardır.

## 3. VERİ VE YÖNTEM

Veri zarflama analizi (VZA), ilk olarak Charnes, Cooper ve Rhodes (1978) tarafından ürettikleri mal veya hizmet açısından birbirlerine benzer ekonomik karar verme birimlerinin göreceli etkinliklerinin ölçülmesi amacı ile geliştirilmiş olan parametrik olmayan bir yöntemdir. VZA, statik bir analiz şekli olup, tek bir dönemde karar birimlerinin verilerini kullanarak bir yatay kesit analizi yapar (Kula, Kandemir ve Özdemir, 2009: 191).

Analizin temelinde benzer türden karar verme birimlerinin üretim etkinliklerinin değerlendirilmesi yer almaktadır. Burada benzer türden olarak ifade edilen durum, karar verme birimlerinin hedefe yönelik benzer işlevler göstermesi, aynı pazar şartlarında yer alması ve birimlerin verimliliklerini nitelendiren etmenlerin aynı olmasıdır.

VZA'nın iki temel modeli bulunmaktadır. Bunlar Charnes-Cooper-Rhodes Modeli (CCR) Modeli ve Banker-Charnes-Cooper Modeli (BCC)'dir. CCR modeli girdiye yönelik olup, belirli bir çıktı bileşimi için en uygun girdi bileşimini araştırır. BCC modeli ise çıktıya yönelik olup, belirli bir girdi bileşiminden ne kadar çok çıktı bileşiminin sağlanabileceğini araştırır (Akyüz, Yıldız ve Kaya, 2013: 118).

CCR-VZA modelinin Ölçeğe Göre Sabit Getiri (ÖGSG) varsayımı altında doğrusal programlama mantığı ile gösterimi aşağıdaki gibidir.

Amaç fonksiyonu:

$$ENB \theta_k = \sum_{r=1}^s u_r y_{rk} \quad (1)$$

Kısıtlar:

$$\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \leq 0 \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^m v_i x_{i0} = 1 \quad (3)$$

$$v_i \geq 0 \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (4)$$

$$u_r \geq 0 \quad r = 1, 2, \dots, s \quad (5)$$

$x_{ij}$ : j. karar birimi tarafından kullanılan i. girdi miktarı

$y_{rj}$ : j. karar birimi tarafından üretilen r. çıktı miktarı

$x_i$ : Etkinliği araştırılan karar biriminin kullandığı i. girdi miktarı

$y_j$ : Etkinliği araştırılan karar biriminin ürettiği j. çıktı miktarı

$v_i$ : Karar biriminin i. girdiye verdiği ağırlık

$u_r$ : Karar biriminin r. çıktıya verdiği ağırlık

Gerek girdi odaklı gerekse çıktı odaklı olsun, eğer bir karar verici karar noktalarının etkinliklerine CCR yöntemiyle karar veriyorsa modelin bütün karar noktaları için uygulaması gerekir. Kurulan bu model bütün karar noktaları için çözüldüğünde ise her bir karar noktası için toplam etkinlik ölçütleri meydana gelmektedir.

Malmquist toplam faktör verimliliği endeksi ise panel veri kullanılarak üretkenliğin zaman boyutunda gelişimini ölçmek ve nedenlerini incelemek amacıyla kullanılan bir yöntemdir. Malmquist Toplam Faktör Verimliliği (MTFV) endeksi, ortak teknolojiyi göre her bir veri noktasının farklarının oranlarını hesaplayarak, iki veri noktası arasındaki toplam faktör verimliliğindeki değişmeyi ölçer. Bu ölçüm için uzaklık fonksiyonu kullanılır (Kula, Kandemir, Özdemir, 2009: 193). Uzaklık fonksiyonu aşağıda yer almaktadır:

$$D_0^s(x, y) = \min\{\delta : (y/\delta) \in S\} \quad (6)$$

Uzaklık fonksiyonu çıktıya göre olup, x ile üretililecek y'lerin kümesini S ile göstermektedir.

MTFV değişimi indeksi ÖGSG varsayımıyla aşağıdaki notasyon ile ifade edilmektedir (Fare ve diğerleri, 1994: 69):

$$M_0(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t) = \sqrt{\left(\frac{D_0^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_0^t(x^t, y^t)}\right) \left(\frac{D_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_0^{t+1}(x^t, y^t)}\right)} \quad (7)$$

MTFV değişimi endeksinin hesaplanmasına yönelik yukarıda verilen notasyon ile etkinlik değişimi ve teknolojik değişim açıklanmaktadır. Etkinlik değişimi ise ölçeğe göre değişken getiri varsayımı altında saf teknik etkinlik değişimi ve ölçek etkinlik değişiminin çarpımına eşit olmaktadır.

Bu çalışmada THY'nin 2015-2017 yılları arasında ait pazar verileri Uluslararası Sivil Havacılık Organizasyon (ICAO) tarafından sağlanan veritabanından elde edilmiştir. Türkiye çıkışlı destinasyonların oluşturmuş olduğu dış hat şehir çifti pazarları içerisinde taşınan yolcu sayısı bakımından en büyük 16 şehir çifti pazarı analize dâhil edilmiştir. Pazarların etkinliklerinin değerlendirilmesine yönelik yıl bazlı olarak VZA analizi uygulanmıştır. 3 yıllık verilerin değişimine yönelik ise MTFV değişim indeksine bakılmıştır.

#### 4. BULGULAR

Veri zarflama analizinin çıktı odaklı CCR ve BCC modeline göre yapılan etkinlik ölçümü sonucunda Türk Hava Yolları işletmesinin 2015-2017 yılları arasındaki etkinlik ölçümü gerçekleştirilmiştir. Etkinlik değişimin ortaya konulması amacı ile Malmquist Toplam Faktör verimliliği endeksi kullanılmıştır.

**Tablo 1: Analize Dâhil Olan Hatların Çıktı Odaklı CCR ve BCC Modeli İle Etkinlik Değerleri (2015-2017)**

Hatlar İstanbul'dan	Çıktı Odaklı CCR Modeli			Çıktı Odaklı BCC modeli			Ölçek Etkinliği		
	2015	2016	2017	2015	2016	2017	2015	2016	2017
Londra (UK)	0.915	0.907	0.943	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	0.915	0.907	0.943
Tel aviv (İsrail)	0.872	0.876	0.877	0.938	0.954	0.928	0.930	0.918	0.945
Ercan (Kıbrıs)	<b>1.000</b>	0.966	0.941	<b>1.000</b>	0.994	0.974	<b>1.000</b>	0.971	0.966
Paris (Fransa)	0.912	0.933	0.929	0.935	0.977	0.961	0.976	0.955	0.967
Amsterdam (Hollanda)	0.904	0.889	0.928	0.904	0.913	0.949	0.999	0.974	0.978
Frankfurt (Almanya)	0.896	0.919	0.950	0.901	0.953	0.968	0.994	0.965	0.981
Tahran (İran)	0.956	0.877	0.883	0.956	0.905	0.904	<b>1.000</b>	0.970	0.976
Dusseldorf (Almanya)	0.959	0.931	0.905	0.96	0.954	0.922	0.999	0.975	0.982
Berlin (Almanya)	0.942	0.876	0.918	0.942	0.901	0.929	<b>1.000</b>	0.972	0.988
New york (ABD)	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>
Münih (Almanya)	0.956	0.850	0.903	0.965	0.871	0.908	0.991	0.976	0.995

Viyana (Avusturya)	0.865	0.851	0.846	0.866	0.854	0.851	0.999	0.998	0.993
Stuttgart (Almanya)	0.922	0.919	0.949	<b>1.000</b>	0.924	0.951	0.922	0.999	0.997
Brüksel (Belçika)	0.886	0.919	0.878	0.888	0.925	0.878	0.998	0.999	1.000
Atina (Yunanistan)	0.886	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	0.887	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	0.999	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>
Milan (İtalya)	0.857	0.811	0.756	0.858	0.816	0.760	0.999	0.998	0.994

Tablo 1'e göre 2015 yılında veri zarflama analizinin çıktı odaklı CCR ve BCC modellerine göre yapılan etkinlik ölçümü sonucunda Türk Hava Yolları işletmesinin faaliyet göstermiş olduğu ilgili hatlar içerisinde sadece Kıbrıs'a ve New York'a yapmış olduğu uçuşlarda belirli bir etkinliğe ulaştığı söylenebilmektedir. Diğer hatlarda ise etkinlik sınırına ulaşamamıştır. Ancak İran ve Berlin uçuşlarında ölçek açısından etkinlik sınırına ulaşabilmektedir. VZA ile 2016 yılında yapılan etkinlik ölçümüne göre sadece New York ve Atina Hatlarının etkin çıktığı diğer hatların ise etkin çıkmadıkları görülmüştür. Yalnız 2015 yılında olduğu gibi Londra hattının çıktı odaklı BCC modeline göre etkin çıktığı tespit edilmiştir. 2017 yılında VZA ile yapılan etkinlik ölçümünde THY'nin sadece Atina ve New York hatlarında etkin olduğu diğer hatlarda ise etkinlik değerinin altında kaldığı görülmüştür. Çıktı odaklı BCC modeline göre ise Londra hattının etkin çıktığı görülmüştür.

**Tablo 2: Malmquist TFV Endeksi (2016-2015)**

Hatlar İstanbul'dan	Etkinlik değişimi			Teknolojik Değişim			Saf etkinlik değişimi			Ölçek Etkinliği Değişimi			Toplam faktör verimliliğindeki değişim		
	2016/2015	2017/2016	2017/2015	2016/2015	2017/2016	2017/2015	2016/2015	2017/2016	2017/2015	2016/2015	2017/2016	2017/2015	2016/2015	2017/2016	2017/2015
Londra (UK)	0.991	<b>1.041</b>	<b>1.015</b>	0.982	1.022	1.002	1.000	1.000	1.000	0.991	1.041	1.015	0.973	1.063	1.017
Tel aviv (İsrail)	<b>1.004</b>	<b>1.002</b>	<b>1.003</b>	0.982	1.022	1.002	1.021	0.974	0.997	0.984	1.029	1.006	0.986	1.024	1.005
Ercan (Kıbrıs)	0.966	0.974	0.970	0.889	1.022	0.953	0.993	0.979	0.986	0.972	0.995	0.984	0.859	0.995	0.925
Paris (Fransa)	<b>1.023</b>	0.996	<b>1.009</b>	0.982	1.022	1.002	1.055	0.984	1.019	0.969	1.012	0.991	1.004	1.018	1.011
Amsterdam (Hollanda)	0.983	<b>1.044</b>	<b>1.013</b>	0.931	1.022	0.976	0.967	1.053	1.009	1.017	0.992	1.004	0.916	1.067	0.989
Frankfurt (Almanya)	<b>1.026</b>	<b>1.033</b>	<b>1.030</b>	0.963	1.022	0.992	1.048	1.021	1.034	0.979	1.012	0.995	0.988	1.056	1.021
Tahran (İran)	0.918	<b>1.006</b>	0.961	0.923	1.022	0.971	0.919	1.009	0.963	0.998	0.997	0.998	0.847	1.028	0.933
Dusseldorf (Almanya)	0.970	0.973	0.971	0.94	1.022	0.980	0.982	0.967	0.975	0.988	1.006	0.997	0.912	0.994	0.952
Berlin (Almanya)	0.929	<b>1.049</b>	0.987	0.922	1.022	0.971	0.929	1.043	0.984	1.000	1.005	1.003	0.857	1.072	0.958
New york (ABD)	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	0.937	1.057	0.995	<b>1.000</b>	1.000	1.000	<b>1.000</b>	1.000	1.000	0.937	1.057	0.995
Münih (Almanya)	0.889	<b>1.062</b>	0.972	0.894	1.023	0.956	0.864	1.079	0.966	1.029	0.984	1.006	0.795	1.086	0.929
Viyana (Avusturya)	0.984	0.993	0.989	0.898	1.029	0.961	0.96	0.967	0.963	1.025	1.027	1.026	0.884	1.021	0.950
Stuttgart (Almanya)	<b>1.001</b>	<b>1.027</b>	<b>1.014</b>	0.860	1.075	0.961	0.954	1.020	0.987	1.049	1.007	1.028	0.861	1.104	0.975
Brüksel (Belçika)	<b>1.043</b>	0.95	0.995	0.873	1.075	0.969	1.006	0.973	0.99	1.036	0.976	1.006	0.911	1.021	0.964
Atina (Yunanistan)	<b>1.128</b>	1.000	<b>1.062</b>	0.864	1.068	0.961	1.046	1.000	1.023	1.078	1.000	1.038	0.975	1.068	1.021
Milan (İtalya)	0.950	0.928	0.939	0.883	1.055	0.965	0.931	0.975	0.953	1.020	0.952	0.985	0.838	0.979	0.906

Tablo 2'ye bakıldığında THY'nin faaliyet göstermiş olduğu ilgili hatlarda 2016-2015 döneminde Tel Aviv, Paris, Frankfurt, Stuttgart, Bürüksel ve Atina hatlarında etkinliğini arttırdığı görülmektedir. Diğer hatlarda ise etkinlik değerlerinin düştüğü görülmektedir. New York hattında ise etkinlik değişiminin olmadığı tespit edilmiştir. Teknolojik değişim açısından ise tüm hatların etkinliklerinin düştüğü görülmüştür. THY'nin 2017-2016 döneminde Londra, Tel Aviv, Amsterdam, Frankfurt, Tahran, Berlin, Münih, Stuttgart hatlarında etkinlik değişiminde artış olduğu diğer hatlarda ise bir azalış olduğu tespit edilmiştir. Toplam faktör verimliliği açısından ise ilgili hatların büyük bir kısmında verimlilik artışı olduğu görülmektedir. 2017-15 karşılaştırmasında THY'nin faaliyet göstermiş olduğu ilgili hatlarda Londra, Tel Aviv, Paris, Amsterdam, Frankfurt, Stuttgart ve Atina Hatlarında etkinlik değişiminin pozitif yönde olduğu diğer hatlarda ise etkinlik değişiminin negatif yönde olduğu görülmüştür. New York hattında 2015 ve 2016 yıllarında olduğu gibi etkinlik değişiminin olmadığı tespit edilmiştir.

## 5. SONUÇ

Bu çalışmada, Türk Hava Yolları işletmesinin faaliyet göstermiş olduğu en yoğun 16 hattın 2015-2017 yılları arasındaki etkinliği veri zarflama analizinin çıktı odaklı CCR ve BCC modellerine göre ölçülmüştür. Etkinlik ve verimlilik değişiminin ortaya konması amacı ile malmquist toplam faktör verimliliği endeksi kullanılmıştır. Analiz sonucunda THY'nin faaliyet göstermiş olduğu ilgili hatların büyük bir kısmının etkin olmadığı görülmüştür. Ancak toplam faktör verimliliği açısından ilgili hatlardaki etkinlik durumunun pozitif yönde artış gösterdiği tespit edilmiştir. Ancak bu durumun yine de yeterli olmadığı düşünülmektedir. İlerleyen çalışmalarda hat sayısı, girdi ve çıktı sayısı artırılarak daha ayrıntılı sonuçlar elde edilebileceği düşünülmektedir.

## KAYNAKLAR

- Akyüz, Y., Yıldız, F., Kaya, Z. (2013). Veri Zarflama Analizi (VZA) Malmquist Endeksi ile toplam faktör verimlilik ölçümü BİST'te işlem gören mevduat bankaları üzerine bir uygulama. Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 27(4), 110-130.
- Arjomandi, A., Seufert, J. H. (2014). An evaluation of the world's major airlines' technical and environmental performance. Economic Modelling, 41, 133-144.
- Asker, V. (2017). Seçilmiş havayolu işletmelerinde Veri Zarflama Analizi ile etkinlik ölçümü. V.Anadolu International Congress in Economics.
- Bakırcı, M. (2012). Ulaşım coğrafyası açısından Türkiye'de havayolu ulaşımının tarihsel gelişimi ve mevcut yapısı. Marmara Coğrafya Dergisi, 25, 340-377.
- Barbot, C., Costa, Á., Sochirca, E. (2008). Airlines performance in the new market context: a comparative productivity and efficiency analysis. Journal of Air Transport Management, 14(5), 270-274.
- Barros, C. P., Peypoch, N. (2009). An evaluation of European airlines' operational performance. International Journal of Production Economics, 122(2), 525-533.
- Charnes, A., Cooper, W. W., Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. European journal of operational research, 2(6), 429-444.
- 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.
- Fare, R., Grosskopf, S., Norris, M., Zhang Z., (1994). Productivity growth, technical progress, and efficiency change in industrialized countries. The American Economic Review, 84 (1): 66-83.
- Jain, R. K., Natarajan, R. (2015). A DEA study of airlines in India. Asia Pacific Management Review, 20(4), 285-292.
- Kula, V., Kandemir, T., Özdemir, L. (2009). VZA Malmquist toplam faktör verimlilik ölçüsü: İMKB'ye koteli çimento şirketleri üzerine bir araştırma. Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi, 9 (17), 186-202.
- 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.
- Yaşar, M., Gerede, E. (2018). Türkiye havayolu iç hat şehir çiftlerindeki pazar yapılarının piyasa yoğunlaşması ölçütleri ile belirlenmesi. Yönetim ve Ekonomi, 25(1), 171-197.