



FAREPRIMONT VE MALMQUIST VERİMLİLİK ENDEKSLERİ İLE TÜRK HAVALİMANLARININ ETKİNLİKLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Comparison of Turkish Airports Efficiency with FarePrimont and Malmquist Productivity Index

Arş.Gör. Erdinç KOÇ
Bingöl Üniversitesi, ekoc@bingol.edu.tr
Yrd.Doç.Dr. Hatice ÇALIPINAR

Hacettepe Üniversitesi, İşletme Bölümü, chatice@hacettepe.edu.tr

Koç, E. & Çalıpınar, H. (2017), Fareprimont ve Malmquist Verimlilik Endeksleri ile Türk Havalimanlarının Etkinliklerinin Karşılaştırılması, International Journal of Academic Value Studies, Vol: 3, Issue:8; pp:77-87 (ISSN:2149-8598)

ARTICLE INFO

Article History

Makale Geliş Tarihi
Article Arrival Date
17/01/2017
Makale Yayınlanma Tarihi
The Published Date
31/01/2017

Anahtar Kelimeler

FarePrimont Endeksi,
Malmquist Endeksi,
Toplam Faktör Verimliliği

Keywords

FarePrimont Index,
Malmquist Index, Total
Factor Productivity

JEL Kodları: D24

ÖZ

Hava yolu taşımacılığı sektörünün gün geçtikçe artan ivme ile büyümesi mevcut havalimanlarının daha etkin çalışmasını gerektirmektedir. Birden fazla girdi ile birden fazla çıktının olduğu sistemlerin etkinliğini ölçmede kullanılan veri zarflama analizi ve stokastik sınır analizi bu bağlamda havalimanlarında da literatürde çokça kullanılmıştır (Gillen ve Lall,1997: Düzakın ve Güçray, 2001: Carlsson,2002: Kamp, 2005: Lin ve Hong, 2006: Barros ve Dieke, 2007: Maligheti vd, 2008). Bu çalışmada 2011-2014 yılları arasındaki veriler dikkate alınarak 38 havalimanının etkinlikleri FarePrimont ve Malmquist endeksleri ile değerlendirilmiştir.

FarePrimont analizi türk havalimanlarında bu çalışma ile ilk defa uygulanacak olup sonuçlar Malmquist verimlilik endeksi ile karşılaştırılarak verilmiştir. Malmquist verimlilik endeksi veri zarflama analizinin toplam faktör verimliliği, teknik değişim, teknik etkinlik değişimi, saf etkinlik değişimi ve ölçek etkinlik değişimi gibi endeksleri panel datalara uygulanma biçimidir. Çalışma sonuçları Malmquist toplam faktör verimliliği endeksi ile birlikte FarePrimont toplam faktör verimliliği endeksinin 2011-2014 yılları arasında toplam faktör verimliliği olarak en büyük artışın Isparta Süleyman Demirel Havalimanında, en fazla düşüşün ise Tekirdağ Çorlu havalimanı ve Çanakkale havalimanında olduğunu göstermektedir.

ABSTRACT

The growth of the air transportation sector with ever-increasing momentum requires the existing airports to operate more efficiently. Data envelopment analysis and stochastic boundary analysis, which are used to measure the efficiency of systems with multiple inputs and multiple outputs, have been used extensively in the literature in airports (Gillen and Lall,1997: Düzakın and Güçray, 2001: Carlsson, 2002: Kamp, 2005: Lin and Hong, 2006: Barros and Dieke, 2007: Maligheti etc, 2008). In this study, the efficiencies of 38 airports were evaluated with the FarePrimont and Malmquist indices considering the data for 2011-2014. FarePrimont analysis will be applied for the first time in Turkish airports with the results compared with the Malmquist productivity index. Malmquist productivity index which are applied panel data indices such as total factor productivity, technical change, technical efficiency change, pure efficiency change and scale efficiency change. According to the results of the study, the Malmquist total factor productivity index and the FarePrimont total factor productivity index are the biggest increases in total factor productivity between 2011-2014 in Isparta Süleyman Demirel Airport and the most decrease is in Tekirdag Corlu airport and Çanakkale airport.

1. GİRİŞ

Havayolu taşımacılığı endüstrisi, 1970'lerin sonunda hava taşımacılığının serbestleştirilmesinden bu yana gün geçtikçe gelişmektedir (Pathomsiri vd., 2008). Dünya hava yolu taşımacılığı istatistiklerine göre 2014 yılında 2 milyar insan yurtiçi olmak üzere

toplamda 3,3 milyar insan havayolu taşımacılığını kullanmıştır. 2015 yılında ise % 6,7'lik bir artışla bu sayı 3,5 milyar insana ulaşmıştır (IATA,2015). Uluslararası Hava Taşımacılığı Birliği (IATA) verilerine göre dünya havayolu endüstrisinin 2004 yılı geliri 379 milyar dolar iken 2014 yılında 758 milyar dolara çıkmıştır. Aynı zamanda sektör 2014 yılı baz alındığında 58 milyon insana istihdam sağlamaktadır. Türkiye'de ise 2003 yılında 65 bin olan toplam istihdam sayısı 2013 yılı sonunda 180 bini geçmiştir. Dünya gayri safi yurtiçi hâsıla büyüme oranı % 2,6 ve dünya ticaret hacmi büyüme oranı % 3 iken IATA 2015 yılı için küresel havayolu trafiğinde % 7'lik ve gelirden ise % 4,3'lük bir büyüme beklemektedir. Belirtilen rakamlar havayolu taşımacılığı endüstrisinin sektörel büyüklüğünün önemini açıkça ifade etmektedir. Hava yolu taşımacılığı sektörünün gün geçtikçe artan ivme ile büyümesi mevcut havalimanlarının daha etkin çalışmasını gerektirmektedir. Çünkü havalimanları havayolu ve karayolu taşımacılığı arasında yolcu ve yük taşımacılığını kolaylaştırmak için farklı unsurların ve etkinliklerin biraraya geldiği yerlerdir (Curi vd., 2010).

Birden fazla girdi ile birden fazla çıktının olduğu sistemlerin etkinliğini ölçmede kullanılan Veri Zarflama Analizi bu bağlamda havalimanlarının etkinliği ve verimliliği üzerine olan literatürde sıkça kullanılmıştır (Gillen ve Lall,1997: Düzakın ve Güçray, 2001: Carlsson,2002: Kamp, 2005: Lin ve Hong: 2006: Barros ve Dieke: 2007, Maligheti vd, 2008). Bu çalışmada ise yapılan çalışmalardan farklı olarak Türk havalimanlarının etkinliği FarePrimont ve Malmquist endeksi ile ilk defa karşılaştırılmıştır. Bu çalışma dört bölümden oluşmaktadır. Çalışmanın ilk bölümünde havalimanlarının etkinliklerin incelendiği literatür araştırması yapılmıştır. Çalışmanın ikinci bölümü olan yöntem kısmında ise Malmquist toplam faktör verimliliği endeksi ile FarePrimont toplam faktör verimliliği endeksi teorik olarak açıklanmış ve denklemler ile ifade edilmiştir. Çalışmanın üçüncü bölümü olan uygulama aşamasında ise 2011-2014 yılları arasında Türkiye'de bulunan 38 havalimanı etkinlikleri ve verimlilik değişimleri bazında karşılaştırılmıştır. Çalışma genel bir değerlendirmenin yapıldığı sonuç bölümü ile tamamlanmaktadır.

2. LİTERATÜR

Havayolu taşımacılığına olan talebin gün geçtikçe artması havalimanlarının da verimliliği üzerinde baskı oluşturmaktadır. Ayrıca havalimanların bölgesel katkı düzeylerinin yanı sıra küresel tedarik zinciri içerisindeki önemi de dikkate alındığında havalimanlarının etkinliği ve verimliliği üzerine yapılan çokça çalışmayı gerektirmektedir. Yapılan çalışmalar farklı yöntemler kullanarak gerek ulusal gerekse de uluslararası havalimanlarının etkinlik ve verimliliklerini değerlendirmiştir. Havalimanları niteliği gereği birden fazla girdi ile birden fazla çıktının meydana geldiği sistemlerdir. Daha önceki çalışmalar da havalimanlarının bu özelliği dolayısıyla genellikle veri zarflama analizi ekseninde olmuştur.

Gillen ve Lall (1997) 1989-1993 yılları arasında faaliyet gösteren 21 Amerikan Havalimanını öncelikle veri zarflama analizi BCC yöntemini kullanarak değerlendirmiştir. İkinci aşamada ise çevresel, yapısal ve yönetsel değişkenleri içerisine alan tobit regresyon modeli uygulanmıştır. Çalışmada havalimanlarının terminal ve hava tarafı olmak üzere iki ayrı tür hizmet sınıfı olduğu öngörülerek her hizmet sınıfı için ayrı girdi ve çıktı değişkenleri belirlenmiştir. Terminal hizmetleri iki çıktı ve altı girdi ile veri zarflama analizinde tanımlanmaya çalışılırken hava tarafı hizmetleri ise iki çıktı ve dört girdi ile tanımlanmıştır. Çalışma sonuçlarına göre hava tarafının etkinliği transfer işlemleriyle terminal hizmetlerinin etkinliği ise kapı sayısının arttırılmasıyla gerçekleştirilebilir. Martin ve Roman, (2001), 1997 yılı verilerini dikkate alarak 37 İspanyol havalimanının etkinliğini çıktı yönelimli veri zarflama analizi ile incelemiştir. Çalışma bulgularına göre 37 havalimanından CRS yöntemine göre 8'i, VRS yöntemine göre ise 13'ünün etkin olduğu gözlemlenmiştir. Ölçek etkinliğine göre yine 37 havalimanından 8'inin etkin olduğu ifade edilmiştir. Abbott ve Wu, (2002), 12 Avustralya havalimanında 1989-2000 yılları arasındaki verimlilik değişimini incelemek için Malmquist

toplam faktör verimliliği endeksini kullanmıştır. Çalışmanın bulgularına göre belirtilen havalimanları toplam faktör verimliliğinde ve teknolojik değişimde güçlü bir büyüme gösterirken teknik ve ölçek etkinliğinde 1990'larda bu büyümeyi gösterememiştir.

Barros ve Tieke, (2007), 1993-1999 yılları arasında verilere sahip olduğu 26 İspanyol havalimanını veri zarflama analizinin CCR ve BCC modellerinin yanı sıra çapraz etkinlik ve süper etkinlik analizi de yaparak sonuçları değerlendirmiştir. Çalışmanın sonucunda tümüyle özel sektöre ait havalimanlarının etkinliğinin kısmi olarak özel sektöre ait olanlardan daha yüksek çıktığı görülmüştür. Curi vd., (2011), yaptıkları çalışmada ön yüklenmiş veri zarflama analizi ile 18 İtalyan havalimanının 2000-2004 yılları arasındaki teknik etkinliğini ölçmeye çalışmıştır. Çalışmada önceki çalışmalardan yola çıkarak hava tarafı faaliyetleri ile havalimanının işletme tarafı yönetim faaliyetleri birbirinden ayrı değerlendirilmiştir. Çalışma bulgularına göre havaalanının büyüklüğü operasyonel etkinlik sağlanmasına izin vermemektedir. Bununla birlikte havaalanı büyüklüğü transfer merkezi olarak finansal etkinliği artmasını sağlayabilir. Fakat bu da küçük havaalanları için dezavantajdır çünkü mevcut imkanlarıyla bu fırsatı değerlendiremezler. Ancak yapılacak imtiyaz sözleşmeleriyle teknik etkinlik farkı azaltılabilir. Ahn ve Min, (2014), 23 uluslararası havalimanını veri zarflama analizi ve Malmquist verimlilik endeksi yöntemlerini kullanarak 2006-2011 yıllarını baz alarak incelemiştir. Havalimanlarının verimliliğinin yönetsel uygulamalardaki iyileştirmeler gibi içsel faktörlerden ziyade hükümet politikaları ve teknolojik ilerlemeler gibi dışsal faktörlerden etkilendiği ifade edilmiştir. İfade edilen çalışmalarla birlikte daha detaylı bakış açısı için Tablo 1'e bakılabilir.

Tablo 1. Havalimanları Etkinliği Üzerine Literatür

Yazarlar ve Yayın Yılı	Yöntem	Örneklem	Periyod	Girdiler	Çıktılar
Gillen ve Lall (1997)	VZA-Tobit Regresyon	21 ABD Havalimanı	1989-1993	Pist, kapı, çalışan sayısı, bagaj ve park yeri büyüklüğü	Yolcu ve kargo sayısı
Martin ve Roman (2001)	Çıktı odaklı VZA	37 İspanyol Havalimanı	1997	Çalışan sayısı, sermaye, ekipman	Hava trafik hareketleri, yolcu ve kargo sayısı
Yoshida ve Fujimoto (2004)	VZA/İA-TFV Karşılaştırması	67 Japon Havalimanı	2000	Çalışan sayısı, pist uzunluğu, park yeri, maliyet	Yolcu sayısı, kargo sayısı, uçak sayısı
Lin ve Hong (2006)	VZA	20 Uluslararası Havalimanı	2003	Çalışan, kontuar, pist, park alanı, bagaj toplama kemeri, apron, binış kapısı sayısı ve terminal alanı	Yolcu sayısı, kargo sayısı, hareket sayısı
Barros ve Dieke (2007)	VZA-CCR VZA-BCC Çapraz Etkinlik Süper Etkinlik	31 İtalyan Havalimanı	2001-2003	İşçi maliyetleri yatırım değeri, işçi ücretleri hariç operasyonel giderler	Uçak ve yolcu sayısı kargo miktarı, havacılık satışları, ticari satışlar
Tovar ve Matrin-Cejas (2010)	VZA-Girdi Odaklı Malmquist	26 İspanyol Havalimanı	1993-1999	Çalışan ve kapı sayısı, Havalimanı alanı	Hava trafik hareketi
Curi vd. (2011)	Ön yüklenmiş VZA	18 İtalyan Havalimanı	2000-2004	Çalışan sayısı, pist sayısı, apron büyüklüğü	Hareket ve yolcu sayısı, kargo miktarı
Wanke (2012)	FDH/VZA model	65 Brezilya Havalimanı	2009	İniş sayısı	Yolcu ve kargo sayısı
Chang vd. (2013)	VZA	41 Çin Havalimanı	2008	Çalışma saati, pist sayısı, terminal alanı	Hareket ve yolcu sayısı, kargo miktarı
Ahn ve Min (2014)	VZA ve Malmquist	23 Uluslararası Havalimanı	2006-2011	Arazi alanı, Pist uzunluğu Yolcu ve kargo terminali büyüklüğü	Uçuş sayısı, Yıllık yolcu ve kargo hacmi
Lai vd. (2015)	AHP/VZA-AR model	24 Uluslararası Havalimanı	2010	Çalışan, kapı, pist sayısı, terminal alanı büyüklüğü, pist uzunluğu, operasyonel harcamalar	Yolcu sayısı, navlun miktarı uçak hareketleri toplam gelir

3. YÖNTEM

Çalışmada havalimanlarının teknik etkinlik, teknik etkinlikteki değişim, teknolojik değişim ve toplam faktör verimliliği değişimini analiz etmek için Malmquist toplam faktör verimliliği endeksi ve FarePrimont toplam faktör verimliliği endeksi yöntemi kullanılmıştır.

3.1. Malmquist Toplam Faktör Verimliliği Endeksi

Caves vd. (1982) normal şartlar altında karşılaştırmalar yapmak için verimlilik endeksleri geliştirmişlerdir (Akyüz vd., 2013). Bu doğrultuda Malmquist'in çıktı ve girdi uzaklık fonksiyonları temel alınarak girdi ve çıktı temelli olarak verimlilik endeksi geliştirilmiştir. Veri girdi ile maksimum çıktıyı elde etme olarak bilinen çıktı yönelimli ve çıktıyı minimum girdiyle üretme olarak bilinen girdi yönelimli yaklaşımlar olarak adlandırılmaktadır (Bakırcı, 2016). Bu şekilde geliştirilen Malmquist toplam faktör verimliliği endeksi karar değişkenlerinin iki zaman periyodu arasındaki etkinlik değişimini ve zaman içerisindeki verimlilik değişimini ölçmeyi sağlamaktadır (Ahn ve Min, 2014). Çalışmada kullanılan çıktı odaklı Malmquist toplam faktör verimliliği endeksinde t ve t+1 periyotları arasındaki verimlilik değişimi aşağıdaki gibi formülize edilmektedir (Fare vd., 1994):

$$M_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t) = \frac{D_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_0^t(x^t, y^t)} \times \left[\frac{D_0^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_c^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \times \frac{D_0^t(x^t, y^t)}{D_c^{t+1}(x^t, y^t)} \right]^{1/2} \quad (1)$$

Teknik etkinlikteki değişme üretim sınırını yakalama etkisi olarak tanımlanmakta ve şöyle ifade edilmektedir:

$$TEC = \frac{D_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_0^t(x^t, y^t)} \quad (2)$$

Teknolojik değişme üretim sınırları eğrisinin kayması olarak ifade edilmekte olup formül içerisinde aşağıdaki gibi gösterilmektedir:

$$TC = \left[\frac{D_0^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \times \frac{D_0^t(x^t, y^t)}{D_c^{t+1}(x^t, y^t)} \right]^{1/2} \quad (3)$$

Toplam faktör verimliliğindeki değişme de teknik etkinlikteki değişme (TEC) ile teknolojik değişimin (TC) çarpımıyla şu şekilde elde edilmektedir.

$$Malmquist\ productivity\ index = TEC \times TC \quad (4)$$

Endeksin 1'den büyük olması t döneminden t+1 dönemine toplam faktör verimliliğinin arttığını, bu değer 1'den küçük olması toplam faktör verimliliğini azaldığını göstermektedir. Malmquist verimlilik endeksi teknik değişme, teknik etkinlik değişimi ve ölçek değişimi olmak üzere üç bileşenden oluşmaktadır. Çalışmada da bu doğrultuda her bir bileşen ayrı ayrı ele alarak yıllar içerisindeki değişimi incelenmiştir.

3.2. FarePrimont Toplam Faktör Verimliliği Yaklaşımı

O'Donnell (2011) tarafından FarePrimont endeksi olarak belirtilen endeks, Fare ve Primont (1995) tarafından tanımlanan iki endeksin oranıdır. Tek bir çıktıyı tek bir girdi ile elde eden firmaların verimliliği çıktı-girdi oranı ile tanımlanmaktadır. O'Donnell (2010) birden fazla çıktı ve birden fazla girdinin oluşturduğu süreçlerde ise bu düşüncüyü toplam çıktının toplam girdiye oranı olan toplam faktör verimliliği ile genelleştirmiştir. O'Donnell (2010,2012) e göre q_{it} ve x_{it} t periyodundaki i firmasının çıktı ve girdi vektörlerini ifade etmektedir.

$$TFP_{it} = \frac{Q_{it}}{X_{it}} \quad (5)$$

Q_{it} toplam çıktı X_{it} toplam girdi Q ve X negatif olmayan, azalmayan ve lineer olarak homojen toplam fonksiyonlar olmak üzere formülize edilmekte ve firmanın toplam faktör verimliliğini

ifade etmektedir. O'Donnell, (2010), toplam faktör verimliliğini gözlemlenen toplam faktör verimliliği ile mevcut teknoloji baz alınarak beklenen maksimum toplam faktör verimliliği arasındaki oran olarak ifade etmektedir.

$$TFPE_{nt} = \frac{TFP_{it}}{TFP_t^*} = \frac{Q_{it}/X_{it}}{Q_{it}^*/X_{it}^*} \quad (6)$$

TFP_t^* mevcut teknoloji ile beklenen maksimum toplam faktör verimliliği, Q_{nt}^* ve X_{nt}^* ise TFP maksimum noktasındaki toplam çıktı ve toplam girdiyi ifade etmektedir. Toplam faktör verimliliği endeksini çeşitli bileşenlere ayırmadan önce çeşitli etkinlik kavramlarını tanımlamak uygundur. O'Donnell (2010) toplam fonksiyonları üzerinden bu çalışmada kullanılan çıktı odaklı etkinlik ölçeklerini şu şekilde formülize etmiştir.

$$OTE_{it} = \frac{Q_{it}/X_{it}}{\bar{Q}_{it}/\bar{X}_{it}} = \frac{Q_{it}}{\bar{Q}_{it}} = D_o(x_{it}, q_{it}, t) \leq 1 \quad \text{Çıktı Odaklı Teknik Etkinlik} \quad (7)$$

$$OSE_{it} = \frac{Q_{it}/X_{it}}{\bar{Q}_{it}/\bar{X}_{it}} \leq 1 \quad \text{Çıktı Odaklı Ölçek Etkinliği} \quad (8)$$

$$OME_{it} = \frac{\bar{Q}_{it}/X_{it}}{\hat{Q}_{it}/\hat{X}_{it}} = \frac{\bar{Q}_{it}}{\hat{Q}_{it}} \leq 1 \quad \text{Çıktı Odaklı Karma Etkinlik} \quad (9)$$

$$ROSE_{it} = \frac{\hat{Q}_{it}/X_{it}}{TFP_{it}^*} \leq 1 \quad \text{Kalan Çıktı Odaklı Ölçek Etkinliği} \quad (10)$$

$$RME_{it} = \frac{\hat{Q}_{it}/\hat{X}_{it}}{TFP_t^*} \leq 1 \quad \text{Kalan Karma Etkinlik} \quad (11)$$

Çıktı odaklı teknik etkinlik(girdi odaklı etkinlik) OTE(ITE) mevcut teknolojinin en iyi uygulama yöntemiyle belirli bir girdi(çıktı) seviyesi için toplam faktör verimliliğini yakalayan çıktı odaklı(girdi odaklı) teknik etkinliktir. OSE(ISE) çıktı(girdi) seviyesinin mevcut teknoloji altında maksimum toplam faktör verimliliğini elde etmeyle değiştirilmesiyle, çıktı odaklı(girdi odaklı) ölçek etkinliği toplam faktör verimliliğindeki değişimi yakalayabilir. OME (IME) belirli seviyede girdi(çıktı) için çıktı(girdi) artışı sağlamak için girişim karmasını değiştirmesini sağlayan etkinliktir. ROSE (RISE) teknik olarak ve karma etkin noktasında TFV ile arasındaki farkı ve hem girişi hem de çıktıyı mevcut teknolojiyle değiştirerek mümkün olan maksimum TFV arasındaki farkı ölçen artık çıktı odaklı (giriş odaklı) ölçek etkinliğidir (Islam vd., 2014). O'Donnell (2010) ise çıktı odaklı karma etkinliği (OME), kalan çıktı odaklı ölçek etkinliğini (ROSE) ve kalan karma etkinliği (RME) olarak yukarıdaki gibi formülize etmiştir. Girdi odaklı etkinlik ölçekleri ise şu şekilde tanımlanmaktadır.

$$ITE_{it} = \frac{Q_{it}/X_{it}}{Q_{it}/\bar{X}_{it}} = \frac{\bar{X}_{it}}{X_{it}} = D_o(x_{it}, q_{it}, t) \leq 1 \quad \text{Girdi Odaklı Teknik Etkinlik} \quad (12)$$

$$ISE_{it} = \frac{Q_{it}/\bar{X}_{it}}{\bar{Q}_{it}/\bar{X}_{it}} \leq 1 \quad \text{Girdi Odaklı Ölçek Etkinliği} \quad (13)$$

$$IME_{it} = \frac{Q_{it}/\bar{X}_{it}}{Q_{it}/\hat{X}_{it}} = \frac{\hat{X}_{it}}{\bar{X}_{it}} \leq 1 \quad \text{Girdi Odaklı Karma Etkinlik} \quad (14)$$

$$RISE_{it} = \frac{Q_{it}/X_{it}}{TFP_{it}^*} \leq 1 \quad \text{Kalan Girdi Odaklı Ölçek Etkinliği} \quad (15)$$

FarePrimont endeksi ekonomiyle ilgili aksiyomları ve kimlik aksiyomu ve geçişkenlik testlerini de bünyesinde barındırarak endeks sayı teorisinin gerekliliklerini yerine getirdiğinden çok zamanlı (çok periyotlu) ve çok taraflı (çok firmalı) olarak verimlilik ve etkinlik karşılaştırmasında kullanılmaktadır.

3.3. Veri Kaynakları ve Değişkenlerin Tanımlanması

Veriler Devlet Hava Meydanları İşletmesinin (DHMI) aylık ve yıllık raporlarından elde edilmiştir. Çalışmada girdi değişkenleri olarak personel sayısı ve gider ve maliyetler çıktı değişkenleri olarak ise yolcu sayısı ve taşınan yük miktarı belirlenmiştir. İki girdiden biri olarak kabul edilen çalışan sayısı (Gillen ve Lall, 1997; Martin ve Roman, 2001; Yoshido ve Fujimoto, 2004; Curi vd., 2011; Lai vd., 2015) DHMI'nin ilgili havalimanında çalışan personel sayısını ifade etmektedir. Maliyet (Yoshido ve Fujimoto, 2004; Barros ve Dieke, 2007; Lai vd., 2015) ise satış maliyeti ve faaliyet giderleri, diğer faaliyetlerden olağan gider ve zararlar ve olağandışı gider ve zararlardan oluşmaktadır. Çıktı olarak çalışmada yolcu sayısı (Martin ve Roman, 2001; Lin ve Hong, 2006; Wanke, 2012; Lai vd., 2015) ve yük miktarı (Ling ve Hong, 2006; Ahn ve Min, 2014) değişken olarak belirlenmiştir.

Hakkâri Yüksekova Selahaddin Eyyübi, Şırnak Şerafettin Elçi, Kastamonu Havalimanı gibi 2011-2014 yılları arası verileri olmayan havalimanları çalışma bünyesine alınmamış ve değerlendirme dışı bırakılmıştır. Çalışma 38 Türk havalimanının 2011-2014 yılları arasını kapsayan dört yıllık periyodunu kapsamaktadır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Malmquist toplam faktör verimliliği endeksi ve FarePrimont toplam verimlilik endeksi uygulanarak havalimanların teknik etkinlik ve teknik etkinlikteki değişim, teknolojik değişim ve toplam faktör verimliliği endeksleri hesaplanmıştır ve elde edilen bulgular yorumlanmıştır. Malmquist toplam faktör verimliliği endeksinin hesaplanmasında Coelli (1996) tarafından geliştirilen DEAP 2.1. ve FarePrimont toplam faktör verimliliği endeksinin hesaplanmasında ise O'Donnell (2011) tarafından geliştirilen DPIN 3.0 programı kullanılmıştır.

4.1. Teknik Etkinlik

Doğrusal programlama kullanılarak teknik etkinlik değerleri hesaplanırken havalimanlarının belirlenen girdi ve çıktı değişkenleri üzerinden etkin sınır değeri belirlenmiştir. Hesaplanan teknik etkin değerinin bire eşit olması söz konusu havalimanın tam etkin olduğunu ifade ederken, birden küçük olması ise etkinsizlik durumunu ifade etmektedir. Ayrıca teknik etkinlik veya teknik etkinsizlik, üretim faktörlerinin kullanım performansını olarak da ifade edilmektedir. Endeksin 1'den küçük olması belirlenen girdilerin söz konusu çıktılarını elde etmek için etkin kullanılmadığını göstermektedir. Diğer bir deyişle mevcut teknoloji altında girdi oranı ile daha fazla çıktı alınabilmektedir (Keskin Benli, 2012).

Malmquist toplam faktör verimliliği endeksine göre 2011-2012 yılları arasında teknik etkinlikteki en fazla değişim % 86,2 ile Batman Havalimanında, 2012-2013 yılları arasında % 304 ile Isparta Süleyman Demirel Havalimanında, 2013-2014 yılları arasında % 574 ile Çanakkale Havalimanında Tablo 2'de görülmektedir. Ayrıca 2011-2012 yılları arasında en büyük düşüş % 54,5 ile Balıkesir Körfez, 2012-2013 yılları arasında % 74,6 ile Hatay havalimanında görülmektedir.

Tablo 2. Malmquist Toplam Faktör Verimlilik Endeksi ve Bileşenlerinin Yıllar İçerisindeki Değişimi

	2011-2012			2012-2013			2013-2014		
	TFVE	TED	TD	TFVE	TED	TD	TFVE	TED	TD
İstanbul Atatürk	1.117	1.000	1.117	0.922	1.000	0.922	0.696	1.000	0.696
Ankara Esenboğa	0.777	0.688	1.129	1.037	1.358	0.764	0.842	1.312	0.642
İzmir Adnan Menderes	0.949	0.840	1.129	0.811	1.061	0.764	1.306	2.008	0.651
Antalya	1.033	0.995	1.038	1.044	0.960	1.087	1.040	1.047	0.993
Muğla Dalaman	0.800	0.709	1.129	1.124	1.471	0.764	0.971	1.515	0.641
Muğla Milas-Bodrum	0.907	0.795	1.141	1.028	1.333	0.771	0.923	1.511	0.611
Adana	0.897	0.794	1.129	1.088	1.424	0.764	0.997	1.488	0.670
Trabzon	0.842	0.745	1.129	1.102	1.443	0.764	0.963	1.564	0.616
Isparta Süleyman Demirel	1.865	1.651	1.129	3.092	4.047	0.764	1.090	1.731	0.629

Nevşehir Kapadokya	0.922	0.816	1.129	1.250	1.635	0.764	1.455	2.201	0.661
Erzurum	0.808	0.715	1.129	1.004	1.314	0.764	1.006	1.627	0.618
Gaziantep	0.860	0.761	1.129	1.279	1.674	0.764	0.963	1.565	0.616
Adıyaman	1.316	1.165	1.129	0.924	1.160	0.796	1.186	1.976	0.600
Ağrı	0.889	0.782	1.136	0.644	0.803	0.802	1.406	2.340	0.601
Balıkesir Körfez	0.513	0.455	1.129	1.628	2.131	0.764	1.454	2.262	0.643
Batman	2.111	1.862	1.134	0.739	0.833	0.888	0.949	1.604	0.591
Bursa Yenişehir	0.588	0.520	1.129	0.803	1.051	0.764	0.960	1.591	0.603
Çanakkale	0.679	0.602	1.129	0.129	0.168	0.764	4.411	6.743	0.654
Denizli Çardak	1.110	0.973	1.141	1.309	1.545	0.848	1.351	2.245	0.602
Diyarbakır	0.614	0.544	1.129	1.397	1.828	0.764	0.903	1.393	0.648
Elazığ	0.876	0.776	1.129	1.000	1.309	0.764	0.983	1.508	0.652
Erzincan	1.129	1.003	1.126	1.043	1.009	1.033	1.026	1.712	0.600
Hatay	0.973	0.882	1.103	0.276	0.254	1.087	4.711	6.146	0.766
Kahramanmaraş	0.884	0.783	1.129	1.187	1.553	0.764	1.224	1.827	0.670
Kars	0.845	0.740	1.142	1.151	1.502	0.766	0.643	1.054	0.610
Kayseri	1.027	0.902	1.138	1.128	1.383	0.816	1.006	1.659	0.606
Konya	0.834	0.738	1.129	1.151	1.507	0.764	0.828	1.267	0.653
Malatya	0.835	0.740	1.129	0.977	1.278	0.764	0.934	1.463	0.638
Mardin	1.970	1.760	1.119	1.233	1.164	1.059	0.872	1.511	0.577
Merzifon	1.480	1.311	1.229	2.021	2.645	0.764	0.688	1.038	0.663
Muş	0.778	0.689	1.229	1.152	1.508	0.764	0.971	1.524	0.637
Samsun Çarşamba	0.895	0.793	1.229	1.088	1.423	0.764	1.085	1.652	0.657
Siirt	0.941	0.823	1.143	0.479	0.627	0.764	1.092	1.785	0.612
Sivas Nuri Demirağ	0.950	0.839	1.132	1.255	1.522	0.824	1.080	1.795	0.602
Şanlıurfa Gap	1.526	1.365	1.118	1.537	1.534	1.002	1.047	1.783	0.587
Tekirdağ Çorlu	0.685	0.635	1.078	0.826	1.057	0.782	0.429	1.031	0.416
Tokat	0.709	0.628	1.129	0.631	0.826	0.764	1.716	2.567	0.668
Van Ferit Melen	0.717	0.635	1.129	1.072	1.403	0.764	0.936	1.447	0.646

FarePrimont toplam faktör verimliliği endeksine göre 2011-2012 yılları arasında çıktı-odaklı teknik etkinlikteki en fazla değişim % 104 ile Batman Havalimanında, 2012-2013 yılları arasında % 197 ile Isparta Süleyman Demirel Havalimanında, 2013-2014 yılları arasında % 327 ile Hatay Havalimanında Tablo 2'de görülmektedir. Ayrıca 2011-2012 yılları arasında en büyük düşüş % 90,1 ile Tokat, 2012-2013 yılları arasında % 90,1 Siirt havalimanı ve 2013-2014 yılları arasında % 57 Tekirdağ Çorlu Havalimanında görülmektedir.

4.2. Teknolojik Etkinlik

Havalimanların teknolojik değişim sonucunda kazandığı ve üretim sınırının da zaman içerisindeki kaymasını ifade eden teknolojik etkinlik düzeyindeki değişim incelendiğinde en yüksek değişim Malmquist toplam faktör verimlilik endeksine göre %14,3 ile 2011-2012 yılları arasında görülmektedir. Diğer bir ifade ile tüm havalimanları bu dönemde üretim sınırını hareket ettirerek önemli bir iyileşme sağlamaktadır.

Malmquist toplam faktör verimliliği endeksine göre 2011-2012 yılları arasında teknolojik etkinlikteki en fazla değişim % 14,3 ile Siirt Havalimanında, 2012-2013 yılları arasında % 8 ile Antalya ve Hatay Havalimanında Tablo 2'de görülmektedir.

Ayrıca 2011-2012 yılları arasında teknolojik etkinlikte düşüş görülmemiştir. 2012-2013 yılları arasında % 23,6 ile teknolojik etkinlikteki düşüş birden çok havalimanında aynı oranda görülmektedir. 2013-2014 yılları arasında hiçbir havalimanında teknolojik etkinlik artmamış ve %58,4 ile teknolojik etkinlikteki en büyük düşüş Tekirdağ Çorlu Havalimanında görülmüştür.

Tablo 3. Malmquist Toplam Faktör Verimlilik Endeksi ve FarePrimont Toplam Faktör Verimlilik Endeksinin 2011-2014 Yılları Arası Ortalama Değişimi

	MTFVE	FPTVE		MTFVE	FPTVE
İstanbul Atatürk	0.895	1.000	Diyarbakır	0.918	1.115
Ankara Esenboğa	0.879	1.070	Elazığ	0.951	1.153
İzmir Adnan Menderes	1.002	1.214	Erzincan	1.065	1.201
Antalya	1.039	1.000	Hatay	1.081	1.112
Muğla Dalaman	0.956	1.165	Kahramanmaraş	1.087	1.305
Muğla Milas-Bodrum	0.951	1.170	Kars	0.855	1.054
Adana	0.991	1.189	Kayseri	1.052	1.275
Trabzon	0.963	1.189	Konya	0.926	1.121
Isparta Süleyman Demirel	1.845	2.262	Malatya	0.913	1.114
Nevşehir Kapadokya	1.188	1.432	Mardin	1.284	1.457
Erzurum	0.934	1.152	Merzifon	1.272	1.532
Gaziantep	1.020	1.259	Muş	0.955	1.166
Adıyaman	1.130	1.388	Samsun Çarşamba	1.019	1.231
Ağrı	0.930	1.137	Siirt	0.790	0.973
Balıkesir Körfez	1.067	1.299	Sivas Nuri Demirağ	1.088	1.318
Batman	1.140	1.355	Şanlıurfa GAP	1.349	1.551
Bursa Yenişehir	0.768	0.955	Tekirdağ Çorlu	0.624	0.885
Çanakkale	0.728	0.880	Tokat	0.916	1.100
Denizli Çardak	1.252	1.500	Van Ferit Melen	0.896	1.088

FarePrimont toplam faktör verimliliği endeksinde göre maksimum toplam faktör verimliliğine ulaşmak için aynı süre zarfında rakipler aynı teknoloji düzeyine ulaşabilmektedir ve bu sebeple teknolojik etkinlik düzeyi sabit kabul edilmektedir.

4.3. Toplam Faktör Verimliliği

Toplam faktör verimliliği değişim endeksi teknik etkinlikteki değişim değeri ile teknolojik değişim değerinin çarpımından oluşmaktadır (Angelidis ve Lyroudi, 2005). Teknik etkinlik ve teknolojik etkinlikteki ilerleme doğrudan toplam faktör verimliliği endeksinde pozitif anlamda etkilemektedir.

Malmquist toplam faktör verimliliği endeksinde göre 2011-2012 yılları arasında toplam faktör verimliliğinde en fazla değişim % 97 ile Mardin Havalimanında, 2012-2013 yılları arasında % 102 ile Merzifon Havalimanında, 2013-2014 yılları arasında % 371 ile Hatay Havalimanında Tablo 2'de görülmektedir. Ayrıca 2011-2012 yılları arasında en büyük düşüş % 72,4 ile Hatay, 2012-2013 yılları arasında % 57,1 ile Tekirdağ Çorlu havalimanında görülmektedir.

FarePrimont toplam faktör verimliliği endeksinde göre 2011-2012 yılları arasında toplam faktör verimliliği etkinliği olarak en fazla artış Gaziantep Havalimanında, 2012-2013 yılları arasında Isparta Süleyman Demirel Havalimanında ve Tablo 4'te de belirtildiği üzere 2013-2014 yılları arasında Çanakkale Havalimanında görülmektedir. 2011-2012 yılları arasında toplam faktör verimliliği etkinliği olarak en fazla düşüş Tekirdağ Çorlu Havalimanında, 2012-2013 yılları arasında Çanakkale Havalimanında ve Tablo 4'te de belirtildiği üzere 2013-2014 yılları arasında Merzifon havalimanında görülmektedir.

Tablo 4. 2013-2014 Yılları Arasında FarePrimont Toplam Faktör Verimlilik Endeksi ve Bileşenlerinin Değişim Oranının Gösterimi

	dTFP	dTECH	dTFPE	dEFF	dOTE	dOME	dROSE
İstanbul Atatürk	0,776	1,000	0,776	0,776	1,000	1,000	0,776
Ankara Esenboğa	0,988	1,000	0,989	0,988	0,866	1,000	1,141
İzmir Adnan Menderes	1,107	1,000	1,107	1,106	1,361	1,000	0,813
Antalya	1,069	1,000	1,069	1,068	0,955	1,000	1,119
Muğla Dalaman	1,034	1,000	1,034	1,033	0,968	1,000	1,068
Muğla Milas-Bodrum	1,059	1,000	1,059	1,059	1,026	1,000	1,032
Adana	1,098	1,000	1,098	1,097	0,987	1,000	1,112
Trabzon	1,069	1,000	1,069	1,068	0,977	1,000	1,094
Isparta Süleyman Demirel	1,248	1,000	1,249	1,248	1,087	1,000	1,149
Nevşehir Kapadokya	1,540	1,000	1,539	1,537	1,402	1,000	1,097

Erzurum	1,137	1,000	1,138	1,137	1,085	1,000	1,048
Gaziantep	1,134	1,000	1,134	1,134	1,058	1,000	1,072
Adıyaman	1,239	1,000	1,239	1,239	1,141	1,000	1,086
Ağrı	1,614	1,000	1,614	1,613	1,425	1,000	1,132
Balıkesir Körfez	2,004	1,000	2,004	2,004	1,261	1,000	1,590
Batman	0,964	1,000	0,964	0,963	0,880	1,000	1,095
Bursa Yenişehir	1,105	1,000	1,101	1,104	0,953	1,000	1,159
Çanakkale	5,148	1,000	5,000	5,124	3,790	1,000	1,352
Denizli Çardak	1,460	1,000	1,458	1,457	1,472	1,000	0,990
Diyarbakır	0,987	1,000	0,987	0,985	0,852	1,000	1,157
Elazığ	1,046	1,000	1,046	1,045	0,940	1,000	1,112
Erzincan	1,066	1,000	1,066	1,066	1,114	1,000	0,957
Hatay	4,735	1,000	4,737	4,729	4,276	1,000	1,106
Kahramanmaraş	1,248	1,000	1,250	1,249	1,145	1,000	1,091
Kars	0,851	1,000	0,852	0,851	0,846	1,000	1,007
Kayseri	0,999	1,000	0,999	0,997	0,975	1,000	1,023
Konya	1,049	1,000	1,049	1,048	0,716	1,000	1,465
Malatya	0,899	1,000	0,899	0,898	0,881	1,000	1,020
Mardin	0,863	1,000	0,863	0,861	0,441	1,000	1,954
Merzifon	0,746	1,000	0,745	0,744	0,639	1,000	1,165
Muş	1,042	1,000	1,042	0,104	0,769	1,000	1,355
Samsun Çarşamba	1,105	1,000	1,105	1,104	1,067	1,000	1,035
Siirt	1,211	1,000	1,211	1,207	2,184	1,000	0,553
Sivas Nuri Demirağ	1,216	1,000	1,217	1,215	1,195	1,000	1,017
Şanlıurfa Gap	1,092	1,000	1,092	1,091	1,100	1,000	0,992
Tekirdağ Çorlu	1,579	1,000	1,586	1,580	0,437	3,305	1,094
Tokat	1,811	1,000	1,831	1,812	1,291	1,000	1,404
Van Ferit Melen	1,032	1,000	1,032	1,032	0,871	1,000	1,185

Tablo 4'de etkinlik değişimi (dEFF) bileşenleri olan çıktı-odaklı teknik etkinlik değişimi (dOTE), çıktı-odaklı karma etkinlik (dOME) ve kalan çıktı-odaklı ölçek etkinlik değişiminin (dROSE) 2013-2014 yılları arasındaki değişimi gösterilmektedir.

$$dEFF = dOTE * dOME * dROSE \quad (16)$$

Etkinlik değişimi (dEFF) formülü ile birlikte Tablo 4. incelendiğinde FarePrimont toplam faktör verimliliği yaklaşımı dEFF düzeyinde gözlenen düşüşün en önemli etkeni dRISE olarak görülmektedir. FarePrimont toplam faktör verimliliği (dTFP) farklı yazarlar tarafından dTECH ve dEFF olarak araştırılmıştır. dTECH büyüme için önemli bir katkı sağlarken dEFF'in verimliliğe negatif yönde etkisi olduğu belirtilmiştir. Kalan çıktı-odaklı ölçek etkinliği, toplam faktör verimliliği ile teknik etkinlik sınırı arasındaki farkı ölçmekte ve mevcut teknolojiyle girdi ve çıktı karışımı elde ederek maksimum toplam faktör verimliliğine olanak sağlamaktadır.

FarePrimont toplam faktör verimliliği etkinliği (dTFPE) İstanbul Atatürk Havalimanı için değerlendirildiğinde 0.777 olan dTFPE değeri mevcut teknoloji ile elde edilebilecek maksimum verimlilik değerinden yaklaşık %23 oranında 2014 yılı için daha düşüktür. dTFPE değeri tüm havalimanları için gözlemlendiğinde en yüksek değer Antalya Havalimanında 0.805 ile gözlemlenmiştir. En düşük dTFPE değeri 0,011 ile Siirt Havalimanında görülmektedir.

Ayrıca Tablo 3. incelendiğinde 2011-2014 yılları arasında toplam faktör verimliliği etkinliği olarak Malmquist toplam faktör verimliliği endeksi ve FarePrimont toplam faktör verimliliği endeksi sonuçları görülmektedir. Bu sonuçlara göre 2011-2014 yılları arasında en fazla etkinlik artışının yaşandığı havalimanının Isparta Süleyman Demirel Havalimanı ve en fazla düşüşün yaşandığı havalimanlarının ise Tekirdağ Çorlu Havalimanı ile Çanakkale Havalimanının olduğu görülmektedir. Aynı zamanda sonuçlar değerlendirildiğinde her iki endeksin sonuçlarının birbiriyle uyumlu olduğu görülmektedir.

5. SONUÇ

Havacılık sektörünün gün geçtikçe hızlı bir ivmeyle artan önemi havalimanları üzerine yapılan çalışmaların artmasına neden olmaktadır. Bu çalışmanın da ana amacı havalimanlarının etkinliğinin saptanmasıdır. Bu amaçla literatürde havalimanlarının etkinliğini ölçmek amacıyla veri zarflama analizi, stokastik sınır analizi ve malmquist toplam faktör verimliliği analizleri uygulanmıştır. Bu çalışmada O'Donnell tarafından 2011 yılında geliştirilen FarePrimont toplam faktör verimliliği endeksi ilk defa havalimanlarının etkinliği üzerine uygulanmıştır. FarePrimont toplam faktör verimliliği endeksi ile birlikte malmquist toplam faktör verimliliği sonuçları da çalışmada karşılaştırılmıştır.

Çalışmada iki farklı verimlilik endeksi ile 38 Türk havalimanı, 2011-2014 yılları verileri üzerinden değerlendirilmiştir. FarePrimont toplam faktör verimliliği endeksi ile Malmquist toplam faktör verimliliği endeksi verileri teknik etkinlik, teknolojik etkinlik ve toplam faktör verimliliği endeksleri üzerinden bu çalışmada karşılaştırılmıştır. FarePrimont ve Malmquist endeksleri sonuçlarına göre havalimanlarının etkinlik sıralamalarının çoğunlukla aynı olduğu görülmektedir. Teknik etkinlik dikkate alındığında 2011-2012 ve 2012-2013 yılları arasında artış oranı ile 2011-2012 yılları arasında düşüş oranına göre Malmquist ve FarePrimont endeksleri aynı havalimanlarını işaret etmişlerdir. Toplam faktör verimliliği etkinliği endeksi dikkate alındığında hem Malmquist toplam faktör verimlilik endeksinde hem de FarePrimont toplam faktör verimlilik endeksinde 2011-2014 yılları arasında etkinlik artış oranı en fazla olan havalimanı Isparta Süleyman Demirel Havalimanıdır. Yine iki endeksin de sonuçlarına göre 2011-2014 yılları arasında en fazla etkinlik düşüşünün yaşandığı havalimanları Tekirdağ Çorlu Havalimanı ve Çanakkale Havalimanıdır.

Teknik etkinlik, teknolojik etkinlik ve toplam faktör verimliliği endekslerindeki artış çalışan ve giderlerin etkin kullanılarak yolcu ve kargo miktarının maksimum hale getirildiğini ifade etmektedir. Politika yapıcılar ve uygulayıcılar diğer havalimanlarına göre yapılan bu karşılaştırmalarla düzenlemeler yapabilir ve uygulamalar geliştirebilir. İlerleyen dönemlerde yapılacak çalışmalarda farklı girdi ve çıktı değişkenleri ile farklı bulgular edilebilir. Bununla birlikte yapılacak olan çalışmalardan elde edilen sonuçlar bu çalışma ile karşılaştırılarak değerlendirilebilir.

KAYNAKÇA

- Abbott, W., ve Wu, S. (2002). Total Factor Productivity and Efficiency of Australian Airports, *The Australian Economic Review*, 35, 3, 244-260
- Ahn, Y., ve Min, H. (2014). Evaluating the Multi-Period Operating Efficiency of International Airports Using Data Envelopment Analysis and the Malmquist Productivity Index, *Journal of Air Transport Management*, 39, 12-22
- Akyüz, Y., Yıldız, F., ve Kaya, Z. (2013). Veri Zarflama Analizi (vza) ve Malmquist Endeksi ile Toplam Faktör Verimlilik Ölçümü: Bist'te İşlem Gören Mevduat Bankaları Üzerine Bir Uygulama, *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 27, 4, 110-130
- Bakırcı, F., Bayrak, R., ve Önal, S. (2016). Savunma Sanayiinde Toplam Faktör Verimliliği, *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 30, 4, 751-769
- Barros, C. P., ve Dieke, P. (2007). Performance Evaluation of Italian Airports: A Data Envelopment Analysis. *Journal of Air Transport Management*, 13, 184-191
- Chang, Y., Yu, M., ve Chen, P. (2013). Evaluating the Performance of Chinese Airports. *Journal of Air Transport Management*, 31, 19-21
- Curi, C., Gitto, S., ve Mancuso, P. (2010). The Italian Airport Industry in Transition : A Performance Analysis. *Journal of Air Transport Management*, 16(4), 218-221.

- Curi, C., Gitto, S., ve Mancuso, P. (2011). Socio-Economic Planning Sciences New Evidence On The Efficiency Of Italian Airports : A bootstrapped DEA analysis q. Socio-Economic Planning Sciences, 45(2), 84–93.
- Gillen, D. (1997). Developing measures of airport productivity and performance : An application of data envelopment analysis, Transportation Research Part E, 33(4), 261-273
- Fare R., Grosskopf, S., Norris M., Zong Z.Y (1994). Productivity Growth Technical Progress and Efficiency Change in Industry, American Economic Review Combine with Journal of Economic Literature and Journal of Economic Perspect, N.84, 66-80.
- International Air Transport Association, Annual Review 2015, 71st Annual General Meeting, Miami
- Islam, N., Xayavong, V., ve Kingwell, R. (2014). Broadacre farm productivity and profitability in south-western Australia, Australian Journal of Agricultural and Resource Economics, 58, 147-170
- Keskin, Benli, Y. (2012). Veri zarflama analizi (VZA) ve Malmquist toplam faktör verimliliği (TFV): Konaklama işletmelerinde bir uygulama, Ege Akademik Bakış, 12(3), 369-382
- Lai, P., Potter, A., Beynon, M., ve Beresford, A. (2015). Evaluating the efficiency performance of airports using an integrated AHP / DEA-AR technique. Transport Policy, 42, 75–85.
- Martin, J., ve Roman, C. (2001). An application of DEA to measure the efficiency of Spanish airports prior to privatization, Journal of Air Transport Management, 7, 149-157
- O'Donnell, C. J. (2010). Measuring and decomposing agricultural productivity and profitability change. Australian Journal of Agricultural and Resource Economics, 54, 527–560.
- O'Donnell, C. J. (2011). DPIN 3.0: A program for decomposing productivity index numbers, Centre for Efficiency and Productivity Analysis, School of Economics, University of Queensland.
- O'Donnell, C. J. (2012). An aggregate quantity framework for measuring and decomposing productivity change. Journal of Productivity Analysis, 38(3), 255–272.
- Pathomsiri, S., Haghani, A., Dresner, M., ve Windle, R. J. (2008). Impact of undesirable outputs on the productivity of US airports, Transportation Research Part E, 44, 235–259.
- Tovar, B., ve Martín-cejas, R. R. (2010). Technical efficiency and productivity changes in Spanish airports : A parametric distance functions approach. Transportation Research Part E, 46(2), 249–260.
- Yoshida, Y., ve Fujimoto, H. (2004). Japanese airport benchmarking with the DEA and endogenous-weight TFP methods: testing the criticism of overinvestment in Japanese regional airports, Transportation Research Part E, 40, 533-546
- Wanke, P. F. (2012). Journal of Air Transport Management Efficiency of Brazil's airports : Evidences from bootstrapped DEA and FDH estimates. Journal of Air Transport Management, 23, 47–53.