

## EUROCONTROL Üyesi Avrupa Hava Seyrüsefer Hizmet Sağlayıcı Kuruluşları Etkinlik Değerlerinin Veri Zarflama Analizi Yöntemi ile Belirlenmesi\*

Determining the Efficiency Scores of EUROCONTROL Member European Air Navigation Service Provider Organizations by Data Envelopment Analysis Method

Murat TAŞDEMİR<sup>a</sup> Erdal AYDIN<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Çanakkale, Türkiye. [Murat.tasdemir@dhmi.gov.tr](mailto:Murat.tasdemir@dhmi.gov.tr)

<sup>b</sup> Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Biga İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü, Çanakkale, Türkiye. [erdalaydin@comu.edu.tr](mailto:erdalaydin@comu.edu.tr)

MAKALE BİLGİSİ	ÖZET
<b>Anahtar Kelimeler:</b> Havacılık Yönetimi Kurumsal Yönetişim Uluslararası Kuruluşlar Etkinlik Analizi  Gönderilme Tarihi 13 Eylül 2020 Revizyon Tarihi 1 Aralık 2020 Kabul Tarihi 20 Aralık 2020  <b>Makale Kategorisi:</b> Araştırma Makalesi	<b>Amaç</b> – Bu araştırmanın amacı EUROCONTROL (Avrupa Hava Seyrüsefer Emniyeti Teşkilatı) üyesi ülkelerin hava sahalarında vermekle yükümlü oldukları hava trafik kontrol, havacılık bilgi yönetimi, SLOT uygulamaları vb. hizmetleri karşılarken kurumsal performanslarını karşılaştırmalı olarak analiz etmektir. <b>Yöntem</b> – Çalışmada EUROCONTROL üyesi 37 ülkenin göreceli etkinlik değerleri Veri Zarflama Analizi Yöntemi ile hesaplanmıştır. 2018 yılı verilerini içeren EUROCONTROL yayınlarından alınan veriler ışığında; kurum giderleri, operasyon bağlantılı personel, destek personeli sayısı girdi olarak; kurum gelirleri, tümleşik uçuş saatleri çıktı ve yaşanan gecikme değerleri istenmeyen çıktı olarak alınmıştır. Veri analizinde girdi odaklı CCR yöntemi kullanılmıştır. <b>Bulgular</b> – Yapılan analiz sonucunda ilgili kurumların ortalama etkinlik değerleri %91 olarak hesaplanmış, 12 Hava Seyrüsefer Hizmet Sağlayıcı (HSS - ANSP) kuruluş etkin olarak tespit edilmiştir. Etkinlik sınırının altında kalan kuruluşlar için girdi ve çıktılarda yapılması gereken iyileştirmeler tespit edilmiş, her ülke kuruluşu için ilgili değerler belirtilmiştir. <b>Tartışma</b> – Uluslararası yasalar ve standartlara göre her ülke kendi hava sahasında monopol olarak hizmet veren HSS kuruluşları; yoğun rekabet ortamındaki diğer operasyonel alanlar havayolları ve havalimanlarına göre kurumsal yapılanma ve iş modeli geliştirmekte nispeten daha geç kalmıştır. Her geçen gün artan uçuş sayıları dikkate alınarak, HSS hizmetlerinin daha etkin ve güvenli olarak verilebilmesi için, devlet kontrolü ile verilen kamu hizmeti, özelleştirme, şirketleşme, kamu-özel iş birliği vb. modellerin ilgili kurumlar üzerinde uygulanmaya başlanmasıyla yönetim ve iş modelleri açısından da farklılaşma başlamıştır. Böylece aynı kural ve standartlara bağlı, uluslararası sözleşmeler ile aynı yükümlülükler taşıyan kuruluşlar arasında operasyonel, idari ve yönetsel farklılaşmalar oluşmaya başlamıştır. Etkinlik değerinin altında kalan HSS kuruluşlarının öncelikle havacılık açısından büyük bir mali kayıp olan gecikme (Delay) oranını düşürmesi ve personel yapılanmalarını yeniden düzenlemesi gerektiği gözlenmektedir.
ARTICLE INFO	ABSTRACT
<b>Keywords:</b> Aviation Management Corporate Governance International Organizations Efficiency Analysis  Received 13 September 2020 Revised 1 December 2020 Accepted 20 December 2020	<b>Purpose</b> – The purpose of this study is comparative analysis to effectiveness of EUROCONTROL (European Air Navigation Safety Organization) members states which are obligated to provide air traffic control, aeronautical information, airspace design, flow management etc. <b>Design/methodology/approach</b> – In the study, the relative efficiency values of 37 EUROCONTROL member states are analyzed with input oriented CCR Data Envelopment Analysis. Institution expenses, number of operational staff, number of support staff used as input and revenues, integrated flight hours, delay (undesired) values used as output. Data was collected from annual EUROCONTROL publications for the year 2018. <b>Findings</b> – As a result of analysis, the mean of efficiency for ANSP institutions is 91% and 12 of them were efficient. The improvements has to be made for efficiency for institutions which are not considered as efficient also determined and valued. <b>Discussion</b> – ANSP organizations, serving as a monopoly in each country's own airspace, according to international laws and standards are relatively been late for developing corporate structure and business models compared the other operational areas in aviation which are airlines and airports in a

\* Bu çalışma Murat TAŞDEMİR'in, Doç. Dr. Erdal AYDIN danışmanlığında yürütülen doktora tezinden türetilmiştir.

### Önerilen Atf/ Suggested Citation

Taşdemir, M., Aydın, E. (2020) EUROCONTROL Üyesi Avrupa Hava Seyrüsefer Hizmet Sağlayıcı Kuruluşları Etkinlik Değerlerinin Veri Zarflama Analizi Yöntemi ile Belirlenmesi, *İşletme Araştırmaları Dergisi*, 12 (4), 4305-4322.

**Article Classification:**  
Research Article

fierce competition environment. Considering the number of flights increasing day by day, with the implementation of the models like public services which provided by directly government, privatization, corporation, PPP, etc. in order to provide this services more effectively and reliably; differentiation started in terms of management and business models. Thus operational, administrative and managerial differences have begun to occur between organizations that are bound by same rules and standards which are subject to the same obligations by international law conventions. It is observed that ANSP organizations that are below the efficiency value should reduce the delay rate, which is a great financial loss in aviation and rearrange their personel structures.

## 1. Giriş

Etkinlik kavramı ve ölçümü İkinci Dünya Savaşı sonrası yaşanan üretim artışının getirdiği bir kavram olarak ekonomik ölçümlerde kullanılmak üzere geliştirilmiş, zaman içerisinde diğer alanlar ve bilim dallarında da kullanılır hale gelmiştir.

Etkinlik tanım olarak örgütlerin gerçekleştirdikleri faaliyetler sonucunda hedeflerine ulaşma derecesinin değerlendirildiği, bu alanda performansın ölçüldüğü bir boyut olarak tanımlanmaktadır. Etkinlik ölçümünde hangi amaca göre etkinliğin ölçüleceği önem kazanmakta, teknik ve ekonomik anlamda ölçümler yapılabilmektedir. İlgili kavram altında; örgütsel etkinlik, üretim etkinliği, ekonomik etkinlik gibi alt başlıklarda performans değerlendirmesi yapılabilmektedir. Çoğu zaman verimlilik kavramı ile karıştırılan etkinlik kavramı, verimliliğin esas olarak çıktı/girdi olarak kullanılması gereğiyle ayrılmaktadır. Böylece; verimlilik en az kaynak ile en çok çıktıyı elde etmek olarak ifade edilebilirken, etkinlik ise işletmenin mevcut kaynak potansiyeli ile bu potansiyelin hedefe dönüştürülebilir yönünü ele almaktadır (Yükçü ve Atağan, 2009: 8).

Etkinlik analizi mal ve hizmet (çıktı) üretilirken, sistemlerin kaynaklarını (girdilerini) ne kadar etkin ve verimli kullandıklarını, belirlenen hedeflerine varma oranlarını ölçen performans temelli bir yöntemdir. Kısaca; Etkinlik ölçümü, kaynakların belirli bir zamanda ve biçimde kullanımı ile gerçekleşen sonuçlarının, hedeflenen sonuçlara göre değerlendirilmesidir. (Arslan, 2002: 1-14)

Görelî etkinlik kavramı ise, karar birimlerinin belirli bir zaman kesitinde hedeflenen sonuçları gerçekleştirmedeki başarılarını ya da bir karar biriminin zaman içinde hedeflenen sonuçları gerçekleştirmekteki başarısını kıyaslamayı konu alan bir kavramdır (Behdioğlu ve Özcan, 2009: 301-326). Aynı veya benzer iş çevresi içinde faaliyet gösteren birimlerin birbirlerine göre olan etkinlik dereceleri ölçülerek işletmelerin etkin olup olmadığı gözlenebilir.

Etkinlik analizi üç temel yöntem üzerinden yapılabilir. Bunlar;

**Oran Analizi:** İşletmelerin etkinliğini ölçmede ilk olarak geliştirilen ve günümüzde halen kullanılmakta olan analiz yöntemidir. Özellikle finansal performansları ölçmede kullanılırken, genele yayılmış performans ölçümünde yetersiz kalmaktadır. İşletmenin tüm performansını yansıtması adına oranlar birleştirilerek farklı kombinasyonlarla oranlar elde edilmekte ancak birleştirilen oranlara ağırlık katsayıları atanma zorunluluğu doğmaktadır. Bu da objektif bir sonuca varılmasına engel olabilir (Ulucan, 2000: 185-202). İşletmelerde yaygın olarak kullanılan oran analizlerine örnek olarak cari oran, asit-test oranı, nakit oranı, stok bağımlılık oranı vb. likitide oranları; alacak devir hızı, stok devir hızı, ortalama tahsil süresi vb. faaliyet oranları; fiyat/kazanç oranı, piyasa değeri/defter değeri oranı, fiyat satış oranı vb. piyasa temelli oranlar ve karlılık oranları kullanılmaktadır (Gümüş vd., 2017: 1-23).

**Parametrik Yöntemler:** Üretim fonksiyonu üzerinde, tek bir girdi veya çoklu girdilerin çıktı üzerinde olan etkisini ölçen regresyon analizi parametrik yöntemler için verilebilecek en iyi örnektir. Aradaki ilişkinin tespiti için noktasal grafiklerden faydalanılarak regresyon modeli hesaplanır ve yapılacak analiz bu model üzerinden gerçekleştirilir. Çizilen regresyon doğrusunun üzerinde kalan değerler etkinliği, altında kalan değerler ise etkisizliği temsil ederler (Steyerberg vd., 2011: 774-781).

**Parametrik Olmayan Yöntemler:** Etkinliğin ölçülebilmesi için çoklu girdi ve çıktıların kullanabildiği yöntemlerdir. Birden fazla ölçme biriminin bir arada olduğu, üretim fonksiyonu üzerinde tahmin yürütülemeyen, üretimi açıklayan birden fazla girdi ve çıktının olduğu durumlarda diğer yöntemlere göre avantajlı sonuçlar vermektedir (Cooper vd., 2011b). Çıktıların ağırlıklı toplamalarının girdilerin ağırlıklı toplamalarına bölünmesi ile başlayan parametrik olmayan yöntemlerle etkinlik analizi zaman içerisinde geliştirilen modeller, doğrusal programlama, kodlama ve bilgisayar teknolojisindeki gelişmeler sayesinde

yeni modeller oluşturularak birçok alanda kullanım imkânı bulmuştur (Kirigia vd., 2008: 509-519). Parametrik olmayan yöntemler içerisinde en çok kullanılan yöntem Veri Zarflama Analizi yöntemidir.

## 2. Kavramsal Çerçeve

### 2.1. Hava Seyrüsefer Hizmet Sağlayıcıları

Yıllar içerisinde artan ticaret ve turizm hacmi ile bağlantılı olarak artan havacılık faaliyetleri de etkinlik araştırmaları için odak noktası oluşturmaktadır. Günümüzde havacılık sektörünü olumsuz etkileyen COVID-19 pandemisine kadar ortalama büyüme rakamları yıllık bazda %3,5 olarak tahmin edilmektedir. Örneğin 1970 yılında ticari havacılık uçak sayısı 3700 iken, 1990'da 9100, 2010 yılında 21000'e çıkmıştır. 2030 yılı için söz konusu hava aracı sayısının 40000 olacağı öngörülmektedir (Peeters vd., 2016:30-42). Bu da her geçen gün uçuş sayılarının arttığı ve "havadaki karmaşa" düzeyinin fazlaştığı anlamına gelmektedir. Havayolları, akabinde hava limanları ile başlayan farklı yapılanma ve özelleştirme faaliyetleri ticari havacılık operasyonunun üçüncü temel bölümünü oluşturan Hava Seyrüsefer Servis Sağlayıcılarını da (ANSP) etkilemiştir. Hava trafiğinin düzenlenmesi, havacılık bilgilerinin yayınlanması ve operasyonun yürütülmesinden sorumlu olan Hava Seyrüsefer hizmeti, 1944 tarihli Chicago konvansiyonu gereğince her ülke tarafından kendi hava sahası içerisinde uluslararası kuruluşlar tarafından belirlenen standartları gözetilerek sağlanmak zorunluluğundadır (Bourgeois vd., 2018;60-62).

Daha güvenli, düşük maliyetli, müşteri memnuniyetinin önde tutulduğu, karar mekanizmalarının doğru yapılandırıldığı kurumsal yapı ve planlama için yapılan araştırmalar her geçen yıl artmaktadır (Lewis ve Zolin, 2004: 52-77; Materna, 2019: 1127-1133).

Avrupa Hava Trafik hizmetlerinde standardizasyonu sağlamak amacıyla 1960 yılında Belçika, Fransa, Almanya, Lüksemburg, Hollanda ve İngiltere tarafından kurulan EUROCONTROL, 13 Aralık 1960'da imzalanıp 1 Mart 1963'de yürürlüğe giren anlaşma uyarınca uluslararası kuruluş niteliği kazanmıştır. Günümüzde kuruluşun stratejik hedefleri güvenlik, kapasite kullanımı, verimlilik, çevre duyarlılığı konularıdır. Kısa, orta ve uzun vade planlamaları ile hava trafik yönetimi konusunda stratejiler oluşturularak sivil ve askeri makamlar koordinasyonunda hedeflere ulaşmak için 41 üye ülkesi ile çalışmalarda bulunmaktadır. Üye ülkelerin hava yollarından alacakları ücretlerin tahsilatları da EUROCONTROL tarafından yapılmaktadır (Dierikx, 2018: 100; McNally, 2010: 52-53). Türkiye 02 Aralık 1998 ve 3504 sayılı kanun uyarınca 1 Mart 1989 tarihinde EUROCONTROL teşkilatına 10'uncu üye olarak katılmıştır (Türkiye Cumhuriyeti Dışişleri Bakanlığı, 2011).

EUROCONTROL 2002 yılından itibaren yıllık olarak, çalışmaya konu olan ilgili kuruluşların, verimlilik ve etkinlik değerlerini ülkelere elde edilip toparlanan veriler ışığında, belirlenen anahtar performans göstergelerine (KPI) göre hesaplayarak performans ve benchmarking (ACE) raporlarını<sup>1</sup> yayınlamaktadır. İlgili raporlarda saat başına üretkenlik, işgücü giderleri, personel sayıları, uçuş saatleri, hava sahası büyüklüğü, mevsimsel değişkenlik vb. birçok parametre kullanılmakta ve çeşitli hesaplama yöntemleri ile söz konusu kuruluşlar için finansal/mali etkinlik değerleri elde edilmektedir<sup>2</sup>. (EUROCONTROL, 2020)

Çalışmada EUROCONTROL verilerinden yola çıkılarak; farklı kuruluş yapılarında, farklı milli düzenlemelere sahip, ancak aynı girdileri kullanarak aynı çıktıları üreten, temel olarak görev ve yetkileri ICAO ve EUROCONTROL tarafından tanımlanmış kuruluşlar için göreceli etkinlik değerleri Veri Zarflama Analizi Yöntemi ile analiz edilmiştir. Böylece kuruluş idari yapılanması ve mülkiyetine göre değişkenlik gösteren operasyonel ve destek personeli istihdam oranları, kuruluşun mali girdi-çıkıtı, verilen hizmet miktarı ve kalitesinin ölçülmesi ile göreceli etkinlik değerleri hesaplanmıştır. Bu analizi yapabilmek amacıyla kuruluşun kaynak kullanımları girdi olarak ve ürettiği hizmetler çıktı olarak alınmış; etkinlik sınırına çıkabilmek için değiştirilmesi, geliştirilmesi gereken yönler ve oranlar belirlenmiştir. Literatür kısmında verilen önceki

<sup>1</sup> Hava Trafik Yönetimi Maliyet Etkinliği Raporları (ATM-ACE Reports), Avrupa'daki Hava Seyrüsefer Hizmet Sağlayıcıları (ANSPs) için maliyet etkinliği ve üretkenliği için yıllık veriler ve analizleri sunmaktadır. Analiz kısmında öncelikle ANSP'lerin doğrudan kontrolü ve sorumluluğu altındaki maliyetlere, yani ATM/CNS maliyetlerine odaklanılmaktadır. İlgili raporlara <https://www.eurocontrol.int/air-navigation-services-performance-review> adresinden erişilebilmektedir.

<sup>2</sup> İlgili veriler ışığında kurumların performans değerleri Finansal etkinlik değerleri; ATCO saatlik üretkenlik, Saat başına ATCO maliyeti, Destek Hizmetleri oranı, Tümüleşik uçuş saatleri için ATCO istihdam maliyeti ve Tümüleşik uçuş saatleri için destek hizmetleri maliyetlerinin bileşimi ile hesaplanmaktadır. Bkz: Tablo 2.

çalışmalardan farklı olarak personel dengesi de girdi ve çıktı değeri olarak analize alınmış, böylece operasyonel ve destek personel oranlarının etkinlik analizinde payı araştırılmıştır.

## 2.2. Literatür

(Button ve Neiva, 2014: 65-80) yaptıkları çalışmada 36 Avrupa HSS kuruluşunun performanslarını 2002 yılından 2009 yılına kadar geçen süreçteki verilerle Veri Zarflama Analizi ile incelemiş ve kıyaslamışlardır. 2 girdi, 2 çıktı ve 1 istenmeyen çıktı üzerinden ekonomik etkinlik araştırması yapmışlardır. Çalışmada girdiler: kapıdan kapıya ATM/CNS maliyetleri ve diğer kapıdan kapıya maliyetler; çıktılar: HSS kuruluşları tarafından kontrol edilen IFR uçuş süreleri ve IFR havalimanı hareketleri; istenmeyen çıktı ise 15 dakikayı aşan gecikme süreleri olarak alınmıştır.

(Bilotkach vd., 2015: 50-60) Veri Zarflama Analizi ve Malmquist Toplam Faktör Verimlilik Endeksi yöntemleri ile Avrupa Hava Seyrüsefer Hizmet Sağlayıcı kuruluşların 2002 – 2011 yılları arasındaki performans değişikliklerini incelemişler ve 2008 yılında yaşanan mali krizin ilgili hizmetlere yansımaları da veriler ışığında ayrıca değerlendirmişlerdir. Çalışmada girdiler: ATCO maliyetleri, destek personeli maliyetleri, diğer personel maliyetleri, kurumsal maliyetler; çıktılar: HSS kuruluşları tarafından kontrol edilen IFR uçuş süreleri ve IFR havalimanı hareketleri alınmıştır.

(Ćujić vd., 2015: 36-44) Veri Zarflama Analizi ile 2009, 2010, 2011 yılları verilerini kullanarak yaptıkları etkinlik analizinde; girdiler: ATCO maliyetleri, ATCO maliyetleri dışında kalan maliyetler; çıktılar: Tümüleşik uçuş saatleri (Composite Flight Hours), toplam gelir; İstenmeyen çıktı olarak gecikme değerlendirilmiştir.

(Standfuß ve Schultz, 2018:1-10) verilen Hava Seyrüsefer Hizmetini, En-route (üstgeçiş) ve Terminal hizmeti olarak ikiye ayırmış ve her iki servis için ayrı olarak etkinlik incelemesi yapmışlardır. En-route için girdiler: ATCO çalışma saatleri, ACC (Saha Kontrol Merkezi) sayısı; çıktılar: HSS kuruluşları tarafından kontrol edilen IFR uçuş süreleri, IFR uçuş sayısı olarak alınmıştır. Terminal hizmetleri için ise girdiler: ATCO çalışma saatleri, operasyon maliyetleri, birleştirilmiş ünite sayıları; çıktılar: Uçuş saatleri ve havalimanı trafik sayılarıdır.

(Arnaldo vd., 2014; 1-7) Avrupa HSS teşkilatlarının etkinliklerini Veri zarflama analizi yöntemi ile analiz etmişlerdir. Çalışmada girdiler: ATM/CNS Maliyetleri, personel Maliyetleri, diğer Maliyetler; Çıktılar: ACC operasyonel çıktıları, En-route çıktıları, gelirler ve Tümüleşik uçuş saatleridir. Söz konusu analiz girdi ve çıktı öncelikli modellemeler ile 4 farklı boyutta incelenmiş, girdi veya çıktı öncelik seçimine göre etkinlik analizinin değişimleri ilgili yayında çalışılmıştır.

(Dempsey-Brench ve Volta, 2018: 11-23) Hava Seyrüsefer servislerinin kamu hizmeti, özelleştirme, otonom yapıda hizmet vermesi açısından mali etkinlik farklılıklarını Skolastik Sınır Analizi yöntemini kullanarak çalışmışlar; sonuç olarak özelleşme veya farklı yapılanmaların maliyet yapıları üzerinde etkili olmadığı sonucuna varmışlardır.

(Hoffmann vd. 2018: 1-52) Avrupa’da bulunan 32 büyük havalimanı üzerine yaptıkları çalışmada Eurocontrol performans göstergeleri ile uyumlu olacak yeni KPI (Key Performance Indicator – Performans göstergesi) önermişler ve veri zarflama analizi yöntemini kullanmışlardır. Söz konusu çalışmada girdiler: Yoğun saat IFR iniş kapasitesi, Yıllık IFR kapasite; Çıktılar, iniş ATFM gecikmeleri, varış sıralaması ölçüm ek süresi (ASMAT), toplam IFR iniş sayısıdır. Çalışma sonucunda 32 havalimanından 6 tanesi etkin bulunmuştur.

## 2.3. Veri Zarflama Analizi

Ürettikleri mal veya hizmet açısından birbirine benzer niteliklere sahip karar verme birimlerinin göreceli etkinliklerinin ölçülmesi amacıyla geliştirilmiş parametrik olmayan bir ölçme yöntemidir. Charnes, Cooper, Rhodes 1978 yılında göreceli etkinliklerin ölçülmesi amacıyla geliştirilen doğrusal programlama esaslı bir analizdir. Kamu kurumlarının etkinlik değerlerinin ölçülmesi ile başlayan süreç zaman içerisinde ticari faaliyetlerin etkinlik değerlerinin ölçülmesi ile devam etmiş, benchmarking uygulamaları, optimum girdi ve çıktılarının belirlenmesi yöntemleri ile genişletilmiştir (Sherman ve Zhu, 2006: 51-52).

Çok sayıda girdi ve çıktıyı desteklemesi diğer analiz yöntemlerinden olumlu olarak ayrılan en büyük avantajı olarak sayılabilir. Aynı girdi ve çıktıları kullanarak aynı ürünü veya hizmeti üreten işletmelerin (Karar Verme Birimlerinin) göreceli olarak kıyaslanarak belirlenen etkinlik sınırının altında veya üstünde yer almasına göre etkin veya etkin olmayan olarak değerlendirilmesi esastır. Örnek olarak A işletmesi X girdi kullanarak Y çıktısını oluşturabiliyor, B işletmesi ise X/2 girdi kullanarak Y çıktısını oluşturabiliyor ise; aynı girdi ve çıktılar

baz alındığında B işletmesi etkin olarak değerlendirilirken, A işletmesi belirlenen etkinlik sınırının altında bir skor alacaktır. A işletmesinin etkin hale gelebilmesi için değiştirmesi gereken girdi ve çıktı miktarları veya kendi iç sistemi içerisinde farklılaştırması gereken diğer parametreler de (çoklu girdi ve çıktı kullanılarak) belirlenebilmektedir. Böylece; politika üreten, yönetim kararlarının belirleyici olduğu gerçek hayatta pek çok faktör aynı anda değerlendirilebilmektedir (Bay, 2009: 11-26).

Bulunduğu çevre içerisinde etkinlik değerini yakalayabilmek için girdi ve çıktılar değiştirilerek, model seçimi farklılaştırılarak senaryolar üretilebilir ve bu şekilde çoklu bakış açısı yakalanabilir.

Girdi ve çıktılarının sayıları KVB'lerin sayısından büyük ise Veri Zarflama Analizi Yönteminin etkinlik analizinde elde edilecek etkinlik skorları vasıtasıyla ayırt etme gücü etkilenir. Genel olarak, girdi ve çıktı sayısı arttıkça her birimin bir diğerine göre üstün yanı da girdi veya çıktı olarak analize dahil edileceğinden dolayı, diğer birimler de görelî analizde değerlendirilemeyecek kadar yüksek skorlar elde edecekler ve böylece etkinlik derecesi 1 olan KVB sayısı artacaktır. Bu sorunu önlemek için KVB sayısının girdi ve çıktı sayıları toplamından en az 2 kat fazla olması beklenir.

Bu kapsamda;

$$n > 2(m+s)$$

(Kuo ve Lin, 2012: 2852-2863)

$m$ = girdi sayısı,  $s$ = çıktı sayısı,  $n$ = KVB sayısı

İlgili kısıt altında belirli sayıda parametre için ölçüm yapılabileceğinden, girdi ve çıktı olarak kullanılmayan diğer etmenlerin skorlar üzerindeki etkileri ikinci bir analiz yöntemi ile ortaya konulabilir. Bunun için ise genellikle bootstrapping metodu ile örnekleme çoğaltarak diğer etmenlerin regresyon analizi yapılmaktadır. Böylece iki aşamalı bir analiz ile birçok faktör işletmenin gerek ekonomik ve gerekse teknik etkinlik analizi için kullanılabilir iken, işletmenin kontrolünde olmayan dış etmenlerin de etkinlik değerleri üzerindeki etkileri araştırılabilir.

Etkinlik analizi yapılırken temel olarak girdi ve çıktı odaklı olmak üzere iki model kullanılabilir. Temel olarak; Girdiler üzerinde kontrol az veya yok ise çıktı yönelimli, çıktılar üzerinde kontrol az veya yok ise girdi yönelimli modeller kullanılmaktadır. Veri zarflama analizinde Karar Verme Birimlerinin kıyas analizine alınan diğer birimlere nazaran daha etkin oldukları faktörlere ağırlık vererek skor yönünden avantaj sağlamaması için birimlerin etkinlik değerlerinin %100'ü aşmaması kısıtlaması konulmuştur. Bunun yanında yöntemde dair diğer bir kısıt ise yine aynı avantaj/dezavantaj hususları göz önüne alınarak, atanacak ağırlıkların negatif olmaması gerekliliğidir (Kocakoç, 2003: 18).

VZA metodu zaman içerisinde geliştirilerek daha geniş kapsamlı kullanım ve sözü edilen kısıtları hafifletilmesi için yeni yöntemler uygulanmaya başlamıştır. Klasik VZA modelleri negatif ve kesin olmayan değerler altında sonuç veremediğinden dolayı, özellikle negatif girdi ve çıktılarla çalışması gereken durumlar için (Peykani vd., 2018; 31) Bulanık VZA, girdi ve çıktılar için net değerler elde edilemediğinde eksik değerlerin tamamlanması ve analizin yapılabilmesi için Z-numarası kullanılan ve etkinlik sınırının çizildiği Z-VZA yöntemleri geliştirilmiştir (Azadeh ve Kokabi, 2016; 604). Bunun yanında klasik VZA yönteminin etkinlik ölçümünde yetersiz kaldığı, çok basamaklı işlemler sonucu elde edilen çıktılarının kullanılarak ölçüm yapılan İki Basamaklı VZA (Chen., vd., 1999; 600) geliştirilmiştir. İlk basamakta elde edilen çıktılar ikinci basamakta girdi olarak kullanılmakta ve iki basamağın etkinlik değerleri ayrı ayrı tespit edilebilmektedir. Böylece işletmelerin etkinlik ölçümleri için geliştirmeleri gereken yönleri klasik VZA'nın bahsedilen girdi ve çıktı sınırlamalarını esnetebilmektedir.

### 2.3.1. VZA Aşamaları

Veri Zarflama Analizi ile etkinlik ölçümü yapılabilmesi için gerekli olan aşamalar aşağıdaki gibidir (Dinçer, 2008: 825-846):

1. Karar birimlerinin belirlenmesi
2. Girdi ve çıktılarının tanımlanması
3. Analizde uygulanacak modelin seçimi
4. Sonuçların yorumlanması

### 2.3.1.1. Karar Birimlerinin Belirlenmesi:

VZA ile etkinlik ölçümü görel olarak yapıldığından KVB'lerinin belirlenmesi aşaması oldukça önemli bir basamaktır. Aynı girdileri kullanarak aynı çıktılar üreten birimlerin birbirleri ile kıyaslanması gerekmektedir. Karar birimleri için kullanılacak olan veri setlerinin tutarlılığı sağlanmalı ve tüm karar noktalarının faaliyet alanları benzer çevre içerisinde yer almalıdır (Kaya ve Doğan, 2005: 7).

Çalışmada aynı kurallara ve bildirim yükümlülüklerine tabi olan kuruluşlar Karar Birimleri olarak seçilmiştir. Tüm birimlerde aynı girdiler kullanılarak aynı çıktılar oluşmaktadır.

### 2.3.1.2. Girdi ve Çıktıların Belirlenmesi

Görel etkinlik analizinin yapılabilmesi için girdi ve çıktıların belirlenmesi kritik bir aşamadır. Farklı seçilecek girdi ve çıktı kombinasyonları Karar Birimlerinin etkinlik değerlerini, sıralamalarını değiştireceğinden ilgili işletmelerin faaliyet alanları, üretim kapasiteleri, sektör özellikleri de göz önünde bulundurulmalıdır (Özçelik ve Öztürk, 2019: 1011-1028).

Karar Birimlerinin amaçlarını yansıtacak çıktıların ve bu çıktıları oluşturacak girdilerin seçimi görel etkinlik değerlerini göstermesi açısından elzem olarak görünmektedir (Yıldırım, 2010: 141-153).

Literatür kısmında belirtilen çalışmalarda kuruluşların mali etkinlikleri ölçülmek istenildiği zaman harcama/gelir kaynaklı girdi ve çıktıların, teknik etkinlikleri ölçülmek istenildiğinde ise personel, operasyon üniteleri ve uçuş saatleri vb. girdi ve çıktıların seçildiği dikkat çekmektedir.

Yapılan çalışmada KVB'lerin personel istihdam politikalarına yönelik araştırma yapılmak istenilmiş, dolayısıyla girdi ve çıktı seçimleri insan kaynağı, mali kaynak; gelir, hizmet miktarı ve verilen hizmetin kalitesini yansıtacak şekilde seçilmiştir (EUROCONTROL, 2020: 167-171).

### 2.3.1.3. Analizde Uygulanacak Modelin Seçimi

Analizde kullanılacak olan model; girdi ve çıktılar üzerindeki kontrol derecesi ve ölçülmek istenilen etkinlik türüne göre seçilmektedir. Eğer analize esas olan girdiler üzerinde kontrol seviyesi az veya yok ise çıktı yönelimli, çıktılar üzerinde kontrol seviyesi az veya yok ise girdi yönelimli modeller kullanmak gerekmektedir. Girdi veya çıktı üzerinde kontrol parametrelerine karar verilemediği durumlarda ise yönelimsiz, toplamsal modeller kullanılmalıdır (Cinca ve Molinero, 2004: 521-528).

### 2.3.1.4. Sonuçların Yorumlanması

Elde edilen sonuçlar ile Karar Birimlerinin etkin olup olmadığı belirlenmekte, etkin değil ise etkinlik sınırına olan uzaklıkları elde edilmektedir. Bunun yanında etkinlik sınırının altında kalan birimlerin etkin hale geçebilmek için girdi veya çıktılarda yapması öngörülen artış veya azalış yönündeki değişiklikler de hesaplanmaktadır. Yine etkin olmayan birimlerin etkin hale gelebilmeleri için rakamsal olarak kendilerine örnek alabilecekleri etkin birimler Benchmark sekmesi altında gösterilmektedir.

Analiz sonucunda etkinlik sınırı üzerinde sonuç elde ederek etkin çıkan birimlerin kendi aralarındaki sıralamaları ise süper etkinlik kavramı ile Andersen (1993: 1261-1264) tarafından yöntemle kazandırılmıştır. Böylece 1 üzeri değer elde eden birimlerin görel etkinlik değerlerine pozitif yönde ne kadar uzakta oldukları da hesaplanabilmektedir.

## 2.3.2. VZA Modelleri

Veri zarflama analizi modelleri Ölçeğe Göre Sabit Getiri (CCR) ve Ölçeğe Göre Değişken Getiri (BCC) olarak iki model altında incelenmektedir.

### 2.3.2.1. CCR Modeli

1978 yılında Charnes, Cooper, Rhodes tarafından Ölçeğe Göre Sabit Getiri (Constant Returns to Scale - CRS) varsayımına göre geliştirilmiştir. Söz konusu varsayımda girdilerin bileşiminde meydana gelen x kat değişim çıktılarda da aynı oranda etkili olmaktadır. Eğer çıktı girdilere oranla daha az artıyor ise ölçeğe göre azalan getiri, girdilere oranla daha fazla artıyor ise ölçeğe göre artan geliri olarak adlandırılır. Genel olarak düşük çıktı seviyelerinde artan geliri, düşük çıktı seviyelerinde ise azalan getiri gözlemlenebilir. Çıktılar girdilerden bağımsız olarak sabit kalıyor ise ölçeğe göre sabit getiri olarak tanımlanır. (Ulucan, 2002: 185-202)

Söz konusu modelin ilk uygulamaları ABD’de hizmet veren kamu okulları üzerinde yapılmış, sonrasında hastaneler, devlet kuruluşları, askeri birimler gibi kar amacı gütmeyen kuruluşlar üzerinde analizlere devam edilmiştir. Modelin kullanımı ticari faaliyet gösteren işletmelere genişletilmiş ve etkinlik analizlerinde kullanılmıştır. Birden çok girdi ve çıktının aynı anda kullanılabilmesi ile klasik anlamdaki verimlilik analizleri genişletilme şansı bulmuş ve aynı zamanda ekonomik verimlilik optimizasyonları ile bağlantı kurabilmek için fırsat sunulmuştur. (Ahn vd., 1988: 253-257)

**2.3.2.1.1. Girdiye Yönelik CCR Modellemesi**

Girdiye yönelik modelde s adet çıktının üretim seviyesini sağlamak için m adet girdinin miktarlarını en az seviyeye indirmek sağlanmaya çalışılmaktadır. (Başkaya ve Avcı, 2011) Bunun için n karar birimi için toplam ağırlıklandırılmış çıktılar, toplam ağırlıklandırılmış girdilere oranının maksimizasyonuna çalışılır. (Tarım, 2001: 5-40)

Girdiye yönelik VZA modeli aşağıda verilmiştir;

$$Maxh_k = \left( \sum_{r=1}^p u_r Y_{rk} \right) \left( \sum_{i=1}^m v_i X_{ik} \right) \tag{1}$$

Denklemin kısıtları:

$$Maxh_k = \left( \sum_{r=1}^p u_r Y_{rk} \right) \left( \sum_{i=1}^m v_i X_{ik} \right) \leq 1 \tag{2}$$

$j=1, \dots, n; u_r \geq 0, r=1, \dots, p; v_i \geq 0, i=1, \dots, m$

Model doğrusal programlama modeline çevrilebilir ve tek yönlü algoritma ile çözümlenebilir. Dönüştürme sonucu ortaya çıkan primer model ile dual model Tablo 1’de verilmektedir:

**Tablo 1.** Primer ve Dual Model

Primer Model (Çarpan Modeli)	Dual Model (Zarflama Modeli)
$Max\Phi_k = \left( \sum_{r=1}^p \mu_r Y_{rk} \right) \tag{3}$ <p>Denklemin kısıtları:</p> $\left( \sum_{i=1}^m v_i X_{ik} \right) = 1$ $\sum_{r=1}^p \mu_r Y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i X_{ij} \leq 0, \quad j = 1 \dots n$ $\mu_r \geq 0, \quad r = 1 \dots p;$ $v_i \geq 0, \quad i = 1 \dots m \tag{4}$	$Min\Phi_k \tag{5}$ <p>Denklemin kısıtları:</p> $\sum_{j=1}^n Y_{rj} \lambda_{jk}$ $r = 1, \dots, p$ $\theta_k X_{ik} - \sum_{j=1}^n Y_{ij} \lambda_{jk} \geq 0$ $i = 1, \dots, m$ $\lambda_{jk} \geq 0 \quad j = 1 \dots n \tag{6}$

Dual değişken  $\lambda_{jk}$  sadece karar birimi k’nın primer CCR modelinde eşitsizliğin eşitlik olarak da sağlanması durumunda pozitif değer alabilir. Bu durum karar biriminin etkin olduğunu ifade eder. Böylece denklem:

$$\sum_{r=1}^p \mu_r Y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i X_{ij} = 0 \tag{7}$$

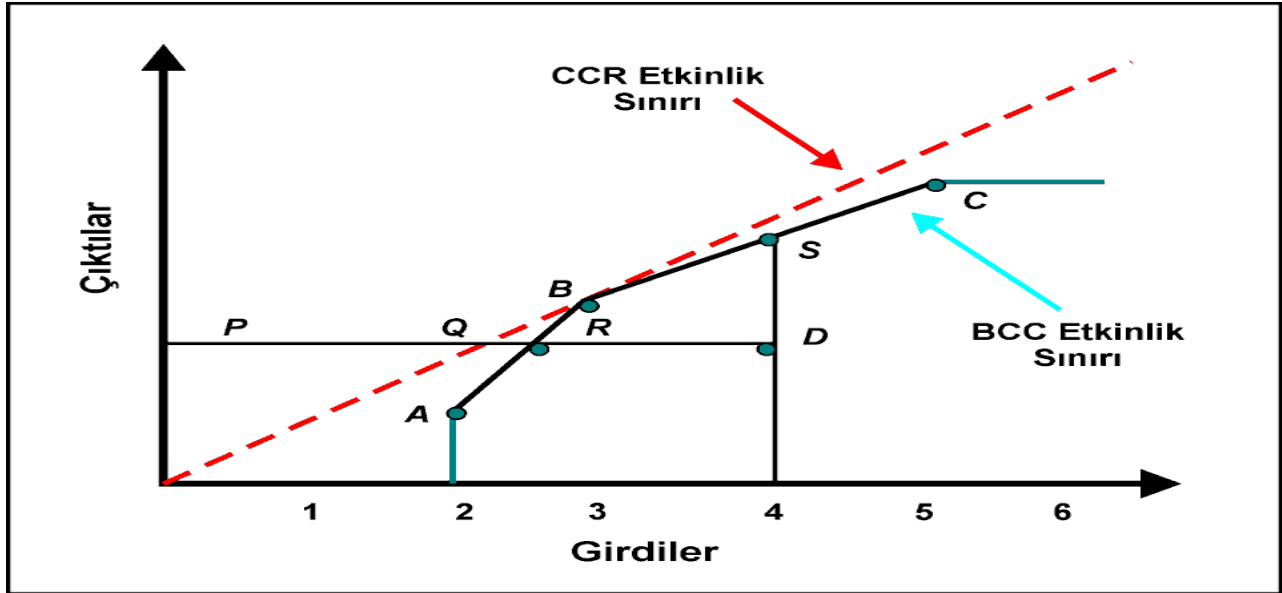
Şeklinde elde edilebilir. Karar birimi  $k$ 'nın primer modelinde pozitif değer verilen tüm  $\lambda_{jk}$  dual değişkenlerinin karşılık geldikleri karar birimleri etkindir. Bu karar birimlerinin oluşturduğu sete karar birimi  $k$ 'nin referans seti denir. (Tepe, 2006: 87)

### 2.3.2.2. BCC Modeli

1984 yılında Banker, Charnes, Cooper tarafından geliştirilmiş ve model ismini geliştiricilerin soyadlarının ilk harflerinden almıştır. Ölçeğe göre değişken getiri varsayımı altında teknik etkinliğin ölçümünün yapılması sağlanmaktadır. Ölçeğe göre değişken getiri varsayımında; girdilerin bileşim oranı değiştirilmeden kullanılan girdiler  $X$  kat artırıldığında, çıktılar  $X$ 'den farklı oranda artabilirler (Variable Returns to Scale -VRS).

Üretim (etkinlik) sınırının ölçeğe göre değişken getiri özelliği göstermesinden dolayı, girdi yönelimli BCC modeli ile hesaplanan görece teknik etkinlik değerleri çıktı yönelimli BCC modeliyle hesaplanan görece teknik etkinlik değerlerinden farklı olabilir. Çünkü ölçeğe göre değişken getiri varsayımı altında herhangi bir KVB'nin girdiye göre ölçek getirisi artan olabilirken, çıktıya göre azalan özellikte olabilmektedir (Özden, 2008: 174). BCC modelleri ile optimal ölçekte faaliyette bulunmayan KVB'lerinin de faaliyet düzeylerine göre etkinlikleri tespit edilebilmektedir (Özçelik ve Öztürk, 2019: 1011-1028).

Yapılan ölçümler sonucunda BCC modelinin etkinlik sınırı her zaman CCR etkinlik sınırının altında kalacaktır. Bu yüzden CCR etkinlik skoru, BBC etkinlik skorundan küçük veya ona eşit olacaktır.



Şekil 1. CCR ve BBC modellerine göre etkinlik sınırları (Othman vd, 2016: 914).

Aynı tür çıktı üretmek için aynı girdileri kullanan A,B,C,D noktaları için Şekil 1.'de görüldüğü üzere eksen orijinlerinden B ile kesişen kırmızı noktalı çizgiler CCR modeline göre etkinlik sınırını; A, B, C noktalarından geçen kalın siyah çizgi ise BBC modeline göre etkinlik sınırını göstermektedir. CCR modeline göre sadece B etkin iken, BCC modeline göre A, B, C karar verme birimleri de etkindir. Böylelikle BCC modeli aracılığıyla ölçümlerde daha fazla karar verme birimi etkin olacak ve verimli sınır hattında daha fazla KVB'ye izin verilecektir (Green vd., 1996: 482-490).

### 3. Yöntem

EUROCONTROL üyesi ülke HSS'lerinin etkinlik analizleri için Performans İzleme Komisyonu (EUROCONTROL – Performance Review Commission), 2018 yılı veri ve analizlerini kapsayacak şekilde Performans İzleme Raporunu 2019 yılında, analizlere esas olan Benchmarking (ACE) raporunu ise Mayıs 2020 tarihinde yayınlamış ve 19 Haziran 2020 tarihinde onayın ardından kamuya sunmuştur. İlgili rapor verilerin toplanması, işlenmesi ve karşılaştırılması aşamalarının tamamlanması sebebiyle genel olarak hedef yılı takip eden ikinci yılın yaz döneminde yayınlanmaktadır (EUROCONTROL, 2020).

Veri Zarflama Analizi için ticari ve akademik kullanım için geliştirilen çeşitli bilgisayar programları mevcuttur. Bunlar başlıca; DEA Excel Solver, EMS, DEAP, DEA Solver Pro, Warwick DEA ve OSDEA olarak



listelenebilir. Çalışmada akademik kullanım için ücretsiz olarak temin edilebilen OSDEA ve süper etkinlik değerlerini hesaplamak için EMS versiyon 1.3.0 kullanılmıştır (www.holger-scheel.de). Çalışmada etkinlik skorları 1 (%100) çıkan KVB'leri arasında ayırım yapabilmek amacıyla süper etkinlik sıralaması yapılmış, böylece etkin çıkan KVB'lerin etkinlik sınırına olan uzaklıkları ölçülmüştür.

EUROCONTROL, FAA (Federal Havacılık İdaresi – Federal Aviation Administration), CANSO (Sivil Havacılık Seyrüsefer Hizmetleri Organizasyonu - Civil Air Navigation Services Organization) HSS kuruluşları için performans ölçümlerinin yer aldığı çalışmaları düzenli aralıklarla yayınlamaktadırlar. Söz konusu kuruluşların HSS kuruluşları için belirlenen performans kriterleri Tablo 2'deki gibi gruplandırılabilir:

**Tablo 2.** HSS Performans Kriterleri

Performans Grubu	Performans Tanımlamaları
Güvenlik	- Emniyet yönetim sistemi uygulamaları (SMS) - Emniyet olayı oluşma riski
Çevresel etkiler	- Yakıt tüketimi - Havalimanları gürültü etkileri
Kapasite ve gecikme	- Pik varış kapasitesi - İniş-kalkış kapasite kullanımı - En-Route gecikmeleri - Havalimanı gecikmeleri
Öngörülebilirlik	- İniş-kalkış dakikliği - ATFM Slot bağlılığı - Uçuş aralığı değişkenliği
Mali Etkinlik	- Hizmet için birim gideri (örn. her IFR uçuş saati için) - ATCO üretkenliği - Hizmet birim geliri (örn. her IFR uçuş saati için)
Performans Oranları	- Tümleşik uçuş saati başına ATCO istihdam giderleri - Tümleşik uçuş saati başına destek giderleri

(Arblaster, 2018: 133-137)

KVB'lerin etkinlik değerleri ölçülürken araştırmacının odak noktası ilgili kuruluşların kurumsal yapıları olduğundan girdi ve çıktılar bu kriterler kullanılarak seçilmiştir. Kuruluşun destek ve diğer personel sayısı ve dolayısı ile "Tümleşik uçuş saati başına destek giderleri"ni yansıtmakta, operasyonel personel sayısı ile de "Tümleşik uçuş saati başına ATCO istihdam + operasyonel giderler"i ve kuruluşların personel yapılanmalarını temsil etmektedir. Kuruluşun kamu, kamu-özel sektör ortaklığı, özel sektör vs. yapılanma ve yönetim modeli istihdam yapısında da farklılaşmaya sebep olacaktır. Bunun yanında kurumun havalimanı işletmeciliği yapması gerek operasyonel ve gerekse destek hizmetleri personel sayısında artışa gitmesine sebep olacaktır. Alman DFS gibi bazı HSS için ise eğitim, AR-GE, başka ülkelerin hava trafik sistemlerinin kurulması gibi işlevleri olan alt kuruluş ve işlevlere sahip olmak da ilgili girdileri etkileyen sebepler olarak sayılabilir. Bunun yanında "Tam Maliyet" esasına göre hizmet veren HSS'lerin (Magister, 2012: 9-11) uçuşun gerçekleşmesi için yükledikleri maliyet (uçanın bir havalimanından hizmet alması ile başlayıp, hava sahasını kullanması ile devam eden-Kapıdan Kapıya Giderler) ve verdiği hizmet karşılığında elde ettiği gelir (Kapıdan Kapıya Gelirler) de girdi ve çıktılarda bulunmaktadır. Verilen hizmetin miktarını ölçmesi açısından "Tümleşik Uçuş Saatleri" çıktı kısmında yer almaktadır.

$$\text{Tümleşik uçuş saatleri} = \text{Transit uçuş saatleri} + (0,27 \times \text{IFR Havalimanı Uçuş Saatleri})^3$$

yöntemi ile elde edilmektedir (Eurocontrol, 2019: Annex2-151).

Verilen hizmetin kalitesinin ölçülmesi için hava sahası ve hava limanlarında yaşanan gecikmeler önemli bir göstergedir. 2018 yılı hava sahasındaki 1 dakikalık gecikmenin maliyeti 104€ olarak belirlenmiştir (EUROCONTROL, 2020: 16). Bu sebeple gecikme süresi hizmet alan açısından maliyet artışına sebep olurken hizmeti veren HSS kuruluşu açısından ise performans anlamında olumsuzluk olarak görünmektedir. Bu ölçütü yansıması açısından literatüre bağlı kalınarak 1/Delay (15 dakikayı aşan süreler) çıktı olarak alınmıştır. Gecikme süresi 15 dakikanın altında olan çıktı değeri literatüre bağlı kalınarak 1 olarak alınmıştır.

Etkin olmayan KVB'lerin potansiyel iyileştirme oranları, yüzdesel olarak (% PI) aşağıdaki gibi hesaplanabilir (Özden, 2008: 173):

$$\% \text{ PI} = \frac{\text{Hedeflenen Değer} - \text{Gerçekleşen Değer}}{\text{Gerçekleşen Değer}} \times 100 \quad 8$$

Çalışmada kullanılan girdi ve çıktı tablosu ve açıklamaları Tablo 3'de verilmiştir:

**Tablo 3.** Veri Zarflama Analizinde Kullanılan Girdi ve Çıktılar

GİRDİLER	ÇIKTILAR
<p>- <b>Kapıdan Kapıya Giderler</b> (ATM/CNS Hizmet Giderleri + Meteoroloji Hizmet Giderleri + Diğer Hizmetler İçin Devlete Yapılan Ödemeler + EUROCONTROL Üyelik Giderleri + Temsil Giderleri + Vergiler)</p>	<p>- <b>Kapıdan Kapıya Gelirler</b> (Ücretlendirme Gelirleri + Havalimanı İşleticilerinden Gelen Gelirler + Diğer HSS Servislerinden Gelen Delegasyon Gelirleri + Askeri Birimlerden Elde Edilen Gelirler + Finansal Gelirler + Yerel Hükümetten Gelen Ödemeler + Muaf Uçuşlardan Gelen Gelirler + Diğer Gelirler)</p>
<p>- <b>Operasyonel Personel Sayısı</b> [ATCOs (Operasyonda çalışan ATCOs, diğer görevlerdeki ATCOs, eğitimdeki personel, iş başı eğitmeni, asistan) sayısı + Operasyon Destek Personel Sayısı]</p>	<p>- <b>Tümleşik Uçuş Saati</b> Transit uçuş saatleri + (0,27xIFR Havalimanı Uçuş Saatleri)</p>
<p>- <b>Destek / Diğer Personel Sayısı</b> [Teknik destek + İdari + Yardımcı Hizmet + Meteoroloji (Varsa) + Diğer personel sayısı]</p>	<p>- <b>1/Gecikme Süresi</b> [1/ (En-Route ATFM Delay + Airport ATFM Delay)* *15 Dakikadan fazla</p>

Analizde model olarak girdiye yönelik CCR (CCR-I) modeli kullanılmıştır.

#### 4. Bulgular

Hava Seyrüsefer Hizmet Sağlayıcı kuruluşların (ANSPs) girdi yönelimli CCR yöntemine göre hesaplanan etkinlik değerleri Tablo 4'de gösterilmektedir. Tablodan anlaşılacağı üzere 37 adet karar verme biriminden 12 tanesi Veri Zarflama Analizi yöntemi görelî etkinlik hesaplaması uyarınca etkin olarak bulunmuştur. Buna göre Armats, Austro Control, DCAC, ENAV, HCAA, IAA, MATS, Moldatsa, Nav Portugal, Oro-Navigacija, Slovenia Control, Skyeyes etkinlik skorları 1'dir. Akabinde KVB'lerden etkinlik skorları 1 olanların süper etkinlik hesaplama yöntemi ile etkinlik sınırının ne kadar üzerinde olduğu hesaplanmış ve ilgili değerler Tablo 5'de verilmiştir. Süper etkinlik hesaplama yöntemine göre en etkin KVB'nin MATS (Malta) olduğu gözlenmiştir. Etkinlik skoru en düşük kuruluşun ise Bulatsa (Bulgaristan) olduğu tespit edilmiştir. Analize esas olan tüm kuruluşların etkinlik skor ortalamaları 0.914 olarak hesaplanmıştır.

<sup>3</sup> Tümleşik uçuş saatleri hava sahasını kullanan hava araçlarının hava sahasında kaldığı sürenin, ilgili ülkenin havalimanlarını kullanan hava araçlarının kullanım sürelerinin 0.27 katsayısı ile çarpımı ve iki parametrenin toplamı ile elde edilmektedir. (EUROCONTROL, 2019)

Ek'de yer alan, Tablo 8 Projections'da (İyileştirme Tablosu) etkinlik kriterini sağlamayan KVB'lerin etkin hale gelebilmeleri için ulaşmaları gereken değerler verilmiştir. İlgili kuruluşlar girdi ve çıktı değerlerini tabloda verilen değerlere yaklaştırdıklarında aynı girdiyi kullanarak, aynı işi gerçekleştiren diğer kuruluşlarla aynı etkinlik skoruna ulaşabileceklerdir. İlgili değerler kullanılarak etkin olmayan KVB'lere dair hesaplanan potansiyel iyileştirmeler (% PI) Tablo 6'da verilmiştir. Yapılan hesaplamalar sonucunda KVB'lerin etkin hale gelebilmesi için girdi düzeylerinde azalmalara gitmesi gerektiği gözlenmektedir. Etkinlik değerinin altında kalan KVB'ler için maliyet kalemleri ortalama olarak %12,63, destek personel sayısı %46,67, operasyonel personel sayısı %22,83 oranında azaltılmalıdır. Bunun yanında Tümüleşik uçuş saatlerinde %6,13 artış gerekliliği ve gecikme sürelerinde %32,79'luk azalma gereksinimi gözlenmiştir.

**Tablo 4. KVB Etkinlik Skorları**

No	KVB	Ülke	Etkinlik Skoru	No	KVB	Ülke	Etkinlik Skoru
1	Albcontrol	Arnavutluk	0.889	19	Lfv	İsveç	0.866
2	Anscr	Çekya	0.811	20	Lgs	Letonya	0.912
3	Ansfinland	Finlandiya	0.966	21	Lps	Slovakya	0.814
4	Armats	Ermenistan	1	22	Lvnl	Hollanda	0.821
5	Austrocontrol	Avusturya	1	23	Mats	Malta	1
6	Avinorcontinenta l	Norveç	0.894	24	M-Nav	Kuzey Makedonya	0.950
7	Bulatsa	Bulgaristan	0.785	25	Moldatsa	Moldova	1
8	Croatiaccontrol	Hırvatistan	0.874	26	Natscontinental	İngiltere	0.890
9	Dcaccyprus	Güney Kıbrıs	1	27	Navportugalcontinental	Portekiz	1
10	Dfs	Almanya	0.825	28	Naviar	Danimarka	0.873
11	Dhmi	Türkiye	0.877	29	Oronavigacija	Litvanya	1
12	Dsna	Fransa	0.828	30	Pansa	Polonya	0.845
13	Eans	Estonya	0.996	31	Romatsa	Romanya	0.841
14	Enaire	İspanya	0.996	32	Sakaeronavigatsia	Gürcistan	0.883
15	Enav	İtalya	1	33	Skeyes	Belçika	1
16	Hcaa	Yunanistan	1	34	Skyguide	İsviçre	0.912
17	Hungarocontrol	Macaristan	0.932	35	Sloveniaccontrol	Slovenya	1
18	Iaa	İrlanda	1	36	Smatsa	Sırbistan	0.796
				37	Uksatse	Ukrayna	0.766

Yapılan analiz sonucu etkin çıkan birimler süper etkinlik hesaplaması için tekrar değerlendirilmiş ve Tablo 5'de verilen sonuçlar elde edilmiştir:

**Tablo 5. Etkin KVB'lerin Süper Etkinlik Skorları**

DMU	SKOR	DMU	SKOR
Armats	1.173	Mats	2.334
Austrocontrol	1.044	Moldatsa	1.232
Dcaccyprus	1.564	Navportugal	1.103
Enav	1.060	Oronavigacija	1.078
Hcaa	1.119	Skeyes	1.099
Iaa	1.007		

Tablo 6'da KVB'lerin etkinlik değerlerini yakalayabilmeleri için gerçekleştirmesi gereken potansiyel iyileştirme oranları yüzdesel verilmiştir.

Tablo 6. Potansiyel İyileştirme Oranları

% PI						
KVB	Gelirler	Giderler	OP. Pers.	Destek Pers.	Tümleşik Uçuş. Sa.	Gecikme
Albcontrol	0.00	-11.06	-11.06	-50.20	84.38	0.00
Anscr	0.00	-18.90	-34.80	-60.99	0.00	0.00
Ansf inland	0.00	-3.42	-19.06	-28.06	0.00	0.00
Avinorcontinental	0.00	-10.61	-29.65	-54.89	0.00	0.00
Bulatsa	0.00	-21.54	-21.54	-55.81	0.00	0.00
Croatiacontrol	0.00	-12.62	-40.32	-72.96	0.00	0.00
Dfs	0.00	-17.53	-19.44	-23.11	1.18	-97.48
Dhmi	0.00	-12.27	-26.63	-50.80	0.00	-64.92
Dsna	0.00	-17.20	-28.43	-22.52	2.50	-98.44
Eans	0.00	-0.36	-11.60	-33.48	0.00	0.00
Enaire	0.00	-0.42	-10.40	-20.20	0.00	-95.53
Hungarocontrol	0.00	-6.78	-6.78	-62.18	0.00	-99.26
Lfv	1.80	-13.38	-32.12	-13.38	0.00	-99.27
Lgs	0.00	-8.84	-21.57	-33.12	0.00	0.00
Lps	0.00	-18.61	-28.78	-64.90	9.61	0.00
Lvnl	0.00	-17.87	-21.44	-38.12	25.72	0.00
M-Nav	0.00	-4.99	-65.99	-85.99	0.00	0.00
Natscontinental	0.00	-11.02	-27.88	-47.09	0.00	-95.16
Navair	0.00	-12.74	-29.30	-44.67	0.00	0.00
Pansa	0.00	-15.46	-49.40	-73.21	0.00	-31.92
Romatsa	0.00	-15.93	-39.70	-68.08	0.00	0.00
Sakaeronavigatsia	0.00	-11.70	-11.70	-63.83	0.00	0.00
Skyguide	0.00	-8.82	-8.82	-8.82	29.94	-43.97
Smatsa	0.00	-20.38	-42.61	-20.38	0.00	-93.90
Uksatse	0.00	-23.36	-81.60	-94.85	0.00	0.00
<b>Ortalama</b>	<b>0.04</b>	<b>-8.53</b>	<b>-19.48</b>	<b>-32.20</b>	<b>4.14</b>	<b>-22.16</b>

## 5. Sonuç ve Tartışma

Küreselleşme, uluslararası ticaret ve turizm başta olmak üzere oluşan talep dolayısıyla tarihsel olarak sürekli olarak artan trafik yoğunluğu ile seyrüsefer emniyetinin daha güvenli ve etkin şekilde verilebilmesi için yapılan araştırmaların yoğunlaştığı günümüzde, ilgili kuruluşlar ülke hava sahası sınırları içerisinde monopol olarak hizmet verseler dâhi daha efektif çalışabilmek için yeni düzenlemelere gitmektedirler. Örnek olarak; bazı HSS kuruluşlarının yönetim kurullarında özel sektör, çalışan ve ilgili/paydaş başka kurum temsilcileri de yer alıp, yatırım ve işletme kararlarında aktif karar verme süreçlerinde rol oynarken; bazıları ise tamamen devlet kontrolü altında ve belirlenmiş yatırım ve işletme programına göre eylemlerini sürdürmektedir. Havaçılık faaliyetlerinin sürdürülmesi için temel gereksinimlerden birisi olan meteoroloji hizmeti bazı kurumlar bünyesinde verilirken, bazı kurumlar hizmet satın alma yöntemi ile bu hizmeti başka kamu kuruluşlarından temin etmektedirler. Sözü edilen farklılaşmalardan olan havalimanı işletmeciliği ise kuruluşlar arasında önemli ayrımlardan bir tanesini oluşturmaktadır. Gerek işletme mantığı ve gerekse belirlenen hedeflerin ayrı değerler taşınması sebebiyle aynı kuruluş bünyesinde verilmeye başlanılan havalimanı işletmeciliği ve HSS hizmetleri zaman içerisinde birbirinden ayrıştırılmış ve çoğu ülkede iki ayrı iş kolu olarak günümüzde faaliyetlerine devam etmektedir. KVB olarak etkinlik analizine alınan ülke HSS kuruluşlarından yalnızca Anonim Şirket yapılanmasındaki Avinor (Norveç), Kamu İktisadi Kuruluşu niteliğindeki DHMİ (Türkiye), Kamu Kuruluşu olarak görev yapan HCAA (Yunanistan) havalimanı işletmeciliği faaliyetlerini de yürütmektedir. İşletme ve yönetiminden sorumlu oldukları havalimanı sayıları sırasıyla 8, 49 ve 18'dir. Etkinlik değerlendirmesine tabi olan HSS kuruluşlarında mali ve teknik yönden daha etkin hizmet verebilmek amacıyla; birbirinden farklılaşan yönetim şekilleri, kurumsal yapılar, özelleştirme uygulamaları, maliyet azaltımı için kapasiteleri belirlenmiş hava sahalarında ortak hizmet verme anlaşmaları

(FAB – Functional Air Blocks) gibi birçok yeni yöntem ve yaklaşım denenmekte ve uygulanmaktadır. Bunun sonucunda kamu kuruluşu olarak benzer yapılanmalar altında hizmet vermeye başlayan kuruluşlar zaman içerisinde birbirlerinden farklılaşmış, bu farklılaşma hizmet kalitesinden personel politikalarına, özgür yatırım kararlarından alt iş kollarına yatırım yapma ve genişlemeye kadar farklılıklara yol açmıştır. Örneğin Almanya HSS kuruluşu DFS diğer kuruluşlara danışmanlık, eğitim, sistem kurulumu ve bakım hizmeti de vermektedir.

Çalışmada HSS kuruluşlarının etkinlik analizleri mali ve personel dağılımı yönünden veri zarflama analizi yöntemi ile incelenmiştir. Girdi ve çıktılarının seçiminde HSS kuruluşları için uluslararası kuruluşlarca belirlenen performans kriterleri seçilmiştir. Göreli etkinlik değerini sağlayan kuruluşlar ve etkinlik değerinin altında kalan kuruluşlar tespit edilmiştir. Etkinlik skoru 1 altında çıkan kuruluşların hangi alanlarda iyileştirmeler yaparak etkin duruma gelebilecekleri hesaplanmıştır.

Günümüzde EUROCONTROL bölgesinde hizmet veren HSS Kuruluşlarının üst düzenleyici kuruluşlar olan ICAO ve EUROCONTROL standartları sayesinde genel olarak etkinlik değerleri birbirlerine yakın ve tatmin edici olarak görünmektedir. Ancak kuruluşların kendi asli görevi olan hava trafiğinin düzenlenmesi ve operasyonel hizmetler dışında, kuruluşun işlevini yerine getirmesi için tali görev üstlenen destek hizmetlerinin dış tedarik/hizmet alım yöntemi ile temin edilmesi dikkatin uluslararası kuruluşlarca performans kriterleri olarak belirlenen gerek ekonomik gerekse operasyonel etkinlikte artışa sebep olacağı değerlendirilmektedir. Bunun yanı sıra üst yönetimin verilen hizmette hava trafik yönetimi ve trafik akışının belirlenmiş kriterler içerisinde akışını sağlayan, kaynaklarda “core business” olarak tanımlanan hava trafik yönetimine daha fazla kaynak ayırması, kaynakların daha etkin kullanımı ve yönetsel süreçlerin olumlu yönde etkileneceği düşünülmektedir. Böylece kuruluşlar teknolojik donanım güncellenmesi, personel eğitim ve bilinç düzeyinin artırılması, Ar-Ge çalışmaları gibi kurum ve hizmet alanlar adına olumlu gelişmeler sağlayacak alanlara daha fazla odaklanabileceklerdir. Kuruluşların verdikleri hizmetin kalitesini ölçmekte kullanılan göstergelerden olan, havayolları ve HSS kuruluşları için ekonomik olarak büyük öneme haiz, aynı zamanda çevre duyarlılığı ve yürürlüğe girecek yasalar gereğince karbon emisyonlarının alt düzeylere çekilmesi için hava sahasında gerçekleşen gecikmelerinin azaltılması, incelemesi yapılan kurumların etkinlik değerlerini artıracaktır. Bunun için havacılık çalışmalarında sıkça yer edinen hava sahalarının yeniden düzenlenmesi, yeni iniş/kalkış prosedür çalışmaları, teknolojik yatırımlar ve sivil-asker iş birliğinin koordineli işleyişi faydalı olacaktır. Böylece çalışma içerisinde anılan gecikmeden doğan mali kayıplar ve kaynak kullanımının azalacağı öngörülmektedir. Tablo 6’da KVB’lerin standartları yakalayabilmesi için geliştirmesi gereken yönler gösterilmiştir. Tabloya göre destek personeli ve gecikme oranlarında yapılması gereken düzenlemeler ilk sıralarda gelmektedir.

Çalışmada kurumların etkinlik değerleri analiz yönteminin kısıtlılığı sebebi ile EUROCONTROL ve diğer kuruluşların da performans göstergesi olarak kabul ettiği sınırlı girdi ve çıktılarının kullanılması ile elde edilmiş, dış faktörlerin bu etkinlik değerleri üzerindeki etkileri çalışma dışında bırakılmıştır. Çalışma sonuçları literatür bölümünde verilen önceki çalışmalarla çıktılarının optimum düzeye getirilmesi açısından benzerlik taşımaktadır. Ancak çalışmanın literatürden ayrılan yanı sadece finansal bakış açısı yerine personel rejiminin de etkinlik değerleri üzerinde farklılık yaratacağı teorisi üzerine kurulmuştur. Bu sebeple bazı kuruluşların etkinlik değerleri literatürden farklılaşmaktadır. Yukarıda açıklanan faaliyet farklılaşması, çeşitlenmesi ve iş alanı genişliğinin kurumsal yapılanmayı da etkilediği aşikardır. Ancak etkinlik değerlerini sadece kurumsal yapı, tanımlanmış performans göstergeleri ve finansal denge yönünden incelemek yeterli olmayacağından; analizde kullanılan ölçüm parametrelerine ek olarak çalışmanın devamında kuruluş performanslarını etkileyebilecek hava sahası karmaşıklığı, mevsimsel değişkenlik, hava sahası yoğunluğu, satın alma gücü paritesi (PPP) gibi hizmet veren kuruluşun kontrolünde olmayan ölçütlerin de ilgili etkinlik değerleri üzerindeki tesirlerinin incelenmesi planlanmaktadır. COVID-19 pandemisi öncesi hava taşımacılığının nispeten normal şartlarda gerçekleştiği son yılı yansıtması açısından ve sonraki dönemlerden elde edilecek etkinlik değerleri ile karşılaştırılabilmesi açısından çalışmadan elde edilen sonuçlar araştırmacılar tarafından kullanılabilmesi değerlendirilmektedir.

KAYNAKÇA

- Ahn, T., Charnes, A., & Cooper, W. W. (1988). Efficiency Characterizations in Different DEA Models. *Socio-Economic Planning Sciences*, 22(6), 253-257.
- Andersen, P., ve Petersen, N. C. (1993). A Procedure for Ranking Efficient Units in Data Envelopment Analysis. *Management Science*, 39(10), 1261-1264.
- Arblaster, M. (2018). Air Traffic Management: Economics, Regulation and Governance. Elsevier. 133-137
- Arnaldo, R. M., Comendador, V. F. G., Barragan, R., ve Pérez, L. (2014). European Air Navigation Service Providers' efficiency Evaluation Through Data Envelopment Analysis (DEA). *In 29th Congress of the International Council of the Aeronautical Sciences*.
- Arslan, A. (2002). Kamu Harcamalarında Verimlilik, Etkinlik ve Denetim. *Maliye Dergisi*, 140(2), 1-14.
- Azadeh, A., ve Kokabi, R. (2016). Z-Number DEA: A New Possibilistic DEA in The Context of Z-Numbers. *Advanced Engineering Informatics*, 30(3), 604-617.
- Başkaya, Z. ve Avcı, B. (2011). Veri zarflama analizi. *Dora Yayınları*, Bursa.
- Bay, M. (2009). Bankacılık Sektöründe Veri Zarflama Analizi Yöntemini Kullanarak Verimlilik Araştırması. Doktora Tezi, *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*. Konya
- Behdioğlu, S., ve Özcan, A. G. G., (2009). Veri Zarflama Analizi ve Bankacılık Sektöründe Bir Uygulama. *The Journal of Faculty of Economics and Administrative Sciences*, 14(3), 301-326.
- Bilotkach, V., Gitto, S., Jovanović, R., Mueller, J., ve Pels, E. (2015). Cost-efficiency Benchmarking of European Air Navigation Service Providers. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 77, 50-60.
- Bourgeois, M., Garcia, E., ve Hullah, P. (2018). Air Traffic Management and Air Navigation Service Providers. *The Routledge Companion to Air Traffic Management*, (60-80). Routledge.
- Button, K., ve Neiva, R. (2014). Economic Efficiency of European Air Traffic Control Systems. *Journal of Transport Economics and Policy (JTEP)*, 48(1), 65-80.
- Charnes, A., Cooper, W. W., ve Rhodes, E. (1978). Measuring The Efficiency of Decision Making Units. *European Journal of Operational Research*, 2(6), 429-444.
- Chen, Y., Liang, L., ve Zhu J. (2009). Equivalence in Two-Stage DEA Approaches. *European Journal of Operational Research*, 193(2), 600-604.
- Cinca, C. S., ve Molinero, C. M. (2004). Selecting DEA Specifications and Ranking Units via PCA. *Journal of the Operational Research Society*, 55(5), 521-528.
- Cooper, W. W., Seiford, L. M., ve Zhu, J. (2011a). Data Envelopment Analysis: History, Models and Interpretations. *Handbook on Data Envelopment Analysis*, 1-39.
- Cooper, W. W., Seiford, L. M., ve Zhu, J. (Eds.). (2011b). *Handbook on Data Envelopment Analysis. International Series in Operations Research & Management Science*. Springer US
- Ćujić, M., Jovanović, M., Savić, G., ve Jakšić, M. L. (2015). Measuring the Efficiency of Air Navigation Services System by Using DEA Method. *International Journal for Traffic and Transport Engineering*, 5(1), 36-44.
- Dempsey-Brench, Z., ve Volta, N. (2018). A Cost-Efficiency Analysis of European Air Navigation Service Providers. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 111, 11-23.
- Dierikx, M. (2018). A History of International Civil Aviation. From its Origins through Transformative Evolution, by Alan P. Dobson: London and New York.
- Diñçer, E. (2008). Veri Zarflama Analizinde Malmquist Endeksiyle Toplam Faktör Verimliliği Değişiminin İncelenmesi ve İmkb Üzerine Bir Uygulama. *Marmara Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 25(2), 825-846.
- EUROCONTROL Performance Review Commission (2020). ATM Cost-Effectiveness (ACE) 2018 Benchmarking Report.

- EUROCONTROL. (2019). Network Manager Annual Report 2018. Brüksel
- Green, R. H., Doyle, J. R., ve Cook, W. D. (1996). Efficiency Bounds in Data Envelopment Analysis. *European Journal of Operational Research*, 89(3), 482-490.
- Gümüş, U. T., Şakar, Z., Akkın, G., ve Şahin, M. (2017). Finansal Analizde Kullanılan Oranlar ve Firma Değer İlişkisi: BİST’de İşlem Gören Çimento Firmaları Üzerine Bir Analiz. *Karadeniz Sosyal Bilimler Dergisi*, 9(16), 1-23.
- Hoffmann, S., Dellnitz, A., Kleine, A., ve Kölle, R. (2018). Air Navigation Service Efficiency of European Airports Utilizing Data Envelopment Analysis. *In 2018 Integrated Communications, Navigation, Surveillance Conference (ICNS)* (pp. 1-52). IEEE.
- Kaya, Y. T., ve Doğan, E. (2005). Dezenflasyon Sürecinde Türk Bankacılık Sektöründe Etkinliğin Gelişimi. *Bankacılık Düzenleme ve Denetleme Kurumu, ARD Çalışma Raporları*, 10.
- Kirigia, J. M., Emrouznejad, A., Cassoma, B., Asbu, E. Z., ve Barry, S. (2008). A Performance Assessment Method for Hospitals: The Case of Municipal Hospitals In Angola. *Journal of medical systems*, 32(6), 509-519.
- Kocakoç, İ. D. (2003). Veri Zarflama Analizi’ndeki Ağırlık Kısıtlamalarının Belirlenmesinde Analitik Hiyerarşi Sürecinin Kullanımı. *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 18(2).
- Kuo, R. J., ve Lin, Y. J. (2012). Supplier Selection Using Analytic Network Process and Data Envelopment Analysis. *International Journal of Production Research*, 50(11), 2852-2863.
- Lewis, I. A., ve Zolin, R. (2004). The Public to Private Continuum Measureo and The Role of Stakeholder Boards as a Proxy for Markets in the Governance of Air Navigation Services: A Comparative Analysis. *International Public Management Review*, 5(2), 52-77.
- Magister, T. (2012). Advances in Air Navigation Services. BoD-Books on Demand.
- Materna, M. (2019). Variants of Air Navigation Service Providers’ Business Models. *Transportation Research Procedia*, 40, 1127-1133.
- McInally, J. (2010). EUROCONTROL History Book. EUROCONTROL. Brussels.
- Othman, F. M., Mohd-Zamil, N. A., Rasid, S. Z. A., Vakilbashi, A., ve Mokhber, M. (2016). Data Envelopment Analysis: A Tool of Measuring Efficiency İn Banking Sector. *International Journal of Economics and Financial Issues*, 6(3), 911-916.
- Özçelik, F., ve Avcı Öztürk, B. (2019). Girdi Olarak Maliyetlere Yönelik Veri Zarflama Analizi Modelleri ile Görelî Etkinlik Analizi. *İşletme Araştırmaları Dergisi*, 11(2), 1011-1028.
- Özden, Ü. H. (2008). Veri Zarflama Analizi (VZA) ile Türkiye’deki Vakıf Üniversitelerinin Etkinliğinin Ölçülmesi. *Istanbul University Journal of the School of Business Administration*, 37(2), 167-185.
- Peeters, P., Higham, J., Kutzner, D., Cohen, S., ve Gössling, S. (2016). Are Technology Myths Stalling Aviation Climate Policy?. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 44, 30-42.
- Sherman, H. D., ve Zhu, J. (2006). Service Productivity Management: Improving Service Performance Using Data Envelopment Analysis (DEA). *Springer science & business media*, 51-52.
- Standfuß, T., ve Schultz, M. (2018). Performance Assessment of European Air Navigation Service Providers.” *In 2018 IEEE/AIAA 37th Digital Avionics Systems Conference (DASC)* (pp. 1-10). IEEE.
- Steyerberg, E. W., Harrell Jr, F. E., Borsboom, G. J., Eijkemans, M. J. C., Vergouwe, Y., ve Habbema, J. D. F. (2001). Internal Validation of Predictive Models: Efficiency of Some Procedures For Logistic Regression Analysis. *Journal of Clinical Epidemiology*, 54(8), 774-781.
- Tarım, A. (2001). Veri zarflama analizi: Matematiksel programlama tabanlı görelî etkinlik ölçüm yaklaşımı. *Sayıştay Yayınları*, Ankara, 15, 5-40.
- Tepe M., (2006). Kıyaslama Çalışmasında Veri Zarflama Analizi Kullanımı. *Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, 2006

- Türkiye Cumhuriyeti Dışişleri Bakanlığı. (2011). Avrupa Hava Seyrüsefer Emniyeti Teşkilatı (EUROCONTROL): 10.10.2020 tarihinde <http://www.mfa.gov.tr/eurocontrol.tr.mfa> adresinden erişildi.
- Ulucan, A. (2000). Şirket Performanslarının Ölçülmesinde Veri Zarflama Analizi Yaklaşımı Genel ve Sektörel Bazda Değerlendirmeler. *Hacettepe Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 18(1), 405-418.
- Ulucan, A. (2002). İSO500 Şirketlerinin Etkinliklerinin Ölçülmesinde Veri Zarflama Analizi Yaklaşımı: Farklı Girdi Çıktı Bileşenleri ve Ölçeğe Göre Getiri Yaklaşımları ile Değerlendirmeler. *Ankara Üniversitesi SBF Dergisi*, 57(2), 185-202.
- Yıldırım, İ. E. (2010). Veri Zarflama Analizinde Girdi ve Çıktıların Belirlenmesindeki Kararsızlık Problemi İçin Temel Bileşenler Analizine Dayalı Bir Çözüm Önerisi. *İstanbul University Journal of the School of Business Administration*, 39(1), 141-153.
- Yükçü, S., ve Atağan, G. (2009). Etkinlik, Etkililik ve Verimlilik Kavramlarının Yarattığı Karışıklık. *Atatürk University Journal of Economics & Administrative Sciences*, 23(4).
- Peykani, P., Mohammadi, E., Rostamy-Malkhalifeh, M., ve Hosseinzadeh Lotfi, F. (2019). Fuzzy Data Envelopment Analysis Approach for Ranking of Stocks with an Application to Tehran Stock Exchange. *Advances in Mathematical Finance and Applications*, 4(1), 31-43.



EK

**Tablo 8.** KVB'lere ait Projections (İyileştirme) Tablosu

KVB	GELİR	GİDER	OP. PERSONEL	DESTEK PERSONEL	COMP. FL.H.	GEÇİKME	DELAY 1/1000 (Min)
Albcontrol	26683	25230.94	74	124	93589.10	1.00	1.00
Anscr	154718	125211.39	318	189	327294.00	433.00	0.00
Ansf inland	80201	65260.76	175	88	195220.00	36.00	0.03
Armats	11965	10143.00	104	243	24792.00	1.00	1.00
Austrocontrol	276483	256570.00	490	389	417314.00	891.00	0.00
Avinorcontinental	185279	152075.49	430	162	540636.00	63.00	0.02
Bulatsa	110694	91572.23	322	317	318731.00	1.00	1.00
Croatiacontrol	106193	86594.31	233	99	273334.00	289.00	0.00
Dcaccyprus	72360	59314.00	166	53	209275.00	468.00	0.00
Dfs	1158419	933145.46	2283	1616	2126499.15	141.49	0.01
Dhmi	494400	421514.98	1460	2318	1832098.00	210.84	0.00
Dsna	1667624	1343327.21	3286	2327	3061242.11	98.29	0.01
Eans	28325	23582.03	75	73	90181.00	24.00	0.04
Enaire	995198	804020.67	2015	1278	2002427.00	100.35	0.01
Enav	926047	745962.00	1825	1292	1699936.00	177.00	0.01
Hcaa	186210	160111.00	577	1036	723507.00	1035.00	0.00
Hungarocontrol	129610	107112.28	273	173	312493.00	2.61	0.38
Iaa	149740	142139.00	317	155	391333.00	33.00	0.03
Lfv	188730.9453	162037.79	428	262	593791.00	0.67	1.50
Lgs	30360	25890.30	94	155	111527.00	16.00	0.06
Lps	72680	58550.17	144	103	133440.32	120.00	0.01
Lvnl	220424	177559.03	434	308	404630.77	664.00	0.00
Mats	23788	24408.00	51	100	100897.00	1.00	1.00
M-Nav	16922	13733.44	38	26	37635.00	33.00	0.03

Moldatsa	9762	10243.00	80	177	20051.00	1.00	1.00
Natscontinental	827020	671947.87	1761	885	1947148.00	68.68	0.01
Navportugal	176105	173476.00	332	345	530833.00	702.00	0.00
Naviar	121234	99002.93	274	123	320406.00	14.00	0.07
Oronavigacija	32676	27462.00	114	162	83586.00	1.00	1.00
Pansa	237199	193314.13	519	226	602563.00	194.03	0.01
Romatsa	212192	171736.41	437	260	449527.00	98.00	0.01
Sakaeronavigatsia	28870	24005.85	132	237	67985.00	1.00	1.00
Skeyes	238682	230158.00	385	444	218077.00	224.00	0.00
Skyguide	366393	314592.67	697	501	639842.31	430.29	0.00
Sloveniacontrol	40394	36999.00	128	98	69122.00	1.00	1.00
Smatsa	80066	68681.72	237	387	300218.00	12.92	0.08
Uksatse	113442	91742.78	235	153	233571.00	21.00	0.05