

Havaalanlarındaki Etkinlik Düzeylerinin Bagaj Taşıma İşlemleri de Göz Önünde
Bulundurulmuş Veri Zarflama Analizi ile Değerlendirilmesi

Burcu Ustael

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Temmuz 2021

Performance Evaluation of Airports via Data Envelopment Analysis by Considering
Baggage Handling Operations

Burcu Ustael

MASTER OF SCIENCE THESIS

Department of Industrial Engineering

July 2021

Havaalanlarındaki Etkinlik Düzeylerinin Bagaj Taşıma İşlemleri de Göz Önünde
Bulundurulmuş Veri Zarflama Analizi ile Değerlendirilmesi

Burcu Ustael

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Lisansüstü Yönetmeliği Uyarınca
Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı
İnsan ve Makine Sistemleri Bilim Dalında
YÜKSEK LİSANS TEZİ
Olarak Hazırlanmıştır

Danışman: Prof. Dr. Berna Ulutaş

Temmuz 2021

ETİK BEYAN

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kılavuzuna göre, Prof. Dr. Berna ULUTAŞ danışmanlığında hazırlamış olduğum “Havaalanlarındaki Etkinlik Düzeylerinin Bagaj Taşıma İşlemleri de Göz Önünde Bulundurularak Veri Zarflama Analizi ile Değerlendirilmesi” başlıklı YÜKSEK LİSANS tezimin özgün bir çalışma olduğunu; tez çalışmamın tüm aşamalarında bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı; tezimde verdiğim bilgileri, verileri akademik ve bilimsel etik ilke ve kurallara uygun olarak elde ettiğimi; tez çalışmamda yararlandığım eserlerin tümüne atıf yaptığımı ve kaynak gösterdiğimi ve bilgi, belge ve sonuçları bilimsel etik ilke ve kurallara göre sunduğumu beyan ederim. 02/07/2021

Burcu USTAEL

İmza

ÖZET

Bu çalışmada, Türkiye’de bulunan iç hatlarda 32, dış hatlarda 30 havaalanı klasik Veri Zarflama Analizi (VZA)’ nden faydalanarak performansları değerlendirilmiştir. Performansı etkileyen girdiler; personel sayısı, terminal alanı, çıktılar ise uçak giriş işlemleri (check-in) kontuar sayısı, yıllık gelir, x-ray cihazı sayısı, yangınla mücadele ekipman sayısı ve havaalanının şehir merkezine uzaklığı olarak belirlenmiştir. Devlet Hava Meydanları İşletmesi (DHMİ) istatistik yıllıklarından elde edilen 2019 yılı verileri derlenerek hesaplamalar yapılmıştır. Ardından istenmeyen çıktı olarak yer hizmetleri personeli başına düşen yük miktarı analize dahil edilerek havaalanlarının performansına etkisini ölçmek için dokuz farklı durum senaryosu türetilmiştir. Elde edilen dokuz sonucun ortalaması alınarak etkin olan ve olmayan havaalanları tespit edilmiştir. Daha sonra yer hizmetleri personeli başına düşen dokuz farklı durumdaki yük miktarının ortalama değerinden faydalanarak Bulanık Veri Zarflama Analizi (BVZA)’ ndeki Kao-Liu (2000) matematiksel modeliyle iç ve dış hattaki havaalanları için tekrar bir analiz yapılmıştır. Çıkan sonuçlar karşılaştırılarak önerilerde bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Havaalanı, Bagaj Taşımacılığı, Veri Zarflama Analizi, Performans Ölçümü, Verimlilik

SUMMARY

In this study, performance analysis was carried out by using classical data envelopment analysis 32 domestic and 30 international airports in Turkey. Inputs affecting performance; the number of personnel, terminal area, outputs were determined as the number of check-in counters, annual income, number of x-ray equipment, number of firefighting equipment and the distance of the airport to the city center. Calculations were made by compiling the 2019 data obtained from the State Airports Authority Directorate General (DHMI) statistical annuals. Then, as an undesired output, the amount of load per ground services personnel was included in the analysis and nine different case scenarios were derived to evaluate the effect on the performance of the airports. By taking the average of the nine results obtained, efficient and inefficient airports were determined. Then, an analysis was made for domestic and international airports with the Kao-Liu (2000) mathematical model in fuzzy data envelopment analysis, using the average value of the load amount per ground handling personnel in nine different situations. The results were compared and suggestions were made.

Keywords: Airport, Baggage Handling, Data Envelopment Analysis, Performance Measurements, Productivity

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	vi
SUMMARY	vii
TEŞEKKÜR	viii
İÇİNDEKİLER	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ	xii
ÇİZELGELER DİZİNİ	xiii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xiv
1. GİRİŞ VE AMAÇ	15
2. VERİ ZARFLAMA ANALİZİ	17
2.1. Tanım	17
2.2. VZA ile Etkinlik Ölçümü	18
2.3. VZA Modelleri	20
2.3.1. CCR (Charnes-Cooper-Rhodes) Modeli	21
2.3.1.1. <u>Girdi Yönlü CCR Modeli</u>	21
2.3.1.2. <u>Referans Kümesi</u>	22
2.3.2. BBC (Banker-Charnes-Cooper) Modeli.....	23
2.3.2.1. <u>Girdi Yönlü BCC Modeli</u>	23
2.3.2.2. <u>Çıktı Yönlü BCC Modeli</u>	25
2.4. VZA 'da Serbestlik Problemi	26
3. BULANIK VERİ ZARFLAMA ANALİZİ	28
3.1. Bulanık Mantık	28
3.2. BVZA Yaklaşımları	29

İÇİNDEKİLER(devam)

Sayfa

4. HAVAALANLARINDA YER HİZMETLERİ FAALİYETLERİ.....	34
4.1. Yer Hizmetlerinin Tanımı.....	34
4.2. Yer Hizmetleri Faaliyetleri	35
4.2.1. Yolcuların İnişi / Binişi.....	36
4.2.2. Temizleme.....	36
4.2.3. Yiyecek Servisi	36
4.2.4. Yakıt İkmali	36
4.2.5. İçme Suyu ve Tuvalet Servisi.....	37
4.2.6. Bagajların Yüklemesi / Boşaltılması.....	37
5.LİTERATÜR ARAŞTIRMASI.....	39
5.1. Havaalanlarında VZA Literatür Taraması	39
5.2. Havaalanlarında Bagaj Taşımacılığı Faaliyetleri.....	42
6.MATERYAL VE YÖNTEM	45
6.1. VZA ile Değerlendirilecek Karar Birimlerinin Seçilmesi	45
6.1.1. Ele Alınan Havaalanlarının Tanıtımı	46
6.2.VZA Girdi ve Çıktılarının Tanımlanması.....	47
6.2.1 Girdiler	47
6.2.2 Çıktılar.....	48
6.2.3 İstenmeyen Çıktı	49
6.3 Havaalanlarına İlişkin Verilerin Derlenmesi	49
7.BULGULAR VE TARTIŞMA	54
7.1. Klasik Girdi ve Çıktılar Kullanılarak VZA ile Değerlendirme	54
7.1.1. Klasik Girdi ve Çıktı VZA İç Hat Sonuçları.....	56

İÇİNDEKİLER(devam)

Sayfa

7.1.1.1. <u>Klasik Girdi ve Çıktı VZA İç Hat Etkinlik Skorları</u>	56
7.1.1.2. <u>Klasik Girdi ve Çıktı VZA İç Hat Referans Küme Sonuç Tablosu</u>	57
7.1.1.3. <u>Klasik Girdi ve Çıktı VZA İç Hat Sonuçları Hedef Değerleri</u>	58
7.1.2. <u>Klasik Girdi ve Çıktı VZA Dış Hat Sonuçları</u>	60
7.1.2.1. <u>Klasik Girdi ve Çıktı VZA Dış Hat Etkinlik Skorları</u>	60
7.1.2.2. <u>Klasik Girdi ve Çıktı VZA Dış Hat Referans Küme Sonuç Tablosu</u>	61
7.2. <u>Yolcu Bagajlarını Dikkate Alan Farklı Senaryoları VZA ile Değerlendirme</u>	62
7.3. <u>Yolcu Bagajlarının Dikkate Alındığı BVZA ile Değerlendirme</u>	65
7.4. <u>Referans Kümeleri</u>	69
8.SONUÇ VE ÖNERİLER	72
KAYNAKLAR DİZİNİ	74
EKLER	79
Ek Açıklama-A: 2019 yılı iç hat aylık yolcu sayısı verileri	80
Ek Açıklama-B: 2019 yılı iç hattaki sezonlara göre yolcu sayıları verileri	81
Ek Açıklama-C: 2019 yılı dış hat aylık yolcu sayısı verileri.....	82
Ek Açıklama-D: 2019 yılı dış hattaki sezonlara göre yolcu sayıları verileri	83
Ek Açıklama-E: 2019 yılı iç hattaki sezonlara göre türetilmiş bavul sayıları	84
Ek Açıklama- F: 2019 yılı iç hattaki bagaj taşıyıcısı başına düşen yük miktarı.....	85
Ek Açıklama- H: 2019 yılı dış hattaki sezonlara göre türetilmiş bavul sayıları	86
Ek Açıklama- I: 2019 yılı dış hattaki bagaj taşıyıcısı başına düşen yük miktarı.....	87
Ek Açıklama- J: İç hatta D1-D9 arası etkin çıkan havaalanlarının sayısı	88
Ek Açıklama- K: 2019 yılı iç hat bulanık sayı verileri.....	89
Ek Açıklama- L: 2019 yılı dış hat bulanık sayı verileri	90

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Sekil</u>	<u>Sayfa</u>
4.1. Yer hizmetlerindeki faaliyetler	35
5.1. Yıllar içindeki VZA araştırmaları.....	39
6.1. VZA yönteminin işlem adımları.....	45
6.2. Türkiye sınırları içinde faaliyet gösteren havaalanları	46
7.1. 2019 yılı iç hat verilerine göre etkin havaalanlarının sayısı.....	57
7.2. 2019 yılı iç hattaki etkin KVB' lerin referans kümelerinde görülme sıklığı	58
7.3. 2019 yılı dış hat verilerine göre etkin havaalanlarının sayısı	61
7.4. 2019 yılı dış hattaki etkin KVB' lerin referans kümelerinde görülme sıklığı.....	63

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Cizelge</u>	<u>Sayfa</u>
5.1. Havaalanlarında VZA literatür taraması.....	41
5.1. Havaalanlarında VZA literatür taraması (devam).....	42
5.2. Havaalanlarında bagaj taşımacılığı literatür taraması.....	44
5.2. Havaalanlarında bagaj taşımacılığı literatür taraması (devam)	45
6.1. Bavul sayısı çarpanıyla dokuz farklı durum senaryoları.....	53
7.1. 2019 yılı DHMİ verilerine göre iç hat verileri.....	55
7.2. 2019 yılı DHMİ verilerine göre dış hat verileri.....	56
7.3. 2019 yılı iç hat etkinlik skorları.....	57
7.4. 2019 yılı iç hat verileri için CCR VZA modeli ile elde edilen hedef değerler.....	60
7.5. 2019 yılı dış hattaki havaalanlarının Klasik VZA etkinlik değerleri.....	61
7.6. 2019 yılı iç hattaki dokuz farklı durum senaryosuna göre etkinlik skorları.....	64
7.7. 2019 yılı dış hattaki dokuz farklı durum senaryosuna göre etkinlik skorları.....	65
7.8. İç hattaki verilere göre BVZA Etkinlik Değerleri.....	66
7.9. Dış hattaki verilere göre BVZA Etkinlik Değerleri.....	67
7.10. İç Hat Sonuçları İçin Özet Tablo.....	68
7.11. Dış Hat Sonuçları İçin Özet Tablo.....	69
7.12. 2019 yılı iç hat verilerinin referans kümeleri ve λ yoğunluk değerleri.....	70
7.13. 2019 yılı dış hat verilerinin referans kümeleri ve λ yoğunluk değerleri.....	71

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ**Simgeler****Açıklama**

Enb	Enbüyükleme
Enk	Enküçükleme
λ	Yoğunluk değeri
u_r	r. çıktının ağırlığı
v_i	i. girdinin ağırlığı
x_{ij}	j' inci KVB tarafından kullanılan i' inci girdi
y_{rj}	j' inci KVB tarafından üretilen r' inci çıktı
ε	Pozitif çok küçük bir değer

Kısaltmalar**Açıklama**

KVB	Karar Verme Birimi
BCC	Banker Charnes Cooper Modeli
CCR	Charnes Cooper Rhodes Modeli
VZA	Veri Zarflama Analizi
BVZA	Bulanık Veri Zarflama Analizi

1. GİRİŞ VE AMAÇ

İnsanların hızlı bir şekilde ulaşım ihtiyaçlarını gidermek istediği bugünlerde, önceki yıllara kıyasla havayolu taşımacılığı daha yoğun bir şekilde kullanılmaktadır. Artan nüfusun etkisiyle havaalanlarının yoğun bir şekilde rağbet görmesi buna bağlı olarak havaalanlarında yolcu sayısını ve bagaj miktarını artırmıştır. Bagaj taşımacılığı sisteminde (Baggage Handling System, BHS) meydana gelen yoğunluğun havaalanlarının etkinliğini ne ölçüde etkilediği ve elle yük taşımacılığı yapan çalışanların iş yüklerini artmasının çalışanların üzerindeki olumsuz etkilerinin artması birçok problem ortaya çıkmaktadır.

Bu çalışma kapsamında kaynak kullanımını ölçmek için etkili bir yöntem olan VZA havaalanlarındaki yolcu ve çalışanların, bagajların ağırlığı ve sayısı, havaalanlarının en kalabalık ve en tenha olduğu dönemlerdeki zorlanma dereceleri de göz önünde bulundurularak etkinlik ölçümünün yapılması için kullanılmıştır. Türkiye’de bagaj çalışanlarının zorlanma derecelerini de içeren bir çalışma tespit edilmemiş olup, bu çalışmayla birlikte elle yük kaldırma işlemini gerçekleştiren bagaj çalışanlarına da dikkat çekilmek istenmiştir.

Bu çalışmanın konusu, Türkiye’deki özellikle yer hizmetleri personelinin bagaj taşıma işlemini ele alarak VZA metoduyla etkinlik ölçümlerinin yapılması, bagaj çalışanlarının kaldırdığı bagaj sayıları ile havaalanlarındaki çalışanların iş yüklerinin VZA ile karşılaştırılmasıdır. Literatürde henüz bu kapsamda bir araştırmanın yapılmamış olması bu konunun üstüne gidilmesi gerektiğini göstermektedir. Çalışmada, Devlet Hava Meydanları İşletmesi’nden 2019 yılına ait derlenen veriler kullanılarak, tanımlanan girdiler ve çıktılar doğrultusunda Türkiye’de bulunan iç hatlarda 32, dış hatlarda ise 30 havaalanının etkinlikleri değerlendirilmiştir.

Bu tez çalışmasının ikinci bölümünde VZA’ nın, üçüncü bölümünde BVZA’ nın önemi açıklanacaktır. Dördüncü bölümde havaalanlarında yer hizmetleri faaliyetleri detaylı

bir şekilde açıklanacaktır. Beşinci bölümde, tez kapsamında ele alınan konu ve yöntemlerle ilgili literatürde son yıllarda yapılmış güncel çalışmalara yer verilecektir. Altıncı bölümde, çalışmada kullanılan materyal ve yöntemler tüm aşamalarıyla anlatılacaktır. Yedinci bölümde, VZA ve BVZA ile yapılan analizler sonucunda elde edilen sonuçlara yer verilecektir. Sekizinci bölümde ise sonuçlar değerlendirilerek iyileştirme önerileri sunulacaktır.

2. VERİ ZARFLAMA ANALİZİ

2.1. Tanım

Karar verme birimi (KVB) olarak adlandırılan ve benzer özelliklere sahip ürün veya hizmet üreten kurumların birbiriyle kıyaslandığında etkin olup olmadığını ölçmeye yarayan veri zarflama analizi (VZA) yöntemi; ortak değerlerle birleştirilemeyen çok sayıda farklı girdi veya çıktıya sahip birimlerini doğrusal programlamanın temel prensiplerini esas alınarak ölçmeye yarar.

İlk olarak Charnes vd. (1978) tarafından, birbirlerine benzer ekonomik karar verme birimlerinin ürettikleri mal veya hizmet açısından görece etkinliklerinin ölçülmesi amacı ile geliştirilmiştir. VZA performans kavramına odaklanan bir tekniktir. Performans ölçümüyle alakalı ilk çalışmalar birim başına maliyet, kar gibi (çıkıtı /girdi) şeklinde ifade edilen ölçülebilir oranlara dayalı bir şekilde yapılmıştır. VZA' da bir KVB' nin etkinliği, çıktıların ağırlıklı toplamının girdilerin ağırlıklı toplamına bölünerek elde edilir. Çoklu girdi ve çıktıların değerlendirilebilmesi için, diğer yöntemlerin sağlayamadığı bütünselliği, toplam faktör verimliliği mantığı ile karşılamaktadır.

VZA hesaplanan etkinliklerden en iyi performansa sahip olanlara göre değerlendirildiği için mutlak değil, görece etkinlik değerlerinden oluşur. En iyi performansa sahip karar biriminin etkinlik değeri 1'dir ve bu değer karar verme biriminin %100 performansı olduğunu ifade eder. Etkinlik değeri 1 olmayan karar verme birimleri için hesaplanan etkinlik değerleri 0 ve 1 değer aralığında değişkenlik gösterir. Bu değişim en iyiye kıyasla KVB' nin performansını gösterir. Bu hesaplama metodu sayesinde, diğerlerine kıyasla etkin olmayan karar verme birimlerinin etkinlik değerlerine bakılarak alınması gereken önlemlerin önceliğinin belirlenmesi ve karar vermesi kolaylaşmış olur.

Hem kamu hem de özel sektör olmak üzere VZA birden çok sektörde tercih edilmektedir. Dünya genelinde yaygın olarak kullanılmasına karşın Türkiye’de genellikle bankacılık ve sağlık alanı gibi verilerine güçlük çekmeden ulaşılabilen alanlarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Son yıllarda gelişen teknolojinin de etkisiyle çeşitli paket programlar ve yazılımların kullanımı artmış, bu da VZA nın popülerliğini artmıştır (Kutlar ve Babacan, 2008).

2.2.VZA ile Etkinlik Ölçümü

VZA tekniği, kesirli programlama formunda olup çoklu çıktılar ve çoklu girdiler tek sanal çıktı ve tek sanal girdiye indirgenerek her bir karar verme birimi için etkinlik değeri, elde edilen bu sanal çıktının sanal girdiye oranlanmasıyla hesaplanmaktadır. N adet karar verme biriminin her birine ait m adet girdi ve s adet çıktı varsa; her karar verme birimi için sanal girdi ve sanal çıktılar, bilinmeyen ağırlıklar (v_1 ve u_r) ile,

$$\text{sanal girdi} : v_1 \cdot x_{1k} + v_2 \cdot x_{2k} + \dots + v_m \cdot x_{mk} \quad (2.1)$$

$$\text{sanal çıktı} : u_1 y_{1k} + u_2 y_{2k} + \dots + u_s y_{sk} \quad (2.2)$$

olarak tanımlanır. Doğrusal programlama tekniklerinden faydalanarak sanal çıktı/sanal girdi oranını en büyüklenecek şekilde ağırlıkların belirlenmesi hedeflenir. Bu doğrultuda k. KVB’ nin etkinliği,

$$Enb \frac{u_1 y_{1k} + u_2 y_{2k} + \dots + u_s y_{sk}}{v_1 \cdot x_{1k} + v_2 \cdot x_{2k} + \dots + v_m \cdot x_{mk}} = Enb \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rk}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ik}} \quad (2.3)$$

Kısıtlar;

$$\frac{u_1 y_{1j} + u_2 y_{2j} + \dots + u_s y_{sj}}{v_1 \cdot x_{1j} + v_2 \cdot x_{2j} + \dots + v_m \cdot x_{mj}} \leq 1 \Rightarrow \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i \cdot x_{ij}} \leq 1 \quad ; \quad j = 1, \dots, n, \quad (2.4)$$

$$u_r, v_i \geq 0 \quad ; \quad r = 1, \dots, s \quad ; \quad i = 1, \dots, m \quad (2.5)$$

olarak tanımlanır. Charnes vd. (1978)'e göre bu çözümle, değişken olarak alınan girdi ağırlıkları ve çıktı ağırlıklarının değerlerinin bulunmasıyla elde edilmiş olur. Modeldeki kısıtlar her bir KVB için sanal çıktının sanal girdiye oranının 1' i geçmemesi gerektiğini ve optimal amaç değeri Q^* 'ın en fazla 1 değerini alabileceğini ifade etmektedir.

(2.3) ile verilen kesirli programlama modeli, simpleks algoritması ile çözülebilen bir doğrusal programlama problemi olarak gösterilebilir. $\sum_{i=1}^m v_i \cdot x_{ik} = 1$ dönüşümü ile (2.3) modeli

$$Enb \ u_1 y_{1k} + u_2 y_{2k} + \dots + u_s y_{sk} = Enb \ \sum_{r=1}^s u_r y_{rk} \quad (2.6)$$

$$v_1 \cdot x_{1k} + v_2 \cdot x_{2k} + \dots + v_m \cdot x_{mk} = 1 \Rightarrow \sum_{i=1}^m v_i x_{ik} = 1 \quad (2.7)$$

$$\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \leq 0 \quad (2.8)$$

$$u_1, u_2, \dots, u_s \geq 0 \ ; \ v_1, v_2, \dots, v_m \geq 0 \Rightarrow u_r \geq 0 \ ; \ v_i \geq 0 \quad (2.9)$$

biçiminde bir doğrusal programlama modeline dönüştürülmüş olur ve bu modelin optimal çözüm kümesi ile kesirsel modelin optimal çözüm kümesi aynıdır. Çünkü (2.6) modeli, (2.3) modelinin eşdeğeridir ve (2.6) modeli de simpleks yöntemi ile bulunabilir. $Q^* = 1$ ise ve $v^*, u^* > 0$ olmak üzere en az bir optimal (v^*, u^*) çözümü varsa incelenmekte olan KVB etkin aksi halde etkin değildir. Kısaca etkinsizlik, $Q^* < 1$ veya $Q^* = 1$ ve (v^*, u^*) 'ın en az bir elemanı sıfır olması halinde gerçekleşmektedir. (2.6) modelin duali ise,

$$Enk \ Q_k \quad (2.10)$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_{jk} \ Y_{rj} \geq Y_{rk} \quad (2.11)$$

$$Q_k X_{ik} - \sum_{j=1}^n X_{ij} \lambda_j \geq 0 \quad (2.12)$$

$$\lambda_{jk} \geq 0 \quad (2.13)$$

biçiminde yazılabilir. Anlaşılabilirliği ve işlem kolaylığı yüzünden (2.6) primal modeli yerine (2.12) dual modeli kullanılır.

Etkin olmayan olarak bulunan karar verme birimleri, fazla kullandıkları girdileri azaltmak ve yetersiz ürettikleri çıktıları arttırsa etkin duruma ulaşmış olacaktır. Bu durumda, gevşek değişkenler işleme alınır. Çünkü etkin olmayan karar verme birimleri için amaç fonksiyon değeri 1' den farklıdır. Bu etkinsizliğin kaynağı sıfırdan farklı gevşek değişkenler vasıtasıyla bulunmaktadır. Bu ifadeye göre, girdi fazlalığı $S^- \in R^m$ ve çıktı eksiliği $S^+ \in R^s$ gevşek değişkenleri

$$S_i^- = Q_k X_{ik} - \sum_{j=1}^n X_{ij} \lambda_j \quad (2.14)$$

$$S_r^+ = \sum_{j=1}^n Y_{rj} \lambda_{jk} - Y_{rk} \quad (2.15)$$

$$\lambda_{jk}, S_i^-, S_r^+ \geq 0 \quad (2.16)$$

olarak tanımlanır (Charnes vd. ,1978).

2.3.VZA Modelleri

VZA, ölçeğe göre sabit getiri (Constant Return to Scale, CRS) ya da ölçeğe göre değişken getiri (Variable Return to Scale, VRS) kuramları altında karar verme birimlerinin etkinliğini ölçmektedir. Bu iki varsayım dikkate alınarak farklı VZA modelleri tanımlanmaktadır. VZA modelleri “girdi yönlü” ve “çıktı yönlü” olarak incelenmektedir. Girdi yönlü modellerde amaç, belirli bir çıktı bileşimini meydana getirmek için kullanılacak girdi miktarını mümkün

olan en düşük seviyeye indirmektir. Çıktı yönlü modellerde ise, belirli bir girdi bileşimi ile mümkün olduğunca yüksek seviyede çıktı miktarının elde edilmesi hedeflenmektedir.

2.3.1. CCR (Charnes-Cooper-Rhodes) Modeli

Ölçeğe göre sabit getiri varsayımı altında yani bütün karar verme birimlerinin optimal ölçekte faaliyet gösterdikleri varsayımına dayanarak, göreceli toplam etkinliklerin hesaplanmasında kullanılmaktadır. CCR (Charnes-Cooper-Rhodes) Modeli, Girdi Yönlü CCR Modeli ve Çıktı Yönlü CCR Modeli olmak üzere ikiye ayrılır.

2.3.1.1. Girdi Yönlü CCR Modeli

En az gözlemlenmiş çıktı seviyesini garantilerken, girdileri minimize etmeyi hedefleyen modeller “girdi yönlü model” olarak adlandırılmıştır. Girdi yönlü CCR Modeli, model (2.6) ve (2.12)’ de ifade edildiği gibidir. Model (2.6) girdi yönlü CCR modelinin “çarpan modeli” ve bu modelin duali olan (2.12) modeli de “zarflama modeli” dir. (2.12) ile verilen dual model, girdi yönlü CCR modelinin primal modeli olarak ve (2.6) ile verilen model de, girdi yönlü CCR modelinin duali olarak kullanılmaktadır.

İncelenmekte olan karar verme birimlerinin etkin olabilmesi için, VZA modelinin optimal çözümünün $Q^* = 1$, $\lambda_{kk} = 1$ ve ilgili girdi ve çıktılara ilişkin gevşek değişkenlerin sıfır olması koşulu sağlanmalıdır. $Q^* = 1$ koşulu sağlandığı halde, gevşek değişkenler sıfırdan farklı değerler olursa incelenmekte olan karar verme birimlerinin zayıf etkin olduğu sonucuna ulaşılır.

VZA ile incelenen karar verme birimlerinin etkinlik değerlerinin belirlenmesi hedeflenmektedir. Ancak bununla beraber etkin olmayan karar verme birimlerinin etkin hale gelebilmeleri için oluşturulan referans kümelerinin belirlenmesine de olanak sağlanmaktadır.

2.3.1.2.Referans Kümesi

Etkin olamayan karar verme birimlerinin etkin duruma geçmesi için referans olarak alabileceği KVB' ler, zarflama modelinin çözümünde sıfırdan farklı olarak elde edilen dual değişkenler yardımıyla elde edilir. Karar verme birimi k ' nin primal modelinde pozitif değerler verilen tüm dual değişkenlerin karşılık geldikleri karar verme birimleri etkindir. Bu karar verme birimlerinin oluşturduğu kümeye KVB k ' nin "referans kümesi" olarak adlandırılır.

Etkin olmayan bir KVB k ' nin olduğu varsayalım ve referans kümesi R_k ile ifade edilsin. Bu KVB' nin etkin hale gelebilmesi için; girdi ve çıktıları, referans kümesinde yer alan KVB' lerin girdi ve çıktı miktarlarının doğrusal kombinasyonları vasıtasıyla tanımlanan kuramsal bir KVB tanımlanır. Bu kuramsal KVB, incelenen KVB' nin göreceli etkinliğinin ölçülmesine yardımcı olur. Kuramsal KVB' nin girdi ve çıktıları gevşek değişkenler yardımıyla da elde edilebilir. Buna göre kuramsal girdi ve çıktılar,

$$X_{ik} = \theta^* X_{ik} - S_i^- * \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (2.17)$$

$$Y_{rj} = Y_{rk} + S_r^+ * \quad r = 1, 2, \dots, s \quad (2.18)$$

olarak tanımlanır.

2.3.1.3. Çıktı Yönlü CCR Modeli

Çıktı yönlü CCR modeli için optimal çözüm, Girdiye yönelik CCR modelinden üretilir. Çünkü girdi yönlü CCR modeli ile etkin bulunan bir KVB çıktı yönlü CCR modelinde de etkin bulunmaktadır. Girdi yönlü ve çıktı yönlü CCR modellerinin çözümleri için aynı yorumlarda yapılabilir. İki model arasındaki fark sadece, etkin olmayan KVB için kuramsal KVB türetilmesinde, etkinlik sınırında bulunan iz düşüm noktalarının farklı

olmasıdır. Çıktı yönlü CCR modelinde kuramsal KVB meydana getirilmesi girdi yönlü modeli ile aynıdır.

2.3.2. BBC (Banker-Charnes-Cooper) Modeli

CCR modeli ile bulunan teknik etkinliğin ölçek etkinliğiyle karıştığı belirlenmiş ve teknik etkinlik, saf teknik etkinlik ve ölçek etkinliği olarak ayrıştırılmıştır. Bu yüzden ölçeğe göre değişken getiri varsayımı altında BBC modeli ile saf teknik etkinlik bulunmaktadır. CCR ve BCC modelleri arasındaki tek fark, zarflama modeline $\sum_{j=1}^n \lambda_{jk} = 1$ biçimindeki konvekslik kısıtının eklenmesidir. Bu kısıt, etkinlik sınırının ölçeğe göre değişken getiri özelliği göstermesine neden olur. BBC Modeli, Girdi Yönlü BBC Modeli ve Çıktı Yönlü BBC Modeli olmak üzere ikiye ayrılır.

2.3.2.1. Girdi Yönlü BCC Modeli

Girdi yönlü CCR modelinde olduğu gibi, girdi yönlü BCC modelinde de amaç, en az gözlemlenmiş çıktı seviyesi garantilerken, girdileri minimize etmektir. Girdi yönlü CCR modeline $\sum_{j=1}^n \lambda_{jk} = 1$ konvekslik kısıtının eklenmesiyle elde edilen girdi yönlü BCC modeli,

$$Enk \theta_k \quad (2.19)$$

$$\theta_k X_{ik} - \sum_{j=1}^n X_{ij} \lambda_{jk} \geq 0 \quad (2.20)$$

$$\sum_{j=1}^n Y_{rj} \lambda_{jk} \geq Y_{rk} \quad (2.21)$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_{jk} = 1, \quad (e \lambda = 1, e = [1, 1, \dots, 1], e \lambda = \lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_n = 1) \quad (2.22)$$

$$\lambda_{jk} \geq 0; \quad r = 1, \dots, s; \quad i = 1, \dots, m; \quad j = 1, \dots, n \quad (2.23)$$

biçimindedir. Bu modelin duali, bir başka deyişle çarpan modeli ise

$$Enb \sum_{r=1}^s u_r Y_{rk} - u_k \quad (2.24)$$

$$\sum_{i=1}^m v_i X_{ik} = 1 \quad (2.25)$$

$$\sum_{r=1}^s u_r Y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i X_{ij} - u_k e \leq 0, \quad j = 1, \dots, n \quad (2.26)$$

$$u_r \geq 0, \quad v_i \geq 0, \quad u_k : \text{işareti belirtilmemiş} \quad (2.27)$$

biçiminde yazılabilir. Buradaki u_k , $e\lambda = 1$ konvekslik kısıtından kaynaklanmaktadır. Zarflama modeli ile incelenen KVB'nin etkinliği hakkında, çarpan modeli ile de ölçek getirisi hakkında bilgi alınmaktadır (Banker vd., 1984).

Etkin KVB'lerin belirlenmesi, referans kümesi ve hipotetik KVB'nin oluşturulması gibi konular girdi yönlü CCR modelindeki gibi yapılmaktadır. Unutulmaması gereken, girdi yönlü BCC modeli ile ölçeğe göre değişken getiri varsayımı altında elde edilen etkinlik değerinin saf teknik etkinlik olduğudur.

BCC modelindeki konveks üretim olabirlik kümesi, CCR modelindeki üretim olabirlik kümesinin bir alt kümesidir. Buna göre,

θ_{CCR}^* : Girdi yönlü CCR modelinden bulunan teknik etkinlik

θ_{BBC}^* : Girdi yönlü BCC modelinden bulunan saf teknik etkinlik

olmak üzere $\theta_{CCR}^* \leq \theta_{BBC}^*$ ifadesi her zaman doğrudur. Buradan CCR modeliyle etkin bulunan herhangi bir KVB BCC modeline göre de etkindir denilebilir. Ancak bunun tersi doğru değildir.

Her KVB için teknik etkinlik skorları bulunduğu halde, ölçeğe göre getirinin yönü hakkında bir yorum yapılamamaktadır. Bunu belirleyebilmek için, zarflama modelinde küçük bir değişiklik yapılmalı ve model yeniden çözülmelidir. Ölçeğe göre azalan getiri (Decreasing Return to Scale, DRS) varsayımını eklemek için, zarflama modelindeki $\sum \lambda = 1$

konvekslik kısıtı $\sum \lambda \leq 1$ ile değiştirilerek DRS modeli elde edilir. Eğer incelenen KVB' nin ölçek etkinliği varsa,

$$\text{DRS Çözümü} = \text{Zarflama Modeli Çözümü} \rightarrow \text{Ölçeğe Göre Azalan Getiri}$$

$$\text{DRS Çözümü} = \text{Zarflama} \neq \text{Modeli Çözümü} \rightarrow \text{Ölçeğe Göre Artan Getiri}$$

olduğu söylenir. Benzer olarak, ölçeğe göre artan getiri (Increasing Return to Scale, IRS) varsayımını eklemek için, zarflama modelindeki $\sum \lambda = 1$ konvekslik kısıtı $\sum \lambda \geq 1$ ile değiştirilerek IRS modeli elde edilir. Eğer incelenen KVB' nin ölçek etkinliği varsa,

$$\text{IRS Çözümü} = \text{Zarflama Modeli Çözümü} \rightarrow \text{Ölçeğe Göre Artan Getiri}$$

$$\text{IRS Çözümü} \neq \text{Zarflama Modeli Çözümü} \rightarrow \text{Ölçeğe Göre Azalan Getiri}$$

sonucuna ulaşılmaktadır.

2.3.2.2. Çıktı Yönlü BCC Modeli

Çıktı yönlü BCC modeli, çıktı yönlü CCR zarflama modeline $\sum_{j=1}^n \eta_{jk} = 1$ konvekslik kısıtının eklenmesiyle,

$$Enb Z_k \quad (2.28)$$

$$- \sum_{j=1}^n Y_{rj} \eta_{jk} + Y_{rk} Z_k \leq 0 \quad (2.29)$$

$$\sum_{j=1}^n X_{ij} \lambda_{jk} \geq Y_{rk} \quad (2.30)$$

$$\sum_{j=1}^n \eta_{jk} = 1 \quad (2.31)$$

$$\eta_{jk} \geq 0; \quad r = 1, \dots, s; \quad i = 1, \dots, m; \quad j = 1, \dots, n \quad (2.32)$$

biçiminde elde edilir. Çıktı yönlü BCC modelinin dual modeli, bir başka ifadeyle çarpan modeli,

$$Enk \sum_{i=1}^m v_i X_{ik} - v_k \quad (2.33)$$

$$- \sum_{r=1}^s u_r Y_{rj} + \sum_{i=1}^m v_i X_{ik} - v_k e \geq 0 \quad (2.34)$$

$$\sum_{r=1}^s u_r Y_{rk} = 1 \quad (2.35)$$

$$u_r \geq 0, \quad v_i \geq 0, \quad v_k : \text{işareti belirtilmemiş} \quad (2.36)$$

biçiminde yazılır. Çıktı yönlü BCC modelinin yorumları diğer modellerdeki gibi yapılır. Ancak zarflama modelinden elde edilen etkinlik değerinin çıktı yönlü saf teknik etkinlik olduğudur.

Çıktı yönlü BCC modelinden elde edilen etkinlik skoru (z_{BBC}^*) ile çıktı yönlü CCR modelinden elde edilen etkinlik skoru (z_{CCR}^*) arasında, $z_{BBC}^* \leq z_{CCR}^*$ şeklinde bir ilişki vardır. Dolayısıyla BCC modeli ile etkin bulunan bir KVB, CCR modeli ile de etkin bulunacaktır. Ancak bunun tersi doğru değildir.

2.4. VZA 'da Serbestlik Problemi

VZA, girdi ve çıktılara ağırlık verilmesinde serbestlik tanıyan bir sistemdir. Ancak girdi ve çıktılara ağırlık seçmede tanınan bu serbestlik KVB sayısı sabit kalıp girdi ve çıktı sayısının artması durumunda, VZA'nın ayırım yapma gücünün azalmasına, çok fazla KVB'nin etkin çıkmasına yol açabilmektedir. Çünkü KVB'ler etkinlik değerlerini enbüyükleyebilmek için, diğer KVB' lere göre en az kullandıkları girdilere ve en çok ürettikleri çıktılara en yüksek ağırlığı verirken, en fazla kullandıkları girdi ve en az ürettikleri çıktılara en az ağırlığı vermektedir. Bu yüzden KVB sayısının az olması, etkinlik değeri hesaplanacak KVB'nin en çok ürettiği çıktı veya en az kullandığı girdiye yakın değerlere

sahip başka KVB'lerin olma olasılığının az olması demektir. Bu sebeple KVB sayısı ile girdi-çıktı sayıları arasında genellikle $n+1 > m+s$ (n =KVB sayısı, m =girdi sayısı, s =çıktı sayısı) ilişkisi tercih edilir (Deliktaş, 2002). Bazı çalışmalarda bu kısıt $n \geq 2(m+s)$, bazılarında ise $n/3 > (m+s)$ olarak ele alınmaktadır.

3. BULANIK VERİ ZARFLAMA ANALİZİ

VZA yaklaşımının başarılı olmasındaki temel etken, tüm girdi ve çıktı değerlerinin tam olarak bilinmesidir. Ancak gerçek hayattaki sistemler çoğu zaman karmaşık girdi ve çıktı değerlerine sahiptir. Bu karmaşık girdi ve çıktı değerlerinin tam bir kesinlik ile değerlendirilmesi oldukça güçtür. Bir karar sürecindeki belirsizliğe nicel olarak değinmek için bulanıklık önerilir. Bu bölümde bulanık mantık ile uygulamada kullanılan Kao-Liu (2000) Bulanık Veri Zarflama Analizi (BVZA) modeli hakkında bilgi verilecektir.

3.1.Bulanık Mantık

Klasik ve sembolik mantık iki değerli yapıları nedeniyle kesin olmayan yani belirsiz veya eksik verilere sahip gerçek dünya problemlerini modellemede yetersiz kalmaktadır. Gerçek hayat sistemlerindeki bu belirsizlik uzun süre boyunca olasılık teorisi kullanılarak modellenmiştir. Burada, olayların stokastik özellikte olduğu ve iyi tanımlandığı varsayımı kabul edilmiştir. Oysa gerçek problemlerdeki belirsizliklerin tamamının rastsallıkla açıklanması mümkün değildir. Örneğin, bir insan “çok zeki”, “zeki” veya “az zeki” şeklinde tanımlanabilir. Bunun yanında, “kaliteli ürün”, “makul fiyat”, “iyi kişilik” vb. kavramların tanımlanması gerekebilir. Açıktır ki, olasılık teorisi bu çeşit kesin sınırlarla ifade edilemeyen olguların bütün mümkün problemlerini modelleyemez. Buradan yola çıkarak Zadeh (1996) bu tür problemleri tanımlamak ve çözmek için olabilirlik teorisine dayalı olan bulanık mantık ilkelerini literatüre sunmuştur. Bulanık kümelerde kesin sınırlar bulunmamakta birlikte her bir nesneye $[0, 1]$ aralığında değişen üyelik değerleri atanarak kısmi üyeliğe olanak sağlanmaktadır.

X evrensel kümesinde tanımlı bir \tilde{A} bulanık kümesinde yer alan x elemanın üyelik fonksiyonu $\mu_{\tilde{A}}(x)$ ile gösterilmektedir. $\mu_{\tilde{A}}(x)$ ' in değeri 1'e yaklaştıkça x elemanın \tilde{A} kümesine aitliği artmakta, “0” değerine yaklaştıkça da azalmaktadır.

\tilde{A} bulanık kümesi,

$$\tilde{A} = \{(x, \mu_{\tilde{A}}(x)) \mid x \in X, \mu_{\tilde{A}}(x) \in [0,1]\} \quad (3.1)$$

olarak tanımlanır. Ele alınan problemin türüne göre farklı üyelik fonksiyonları tanımlanmaktadır. Hesaplamanın kolay olması nedeniyle uygulamada en çok yamuk ve üçgensel üyelik fonksiyonları tercih edilmektedir.

3.2.BVZA Yaklaşımları

Etkinlik ölçümü amacıyla geliştirilen BVZA modelleri literatürde genellikle tolerans yaklaşımı, α -seviyelere dayalı yaklaşım, bulanık sıralama yaklaşımı ve olabilirlik yaklaşımı olmak üzere dört ana gruba ayrılmaktadır. Çalışmanın kapsamı bakımından burada sadece, α -seviyelere dayalı yaklaşımından bahsedilmektedir.

Olabilirlik teorisi ilk kez Zadeh (1978) tarafından bulanık kümelerle ifade edilmiş ve daha sonra birçok araştırmacı teoriye katkı da bulunmuştur. Rastsal bir değişkenin olasılık dağılımındaki ilişkisi gibi olabilirlik dağılımıyla ilişkili olan bir bulanık değişken tanımlamıştır. Bulanık doğrusal programlama modellerindeki her bulanık katsayı bulanık değişken olarak, her kısıt ise bulanık olay olarak ele alınabilir. Bu sayede BVZA modeli olabilirlikliksel VZA modeline dönüştürülerek bulanık olayların olabilirlikleri olabilirlik teorisi vasıtasıyla hesaplanabilir. Olabilirlik teorisine dayanan BVZA modellerinin olasılık teorisine dayalı olan stokastik VZA modellerinden temel farkı, olgulardaki belirsizliğin deterministik yapıda olduğu varsayılarak modelleme yapılmasıdır. BVZA modelleri non-parametrik yapıda olmaktadır. Bu modellerde parametrik tekniklerin aksine, analiz edilen değişkenlerin olasılık dağılımlarıyla ilgili bir herhangi bir varsayım yapılmamaktadır.

Bugüne kadar Despotis-Smirlis (2002), Cook-Kress-Seiford (1996), Cooper-Park-Yu (1999), Kao -Liu (2000), Saati-Memariani- Jahanshahloo (2002), Saati-Memariani (2005), Lertworasirikul (2003), Lertworasirikul- Fang-Joines-Nuttle (2003) ,Guo-Tanaka (2001) ve Leon-Liern-Ruiz-Sirvent (2003) olmak üzere 10 adet BVZA modeli geliştirilmiştir. Bu çalışmada veri türü, verilerin üyelik fonksiyonu ve elde edilmesi istenen etkinlik değerinin özelliğine en uygun modelin Kao ve Liu(2000)'nun geliştirdiği model olduğu tespit edilmiştir.

Kao – Liu (2000) Modeli

α -kesim yöntemi ve genişleme ilkesi kullanılarak bulanık VZA' nın geleneksel VZA' ya çevrilerek ortaya çıkarılmıştır. Bu model sınırlandırılmış ve kesin değeri bilinen verilere sahip problemler için uygulanabilir.

\tilde{X} ve \tilde{Y} girdi-çıkıtı verilerinin α -kesimleri alınarak, herhangi $\mu \geq \alpha$ üyelik derecesindeki alt ve üst sınırları:

$$(\tilde{X}_{ij})_{\alpha} = [(\tilde{X}_{ij})_{\alpha}^L, (\tilde{X}_{ij})_{\alpha}^U] \quad (\tilde{Y}_{rj})_{\alpha} = [(\tilde{Y}_{rj})_{\alpha}^L, (\tilde{Y}_{rj})_{\alpha}^U] \quad (3.2)$$

şeklinde ifade edilebilir.

VZA modelleri girdi ve çıkıtı verilerinin bir fonksiyonu olduğundan genişleme ilkesi gereğince o. KVB' nin etkinlik değerinin üyelik fonksiyonu,

$$\mu_{E_0}^{\sim}(z) = \sup \min \langle \mu_{\tilde{X}_{ij}}^{\sim}(x_{ij}) \mu_{\tilde{Y}_{rj}}^{\sim}(y_{rj}), \forall i, j, r \mid z = E_0(x, y) \rangle \quad (3.3)$$

olur. o. KVB'nin etkinlik değerinin üyelik fonksiyonunun $[\mu_{E_0}^{\sim}(z)]$ oluşturmak için $\mu_{E_0}^{\sim}(z) = \alpha$ 'nın oluşturulması gerekmektedir. Bu nedenle, \tilde{X}_{ij} ve \tilde{Y}_{ij} girdi-çıkıtı verilerinin herhangi bir α kesimindeki verilerinin kullanılması ile elde edilecek etkinlik değeri $(E_o)_\alpha$ olacaktır. Buradan herhangi bir α kesimindeki değerinin alt sınırı için;

$$(E_o)_\alpha^L = \min \left\{ \begin{array}{l} E_o = \max \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{ro}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{io}} \\ \text{Kısıtlar, } \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} \leq 1 \end{array} \right. \quad (3.4)$$

$$(\tilde{X}_{ij})_\alpha^L \leq \tilde{X}_{ij} \leq (\tilde{X}_{ij})_\alpha^U \quad (3.5)$$

$$(\tilde{Y}_{ij})_\alpha^L \leq Y_{ij} \leq (\tilde{Y}_{ij})_\alpha^U \leq 1 \quad \forall i, j, r \quad (3.6)$$

Herhangi bir α kesimindeki değerinin üst sınırı için:

$$(E_o)_\alpha^U = \max \left\{ \begin{array}{l} E_o = \max \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{ro}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{io}} \\ \text{Kısıtlar, } \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} \leq 1 \end{array} \right. \quad (3.7)$$

$$(\tilde{X}_{ij})_\alpha^L \leq x_{ij} \leq (\tilde{X}_{ij})_\alpha^U \quad (3.8)$$

$$(\tilde{Y}_{ij})_\alpha^L \leq Y_{ij} \leq (\tilde{Y}_{ij})_\alpha^U \quad \forall i, j, r \quad (3.9)$$

biçiminde yazılabilir. o. KVB'nin herhangi bir α kesimdeki etkinlik değerin alt sınırı; o. KVB'nin aynı α kesimdeki, çıktı verisinin minimumunun girdi verisinin maksimumunun

ve diğer KVB'lerin çıktı verilerinin maksimumunun girdi verilerinin minimumunun alınarak mümkün olur. Buradan

$$(E_o)_a^L = \max \frac{\sum_{r=1}^s u_r (\tilde{Y}_{ro})_a^L}{\sum_{i=1}^m v_i (\tilde{X}_{io})_a^U} \quad (3.10)$$

Kısıtlar,

$$\frac{\sum_{r=1}^s u_r (\tilde{Y}_{ro})_a^L}{\sum_{i=1}^m v_i (\tilde{X}_{io})_a^U} \leq 1 \quad (3.11)$$

$$\frac{\sum_{r=1}^s u_r (\tilde{Y}_{rj})_a^U}{\sum_{i=1}^m v_i (\tilde{X}_{ij})_a^L} \leq 1 \quad j = 1, 2, \dots, n \quad j \neq 0 \quad (3.12)$$

$$v_i, u_r \geq \varepsilon \quad r = 1, 2, \dots, n \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (3.13)$$

o. KVB'nin etkinlikleri değerinin üst sınırı biçiminde tanımlanır:

$$(E_o)_a^U = \max \frac{\sum_{r=1}^s u_r (\tilde{Y}_{ro})_a^U}{\sum_{i=1}^m v_i (\tilde{X}_{io})_a^L} \quad (3.14)$$

Kısıtlar,

$$\frac{\sum_{r=1}^s u_r (\tilde{Y}_{ro})_a^U}{\sum_{i=1}^m v_i (\tilde{X}_{io})_a^L} \leq 1 \quad (3.15)$$

$$\frac{\sum_{r=1}^s u_r (\tilde{Y}_{rj})_a^L}{\sum_{i=1}^m v_i (\tilde{X}_{ij})_a^U} \leq 1 \quad (3.16)$$

$$j = 1, 2, \dots, n \quad j \neq 0 \quad (3.17)$$

$$v_i, u_r \geq \varepsilon \quad (3.18)$$

$$r = 1, 2, \dots, n \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (3.19)$$

Kao ve Liu (2000) modeli tüm KVB'lerin $\mu \geq a$ üyelik derecesindeki verilerinin kullanılması durumunda, o KVB için $\mu \geq a$ üyelik derecesindeki etkinlik değeri $(\tilde{E}_o)_a$ 'nın üstü $(E_o)_a^U$ ve alt $(E_o)_a^L$ sınırı vermektedir. Ayrıca bu model ile $(\tilde{E}_o)_a$ 'nın üyelik fonksiyonu oluşturabilir. Belirlenen a arttıkça, etkinlik değerinin alt ve üst sınırları arasındaki cebirsel fark azalacaktır.

4. HAVAALANLARINDA YER HİZMETLERİ FAALİYETLERİ

4.1. Yer Hizmetlerinin Tanımı

Yer hizmetleri, terminal kapısında veya uzak bir konumda olması fark etmeksizin uçağın aprona park edildiği andan apronu terk ettiği ana kadar ihtiyaç duyduğu tüm hizmetleri kapsamaktadır. Terminaller üzerinden yolcu, bagaj ve kargo hareketleri ile apron üzerindeki uçak hareketleri bu yüzden yer hizmetleri vasıtasıyla yapılmaktadır. Güvenlik, dakiklik ve verimlilik, yer hizmetleri yönetiminin ana hedefleridir (Alonso, 2014).

Güvenlik: Tehlikeli durumların oluşmasını önlemek veya en azından hasar oluşma olasılığını azaltmak için yer hizmetleri yönetiminde güvenliği dikkate almak önemlidir. Olası hasar durumunda hem yolcularda hem de bu ekipmanları kullanan havaalanı işçilerinde meydana gelecek zararı en aza indirmek temel amaçtır. Bu yüzden güvenlik kurallarına uyulması son derece önem arz etmektedir.

Zamanlama: Olası gecikmeler hem başka bir uçuşu da olan yolcuları hem de havaalanının da çalışan işçilerini zor durumda bırakacağından olumsuz etkilemektedir.

Etkinlik: Zamanlama ve güvenlik başta olmak üzere havaalanlarında verimliliği etkileyen birden çok faktör vardır. İlerleyen bölümlerde bu faktörler detaylı bir şekilde açıklanmakta ve gerekli hesaplamalar yapılmaktadır.

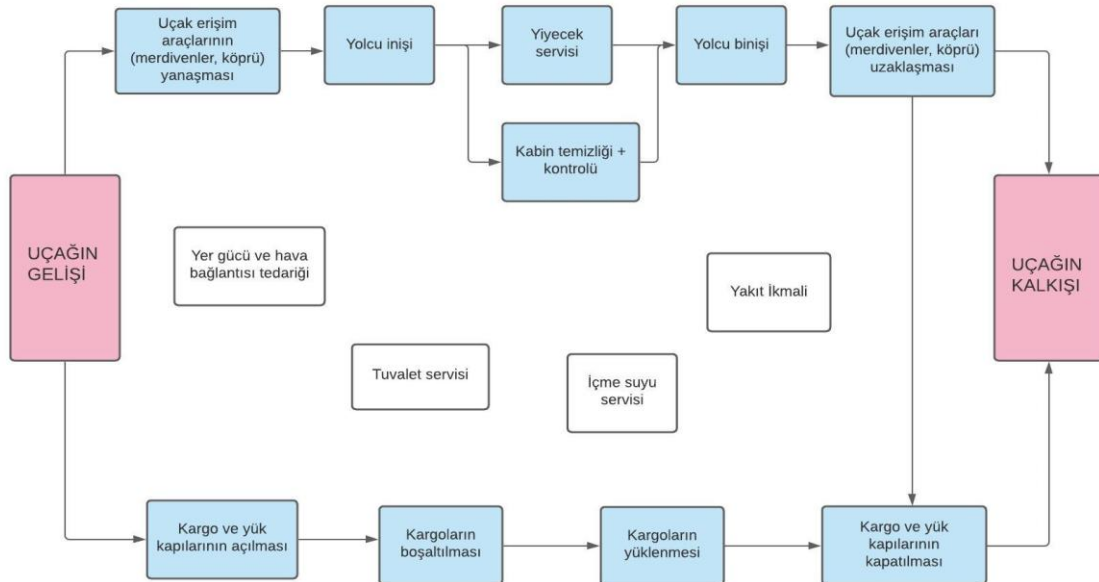
Bu hizmetler havaalanı şirketinin kendisi tarafından ya da başka bir havaalanı şirketi tarafından yürütülebildiği gibi yer hizmetleri taşımacılığında uzmanlaşmış taşeronlar (firmalar) tarafından da yürütülebilir.

Yer hizmetleri kendi içerisinde hava tarafı faaliyetleri ve terminal faaliyetleri olarak iki farklı faaliyet türü olarak ayrılır. Bu makalede, uçağın yüklenmesi/ boşaltılması gibi uçak hareketi ve devri ile ilgili faaliyetlerin gerçekleştiği alan olan hava tarafında geliştirilen faaliyetler irdelenecektir. Yer hizmetleri süreçleri, gerçekleştirilen faaliyetlerin çeşitliliğinin

yanı sıra bu amaç için gerekli olan çok çeşitli ekipman veya araçlarla karakterize edilir. Ayrıca, farklı faaliyetlerin aynı zamanda gerçekleştirilmesi gerektiğinden, bu süreçler havaalanında çalışan işçiler açısından oldukça zor ve karmaşıktır.

4.2.Yer Hizmetleri Faaliyetleri

Yer hizmetleri faaliyetleri kapsamında; mürettebat ve yolcuların uçaktan indirilmesi, bagaj ve kargoların boşaltılması, yakıt ikmali, ikram, temizlik, (içilebilir) su temini, mürettebatın ve yolcuların uçağa bindirilmesi, bagaj ve kargo yüklemesi gibi faaliyetlere yer verilir. İsteğe bağlı olarak gerektiğinde buz çözme ve uçağın bir konumdan farklı bir konuma taşınması faaliyetleri de yapılabilir. Tüm bu faaliyetlerin işleyiş sırası Şekil 4.1’de gösterilmektedir. Şekilde temsil edilen faaliyetler, havaalanından havaalanına değişiklik gösterebileceğinden sadece bir örnektir.



Şekil 4.1. Yer hizmetlerindeki faaliyetler (Alonso, 2014)

4.2.1. Yolcuların İniş / Biniş

Uçağa yolcu alınması işlemi uçağa yolcuların alınması ve yolcuların yerlerine yerleşmesiyle başlar. Uçağın kapıları kapandıktan sonra ise bu işlem sona erer. Uçaktan yolcu indirilmesi ise tam tersidir. Bu işlemler gerçekleştirilirken mürettebat ve yer hizmetleri ekibi çalışanları uçağın sol tarafına yönelirler. Bagajların yüklenmesi ya da boşaltılması yapılırken uçağın aynı bölgelerine ihtiyaç duymadıkları için eş zamanlı olarak çalışabilirler.

4.2.2. Temizleme

Havayolları, çöpü boşaltma, süpürme, koltuk temizliği gibi farklı temizlik hizmetlerini sağlamaktadır. Gece vakitlerinde daha fazla zaman olduğu için daha derinlemesine temizlik yapılmaktadır. Bütün yolcu uçaklarında temizlik işlemleri aynı olduğundan temizlik ekipleri temizlik işlerini bitirdikten sonra başka bir uçağa geçip aynı işi yapabilir.

4.2.3. Yiyecek Servisi

Yiyecek ve içecek servisi, uçuş tamamlandıktan sonra kalan yiyecek ve içeceklerin boşaltılmasının ardından sonraki uçuştaki servis için yiyecek ve içeceklerin uçağa yüklenmesinden sorumludur. Yiyecek ve içeceklerin yükleme/ boşaltması yapılırken insan gücünden çok yük arabalarından faydalanılır.

4.2.4. Yakıt İkmali

Yakıt ikmali, hortumlu yanıcı madde dağıtım sistemiyle ya da eğer bu sistem yoksa daha geleneksel yöntem olan yakıt tankerleri vasıtasıyla uçak park halindeyken yapılır. Bu

yakıt tankerlerin boyutları, hizmet verilecek uçak tipine göre çeşitlilik gösterebilir. Yakıt ikmali yapılırken bagaj yükleme/ boşaltma işlemleri uçağın aynı tarafında gerçekleştiğinden yakıtın depoya aktarılmasının ne kadar zaman alacağı ve yakıt ikmali işleminin olası yangın gibi kazalara neden olabilmesi işçilerin sağlığı ve can güvenliği açısından da oldukça tehlikeli sonuçlar doğurabilir.

4.2.5. İçme Suyu ve Tuvalet Servisi

Uçuş sırasında kullanılan suyun uçaktan çıkarılıp yerine yeni ve temiz suyun konulması son derece önemlidir.

4.2.6. Bagajların Yükleme / Boşaltılması

Bagaj yükleme / boşaltma, el bagajları hariç uçak giriş işlemleri(check-in) yapılan bagajları ifade eder. Yolcu, uçak giriş işlemi için kontuara gelmektedir. Yolcunun bilet işlemlerinden sonra bagaj işlemlerine geçilir. Bagajın kime ait olduğu, nereye gideceği gibi bilgiler barkoda işlenerek bagaja özel bir çıkartma şeklinde yapıştırılır. Barkod işlemi bittikten sonra bagajlar uçak giriş işlemi görevlisi tarafından yürüyen banda yerleştirilir. Bagajlar yürüyen bant ile terminalin altında bulunan bagaj taşıma sistemine başka bir deyişle şut altına gitmektedir. Aynı zamanda bu bantları Havaalanına gelen birden çok uçaktaki yolcularının bagajları taşınır.

Bagajlar sorter adı verilen otomatik bagaj ayırma sistemi üzerinde dönmektedir. Bagaj taşıma sisteminde birden fazla noktada optik okuyucu bulunur. Bu optik okuyucular bagajların bilgilerini otomatik olarak okuyarak bagajları gidecekleri uçağa göre yönlendirmeyi hedefler. Havaalanlarındaki sistemler çoğunlukla eski olduğundan barkodu okunamayan bagajlar manuel okuma bölgesine gelmektedir. Bu bölgede barkod, yer hizmetleri personellerince manuel olarak okutulmaktadır. Gideceği uçağın ilgili şutuna ilerleyen bagajlar ayrıca bagaj taşıma sisteminde bulunan x-ray cihazlarından da geçerek güvenlik kontrolü sağlanmaktadır. Gideceği uçağın şutuna gelen bagajın bindiği tepsi (tray)

otomatik olarak yan dönmekte ve bagaj tepsiden şuta kaydırdan kayarak düşmektedir. Şuta düşen bavulun barkodu yer hizmetleri görevlilerince bir kez daha manuel kontrol edilmekte ve uçağa götürülmek üzere traktöre yüklenmektedir.

Bagajları uçağa yüklemenin/ boşaltmanın iki farklı yolu vardır. İlk yol, farklı bagajlar ayrı ayrı yüklenebilir/ boşaltılabilir. İkinci yol, daha büyük uçaklar için bagajlar sayıları yüksek olduğunda yükler konteynırlarda depolanarak yükleme/ boşaltma işlemi süresi azaltılabilir ve bagajları taşıyan işçilerin kas iskelet rahatsızlarına yakalanma olasılığı minimize edilmiş olur.

Yer Hizmetleri Personeli

Yer hizmetleri personelleri genellikle akademik eğitimleri olmayan insanlardır ve bu çalışanların tümü erkektir. Yer hizmetleri personelinin öncelikli sorumluluğu bagajların taşınması ve uçaklara doğru şekilde dağıtımının yapılmasıdır. Yer hizmetleri personelinin farklı görevleri olsa da asıl görevleri bagajın elle taşınmasıdır. Bagajların elle taşınması, çok sayıda tekrarı ve ağır yük taşımaya da gerektirir (Koblauch, 2015).

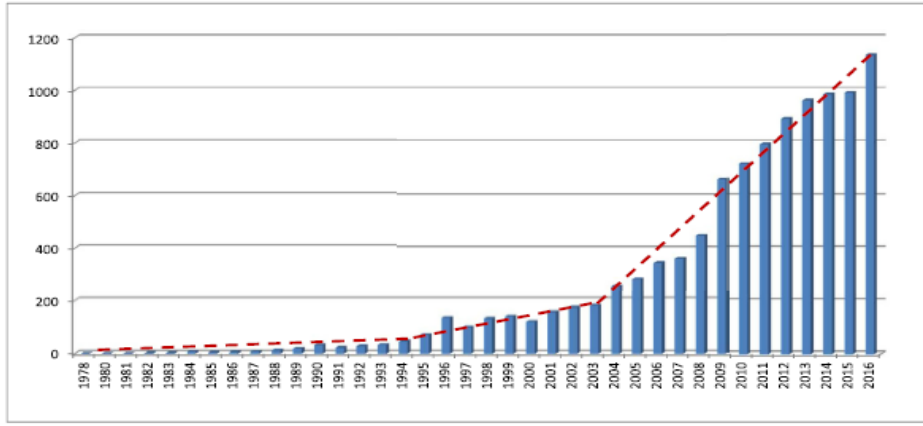
Brauer vd. ne (2013) göre şut altına gelen bagajların ortalama ağırlığı 15 kilogramdır fakat çoğu havaalanı 32 kg'a kadar yükün taşınmasını kabul etmektedir. Ortalama olarak yer hizmetleri personeli günde 4-5 ton ve bazı günlerde 10 tona kadar çıkan bagajları kaldırmaktadır.

Yer hizmetleri personelinin taşıdığı bagaj sayısı, gelen uçağın kapasitesiyle ve uçağın yurtiçi veya yurtdışı uçağı olmasıyla yakından ilişkilidir. Havaalanı verileri dikkate alındığında iç hatlar uçuşlarının daha sık yapıldığı görülmektedir. Bu daha çok yolcu ve buna bağlı olarak daha çok bagaj demektir.

5.LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

5.1. Havaalanlarında VZA Literatür Taraması

VZA kullanılarak yapılan çalışmaların sayısı dünyada gün geçtikçe artmaktadır. Şekil 5.1. de görüldüğü üzere son yıllarda çalışmalar giderek artmaktadır.



Şekil 5.1. Yıllar içindeki VZA araştırmaları (Emrouznejad ve Yang, 2018)

2010-2020 yılları arasında havaalanlarındaki performansın değerlendirilmesinde veri zarflama analizleri kullanılarak yapılan literatürdeki erişilebilir çalışmalar incelenmiştir. Yapılan çalışmaların kapsamından da anlaşılacağı üzere havaalanlarının performansı ölçülmesi konusu tüm dünya genelinde araştırmacıların ilgisini çekmektedir.

Çizelge 5.1. Havaalanlarında VZA literatür taraması

Makale	Kullanılan Method	Girdi	Çıktı
Koçak (2011)	VZA	İşletim giderler, personel sayısı, yıllık uçuş trafiği, yolcu sayısı	Yolcu / bölge sayısı, toplam uçuş/ pist trafiği, toplam kargo trafiği, işletim gelirleri
Curi vd. (2011)	Bootstrap ve VZA	Terminal alanı, işçilik maliyetleri ve diğer maliyetler	Havacılık geliri ve havacılık dışı gelir
Tsekeris (2011)	VZA-CRS-VRS and Bootstrap	Pist sayısı, terminal alanı, uçak park alanı, operasyon saatleri	Yolcu sayısı, kargo miktarı, uçuş sayısı
Gitto ve Mancuso (2012)	VZA	İşçilik maliyetleri, yatırım sermayesi, inşaat ruhsatı ve hizmet maliyetleri	İniş yapan uçak sayısı, giden uçak sayısı, yolcu sayısı, kargo miktarı, havacılık ile ilgili ve havacılık dışı gelirler
Wanke (2012)	Bootstrap ve VZA	Havaalanı alanı, apron alanı, pist sayısı, toplam pist uzunluk, uçak park yeri sayısı, terminal alanı, park yeri sayısı	İniş sayısı, kalkış sayısı, yolcu sayısı, kargo miktarı
Barros vd. (2013)	Yeni VZA Modeli	Çalışan sayısı, toplam işletim maliyetleri, toplam varlıklar	Yolcu sayısı, kargo miktarı, uçak sayısı, satışlar
Coto-Millan vd, (2014)	Panel Verileri, VZA ve Toplam Faktör Üretkenliği	İşçilik maliyetleri, sermaye yatırımı, diğer harcamalar	Yolcu sayısı, kargo miktarı, kalkış sayısı
Ülkü (2015)	VZA	Personel maliyetleri, diğer işletim maliyetleri, toplam pist alanı	Kargo tonajı, uçak hareketi, yolcu sayısı
Augustyniak vd. (2015)	İki aşamalı VZA	Personel maliyetleri, sermaye maliyeti, Çalışan sayısı, terminal alanı	Toplam gelir, yolcu sayısı, hava taşımacılığı hareketi, posta ve kargo miktarı
Zou vd. (2015)	İki aşamalı VZA	İşçilik maliyetleri, malzeme maliyetleri, sermaye yatırımı	Yolcu uçağı, uçak operasyonları, elleçlenen kargo miktarı, havacılık dışı gelir, toplam uçuş varış gecikme dakikaları

Çizelge 5.1. Havaalanlarında VZA literatür taraması (devam)

Makale	Kullanılan Method	Girdi	Çıktı
Liu (2016)	Şebeke VZA	Pist alanı, personel maliyetleri, diğer işletim maliyetleri	Yolcu sayısı, kargo miktarı, işletme geliri
Asker ve Battal (2017)	VZA	Pist sayısı, uçak park yeri sayısı, kapı sayısı, terminal alanı	Toplam uçuş sayısı, toplam yük, toplam yolcu sayısı
Ennen ve Batool (2018)	Ağırlık Kısıtlı VZA	Pist sayısı, taksi yolu sayısı, terminal alanı, çalışan sayısı	Toplam uçak hareketi, iç hat yolcu sayısı, dış hat yolcu sayısı, toplam yolcu sayısı, ticari uçak hareketliliği, kargo miktarı
Keskin ve Köksal (2019)	AHP-VZA ve AHP-Ağırlık Kısıtlı VZA	Çalışan sayısı, kapı sayısı, pist alanı, terminal bölgesi, işletim giderleri	Yolcu sayısı, kargo miktarı, uçak sayısı, toplam gelir
Stichhauerova ve Pelloneova (2019)	VZA	Çalışan sayısı, terminal sayısı, pist sayısı, havaalanı büyüklüğü, kapasite, şehir merkezine uzaklık	Yolcu sayısı, uçuş hareketliliği sayısı, kargo miktarı
Chaouk vd. (2020)	VZA, Kesikli Regresyon ve TOBIT	Pistler, kapılar, terminal alanı, toplam çalışan sayısı	Hava trafiği hareketleri, toplam kargo, toplam havacılık dışı gelir

Çizelge 5.1’ de özetlenen bilgilere göre araştırmacılar girdi olarak pist alanı, terminal alanı, toplam çalışan sayısı, kapı sayısı, personel maliyetleri, malzeme maliyetleri, sermaye yatırımı, uçak park yeri, yıllık uçak trafiği sayısını kullanırken çıktı olarak ise toplam gelir, yolcu sayısı, hava taşımacılığı hareketi, posta ve kargo miktarı, havacılık geliri ve havacılık dışı gelir, pist trafiği gibi karar verme birimlerini kullanmışlardır. Analizler yapılırken VZA’ nın yanında ek olarak Kesikli Regresyon, Bootstrap ve TOBIT gibi farklı istatistiksel analizlere de yer verildiğini görüyoruz. Bu tez çalışmasında ise VZA için bahsedilen çalışmalardan farklı girdiler ve çıktılar tanımlanarak havaalanlarının performans

değerlendirmesinin yanında yer hizmetleri personeli başına düşen yük miktarını istenmeyen çıktı olarak alarak ayrıca bir VZA daha yapılmış ve bu sonuçlar doğrultusunda gerekli çıkarımlarda bulunulmuştur.

Verilerin kesin olarak tahmin edilemediği vb. durumlarda BVZA kullanılarak havaalanlarındaki etkinlik skorları hesaplanabilir. Bu konuda havaalanları ile ilgili sınırlı sayıdaki çalışmalardan biri de Wanke vd. (2016) 'dir. Bu çalışmada Nijerya'daki 30 havaalanı incelenmiş ve girdi olarak terminal kapasitesi, terminal alanı, personel sayısı, apron alanı; çıktı olarak yolcu sayısı, uçuş trafiği, kargo miktarı, posta miktarı tanımlanmıştır. Bootstrap kesikli regresyon ve BVZA yapılırken girdi ve çıktı değerlerinin ortalama değerleri alınmış ve ortalama değerden %20 bulanıklaştırılmayla analizler yapılmıştır. Sonuçlara göre, Nijerya Havaalanlarındaki önemli bağlamsal değişkenler, havaalanı sabit maliyetleri (kapasite maliyeti) ile ilgilidir. Yüksek sabit maliyetler, düzenlemenin olumlu etkisi olmasına rağmen, Nijerya havaalanlarının düşük verimliliğini açıklamaktadır. Bu maliyetler kontrol alınarak havaalanı verimliliğini artırmaya yönelik politikanın benimsenmesi tavsiye edilmektedir.

5.2. Havaalanlarında Bagaj Taşımacılığı Faaliyetleri

Havaalanlarında yapılan bagaj taşımacılığı faaliyetleri incelenirken 2010-2020 yılları arasındaki literatür çalışmaları irdelenmiş ve çalışmaların amaçları Çizelge 5.2'de listelenmiştir. Çizelge 5.1 ve Çizelge 5.2 'de özetlenen çalışmalardan da anlaşılacağı üzere literatürde bagaj taşımacılığı göz önünde bulundurularak havaalanlarının etkinliğini değerlendirilirken insan faktörlerinin dahil edilmediği gözlemlenmiştir.

Çizelge 5.2. Havaalanlarında bagaj taşımacılığı literatür taraması

Makale	Çalışmanın Temel Amacı
Meersman vd. (2011)	Belçika, Brüksel havaalanındaki bagaj taşımacılığı ve maliyetleri incelenmiştir. Optimum sayıda yük taşımacılığı sağlayıcısının bulunması amaçlanmıştır.
Koblauch (2015)	Bagaj taşıyıcı olarak bel yüklemesinin genel bir tanımını yaparak spesifik lomber kompresyonunu etkin bir şekilde incelemek için genel olarak kullanışlı bir araç geliştirilmesi ve bagaj taşıyıcıları için ortak iş görevlerinde omurgaya binen yükün araştırılması amaçlanmıştır.
Patriarca vd. (2016)	Artan rekabet ortamında kalite standartlarından biri de bagaj taşımacılığı bekleme süresidir. Bu makalede taşıyıcıların bagaj teslimatının değerlendirilmesiyle ilgili metodolojiler değerlendirilmiştir.
Kim vd. (2017)	Havaalanlarındaki uçak giriş ve bagaj yükleme-indirme işlemleri sırasında oluşan darboğazları engellemek ve dengeli bir sistem oluşturmaya yönelik algoritma ve Window reservation tekniği yardımıyla çalışmalar yapılmıştır. AutoMod programı kullanılarak simülasyon yapılmıştır.
Nõmmik ve Antov (2017)	Makul düzeyde hizmet veren bölgesel havaalanı terminallerinin kapasitesini en iyilemek için bölgesel havaalanlarının özelliklerinin araştırılması amaçlanmıştır.
Kierzkowski ve Kisiel (2017)	Uçak körüğü kullanımıyla havaalanlarında yolcuların iniş-biniş yaparken uygulanan stratejilerinin avantajları ve dezavantajları gösterilmiştir. Henüz yeterince tartışılmamış olan ve makalenin de gösterdiği gibi, yolcuların uçağa binme sürecini önemli ölçüde etkileyebilecek insan faktörü araştırılmıştır.
Monteiro ve Santos (2017)	Brezilya Havaalanı'nda bagaj görevlilerinin bel omurgasındaki fiziksel zorlanma ölçülmüştür ve olası bel ağrısı için risk faktörlerini azaltabilecek ergonomik çözümler önerilmiştir. Veriler değerlendirilirken, 3D Statik Mukavemet Tahmin Programına (3DSSPP) ve NIOSH Kaldırma Denklemi kullanılmıştır.
Møller vd. (2017 a)	Kopenhag Havaalanı 1990-2012 yılları arasındaki verilerin, hava kirliliğinin (ultra ince parçacıklar) ve havaalanı çalışanları arasında elle yük kaldırma işleminin çalışanların mesleki maruziyet ve sağlıkları üzerindeki etkileri araştırılmıştır.

Çizelge 5.3. Havaalanlarında bagaj taşımacılığı literatür taraması (devam)

Makale	Çalışmanın Temel Amacı
Møller vd. (2017 b)	Bagaj görevlileri arasında süre ve yoğunluk dahil olmak üzere işle ilgili kas-iskelet omuz yüküne maruz kalmanın subakromiyal omuz bozukluğu ile ilişkili olup olmadığı belirlenmeye çalışılmıştır. Omuz yük yoğunluğunu değerlendirmede AnyBody Modelleme Sistemi kullanılmıştır.
Huang vd. (2018)	Hava aracına etkili bir şekilde bagajların yüklenmesi için dayanıklı en iyileme (robust optimization) modeli geliştirilmiştir.
Malandria vd. (2018)	Yolcuların bagajlarını alırken ki bekleme sürelerini azaltarak sistem performansını artırmak amaçlanmıştır. Arena yazılımı kullanılarak modelin simülasyonu yapılmıştır.
Skorupski ve Uchroński (2018)	Uçuş öncesi yapılan bagaj güvenliği taraması işleminin verimlilik analizini yapılmıştır. Analiz için matematiksel bir model oluşturulmuştur. Renkli, zamanlanmış bir Petri ağı şeklinde ve bilgisayar destekli bir çözüm uygulanmıştır.
Taufik ve Hanafiah (2019)	Havaalanlarında yolcuların kendi kendine hizmet teknolojisinin (Self Service Technology, SST) benimsenmesini ve davranışını etkileyen faktörler incelenmiştir. Bu çalışma, Teori Kabul Modeli'ni (Theory Acceptance Model, TAM) benimsemiş ve çalışma çerçevesinde insan etkileşimi yapısına olan ihtiyacı dahil ederek modeli genişletmiştir.
Malandri vd. (2019)	Havaalanındaki yer hizmetlilerinin grev gibi eylemlerinin neden olduğu işletimsel performans kaybını belirlemektir. AnyLogic kullanılarak hem uçuş iniş ve kalkış döngülerinin hem de dönüş işlemlerinin ayırık olay simülasyon modeli oluşturulmuştur.
Türel ve Durmaz (2019)	Önce müşteri memnuniyetine ve bağlılığına ulaşmak, sonra da organizasyonun sürdürülebilir gelişimini sağlamak için yer hizmetleri çalışanlarının yenilikçi davranışlarının önemini vurgulamayı amaçlamaktadır.
Møller ve Brauer (2020)	İskemik kalp hastalığı (Ischemic Heart Disease, IHD) ve serebrovasküler hastalığın, bir havaalanında açık havada ultra ince parçacıklara (UFP) uzun süreli mesleki maruziyetle ilişkili olup olmadığını araştırmak amaçlanmıştır.
Cavada vd. (2020)	Santiago Uluslararası Havaalanı'nda giden bagaj yükleme alanı için bir işgücü planlama ve tahsis modeli geliştirilmiştir.

6.MATERYAL VE YÖNTEM

Havaalanlarının etkinlik analizi yapılırken gerçekleştirilen işlemlerin adımları Şekil 6.1’de gösterilmiştir. İlk olarak Klasik VZA uygulanmış ve etkinlik değerleri hesaplanmıştır. Daha sonra BVZA uygulanarak sonuçlar karşılaştırılmış ve bu doğrultuda yorumlar yapılarak önerilerde bulunulmuştur.



Şekil 6.1. VZA yönteminin işlem adımları

6.1. VZA ile Değerlendirilecek Karar Birimlerinin Seçilmesi

Çalışmada kullanılacak havaalanlarına ait veri ve ilgili istatistiklere DHMİ resmi internet sitesinden ulaşılmıştır. Türkiye sınırları içinde faaliyet gösteren 56 adet havaalanı bulunmaktadır. Bu havaalanlarının Türkiye sınırları içerisindeki dağılımı Şekil 6.2’deki gibidir.



Şekil 6.2. Türkiye sınırları içinde faaliyet gösteren havaalanları (www.dhmi.gov.tr)

Bu çalışmada 56 havaalanının tümü tez kapsamına dahil edilmemiştir. İlerleyen bölümde nedenleriyle birlikte detaylıca açıklanmıştır.

6.1.1. Ele Alınan Havaalanlarının Tanıtımı

Bu çalışmada VZA yöntemiyle Türkiye’de bulunan iç hatlardaki 32, dış hatlardaki 30 havaalanı karar birimi olarak ele alınarak etkinlik ölçümü yapılmıştır. Yıllık yolcu sayılarına göre havaalanları büyükten küçüğe sıralanarak en fazla hareketliliği olan havaalanları tespit edilmiştir. İç hatlar için yıllık yolcu trafiği 200000 kişiden az olan havaalanları bu çalışmaya dahil edilmemiştir. Ağrı ve Şırnak Havaalanları iç hatlara dahil edilmiştir fakat dış hattaki yolcu sayıları yetersiz olduğundan dış hatlarla ilgili yapılan değerlendirmede dikkate alınamamıştır. İstanbul Atatürk, Ankara Esenboğa, İzmir Adnan Menderes, Antalya gibi yolcu trafiğinin yüksek olduğu havaalanları da bu çalışmaya dahil edilmemiştir. İstanbul Havaalanı ise 29 Ekim 2018 tarihinde faaliyete geçtiğinden analizlere dahil edilmemiştir.

Zonguldak Çaycuma, Gazipaşa Alanya, Zafer ve Aydın Çıldır Havaalanları DHMİ denetimli özel şirket tarafından işletilmektedir. İstanbul Sabiha Gökçen Havaalanı Savunma Sanayii Başkanlığı denetiminde özel şirket tarafından, Eskişehir Hasan Polatkan Havaalanı, Eskişehir Teknik Üniversitesi tarafından, İstanbul Havaalanı DHMİ denetimi ve gözetimi altında özel şirket tarafından işletilmekte olduğundan çalışma kapsamından hariç tutulmuştur.

6.2.VZA Girdi ve Çıktılarının Tanımlanması

Karar verme birimleri belirlendikten sonra, gerekli değerlendirmeleri yapabilmek adına girdi ve çıktılar belirlenmiştir. Daha önceki yıllarda havaalanlarında yapılmış olan VZA makaleler incelenmiş, ardından göz ardı edilen ölçütler tespit edilmiştir. Bu çalışmada kullanılan girdi ve çıktı ölçütleri alt maddelerde detaylı bir şekilde açıklanmıştır.

6.2.1 Girdiler

Bagaj taşımakla görevli olan yer hizmetleri personelleri ile ilgili herhangi bir VZA çalışması erişilebilir literatürde tespit edilememiştir. Bu çalışmada literatürden farklı olarak yer hizmetleri personeli başına düşen yük miktarı etkinlik ölçümüne dahil edilmiştir. Girdi değerlerinin en küçüklenmesi hedeflenmektedir. Klasik VZA ölçümü için iki, bagaj taşıyıcısı başına düşen yük miktarı ele alınarak yapılan VZA ölçümü için üç adet girdi izleyen şekilde tanımlanmıştır;

Personel Sayısı: Havaalanlarında yıl içinde işletimde görev alan personel sayısıdır. Bu sayıya yer hizmetleri personeli de dahildir (kişi/yıl).

Terminal Alanı: Havaalanlarında çalışan görevlilerin ve gelen yolcuların Havaalanına gelişlerinden uçağın kalkışına kadar geçen sürede ihtiyaçlarını giderdikleri ve vakit geçirdikleri çeşitli bölümlerden meydana gelen bir binadır (m²).

6.2.2 Çıktılar

Devlet Hava Meydanları İşletmesi Genel Müdürlüğü 2019 faaliyet raporu (DHMI,2019) doğrultusunda elde edilen çıktılar izleyen şekilde tanımlanmıştır;

Uçak Giriş İşlemleri (Check-in) Kontuar Sayısı: Havaalanlarında, uçuşu olan yolcuların uçak giriş işlemlerini yapabilmesi için ayrılmış, aynı zamanda biniş kartlarının ve bagaj işlemlerinin yapıldığı yerdir. Bu işlemler yapılırken uzun kuyruklar oluşabilmekte ve uçak giriş işlemi kontuar sayısının eksikliği havaalanlarında özellikle zaman açısından büyük kayıplara yol açabilmektedir (adet).

İşletme Geliri: Havaalanlarının yıl içinde yapmış oldukları hava seyrüsefer ve terminal hizmetlerinin sonucunda hava yolları şirketlerinden elde ettiği gelirlerin toplamıdır (binTL/yıl).

X-ray Cihazı Sayısı: Son yıllarda havaalanlarına olan yatırımlar ve uygulanan politikalar doğrultusunda havayolu ulaşımına olan talep artış göstermektedir. Bu isteğe bağlı olarak da havayolundaki yoğunluk da artmış, havayoluna gelen ve havayolundan giden yolcuları ve bagajlarını kontrol etmek oldukça zor bir hal almıştır. Artan yolcu sayısına bağlı olarak güvenlikle ilgili konular kritik bir hal almıştır. Havaalanlarında güvenlik açısından genellikle uçağın bulunduğu çıkış kapısına girerken yolcular üzerinde kullanılan cihazlara x-ray denmektedir. Havaalanlarındaki kontrolleri hızlı bir şekilde yapabilmek için olabildiğince çok sayıda x-ray cihazı bulundurulması istenmektedir (adet).

Yangın Mücadele Ekipman Sayısı: Olası afetlere yönelik havaalanlarında yangın söndürme, arazöz, ambulans, kurtarma, irtibat gibi yangınla mücadele envanterlerinin bulundurulması ve sayılarının artırılması havaalanında meydana gelebilecek olası can ve mal kaybını önlemek amacıyla gereklidir (adet).

Havaalanının Şehir Merkezine Uzaklığı: Şehir merkezinden havaalanına ulaşılan kadar kat edilen mesafenin kısa olması beklenirken uçakların her iniş-kalkış sürecinde çıkaracağı gürültüden ötürü şehir merkezinden uzak olması beklenmektedir (km).

6.2.3 İstenmeyen Çıktı

Yer hizmetleri personeli başına düşen yük miktarı: Havaalanlarında dönemsel olarak taşınan yolcu başına düşen bavul sayıları üzerinden türetilen oransal yük miktarıdır (kg/kişi).

6.3 Havaalanlarına İlişkin Verilerin Derlenmesi

Devlet Hava Meydanları İşletmesi Genel Müdürlüğü'nün web sitesinden alınan verilere göre 2019 yılında gerçekleşen uçuşların verileri iç ve dış hat yolcu sayıları olarak ayrı bir şekilde incelenmiştir. Aylık yolcu sayıları faaliyet raporundan hareketle oluşturulmuştur. Aylık iç hat yolcu sayısı verileri Ek Açıklama-A'da, aylık dış hat yolcu sayısı verileri ise Ek Açıklama-C'de verilmektedir.

Aylık yolcu sayıları hesaplandıktan sonra mevsimsel farklılıkları daha rahat gözlemek adına Haziran, Temmuz, Ağustos, Eylül aylarına Yoğun sezon; Ekim, Kasım, Aralık, Ocak aylarına Orta sezon; Şubat, Mart, Nisan, Mayıs aylarına Düşük sezon denmiştir. 2019 yılı iç hattaki sezonlara göre yolcu sayıları verileri Ek Açıklama-B'de, 2019 yılı dış hattaki sezonlara göre yolcu sayıları verileri Ek Açıklama-D'de verilmektedir. Tez

kapsamında bu verilerden yola çıkarak dokuz farklı durum senaryosu belirlenmiştir. Bu durumlara dair kısaca açıklamalar ilerleyen bölümlerde verilmiştir.

1. Durum (D1)

Yer hizmetleri personeli başına düşen bavul sayısını elde ederken yoğun sezonda yolcuların %10'nun bavullarını uçak giriş işlemleri kontuarından geçirerek uçağın bagaj kısmına göndereceği varsayılarak yoğun sezondaki yolcu sayısı 0,1 katsayısıyla çarpılarak iyimser durum senaryosu üretilmiştir.

2. Durum (D2)

Yer hizmetleri personeli başına düşen bavul sayısını elde ederken yoğun sezonda yolcuların %60'nın bavullarını uçak giriş işlemleri kontuarından geçirerek uçağın bagaj kısmına göndereceği varsayılarak yoğun sezondaki yolcu sayısı 0,6 katsayısıyla çarpılarak ortalama durum senaryosu üretilmiştir.

3. Durum (D3)

Yer hizmetleri personeli başına düşen bavul sayısı bulunurken yoğun sezonda yolcuların %90'nın bavullarını uçak giriş işlemleri kontuarından geçirerek uçağın bagaj kısmına göndereceği varsayılarak yoğun sezondaki yolcu sayısı 0,9 katsayısıyla çarpılarak kötümser durum senaryosu elde edilmiştir.

4. Durum (D4)

Yer hizmetleri personeli başına düşen bavul sayısı bulunurken orta sezonda yolcuların %10'nun bavullarını uçak giriş işlemleri kontuarından geçirerek uçağın bagaj

kısmına göndereceği varsayılarak orta sezondaki yolcu sayısı 0,1 katsayısıyla çarpılarak iyimser durum senaryosu üretilmiştir.

5. Durum (D5)

Yer hizmetleri personeli başına düşen bavul sayısı bulunurken orta sezonda yolcuların %60'nın bavullarını uçak giriş işlemleri kontuarından geçirerek uçağın bagaj kısmına göndereceği varsayılarak orta sezondaki yolcu sayısı 0,6 katsayısıyla çarpılarak ortalama durum senaryosu üretilmiştir.

6. Durum (D6)

Yer hizmetleri personeli başına düşen bavul sayısı bulunurken orta sezonda yolcuların %90'nın bavullarını uçak giriş işlemleri kontuarından geçirerek uçağın bagaj kısmına göndereceği varsayılarak orta sezondaki yolcu sayısı 0,9 katsayısıyla çarpılarak kötümser durum senaryosu elde edilmiştir.

7. Durum (D7)

Yer hizmetleri personeli başına düşen bavul sayısı bulunurken düşük sezonda yolcuların %10'nun bavullarını uçak giriş işlemleri kontuarından geçirerek uçağın bagaj kısmına göndereceği varsayılarak düşük sezondaki yolcu sayısı 0,1 katsayısıyla çarpılarak iyimser durum senaryosu üretilmiştir.

8. Durum (D8)

Yer hizmetleri personeli başına düşen bavul sayısı bulunurken düşük sezonda yolcuların %60'nın bavullarını uçak giriş işlemleri kontuarından geçirerek uçağın bagaj

kısmına göndereceği varsayılarak düşük sezondaki yolcu sayısı 0,6 katsayısıyla çarpılarak ortalama durum senaryosu üretilmiştir.

9. Durum (D9)

Yer hizmetleri personeli başına düşen bavul sayısı bulunurken düşük sezonda yolcuların %90' nın bavullarını uçak giriş işlemleri kontuarından geçirerek uçağın bagaj kısmına göndereceği varsayılarak düşük sezondaki yolcu sayısı 0,9 katsayısıyla çarpılarak kötümser durum senaryosu elde edilmiştir. Bu senaryolar elde edilirken iç hat ve dış hat yolcu sayıları ayrıştırılarak hesaplanmıştır. 2019 yılı iç hattaki sezonlara göre türetilmiş bavul sayıları Ek Açıklama-E'de; 2019 yılı dış hattaki sezonlara göre türetilmiş bavul sayıları Ek Açıklama-H'de verilmektedir. Sezonlara göre yolcu check-in teslim edilen bavul sayısı çarpanlarını özetleyen tablo Çizelge 6.1' de gösterilmiştir.

Çizelge 6.1. Bavul sayısı çarpanıyla dokuz farklı durum senaryoları

Senaryo No	Sezon Tanım	Yolcu Check-in Teslim Edilen Bavul Sayısı Çarpanı
1.Durum (D1)	Yoğun	0,10
2.Durum (D2)	Yoğun	0,60
3.Durum (D3)	Yoğun	0,90
4.Durum (D4)	Orta	0,10
5.Durum (D5)	Orta	0,60
6.Durum (D6)	Orta	0,90
7.Durum (D7)	Düşük	0,10
8.Durum (D8)	Düşük	0,60
9.Durum (D9)	Düşük	0,90

Yer hizmetleri personeli başına düşen yük miktarı hesaplanırken iç hatlardaki yolcuların bagaj hakkı 15 kg, dış hattaki yolcuların bagaj hakkı 25 kg olarak

değerlendirilmiştir. Daha sonra her bir farklı durum senaryosu göz önüne alınarak türetilen bavul sayıları ile çarpılmıştır. İlgili kişilerle yapılan görüşmeler sonucunda uçak başına en az 4 tane yer hizmetleri personeline ihtiyaç duyulduğu varsayımı yapılmıştır. Yer hizmetleri personeli başına düşen yük miktarı bu hesaplamalar sonucunda elde edilmiştir.

Ek Açıklama-F'de 2019 yılı iç hattaki yer hizmetleri personeli başına düşen yük miktarı Ek Açıklama-I 'da ise 2019 yılı dış hattaki yer hizmetleri personeli başına düşen yük miktarı verilmektedir.

7.BULGULAR VE TARTIŞMA

Havaalanlarının etkinlikleri hesaplanırken VZA’ de geliştirilen matematiksel modellerden yararlanılmıştır. Bu tezde, R Studio programındaki deaR paketi kullanılmıştır.

7.1. Klasik Girdi ve Çıktılar Kullanılarak VZA ile Değerlendirme

2019 yılına ait iç hat ve dış hat verileri büyük ölçüde farklılık gösterdiğinden ayrı ayrı hesaplanarak etkinlik değerleri hesaplanmıştır.

Çizelge 7.1. 2019 yılı DHMİ verilerine göre iç hat verileri

HAVAALANI	Personel	Alan	Check-in Kontuar	Gelir	Xray Cihazı	Yangın Müc.	Uzaklık
ADANA	392	6370	19	131389	29	13	72,3
ADYAMAN	104	23011	18	4655	16	10	20,9
AĞRI	84	23676	7	5689	16	9	8,3
BALIKESİR	155	23240	21	9369	12	9	92,8
BATMAN	96	20741	14	9925	13	9	8
BİNGÖL	81	3600	8	3585	6	9	9,9
BURSA	181	12716	7	5906	15	10	53,6
DENİZLİ	116	16890	11	19129	15	9	76,2
DIYARBAKIR	158	86571	11	38270	37	11	8,3
ELAZIĞ	162	16397	10	17832	13	11	11,4
ERZİNCAN	103	27132	10	8444	14	10	6,2
ERZURUM	225	12950	12	22141	13	13	13,1
GAZİANTEP	233	22790	17	66693	13	12	20,1
HATAY	131	43688	9	35350	15	12	8,6
IĞDIR	127	3460	6	4707	7	10	16,7
KAHRAMANMARAŞ	129	22330	3	5953	14	9	8,5
KAPADOKYA	137	3500	7	7369	7	11	29,3
KARS	97	35946	9	9297	12	9	5,3
KAYSERİ	150	11000	17	55509	16	10	6,4
KONYA	180	24175	12	25583	15	13	18
MALATYA	138	9545	13	13810	11	11	28,8
MARDİN	92	33150	18	10655	14	8	32
MUĞLA DALAMAN	380	125540	87	294543	3	15	92
MUĞLA MILAS-BODRUM	300	14686	30	323319	8	12	88,1
MUŞ	93	10300	13	7358	11	10	18
ORDU-GİRESUN	115	20250	20	20820	16	9	90,8
SAMSUN	198	11500	18	37035	14	13	23,1
SİVAS	123	20047	16	9606	11	9	22,4
ŞANLIURFA GAP	119	12000	8	13824	17	14	31
ŞIRNAK	80	4000	8	7020	8	11	58,1
TRABZON	265	14035	24	96094	19	11	10
VAN	176	14800	17	25842	15	11	5,9

Çizelge 7.2. 2019 yılı DHMİ verilerine göre dış hat verileri

HAVAALANLARI	Personel	Alan	Check-in Kontuar	Gelir	Xray Cihazı	Yangın Müc.	Uzaklık
ADANA	392	5825	16	131389	29	13	72,3
ADİYAMAN	104	23011	18	4655	16	10	20,9
BALIKESİR	155	23240	21	9369	12	9	92,8
BATMAN	96	20741	14	9925	13	9	8
BİNGÖL	81	0	8	3585	6	9	9,9
BURSA	181	12716	7	5906	15	10	53,6
DENİZLİ	116	16890	11	19129	15	9	76,2
DİYARBAKIR	158	86571	1	38270	37	11	8,3
ELAZIĞ	162	16397	10	17832	13	11	11,4
ERZİNCAN	103	27132	10	8444	14	10	6,2
ERZURUM	225	12950	3	22141	13	13	13,1
GAZİANTEP	233	22790	17	66693	13	12	20,1
HATAY	131	43688	9	35350	15	12	8,6
IĞDIR	127	0	6	4707	7	10	16,7
KAHRAMANMARAŞ	129	22330	3	5953	14	9	8,5
KAPADOKYA	137	3500	7	7369	7	11	29,3
KARS	97	35946	8	9297	12	9	5,3
KAYSERİ	150	11000	12	55509	16	10	6,4
KONYA	180	24175	12	25583	15	13	18
MALATYA	138	9545	13	13810	11	11	28,8
MARDİN	92	33150	18	10655	14	8	32
MUĞLA DALAMAN	380	125540	87	294543	3	15	92
MUĞLA MİLAS-BODRUM	300	95927	66	323319	8	12	88,1
MUŞ	93	10300	13	7358	11	10	18
ORDU-GİRESUN	115	20250	20	20820	16	9	90,8
SAMSUN	198	11500	18	37035	14	13	23,1
SİVAS	123	20047	16	9606	11	9	22,4
ŞANLIURFA	119	12000	8	13824	17	14	31
TRABZON	265	9710	9	96094	19	11	10
VAN	176	14800	17	25842	15	11	5,9

Havaalanlarının iç hat verilerine göre belirlenen girdi ve çıktılar Çizelge 7.1’de, dış hat verilerine göre belirlenen girdi ve çıktılar Çizelge 7.2’de gösterilmiştir. İlerleyen bölümde bu verilerden yola çıkarak etkinlik değerlerinin sonuçları verilmiştir.

7.1.1. Klasik Girdi ve Çıktı VZA İç Hat Sonuçları

İç hattaki havaalanlarının etkinliği ölçülürken ilk aşamada klasik girdi ve çıktı verileriyle hesaplamalar yapılmıştır. Etkinlik skorları, referans küme sonuç tabloları ve hedef değerleri elde edilmiştir.

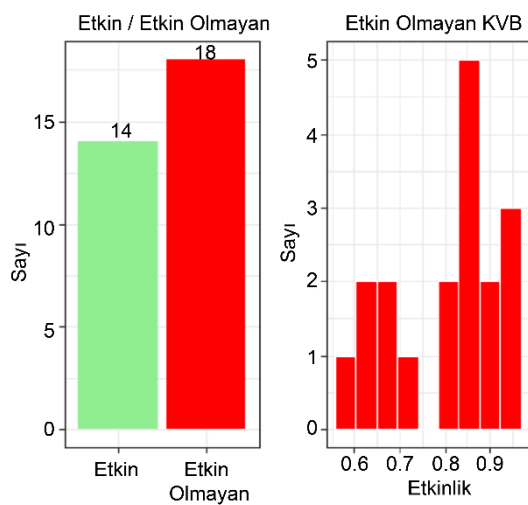
7.1.1.1. Klasik Girdi ve Çıktı VZA İç Hat Etkinlik Skorları

Girdiye yönelik CCR modeli ile hesaplanmıştır. Bulunan etkinlik değerleri Çizelge 7.3'de gösterilmiştir.

Çizelge 7.3. 2019 yılı iç hat etkinlik skorları

HAVAALANLARI	Etkinlik Değeri
ADANA	1
ADYAMAN	1
AĞRI	1
BALIKESİR	0,85143
BATMAN	0,94388
BİNGÖL	1
BURSA	0,70578
DENİZLİ	0,96783
DİYARBAKIR	1
ELAZIĞ	0,63056
ERZİNCAN	0,87494
ERZURUM	0,55789
GAZİANTEP	0,61381
HATAY	0,9034
İĞDIR	0,95633
KAHRAMANMARAŞ	0,67047
KAPADOKYA	1
KARS	0,83478
KAYSERİ	1
KONYA	0,66444
MALATYA	0,83198
MARDİN	1
MUĞLA DALAMAN	1
MUĞLA MILAS-BODRUM	1
MUŞ	1
ORDU-GİRESUN	1
SAMSUN	0,85545
SİVAS	0,80084
ŞANLIURFA GAP	1
ŞIRNAK	1
TRABZON	0,89125
VAN	0,79242

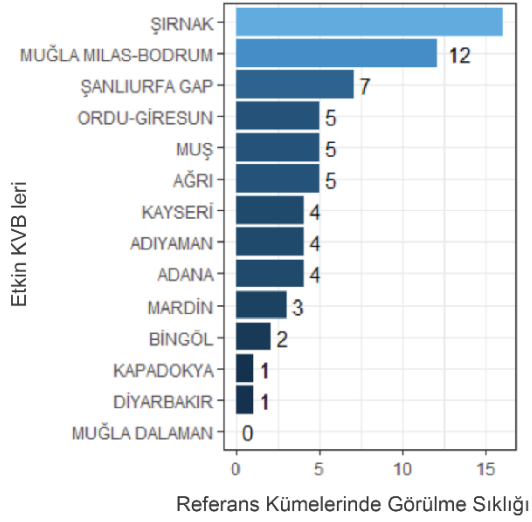
Çizelge 7.3'den anlaşılacağı gibi iç hat verileri göz önüne alındığında Adana, Adıyaman, Ağrı, Bingöl, Diyarbakır, Kapadokya, Kayseri, Mardin, Muğla Dalaman, Muğla Milas-Bodrum, Muş, Ordu-Giresun, Şanlıurfa GAP ve Şırnak Havaalanları en etkin havaalanlarıdır. Şekil 7.1'de görüldüğü üzere 2019 yılı iç hat verileri ele alınarak yapılan hesaplamalar sonucunda 32 havaalanından 14'ünün etkin olduğu saptanmıştır.



Şekil 7.1. 2019 yılı iç hat verilerine göre etkin havaalanlarının sayısı

7.1.1.2. Klasik Girdi ve Çıktı VZA İç Hat Referans Küme Sonuç Tablosu

Yapılan analizler neticesinde, etkin olmayan KVB'lerin daha etkin olabilmesi için en etkin olan birimlerden yola çıkarak yoğunluk değerleri saptanmıştır. Bu değerlerden elde edilen bilgilerle hangi havaalanına referans kümelerinde daha sıklıkla rastlandığı Şekil 7.2'de gösterilmiştir.



Şekil 7.2 2019 yılı iç hattaki etkin KVB lerin referans kümelerinde görülme sıklığı

Şekil 7.2'deki iç hat verileri incelediğinde Muğla Dalaman Havaalanı en çok referans verilen havaalanı olduğu sonucuna varılmıştır. Bu sonucun olmasında Muğla Dalaman Havaalanı'nın terminal alanının ve personel sayısının ideal olmasının ve bu alan içerisinde yeterince uçak giriş işlemi kontuarı, yangınla mücadele ekipmanı gibi ölçütlerin bulunmasının etkisi olduğu düşünülmektedir.

7.1.1.3. Klasik Girdi ve Çıktı VZA İç Hat Sonuçları Hedef Değerleri

Yapılan analizler neticesinde, etkin olmayan KVB' lerinin daha etkin olabilmesi girdi ve çıktı değerlerinde yapılması gereken değişiklikler Çizelge 7.4' deki hedef değerlere göre yorumlanmıştır.

Çizelge 7.4. 2019 yılı iç hat verileri için CCR VZA modeli ile elde edilen hedef değerler

HAVAALANLARI	Personel	Alan	Check-in Kontuar	Gelir	Xray Cihazı	Yangın Müc.	Uzaklık
ADANA	392,000	6370,000	19,000	131389,000	29,000	13,000	72,300
ADİYAMAN	104,000	23011,000	18,000	4655,000	16,000	10,000	20,900
AĞRI	84,000	23676,000	7,000	5689,000	16,000	9,000	8,300
BALIKESİR	131,971	19787,196	21,000	20419,225	17,280	11,925	92,800
BATMAN	90,612	19577,011	14,000	9925,000	13,000	9,000	26,816
BİNGÖL	81,000	3600,000	8,000	3585,000	6,000	9,000	9,900
BURSA	127,747	8974,755	9,774	17497,899	15,000	14,418	53,600
DENİZLİ	112,268	16346,634	16,238	19129,000	15,000	10,326	76,200
DİYARBAKIR	158,000	86571,000	11,000	38270,000	37,000	11,000	8,300
ELAZIĞ	102,151	10339,360	10,000	17832,000	13,000	11,000	44,230
ERZİNCAN	90,118	20686,097	10,000	8444,000	14,000	10,000	29,666
ERZURUM	125,526	7224,720	12,000	22141,000	13,000	13,871	59,954
GAZİANTEP	143,018	13988,726	17,000	66693,000	13,000	12,000	67,768
HATAY	118,345	23043,610	10,788	35350,000	15,000	12,000	54,162
İĞDIR	121,453	3308,891	6,765	9530,849	7,000	10,000	31,817
KAHRAMANMARAŞ	86,491	14971,684	6,371	8374,978	14,000	9,813	16,949
KAPADOKYA	137,000	3500,000	7,000	7369,000	7,000	11,000	29,300
KARS	80,974	17293,768	9,000	9297,000	12,000	9,000	29,132
KAYSERİ	150,000	11000,000	17,000	55509,000	16,000	10,000	6,400
KONYA	119,600	16062,914	12,000	25583,000	15,000	13,000	44,936
MALATYA	114,814	7941,279	13,000	13810,000	11,000	13,271	41,635
MARDİN	92,000	33150,000	18,000	10655,000	14,000	8,000	32,000
MUĞLA DALAMAN	380,000	125540,000	87,000	294543,000	3,000	15,000	92,000
MUĞLA MILAS-BODRUM	300,000	14686,000	30,000	323319,000	8,000	12,000	88,100
MUŞ	93,000	10300,000	13,000	7358,000	11,000	10,000	18,000
ORDU-GİRESUN	115,000	20250,000	20,000	20820,000	16,000	9,000	90,800
SAMSUN	169,378	9837,636	18,000	37035,000	14,000	18,330	59,493
SİVAS	98,503	16054,458	16,000	11954,126	13,299	9,000	47,290
ŞANLIURFA GAP	119,000	12000,000	8,000	13824,000	17,000	14,000	31,000
ŞIRNAK	80,000	4000,000	8,000	7020,000	8,000	11,000	58,100
TRABZON	236,180	12508,639	24,000	96094,000	19,000	23,384	117,947
VAN	139,466	11727,783	17,000	25842,000	15,000	14,404	41,750

Yapılan değerlendirmeler sonucunda etkin olmadığı tespit edilen havaalanlarından Balıkesir Havaalanı'nın etkin olabilmesi için yangınla mücadele ekipman sayısını 9 adetten 12 adete, işletme gelirini 9369 bin TL'den 20419,225 bin TL'ye, x-ray cihazı sayısını 12 adetten 17 adete çıkarması gerekir. Terminal alanını 23240 m² den 19787,196 m² ye ve toplam personel sayısını ise 155 kişiden 132 kişiye düşürmelidir.

Erzurum Havaalanı'nın etkin olabilmesi için yangınla mücadele ekipman sayısını 13 adetten 14 adete, havaalanının şehir merkezine uzaklığını 13,1 km'den 59,954 km'ye

çıkarması gerekir. Terminal alanını 12950 m² den 7224,720 m² ye ve toplam personel sayısını ise 225 kişiden 126 kişiye düşürmelidir.

7.1.2. Klasik Girdi ve Çıktı VZA Dış Hat Sonuçları

Dış hattaki havaalanlarının etkinliği ölçülürken ilk aşamada klasik girdi ve çıktı verileriyle hesaplamalar yapılmıştır. Etkinlik skorları, referans küme sonuç tabloları ve hedef değerleri elde edilmiştir.

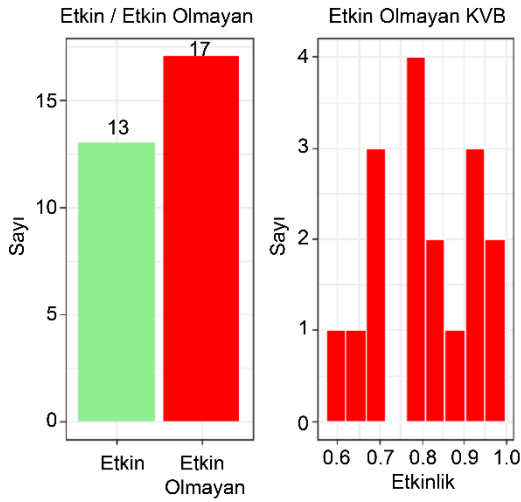
7.1.2.1. Klasik Girdi ve Çıktı VZA Dış Hat Etkinlik Skorları

Girdiye yönelik CCR modeli ile dış hatlardaki havaalanlarının etkinliği hesaplanmıştır. Bulunan etkinlik değerleri Çizelge 7.5’de gösterilmiştir.

Çizelge 7.5. 2019 yılı dış hattaki havaalanlarının Klasik VZA etkinlik değerleri

HAVAALANLARI	Etkinlik Değeri
ADANA	1
ADYAMAN	1
BALIKESİR	0,86571
BATMAN	0,95126
BİNGÖL	1
BURSA	0,80636
DENİZLİ	0,99708
DİYARBAKIR	1
ELAZIĞ	0,64858
ERZİNCAN	0,90386
ERZURUM	0,57231
GAZİANTEP	0,69916
HATAY	0,90638
İĞDIR	1
KAHRAMANMARAŞ	0,68855
KAPADOKYA	0,94935
KARS	0,84478
KAYSERİ	1
KONYA	0,67368
MALATYA	0,79838
MARDİN	1
MUĞLA DALAMAN	1
MUĞLA MİLAS-BODRUM	1
MUŞ	1
ORDU-GİRESUN	1
SAMSUN	0,83732
SİVAS	0,80084
ŞANLIURFA	1
TRABZON	1
VAN	0,7992

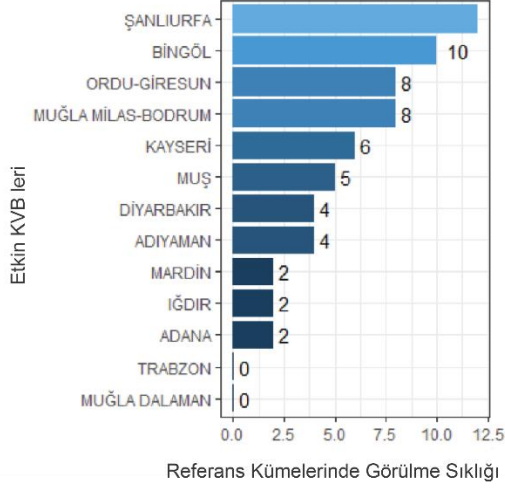
Çizelge 7.5’den anlaşılacağı gibi dış hat verileri göz önüne alındığında Adana, Adıyaman, Bingöl, Diyarbakır, Iğdır, Kayseri, Mardin, Muğla Dalaman, Muğla Milas-Bodrum, Muş, Ordu-Giresun ve Şanlıurfa GAP Havaalanları en etkin havaalanlarıdır. Şekil 7.3’de görüldüğü üzere 2019 yılı dış hat verileri ele alınarak yapılan hesaplamalar sonucunda 30 havaalanından 13’ ünün etkin olduğu saptanmıştır.



Şekil 7.3. 2019 yılı dış hat verilerine göre etkin havaalanlarının sayısı

7.1.2.2. Klasik Girdi ve Çıktı VZA Dış Hat Referans Küme Sonuç Tablosu

Şekil 7.4’deki dış hat verileri incelediğinde Şanlıurfa Havaalanının en çok referans verilen havaalanı olduğu sonucuna varılmıştır. Bu sonucun olmasında Şanlıurfa Havaalanı’nın terminal alanın ve personel sayısının ideal olmasının ve bu alan içerisinde yeterince uçak giriş işlemi kontuarı, yangınla mücadele ekipmanı gibi ölçütlerin bulunmasının etkisi olduğu belirlenmiştir.



Şekil 7.4. 2019 yılı dış hattaki etkin KVB' lerin referans kümelerinde görülme sıklığı

7.2. Yolcu Bagajlarını Dikkate Alan Farklı Senaryoları VZA ile Değerlendirme

Verilere yer hizmetleri personeli başına düşen yük miktarı dahil edilerek hesaplanan iç hattaki havaalanlarına ait dokuz farklı durum senaryosuna göre etkinlik değerleri Çizelge 7.6'deki gibidir. Ek Açıklama-J'de iç hattaki havaalanlarına ait dokuz farklı durum senaryosuna göre etkin çıkan havaalanlarının sayısını gösteren tablolar özetlenmiştir.

Çizelge 7.6. 2019 yılı iç hattaki dokuz farklı durum senaryosuna göre etkinlik skorları

HAVAALANLARI	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	Ortalama Etkinlik
ADANA	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
ADİYAMAN	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
AGRI	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
BALIKESIR	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
BATMAN	0,944	0,944	0,944	0,944	0,944	0,944	0,944	0,944	0,944	0,944
BİNGÖL	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
BURSA	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
DENİZLİ	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
DIYARBAKIR	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
ELAZIĞ	0,651	0,644	0,651	0,644	0,644	0,644	0,640	0,640	0,640	0,644
ERZİNCAN	0,879	0,878	0,879	0,878	0,878	0,878	0,878	0,878	0,878	0,878
ERZURUM	0,672	0,589	0,672	0,589	0,589	0,589	0,594	0,594	0,594	0,610
GAZİANTEP	0,617	0,614	0,617	0,614	0,614	0,614	0,614	0,614	0,614	0,614
HATAY	0,904	0,903	0,904	0,903	0,903	0,903	0,903	0,903	0,903	0,903
IGDIR	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
KAHRAMANMARAS	0,921	0,826	0,921	0,826	0,826	0,826	0,833	0,833	0,833	0,850
KAPADOKYA	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
KARS	0,835	0,835	0,835	0,835	0,835	0,835	0,835	0,835	0,835	0,835
KAYSERİ	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
KONYA	0,717	0,664	0,717	0,664	0,664	0,664	0,664	0,664	0,664	0,676
MALATYA	0,832	0,832	0,832	0,832	0,832	0,832	0,832	0,832	0,832	0,832
MARDİN	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
MUĞLA DALAMAN	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
MUĞLA MILAS-BODRUM	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
MUS SULTAN ALPARSLAN	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
ORDU-GİRESUN	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
SAMSUN	0,855	0,855	0,855	0,855	0,855	0,855	0,855	0,855	0,855	0,855
SİVAS	0,831	0,814	0,831	0,814	0,814	0,814	0,812	0,812	0,812	0,817
SANLIURFA GAP	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
SİRNAK	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
TRABZON	0,891	0,891	0,891	0,891	0,891	0,891	0,891	0,891	0,891	0,891
VAN	0,792	0,792	0,792	0,792	0,792	0,792	0,792	0,792	0,792	0,792

2019 yılı iç hattaki dokuz farklı durum senaryosu elde edildikten sonra ortalama etkinlik değerleri belirlenmiştir. Batman, Elazığ, Erzincan, Erzurum, Gaziantep, Hatay, Kahramanmaraş, Kars, Konya, Malatya Samsun, Sivas, Trabzon ve Van Havaalanlarının her bir senaryoda etkin çıkmadığı gözlemlenmiştir.

Verilere yer hizmetleri personeli başına düşen yük miktarı dahil edilerek hesaplanan dış hattaki havaalanlarına ait dokuz farklı durum senaryosuna etkinlik değerleri Çizelge 7.7’ de özetlenmiştir.

Çizelge 7.7. 2019 yılı dış hattaki dokuz farklı durum senaryosuna göre etkinlik skorları

HAVAALANLARI	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	Ortalama Etkinlik
ADANA	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
ADYAMAN	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
BALIKESIR	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
BATMAN	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
BINGOL	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
BURSA	0,871	0,871	0,871	0,806	0,806	0,806	0,806	0,806	0,806	0,828
DENIZLI	0,997	0,997	0,997	0,997	0,997	0,997	0,997	0,997	0,997	0,997
DIYARBAKIR	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
ELAZIG	0,701	0,701	0,701	0,654	0,654	0,654	0,745	0,745	0,745	0,700
ERZINCAN	1,000	1,000	1,000	0,943	0,943	0,943	1,000	1,000	1,000	0,981
ERZURUM	0,852	0,852	0,852	0,816	0,816	0,816	1,000	1,000	1,000	0,890
GAZIANTEP	0,929	0,929	0,929	0,699	0,699	0,699	0,704	0,704	0,704	0,777
HATAY	0,924	0,924	0,924	0,906	0,906	0,906	0,906	0,906	0,906	0,912
IGDIR	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
KAHRAMANMARAS	1,000	1,000	1,000	0,785	0,785	0,785	1,000	1,000	1,000	0,928
KAPADOKYA	1,000	1,000	1,000	0,972	0,972	0,972	0,949	0,949	0,949	0,974
KARS	1,000	1,000	1,000	0,981	0,981	0,981	1,000	1,000	1,000	0,994
KAYSERİ	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
KONYA	0,716	0,716	0,716	0,674	0,674	0,674	0,674	0,674	0,674	0,688
MALATYA	0,887	0,887	0,887	0,863	0,863	0,863	1,000	1,000	1,000	0,917
MARDIN	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
MUGLA DALAMAN	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
MUGLA MILAS-BODRUM	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
MUS SULTAN ALPARSLAN	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
ORDU-GIRESUN	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
SAMSUN	0,898	0,898	0,898	0,857	0,857	0,857	0,875	0,875	0,875	0,877
SIVAS	0,868	0,868	0,868	0,813	0,813	0,813	0,812	0,812	0,812	0,831
SANLIURFA GAP	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
TRABZON	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
VAN	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,965	0,965	0,965	0,988

2019 yılı dış hattaki dokuz farklı durum senaryosu elde edildikten sonra ortalama etkinlik değerleri belirlenmiştir. Bursa, Denizli, Elazığ, Erzincan, Erzurum, Gaziantep, Hatay, Kahramanmaraş, Kapadokya, Kars, Konya, Malatya, Samsun, Sivas ve Van Havaalanlarının her bir senaryoda etkin çıkmadığı gözlemlenmiştir.

Veriler farklılaştığında çalışan açısından iş yükü oluşup olmadığı incelenmek istendiğinden verilerdeki bu değişkenliği daha doğru temsil etmek adına BVZA kullanılmıştır. Türetilen sayıların kesin olarak tahmin edilmesi mümkün olmadığından bu yöntemin daha gerçekçi sonuçlar vereceği düşünülmüştür.

7.3. Yolcu Bagajlarının Dikkate Alındığı BVZA ile Değerlendirme

Bu çalışmada elde edilemeyen verilerin üçgensel üyelik fonksiyonuna sahip olduğunu varsayarak dokuz farklı durum için türetilen yük miktarlarının ortalama değerleri iç ve dış hatlar için ayrı ayrı hesaplanmıştır. Daha sonra bu veriler %20 bulanıklaştırılarak bulanık sayılar elde edilmiştir. İç hatlardaki havaalanları için bulanık sayı verileri Ek Açıklama-K’de, dış hatlardaki havaalanları için bulanık sayı verileri Ek Açıklama-L’de gösterilmiştir.

Çizelge 7.8. İç hattaki verilere göre BVZA Etkinlik Değerleri

HAVALANLARI	En Kötü Durum Etkinlik Değerleri					En İyi Durum Etkinlik Değerleri				
	$\alpha=0$	$\alpha=0,25$	$\alpha=0,5$	$\alpha=0,75$	$\alpha=1$	$\alpha=0$	$\alpha=0,25$	$\alpha=0,5$	$\alpha=0,75$	$\alpha=1$
ADANA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ADYAMAN	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
AGRI	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
BALIKESIR	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
BATMAN	0,964	0,964	0,964	0,964	0,964	0,988	0,975	0,97	0,967	0,964
BINGÖL	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
BURSA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
DENIZLI	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
DIYARBAKIR	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ELAZIG	0,641	0,642	0,644	0,646	0,65	0,749	0,723	0,697	0,67	0,65
ERZINCAN	0,879	0,879	0,879	0,88	0,881	0,981	0,949	0,918	0,893	0,881
ERZURUM	0,757	0,77	0,782	0,813	0,862	1	1	0,96	0,911	0,862
GAZIANTEP	0,665	0,665	0,665	0,665	0,665	0,665	0,665	0,665	0,665	0,665
HATAY	0,905	0,905	0,905	0,905	0,905	0,949	0,915	0,905	0,905	0,905
IGDIR	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
KAHRAMANMARAS	0,77	0,79	0,808	0,826	0,897	1	1	1	0,991	0,897
KAPADOKYA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
KARS	0,874	0,874	0,874	0,874	0,874	0,896	0,885	0,874	0,874	0,874
KAYSERI	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
KONYA	0,679	0,679	0,679	0,679	0,714	1	0,958	0,865	0,783	0,714
MALATYA	0,874	0,874	0,877	0,89	0,916	1	1	0,989	0,942	0,916
MARDIN	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
MUGLA DALAMAN	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
MUGLA MILAS-BODRUM	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
MUS SULTAN ALPARSLAN	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ORDU-GIRESUN	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
SAMSUN	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
SIVAS	0,818	0,819	0,819	0,821	0,824	0,867	0,852	0,838	0,828	0,824
SANLIURFA GAP	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
SIRNAK	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
TRABZON	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
VAN	0,866	0,866	0,866	0,874	0,891	1	0,977	0,941	0,912	0,891

Dış hattaki verilere de göre BVZA değerleri hesaplanırken en kötü ve en iyi durum olmak üzere iki ayrı durum için etkinlik değeri elde edilmiştir. En kötü durumda $a = 1$ değerini aldığında gerçek hayattaki koşullara en yakını olacağından bu değerler dikkate alınmıştır. $a = 1$ değerini aldığında Denizli Çardak, Elazığ, Gaziantep, Hatay, Konya ve Sivas Havaalanlarının etkin çıkmadığı gözlemlenmiştir.

En iyi durumda $a = 1$ değerini aldığında gerçek hayattaki koşullara en yakını olacağından bu değerler dikkate alınmıştır. Çizelge 7.9 'da görüldüğü üzere $a = 1$ değerini aldığında yine Denizli Çardak, Elazığ, Gaziantep, Hatay, Konya ve Sivas Havaalanlarının etkin çıkmadığı gözlemlenmiştir.

Çizelge 7.10. İç Hat Sonuçları İçin Özet Tablo

VZA Yöntemi	Etkin Çıkan Havaalanları
Klasik VZA	Adana, Adıyaman, Ağrı, Bingöl, Diyarbakır, Kapadokya, Kayseri, Mardin, Muğla Dalaman, Muğla Milas-Bodrum, Muş, Ordu-Giresun, Şanlıurfa GAP ve Şırnak
Bagajları Dikkate Alan Farklı Senaryolar ile VZA	Adana, Adıyaman, Ağrı, Balıkesir , Bingöl, Bursa , Denizli , Diyarbakır, Iğdır , Kapadokya, Kayseri, Mardin, Muğla Dalaman, Muğla Milas-Bodrum, Muş, Ordu-Giresun, Şanlıurfa GAP ve Şırnak
Bulanık VZA	Adana, Adıyaman, Ağrı, Balıkesir , Bingöl, Bursa , Denizli , Diyarbakır, Iğdır , Kapadokya, Kayseri, Mardin, Muğla Dalaman, Muğla Milas-Bodrum, Muş, Ordu-Giresun, Samsun , Şanlıurfa GAP, Şırnak ve Trabzon

Çizelge 7.10' dan anlaşıldığı üzere iç hatlardaki üç farklı analiz sonuçları arasında farklılık gözlemlenmiştir. Her analizde Adana, Adıyaman, Ağrı, Bingöl, Diyarbakır, Kayseri, Mardin, Muğla Dalaman, Muğla Milas-Bodrum, Muş, Ordu-Giresun, Şanlıurfa GAP ve Şırnak Havaalanları etkin çıkmıştır. Etkin çıkan Havaalanlarının Türkiye'nin Güney ve Doğu bölgelerinde yoğunlaştığı gözlemlenmiştir.

Çizelge 7.11. Dış Hat Sonuçları İçin Özet Tablo

VZA Yöntemi	Etkin Çıkan Havaalanları
Klasik VZA	Adana, Adıyaman, Bingöl, Diyarbakır, Iğdır, Kayseri, Mardin, Muğla Dalaman, Muğla Milas-Bodrum, Muş, Ordu-Giresun ve Şanlıurfa GAP
Bagajları Dikkate Alan Farklı Senaryolar ile VZA	Adana, Adıyaman, Balıkesir , Batman , Bingöl, Bursa , Diyarbakır, Iğdır, Kayseri , Mardin, Muğla Dalaman, Muğla Milas-Bodrum, Muş, Ordu-Giresun, Şanlıurfa GAP ve Trabzon
Bulanık VZA	Adana, Adıyaman, Balıkesir , Batman , Bingöl, Bursa , Diyarbakır, Erzincan , Erzurum , Iğdır, Kahramanmaraş , Kapadokya , Kars , Kayseri , Malatya , Mardin, Muğla Dalaman, Muğla Milas-Bodrum, Muş, Ordu-Giresun, Samsun , Şanlıurfa GAP, Trabzon ve Van

Çizelge 7.11'den anlaşıldığı üzere dış hatlardaki her analizde Adana, Adıyaman, Bingöl, Diyarbakır, Iğdır, Kayseri, Mardin, Muğla Dalaman, Muğla Milas-Bodrum, Muş, Ordu-Giresun ve Şanlıurfa GAP Havaalanları etkin çıkmıştır. Etkin çıkan havaalanlarının Türkiye'nin Güney ve Doğu bölgelerinde yoğunlaştığı gözlemlenmiştir.

Yolcu hareketliliğinin kesin olarak tahmin edilemediği, Doğu ve Güneydoğuda bulunan nispeten küçük havaalanları da, bulanık sayılar kullanılarak uygun bir değerlendirme yapıldığında etkin olduğu tespit edilmiştir. Sonuçlar, kaynakların etkin kullanıldığı ve bagaj taşıyan personelin zorlanma düzeyinin kabul edilebilir olduğunu desteklemektedir.

7.4. Referans Kümeleri

Yapılan hesaplamalar sonucunda, etkin olmayan birimlerin etkin hale getirilebilmesi için en iyi gözlemi oluşturan birimlerin yoğunluk değerleri araştırılmıştır. Bu analiz sonucunda hangi çıktılardan hangi miktarda arttırılacağı ve hangi miktarlarda azaltılacağı tespit edilmiş olur. 2019 yılı iç hat verilerinin CCR girdiye yönelik modelinin R Studio’da hesaplanarak elde edilen sonuçları Çizelge 7.12’de verilmiştir.

Çizelge 7.12. 2019 yılı iç hat verilerinin referans kümeleri ve λ yoğunluk değerleri

HAYAALANLARI	ADANA	ADYAMAN	AĞRI	BİNGÖL	DİYARBAKIR	KAPADOKYA	KAYSERİ	MARDİN	MUĞLAMİLAS	MUŞ	ORDUGİRESUN	ŞANLIURFA	ŞIRNAK
ADANA	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ADYAMAN	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AĞRI	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BALIKESİR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1846	0,8376	0	0,231
BATMAN	0	0,4882	0,0987	0	0	0	0	0,1553	0,0132	0	0	0	0,1663
BİNGÖL	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BURSA	0,0464	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5291	0,5825
DENİZLİ	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0051	0	0,6685	0,1721	0,1671
DİYARBAKIR	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
ELAZIĞ	0	0	0	0	0	0	0,051	0	0,0116	0	0,1649	0,4407	0,2452
ERZİNCAN	0	0	0,5402	0	0	0	0	0,1982	0,0031	0	0	0	0,3195
ERZURUM	0,0266	0	0	0	0	0	0,1935	0	0	0	0	0,103	0,9225
GAZİANTEP	0	0,1538	0	0	0	0	0	0	0,1747	0	0,2357	0,1216	0,4129
HATAY	0	0	0	0	0,218	0	0	0	0,0661	0	0	0	0,8008
İĞDIR	0,0235	0	0	0	0	0,7322	0	0	0	0	0	0	0,1491
KAHRAMANMARAŞ	0	0	0,411	0	0	0	0	0	0	0	0	0,4367	0
KAPADOKYA	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
KARS	0	0	0,4297	0	0	0	0	0,1709	0,0083	0	0	0	0,3333
KAYSERİ	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
KONYA	0	0,1535	0,3247	0	0	0	0	0	0,053	0	0	0,1723	0,4995
MALATYA	0	0	0	0,379	0	0	0	0	0,0182	0,4207	0	0	0,4941
MARDİN	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
MUĞLA DALAMAN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MUĞLA MILAS-BODRİ	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
MUŞ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
ORDU-GİRESUN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
SAMSUN	0	0	0	0,7625	0	0	0	0	0,0845	0,3077	0	0	0,6705
SİVAS	0	0,1798	0	0	0	0	0	0	0	0,3514	0,4098	0	0
ŞANLIURFA GAP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
ŞIRNAK	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
TRABZON	0,0045	0	0	0	0	0	0,2366	0	0,2186	0	0	0	1,667
VAN	0	0	0	0	0	0	0,2176	0	0,0167	0,7076	0	0	0,4501

Çizelge 7.12 incelendiğinde etkin olmayan karar verme birimlerinin referans aldıkları (etkin) havaalanları ve referans kümesinde yer alan birimlere ait yoğunluk değerleri (λ) bulunabilmektedir. Örneğin 2019 yılı iç hattaki havaalanlarının Klasik VZA etkinlik değerleri için en alt düzeyde çıkan Erzurum Havaalanına ait etkinlik skoru 0,55789 olarak bulunmuştur. Erzurum, Adana, Kayseri, Şanlıurfa ve Şırnak'ı referans olarak belirlemiştir. Bu referans kümesinde yer alan birimlere ait yoğunluk değerleri sırasıyla $\lambda_1=0,0266$; $\lambda_{19}=0,1935$; $\lambda_{29}=0,103$; $\lambda_{30}=0,9225$ olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 7.13. 2019 yılı dış hat verilerinin referans kümeleri ve λ yoğunluk değerleri

HAVAALANLARI	ADANA	ADIYAMAN	BİNGÖL	DİYARBAKIR	İĞDIR	KAYSERİ	MARDİN	MUĞLAMİLAS	MUŞ	ORDUGİRESUN	ŞANLIURFA
ADANA	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ADIYAMAN	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BALIKESİR	0	0	0,045	0	0,1282	0	0	0	0	0,9935	0
BATMAN	0	0,329	0	0	0	0	0,2403	0,008	0,1533	0	0,1542
BİNGÖL	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
BURSA	0	0	1,0159	0	0	0	0	0	0	0,4431	0,1068
DENİZLİ	0,0089	0	0,1692	0	0	0	0	0	0	0,7927	0,0613
DİYARBAKIR	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
ELAZIĞ	0	0	0,0667	0	0	0,1021	0	0,011	0,306	0	0,4418
ERZİNCAN	0	0,3575	0	0,0202	0	0	0	0	0	0	0,443
ERZURUM	0	0	0,6964	0	0	0,191	0	0,0137	0	0	0,3327
GAZİANTEP	0,0171	0	0,6068	0	0	0,4928	0	0,1077	0	0	0,0069
HATAY	0	0	0	0,0382	0	0	0	0,0721	0	0	0,7654
İĞDIR	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
KAHRAMANMARA	0	0	0	0,0909	0	0	0	0	0	0	0,6258
KAPADOKYA	0	0	0,2929	0	0,6887	0	0	0	0	0,1641	0
KARS	0	0,0464	0	0,0064	0	0	0,1729	0	0	0	0,5059
KAYSERİ	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
KONYA	0	0	0	0	0	0	0	0,0432	0,2771	0	0,6937
MALATYA	0	0	0,6538	0	0	0,0635	0	0,0062	0,2018	0,1757	0,0576
MARDİN	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
MUĞLA DALAMAN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MUĞLA MİLAS	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
MUŞ	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
ORDU-GİRESUN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
SAMSUN	0	0	1,1691	0	0	0,3052	0	0,0421	0	0,1104	0
SİVAS	0	0,1798	0	0	0	0	0	0	0,3514	0,4098	0
ŞANLIURFA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
TRABZON	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VAN	0	0	0,6282	0	0	0,2583	0	0	0	0,4436	0

Çizelge 7.13 incelendiğinde etkin olmayan karar verme birimlerinin referans aldıkları (etkin) havaalanları ve referans kümesinde yer alan birimlere ait yoğunluk değerleri (λ) bulunabilmektedir. Örneğin 2019 yılı dış hattaki havaalanlarının Klasik VZA etkinlik değerleri için en alt düzeyde çıkan Erzurum Havaalanına ait etkinlik skoru 0,57231 olarak bulunmuştur.

Erzurum, Bingöl, Kayseri, Muğla Milas-Bodrum ve Şanlıurfa' yı referans olarak belirlemiştir. Bu referans kümesinde yer alan birimlere ait yoğunluk değerleri sırasıyla $\lambda_5=0,6964$; $\lambda_{18}= 0,191$; $\lambda_{23}=0,0137$; $\lambda_{28}= 0,3327$ olarak hesaplanmıştır.

8.SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışan sağlığının korunması tüm işletmelerde oldukça büyük öneme sahiptir. Özellikle yer hizmetlerinde herhangi bir aksamanın olmaması hatta uçuşlardaki gecikmenin önlenmesi için yer hizmetleri personelinin taşıdığı yük miktarına dikkat edilmelidir. Bu çalışma ilk defa yer hizmetleri personelinin de havaalanlarındaki etkinlik ölçümüne dahil eden öncü bir çalışma niteliğindedir. Etkinlik ile ilgili değerlendirme gerçekleştirilirken Klasik VZA' nın yanında BVZA de araştırmaya dahil ederek Türkiye'de yapılan ilk çalışma olmuştur. Çalışmada personel sayısı, havaalanlarında işletimde yer alan bütün personelleri dahil edilerek değerlendirilmiştir. Fakat farklı havaalanlarında yer hizmet personeli konusunda hizmet veren TAV, Çelebi gibi birden çok destek firma vardır. Bu firmaların detaylı bilgilerine ulaşmak mümkün olmamıştır.

Sonuçlar, kaynakların etkin kullanıldığı ve bagaj taşıyan personelin zorlanma düzeyinin kabul edilebilir düzeyde olduğunu desteklemektedir. Yolcu hareketliliğinin kesin olarak tahmin edilemediği, Doğu ve Güneydoğuda bulunan nispeten küçük havaalanları da, bulanık sayılar kullanılarak uygun bir değerlendirme yapıldığında etkin olduğu tespit edilmiştir.

Tekrarlı hareketler ve elle yük taşıma faaliyetleri azaltılarak ya da ortadan kaldırılarak yer hizmetleri personelinin çalışma koşulları iyileştirilebilir. Aktarmalı uçuşlarda gecikme vb. önlenir. Havaalanı bagaj taşıma sistemlerine ilişkin yatırım alternatifleri değerlendirilebilir. Etkin olmadığı tespit edilen havaalanlarında uygun konveyör sistemlerine yatırım yapılırsa ve kullanıma başlanırsa olabildiğince tekrarlı hareketlerden kaçınılarak yer hizmetleri personelinin yük kaldırma faaliyetleri azaltılabilir ya da ortadan kaldırılabilir.

İzleyen çalışmalarda The AnyBody Modeling System gibi dijital insan modelleme yazılımlarından yararlanılarak Türkiye'de bulunan havaalanlarında uygulamalı çalışmalar gerçekleştirilebilir. Sezon tanımlamaları farklı ayları göz önünde bulundurularak gerçekleştirilebilir. Farklı yılların verilerinden hareketle, Malquimist çözüm yöntemi

kullanılarak benzer çalışmalar gerçekleştirilebilir. Süper etkinlik (Super-efficiency) modeli ile çok sayıda etkin karar verme biriminin elde edildiği durumu değerlendirmek mümkün olabilir. Farklı ülkelere ait veriler ile çözüm yaklaşımı tekrar uygulanabilir.

Çalışma sonuçlarının, etkinlik değerlendirme alanındaki araştırmacılar ve havaalanı yöneticileri için katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Alonso, B. (2014). Ground handling management modelling and visual interface conceptual design.
- Anonim, 2019, Devlet Hava Meydanları İşletmesi Genel Müdürlüğü 2019 Faaliyet Raporu, [https://www.dhmi.gov.tr/Lists/FaaliyetRaporlari/Attachments/20/49453_1_DHMI2019FaaliyetRaporu\(pdf\)_FaaliyetRaporu_2019webformati.pdf](https://www.dhmi.gov.tr/Lists/FaaliyetRaporlari/Attachments/20/49453_1_DHMI2019FaaliyetRaporu(pdf)_FaaliyetRaporu_2019webformati.pdf), erişim tarihi: 10.05.2021
- Asker, V., & Battal, Ü. (2017). Operational efficiency measurement at selected airports. *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, 13(5), 351-368.
- Augustyniak, W., López-Torres, L., & Kalinowski, S. (2015). Performance of Polish regional airports after accessing the European Union: Does liberalisation impact on airports' efficiency?. *Journal of Air Transport Management*, 43, 11-19.
- Banker, R. D., Charnes, A., & Cooper, W. W. (1984). Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. *Management Science*, 30(9), 1078-1092.
- Barros, C. P., Liang, Q. B., & Peypoch, N. (2013). The efficiency of French regional airports: An inverse B-convex analysis. *International Journal of Production Economics*, 141(2), 668-674.
- Brauer, C., Bern, SH, Alkjær, T., Bonde, JP, Helweg-Larsen, K., Koblauch, H., Møller, KL, Simonsen, EB, Thomsen, JF, Thygesen, LC, & Mikkelsen, S. (2013). Ergonomic exposure assessed by production statistics. *Occupational and Environmental Medicine*, 70(Suppl 1), A100.3–A101.
- Cavada, J. P., Cortés, C. E., & Rey, P. A. (2020). A workforce planning and allocation model for the outbound baggage loading area at Santiago International Airport. *INFOR: Information Systems and Operational Research*, 1-23.
- Chaouk, M., Pagliari, R., & Moxon, R. (2020). The impact of national macro-environment exogenous variables on airport efficiency. *Journal of Air Transport Management*, 82, 101740.
- Charnes, A., Cooper, W. W., & Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, 2(6), 429-444.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Cook, W. D., Kress, M., & Seiford, L. M. (1996). Data envelopment analysis in the presence of both quantitative and qualitative factors. *Journal of The Operational Research Society*, 47(7), 945-953.
- Cooper, W. W., Park, K. S., & Yu, G. (1999). IDEA and AR-IDEA: Models for dealing with imprecise data in DEA. *Management Science*, 45(4), 597-607.
- Coto-Millán, P., Casares-Hontañón, P., Inglada, V., Agüeros, M., Pesquera, M. Á., & Badiola, A. (2014). Small is beautiful? The impact of economic crisis, low cost carriers, and size on efficiency in Spanish airports (2009–2011). *Journal of Air Transport Management*, 40, 34-41.
- Curi, C., Gitto, S., & Mancuso, P. (2011). New evidence on the efficiency of Italian airports: A bootstrapped DEA analysis. *Socio-Economic Planning Sciences*, 45(2), 84-93.
- Deliktaş, E. (2002). Türkiye özel sektör imalat sanayiinde etkinlik ve toplam faktör verimliliği analizi. *ODTÜ Gelişme Dergisi*, 29(3-4), 247-284.
- Despotis, D. K., & Smirlis, Y. G. (2002). Data envelopment analysis with imprecise data. *European Journal of Operational Research*, 140(1), 24-36.
- Devlet Hava Meydanları İşletmesi web sitesi, <http://www.dhmi.gov.tr> ,erişim tarihi: 10.05.2021
- Emrouznejad, A., & Yang, G. L. (2018). A survey and analysis of the first 40 years of scholarly literature in DEA: 1978–2016. *Socio-Economic Planning Sciences*, 61, 4-8.
- Ennen, D., & Batool, I. (2018). Airport efficiency in Pakistan-A Data Envelopment Analysis with weight restrictions. *Journal of Air Transport Management*, 69, 205-212.
- Gitto, S., & Mancuso, P. (2012). Bootstrapping the Malmquist indexes for Italian airports. *International Journal of Production Economics*, 135(1), 403-411.
- Guo, P., & Tanaka, H. (2001). Fuzzy DEA: a perceptual evaluation method. *Fuzzy sets and systems*, 119(1), 149-160.
- Huang, E., Liu, I., & Lin, J. T. (2018). Robust model for the assignment of outgoing flights on airport baggage unloading areas. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 115, 110-125.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Kao, C., & Liu, S. T. (2000). Fuzzy efficiency measures in data envelopment analysis. *Fuzzy Sets and Systems*, 113(3), 427-437.
- Keskin, B., & Köksal, C. D. (2019). A hybrid AHP/DEA-AR model for measuring and comparing the efficiency of airports. *International Journal of Productivity and Performance Management*. Vol. 68 No. 3, pp. 524-541.
- Kierzkowski, A., & Kisiel, T. (2017). The human factor in the passenger boarding process at the airport. *Procedia Engineering*, 187, 348-355.
- Kim, G., Kim, J., & Chae, J. (2017). Balancing the baggage handling performance of a check-in area shared by multiple airlines. *Journal of Air Transport Management*, 58, 31-49.
- Koblauch, H. (2015). Low back load in airport baggage handlers: PhD thesis. Department of Neuroscience and Pharmacology University of Copenhagen.
- Koçak, H. (2011). Efficiency examination of Turkish airports with DEA approach. *International Business Research*, 4(2), 204.
- Kutlar, A., & Babacan, A. (2008). Türkiye'deki kamu üniversitelerinde CCR etkinliği-ölçek etkinliği analizi: DEA tekniği uygulaması. *Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, (15), 148-172.
- Lai, P. L., Potter, A., Beynon, M., & Beresford, A. (2015). Evaluating the efficiency performance of airports using an integrated AHP/DEA-AR technique. *Transport Policy*, 42, 75-85.
- León, T., Liern, V., Ruiz, J. L., & Sirvent, I. (2003). A fuzzy mathematical programming approach to the assessment of efficiency with DEA models. *Fuzzy Sets and Systems*, 139(2), 407-419.
- Lertworasirikul, S., Fang, S. C., Joines, J. A., & Nuttle, H. L. (2003). Fuzzy data envelopment analysis (DEA): a possibility approach. *Fuzzy Sets and Systems*, 139(2), 379-394.
- Liu, D. (2016). Measuring aeronautical service efficiency and commercial service efficiency of East Asia airport companies: An application of Network Data Envelopment Analysis. *Journal of Air Transport Management*, 52, 11-22.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Malandri, C., Briccoli, M., Mantecchini, L., & Paganelli, F. (2018). A discrete event simulation model for inbound baggage handling. *Transportation Research Procedia*, 35, 295-304.
- Malandri, C., Mantecchini, L., & Reis, V. (2019). Aircraft turnaround and industrial actions: How ground handlers' strikes affect airport airside operational efficiency. *Journal of Air Transport Management*, 78, 23-32.
- Meersman, H., Pauwels, T., Struyf, E., Van de Voorde, E., & Vanelslander, T. (2011). Ground handling in a changing market. The case of Brussels Airport. *Research in Transportation Business & Management*, 1(1), 128-135.
- Møller, K. L., Brauer, C., Mikkelsen, S., Bonde, J. P., Loft, S., Helweg-Larsen, K., & Thygesen, L. C. (2020). Cardiovascular disease and long-term occupational exposure to ultrafine particles: A cohort study of airport workers. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 223(1), 214-219.
- Monteiro, L. F., Santos, J. W., Franca, V. V., Santos, V. M., & Alsina, O. L. S. (2017). Measurement of physical overload in the lumbar spine of baggage handlers at a Brazilian airport. *Occupational Safety and Hygiene*. 5th ed. London: CRC Press, Taylor & Francis Group, 1, 87-92.
- Nõmmik, A., & Antov, D. (2017). Modelling regional airport terminal capacity. *Procedia Engineering*, 178, 427-434.
- Patriarca, R., Di Gravio, G., & Costantino, F. (2016). Assessing performance variability of ground handlers to comply with airport quality standards. *Journal of Air Transport Management*, 57, 1-6.
- Saati, S. A. B. E. R., & Memariani, A. (2005). Reducing weight flexibility in fuzzy DEA. *Applied Mathematics and Computation*, 161(2), 611-622.
- Saati, S. M., Memariani, A., & Jahanshahloo, G. R. (2002). Efficiency analysis and ranking of DMUs with fuzzy data. *Fuzzy Optimization and Decision Making*, 1(3), 255-267.
- Skorupski, J., Uchroński, P., & Łach, A. (2018). A method of hold baggage security screening system throughput analysis with an application for a medium-sized airport. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 88, 52-73.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Stichhauerova, E., & Pelloneova, N. (2019). An Efficiency Assessment of Selected German Airports Using the DEA Model. *Journal of Competitiveness*, 11(1), 135-151.
- Taufik, N., & Hanafiah, M. H. (2019). Airport passengers' adoption behaviour towards self-check-in Kiosk Services: the roles of perceived ease of use, perceived usefulness and need for human interaction. *Heliyon*, 5(12), e02960.
- Tsekeris, T. (2011). Greek airports: Efficiency measurement and analysis of determinants. *Journal of Air Transport Management*, 17(2), 140-142.
- Türeli, N. Ş., Durmaz, V., Bahçecik, Y. S., & Akay, S. S. (2019). An Analysis of Importance of Innovative Behaviors of Ground Handling Human Resources in Ensuring Customer Satisfaction. *Procedia Computer Science*, 158, 1077-1087.
- Ülkü, T. (2015). A comparative efficiency analysis of Spanish and Turkish airports. *Journal of Air Transport Management*, 46, 56-68.
- Wanke, P. F. (2012). Capacity shortfall and efficiency determinants in Brazilian airports: Evidence from bootstrapped DEA estimates. *Socio-Economic Planning Sciences*, 46(3), 216-229.
- Wanke, P., Barros, C. P., & Nwaogbe, O. R. (2016). Assessing productive efficiency in Nigerian airports using Fuzzy-DEA. *Transport Policy*, 49, 9-19.
- Zadeh, L. A. (1978). Fuzzy sets as a basis for a theory of possibility. *Fuzzy Sets and Systems*, 1(1), 3-28.
- Zadeh, L. A. (1996). Fuzzy sets. In *Fuzzy sets, fuzzy logic, and fuzzy systems: selected papers by Lotfi A Zadeh* (pp. 394-432).
- Zou, B., Kafle, N., Chang, Y. T., & Park, K. (2015). US airport financial reform and its implications for airport efficiency: An exploratory investigation. *Journal of Air Transport Management*, 47, 66-78.

EKLER

Ek Açıklama-A: 2019 Yılı İç Hat Aylık Yolcu Sayısı Verileri

Ek Açıklama-B: 2019 Yılı İç Hattaki Sezonlara Göre Yolcu Sayıları Verileri

Ek Açıklama-C: 2019 Yılı Dış Hat Aylık Yolcu Sayısı Verileri

Ek Açıklama-D: 2019 Yılı Dış Hattaki Sezonlara Göre Yolcu Sayıları Verileri

Ek Açıklama-E: 2019 Yılı İç Hattaki Sezonlara Göre Türetilmiş Bavul Sayıları

Ek Açıklama-F: 2019 Yılı İç Hattaki Bagaj Taşıyıcısı Başına Düşen Yük Miktarı

Ek Açıklama-H: 2019 Yılı Dış Hattaki Sezonlara Göre Türetilmiş Bavul Sayıları

Ek Açıklama-I: 2019 Yılı Dış Hattaki Bagaj Taşıyıcısı Başına Düşen Yük Miktarı

Ek Açıklama-J: İç hatta D1-D9 arası etkin çıkan havaalanlarının sayısı

Ek Açıklama-K: 2019 yılı iç hat bulanık sayı verileri

Ek Açıklama-L: 2019 yılı dış hat bulanık sayı verileri

Ek Açıklama-A: 2019 yılı iç hat aylık yolcu sayısı verileri

HAVAALANLARI	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
ADANA	398463	348217	377063	376266	339707	356083	340653	343108	350254	364263	362816	349138
ADİYAMAN	21156	17323	20543	20334	18451	22099	21394	21565	20871	19667	19810	19994
AĞRI	28405	23646	27341	27046	23786	30820	26930	28928	27240	26666	26014	24936
BALIKESİR K..SEYİT	17123	15164	18218	23510	26164	48595	54314	55542	39278	24533	14234	13208
BATMAN	59599	48335	51952	45265	38046	42428	36936	39602	39669	38517	42537	39875
BİNGÖL	17870	14324	17215	17521	15614	17971	17840	17112	16668	17467	16086	17065
BURSA YENİŞEHİR	17410	16578	20529	22260	19167	24242	23707	24416	22207	22335	20965	18453
DENİZLİ ÇARDAK	46453	40940	43332	42523	38531	43129	40763	43542	48390	49648	47835	44005
DIYARBAKIR	158832	134796	146702	135391	123725	143602	145100	136038	150707	148923	144224	138151
ELAZIĞ	77249	66864	69947	69515	71257	81034	74702	76189	72910	74150	68652	58888
ERZİNCAN	35422	32628	36943	32521	33327	37197	36804	37713	35342	33347	34134	32119
ERZURUM	101074	89737	92362	80830	70533	84270	76133	79519	79219	82469	83755	64136
GAZİANTEP	192584	180181	199165	175186	162134	169231	169112	162800	172125	181832	199268	188666
HATAY	97560	82412	93369	72884	71275	73480	72522	73388	77068	78334	86567	79247
İĞDIR	24624	20008	23471	21508	20169	24746	23191	22354	21003	21335	19588	18177
KAHRAMANMARAŞ	23453	21508	22980	21539	19533	24051	21249	21940	21788	23039	23015	22041
KAPADOKYA	27619	25312	30413	44767	44739	46794	45684	49358	52780	54503	36054	32102
KARS HARAKANI	56623	53588	48732	40479	38089	40093	41156	40149	37135	39542	43405	45471
KAYSERİ	164100	147419	162213	150249	162070	172821	167344	170559	181587	180088	165169	156633
KONYA	77456	72089	83935	69783	63176	74691	71926	74010	71564	74797	77338	73423
MALATYA	66678	58075	66807	55380	58079	64133	56654	60486	57794	58029	65423	65488
MARDİN	57312	48821	53099	49732	43282	44078	39299	40857	43068	44283	52810	49215
MUĞLA DALAMAN	65520	61559	67444	89389	119526	211277	234555	245959	209579	146304	72257	59720
MUĞLA MİLAS-BODRUM	96171	88648	101992	153244	190393	330950	405406	411732	311102	194723	97977	82060
MUŞ	34061	29690	33157	31801	29746	35049	34025	34103	30942	31101	29619	30717
ORDU-GİRESUN	91872	77502	89709	80834	74214	91537	96700	91387	85965	91080	87442	76508
SAMSUN ÇAR.	134366	118936	129042	107796	105808	104380	109611	105776	98526	103873	116341	113510
SIVAS	46025	37426	39574	44834	43789	40485	38826	40308	38433	40666	40586	35888
ŞANLIURFA GAP	62993	57480	61993	65962	49305	59332	54507	57022	60822	64026	62739	59672
ŞİRNAK	32713	31232	34158	30550	25109	33730	30168	32520	31353	32075	27815	24442
TRABZON	272634	239219	256743	260765	235383	325351	356785	350543	306408	275430	252885	241315
VAN FERİT MELEN	126510	111711	129841	122610	102186	125502	118034	119598	117418	116347	111578	104764

Ek Açıklama-B: 2019 yılı iç hattaki sezonlara göre yolcu sayıları verileri

HAVAALANLARI	Yoğun Sezon	Orta Sezon	Düşük Sezon
ADANA	1390098	1474680	1441253
ADİYAMAN	85929	80627	76651
AĞRI	113918	106021	101819
BALIKESİR K.SEYİT	197729	69098	83056
BATMAN	158635	180528	183598
BİNGÖL	69591	68488	64674
BURSA YENİŞEHİR	94572	79163	78534
DENİZLİ ÇARDAK	175824	187941	165326
DİYARBAKIR	575447	590130	540614
ELAZIĞ	304835	278939	277583
ERZİNCAN	147056	135022	135419
ERZURUM	319141	331434	333462
GAZİANTEP	673268	762350	716666
HATAY	296458	341708	319940
İĞDIR	91294	83724	85156
KAHRAMANMARAŞ	89028	91548	85560
KAPADOKYA	194616	150278	145231
KARS HAKANİ	158533	185041	180888
KAYSERİ	692311	665990	621951
KONYA	292191	303014	288983
MALATYA	239067	255618	238341
MARDİN	167302	203620	194934
MUĞLA DALAMAN	901370	343801	337918
MUĞLA MİLAS-BODRUM	1459190	470931	534277
MUŞ	134119	125498	124394
ORDU-GİRESUN	365589	346902	322259
SAMSUN ÇAR.	418293	468090	461582
SİVAS	158052	163165	165623
ŞANLIURFA GAP	231683	249430	234740
ŞIRNAK	127771	117045	121049
TRABZON	1339087	1042264	992110
VAN FERİT MELEN	480552	459199	466348

Ek Açıklama-C: 2019 yılı dış hat aylık yolcu sayısı verileri

HAVAALANLARI	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
ADANA	50181	45.014	53.590	66.550	56.600	70.380	82.879	85.809	71.088	63.404	54.457	51.805
ADİYAMAN	331	0	142	53	160	0	338	345	0	0	0	0
BALIKESİR KOCA SEYİT	168	1.678	806	0	0	0	1.047	292	507	0	0	0
BATMAN	0	170	168	0	158	0	377	191	185	0	0	0
BİNGÖL	0	69	491	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BURSA YENİŞEHİR	1712	2.254	1.715	1.882	0	1.321	2.398	2.413	487	451	1.043	1.046
DENİZLİ ÇARDAK	4948	5.772	16.573	12.077	11.065	11.736	10.495	14.287	12.875	11.126	6.455	3.282
DIYARBAKIR	2357	2.483	2.732	5.230	0	8.348	13.152	13.341	10.673	9.091	2.761	2.612
ELAZIĞ	1373	677	883	1.764	1.387	4.096	8.737	8.647	5.701	3.942	1.793	2.145
ERZİNCAN	384	0	0	0	0	170	248	156	0	0	0	0
ERZURUM	845	187	845	1.330	227	0	1.527	566	695	0	209	219
GAZİANTEP	22115	18.700	20.945	28.715	23.060	33.551	47.947	53.310	38.060	34.423	25.573	25.693
HATAY	18724	16.816	17.739	18.171	17.482	23.390	28.286	36.966	25.453	18.598	18.650	15.489
İGDIR	0	0	0	0	1.081	0	0	0	0	0	0	0
KAHRAMANMARAŞ	0	0	0	0	0	0	58	58	0	146	0	82
KAPADOKYA	331	537	536	410	257	0	633	323	813	50	0	70
KARS HAKKANI	0	0	194	0	0	0	0	0	0	0	0	0
KAYSERİ	21407	19.763	21.310	21.848	18.991	31.912	47.081	57.222	36.015	28.877	18.304	22.881
KONYA	6135	8.770	7.023	7.657	3.897	11.742	26.473	22.133	9.849	8.943	4.496	7.497
MALATYA	0	816	151	322	0	1.161	1.961	1.949	1.950	1.148	293	393
MARDİN	0	143	440	0	0	0	1.084	535	186	0	0	0
MUĞLA DALAMAN	2736	1.860	8.610	146.345	417.093	551.838	628.012	650.590	565.295	335.263	13.708	580
MUĞLA MİLAS-BODRUM	0	0	262	56.209	194.311	317.798	373.746	415.963	335.841	176.823	2.382	0
MUŞ	0	157	0	0	0	0	359	694	365	0	0	0
ORDU-GİRESUN	470	983	1.494	372	0	2.415	6.904	7.088	2.706	2.695	0	388
SAMSUN ÇARŞAMBA	3172	3.502	5677	6.533	5.673	13.243	26.021	32.136	18.804	10.951	6.731	8.925
SİVAS NURİ DEMİR AĞ	412	680	333	173	0	0	1.010	976	0	489	324	71
ŞANLIURFA GAP	564	2.605	3.363	1.136	944	1.258	1.891	1.539	329	0	0	465
TRABZON	11114	6.519	6.289	12.815	6.440	56.994	115.699	125.955	35.811	8.324	4.771	6.686
VAN FERİT MELEN	611	1.874	1.496	1.137	421	0	909	501	319	0	0	0

Ek Açıklama-D: 2019 yılı dış hattaki sezonlara göre yolcu sayıları verileri

HAVAALANI	Yoğun Sezon	Orta Sezon	Düşük Sezon
ADANA	310156	219847	221754
ADİYAMAN	683	331	355
BALIKESİR KOCA SEYİT	1846	168	2484
BATMAN	753	0	496
BİNGÖL	0	0	560
BURSA YENİŞEHİR	6619	4252	5851
DENİZLİ ÇARDAK	49393	25811	45487
DİYARBAKIR	45514	16821	10445
ELAZIĞ	27181	9253	4711
ERZİNCAN	574	384	0
ERZURUM	2788	1273	2589
GAZİANTEP	172868	107804	91420
HATAY	114095	71461	70208
İĞDIR	0	0	1081
KAHRAMANMARAŞ	116	228	0
KAPADOKYA	1769	451	1740
KARS HAKANİ	0	0	194
KAYSERİ	172230	91469	81912
KONYA	70197	27071	27347
MALATYA	7021	1834	1289
MARDİN	1805	0	583
MUĞLA DALAMAN	2395735	352287	573908
MUĞLA MİLAS-BODRUM	1443348	179205	250782
MUŞ	1418	0	157
ORDU-GİRESUN	19113	3553	2849
SAMSUN ÇARŞAMBA	90204	29779	21385
SİVAS NURİ DEMİRAG	1986	1296	1186
ŞANLIURFA GAP	5017	1029	8048
TRABZON	334459	30895	32063
VAN FERİT MELEN	1729	611	4928

Ek Açıklama-E: 2019 yılı iç hattaki sezonlara göre türetilmiş bavul sayıları

HAVAALANLARI	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9
ADANA	139009,8	884808	1251088,2	147468	884808	1327212	144125,3	864751,8	1297127,7
ADİYAMAN	8592,9	48376,2	77336,1	8062,7	48376,2	72564,3	7665,1	45990,6	68985,9
AĞRI	11391,8	63612,6	102526,2	10602,1	63612,6	95418,9	10181,9	61091,4	91637,1
BALIKESİR K. SEYİT	19772,9	41458,8	177956,1	6909,8	41458,8	62188,2	8305,6	49833,6	74750,4
BATMAN	15863,5	108316,8	142771,5	18052,8	108316,8	162475,2	18359,8	110158,8	165238,2
BİNGÖL	6959,1	41092,8	62631,9	6848,8	41092,8	61639,2	6467,4	38804,4	58206,6
BURSA YENİŞEHİR	9457,2	47497,8	85114,8	7916,3	47497,8	71246,7	7853,4	47120,4	70680,6
DENİZLİ ÇARDAK	17582,4	112764,6	158241,6	18794,1	112764,6	169146,9	16532,6	99195,6	148793,4
DIYARBAKIR	57544,7	354078	517902,3	59013	354078	531117	54061,4	324368,4	486552,6
ELAZIĞ	30483,5	167363,4	274351,5	27893,9	167363,4	251045,1	27758,3	166549,8	249824,7
ERZİNCAN	14705,6	81013,2	132350,4	13502,2	81013,2	121519,8	13541,9	81251,4	121877,1
ERZURUM	31914,1	198860,4	287226,9	33143,4	198860,4	298290,6	33346,2	200077,2	300115,8
GAZİANTEP	67326,8	457410	605941,2	76235	457410	686115	71666,6	429999,6	644999,4
HATAY	29645,8	205024,8	266812,2	34170,8	205024,8	307537,2	31994	191964	287946
İĞDIR	9129,4	50234,4	82164,6	8372,4	50234,4	75351,6	8515,6	51093,6	76640,4
KAHRAMANMARAŞ	8902,8	54928,8	80125,2	9154,8	54928,8	82393,2	8556	51336	77004
KAPADOKYA	19461,6	90166,8	175154,4	15027,8	90166,8	135250,2	14523,1	87138,6	130707,9
KARS HARAKANI	15853,3	111024,6	142679,7	18504,1	111024,6	166536,9	18088,8	108532,8	162799,2
KAYSERİ	69231,1	399594	623079,9	66599	399594	599391	62195,1	373170,6	559755,9
KONYA	29219,1	181808,4	262971,9	30301,4	181808,4	272712,6	28898,3	173389,8	260084,7
MALATYA	23906,7	153370,8	215160,3	25561,8	153370,8	230056,2	23834,1	143004,6	214506,9
MARDİN	16730,2	122172	150571,8	20362	122172	183258	19493,4	116960,4	175440,6
MUĞLA DALAMAN	90137	206280,6	811233	34380,1	206280,6	309420,9	33791,8	202750,8	304126,2
MUĞLA MİLAS-BODRUM	145919	282558,6	1313271	47093,1	282558,6	423837,9	53427,7	320566,2	480849,3
MUŞ	13411,9	75298,8	120707,1	12549,8	75298,8	112948,2	12439,4	74636,4	111954,6
ORDU-GİRESUN	36558,9	208141,2	329030,1	34690,2	208141,2	312211,8	32225,9	193355,4	290033,1
SAMSUN ÇAR.	41829,3	280854	376463,7	46809	280854	421281	46158,2	276949,2	415423,8
SİVAS	15805,2	97899	142246,8	16316,5	97899	146848,5	16562,3	99373,8	149060,7
ŞANLIURFA GAP	23168,3	149658	208514,7	24943	149658	224487	23474	140844	211266
ŞIRNAK	12777,1	70227	114993,9	11704,5	70227	105340,5	12104,9	72629,4	108944,1
TRABZON	133908,7	625358,4	1205178,3	104226,4	625358,4	938037,6	99211	595266	892899
VAN FERİT MELEN	48055,2	275519,4	432496,8	45919,9	275519,4	413279,1	46634,8	279808,8	419713,2

Ek Açıklama- F: 2019 yılı iç hattaki bagaj taşıyıcısı başına düşen yük miktarı

HAAVALANLARI	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9
ADANA	521286,75	3318030	4691580,75	553005	3318030	4977045	540469,875	3242819,25	4864228,875
ADYAMAN	32223,375	181410,75	290010,375	30235,125	181410,75	272116,125	28744,125	172464,75	258697,125
AĞRI	42719,25	238547,25	384473,25	39757,875	238547,25	357820,875	38182,125	229092,75	343639,125
BALIKESİR K.SEYİT	74148,375	155470,5	667335,375	25911,75	155470,5	233205,75	31146	186876	280314
BATMAN	59488,125	406188	535393,125	67698	406188	609282	68849,25	413095,5	619643,25
BİNGÖL	26096,625	154098	234869,625	25683	154098	231147	24252,75	145516,5	218274,75
BURSA YENİŞEHİR	35464,5	178116,75	319180,5	29686,125	178116,75	267175,125	29450,25	176701,5	265052,25
DENİZLİ ÇARDAK	65934	422867,25	593406	70477,875	422867,25	634300,875	61997,25	371983,5	557975,25
DİYARBAKIR	215792,625	1327792,5	1942133,625	221298,75	1327792,5	1991688,75	202730,25	1216381,5	1824572,25
ELAZIĞ	114313,125	627612,75	1028818,125	104602,125	627612,75	941419,125	104093,625	624561,75	936842,625
ERZİNCAN	55146	303799,5	496314	50633,25	303799,5	455699,25	50782,125	304692,75	457039,125
ERZURUM	119677,875	745726,5	1077100,875	124287,75	745726,5	1118589,75	125048,25	750289,5	1125434,25
GAZİANTEP	252475,5	1715287,5	2272279,5	285881,25	1715287,5	2572931,25	268749,75	1612498,5	2418747,75
HATAY	111171,75	768843	1000545,75	128140,5	768843	1153264,5	119977,5	719865	1079797,5
İĞDIR	34235,25	188379	308117,25	31396,5	188379	282568,5	31933,5	191601	287401,5
KAHRAMANMARAŞ	33385,5	205983	300469,5	34330,5	205983	308974,5	32085	192510	288765
KAPADOKYA	72981	338125,5	656829	56354,25	338125,5	507188,25	54461,625	326769,75	490154,625
KARS HAKAKANI	59449,875	416342,25	535048,875	69390,375	416342,25	624513,375	67833	406998	610497
KAYSERİ	259616,625	1498477,5	2336549,625	249746,25	1498477,5	2247716,25	233231,625	1399389,75	2099084,625
KONYA	109571,625	681781,5	986144,625	113630,25	681781,5	1022672,25	108368,625	650211,75	975317,625
MALATYA	89650,125	575140,5	806851,125	95856,75	575140,5	862710,75	89377,875	536267,25	804400,875
MARDİN	62738,25	458145	564644,25	76357,5	458145	687217,5	73100,25	438601,5	657902,25
MUĞLA DALAMAN	338013,75	773552,25	3042123,75	128925,375	773552,25	1160328,375	126719,25	760315,5	1140473,25
MUĞLA MİLAS-BODRUM	547196,25	1059594,75	4924766,25	176599,125	1059594,75	1589392,125	200353,875	1202123,25	1803184,875
MUŞ	50294,625	282370,5	452651,625	47061,75	282370,5	423555,75	46647,75	279886,5	419829,75
ORDU-GİRESUN	137095,875	780529,5	1233862,875	130088,25	780529,5	1170794,25	120847,125	725082,75	1087624,125
SAMSUN ÇAR.	156859,875	1053202,5	1411738,875	175533,75	1053202,5	1579803,75	173093,25	1038559,5	1557839,25
SIVAS	59269,5	367121,25	533425,5	61186,875	367121,25	550681,875	62108,625	372651,75	558977,625
ŞANLIURFA GAP	86881,125	561217,5	781930,125	93536,25	561217,5	841826,25	88027,5	528165	792247,5
ŞIRNAK	47914,125	263351,25	431227,125	43891,875	263351,25	395026,875	45393,375	272360,25	408540,375
TRABZON	502157,625	2345094	4519418,625	390849	2345094	3517641	372041,25	2232247,5	3348371,25
VAN FERİT MELEN	180207	1033197,75	1621863	172199,625	1033197,75	1549796,625	174880,5	1049283	1573924,5

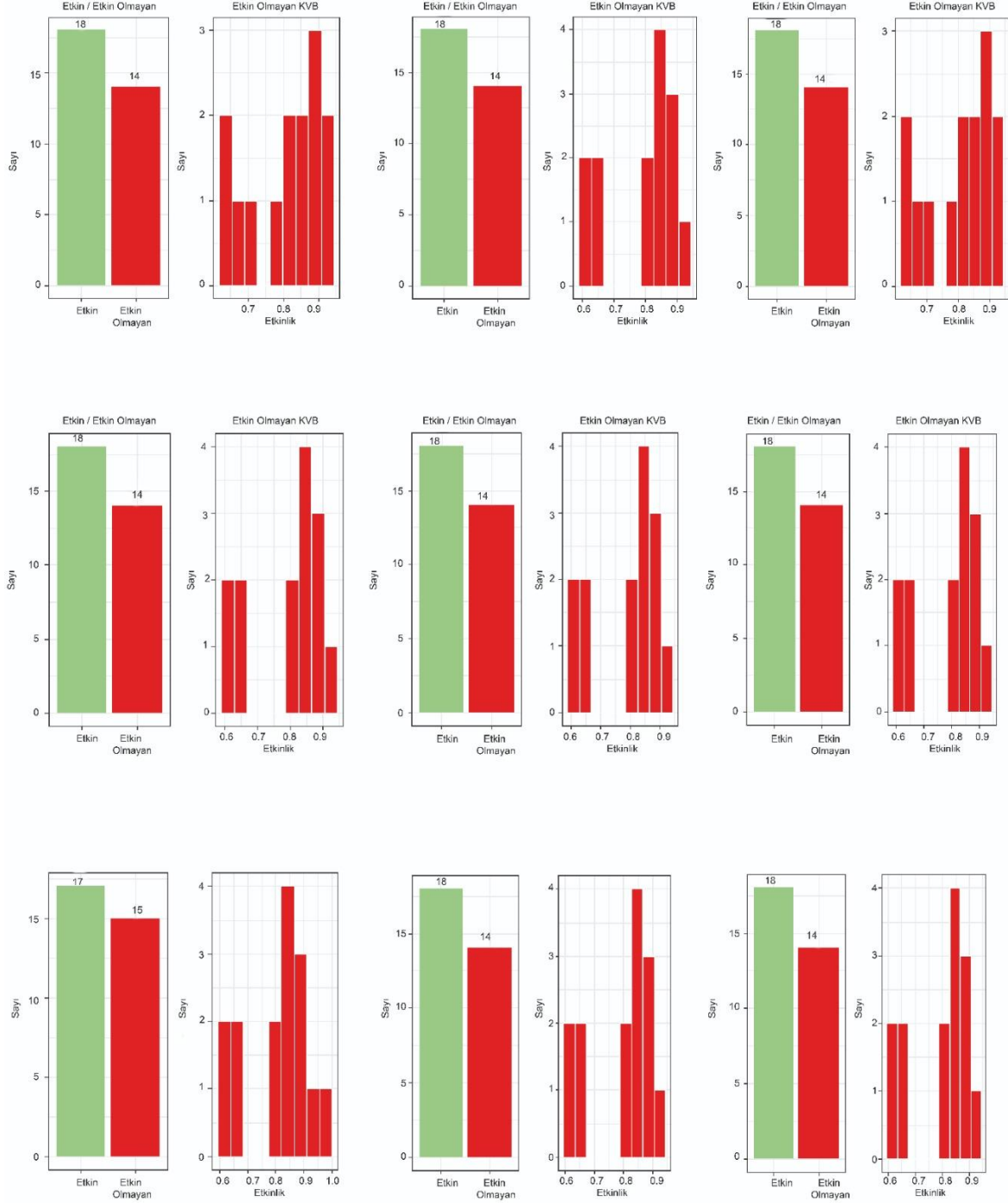
Ek Açıklama- H: 2019 yılı dış hattaki sezonlara göre türetilmiş bavul sayıları

HAVAALANLARI	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9
ADANA	31015,6	186093,6	279140,4	21984,7	131908,2	197862,3	22175,4	133052,4	199578,6
ADİYAMAN	68,3	409,8	614,7	33,1	198,6	297,9	35,5	213	319,5
BALIKESİR KOCA SEYİT	184,6	1107,6	1661,4	16,8	100,8	151,2	248,4	1490,4	2235,6
BATMAN	75,3	451,8	677,7	0	0	0	49,6	297,6	446,4
BİNGÖL	0	0	0	0	0	0	56	336	504
BURSA YENİŞEHİR	661,9	3971,4	5957,1	425,2	2551,2	3826,8	585,1	3510,6	5265,9
DENİZLİ ÇARDAK	4939,3	29635,8	44453,7	2581,1	15486,6	23229,9	4548,7	27292,2	40938,3
DİYARBAKIR	4551,4	27308,4	40962,6	1682,1	10092,6	15138,9	1044,5	6267	9400,5
ELAZIĞ	2718,1	16308,6	24462,9	925,3	5551,8	8327,7	471,1	2826,6	4239,9
ERZİNCAN	57,4	344,4	516,6	38,4	230,4	345,6	0	0	0
ERZURUM	278,8	1672,8	2509,2	127,3	763,8	1145,7	258,9	1553,4	2330,1
GAZİANTEP	17286,8	103720,8	155581,2	10780,4	64682,4	97023,6	9142	54852	82278
HATAY	11409,5	68457	102685,5	7146,1	42876,6	64314,9	7020,8	42124,8	63187,2
İĞDIR	0	0	0	0	0	0	108,1	648,6	972,9
KAHRAMANMARAŞ	11,6	69,6	104,4	22,8	136,8	205,2	0	0	0
KAPADOKYA	176,9	1061,4	1592,1	45,1	270,6	405,9	174	1044	1566
KARS HARAKANI	0	0	0	0	0	0	19,4	116,4	174,6
KAYSERİ	17223	103338	155007	9146,9	54881,4	82322,1	8191,2	49147,2	73720,8
KONYA	7019,7	42118,2	63177,3	2707,1	16242,6	24363,9	2734,7	16408,2	24612,3
MALATYA	702,1	4212,6	6318,9	183,4	1100,4	1650,6	128,9	773,4	1160,1
MARDİN	180,5	1083	1624,5	0	0	0	58,3	349,8	524,7
MUĞLA DALAMAN	239573,5	1437441	2156161,5	35228,7	211372,2	317058,3	57390,8	344344,8	516517,2
MUĞLA MİLAS-BODRUM	144334,8	866008,8	1299013,2	17920,5	107523	161284,5	25078,2	150469,2	225703,8
MUŞ	141,8	850,8	1276,2	0	0	0	15,7	94,2	141,3
ORDU-GİRESUN	1911,3	11467,8	17201,7	355,3	2131,8	3197,7	284,9	1709,4	2564,1
SAMSUN ÇARŞAMBA	9020,4	54122,4	81183,6	2977,9	17867,4	26801,1	2138,5	12831	19246,5
SİVAS NURİ DEMİR AĞ	198,6	1191,6	1787,4	129,6	777,6	1166,4	118,6	711,6	1067,4
ŞANLIURFA GAP	501,7	3010,2	4515,3	102,9	617,4	926,1	804,8	4828,8	7243,2
TRABZON	33445,9	200675,4	301013,1	3089,5	18537	27805,5	3206,3	19237,8	28856,7
VAN FERİT MELEN	172,9	1037,4	1556,1	61,1	366,6	549,9	492,8	2956,8	4435,2

Ek Açıklama- I: 2019 yılı dış hattaki bagaj taşıyıcısı başına düşen yük miktarı

HAVAALANLARI	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9
ADANA	193847,5	1163085	1744627,5	137404,375	824426,25	1236639,375	138596,25	831577,5	1247366,25
ADYAMAN	426,875	2561,25	3841,875	206,875	1241,25	1861,875	221,875	1331,25	1996,875
BALIKESİR KOCA SEY	1153,75	6922,5	10383,75	105	630	945	1552,5	9315	13972,5
BATMAN	470,625	2823,75	4235,625	0	0	0	310	1860	2790
BİNGÖL	0	0	0	0	0	0	350	2100	3150
BURSA YENİŞEHİR	4136,875	24821,25	37231,875	2657,5	15945	23917,5	3656,875	21941,25	32911,875
DENİZLİ ÇARDAK	30870,625	185223,75	277835,625	16131,875	96791,25	145186,875	28429,375	170576,25	255864,375
DIYARBAKIR	28446,25	170677,5	256016,25	10513,125	63078,75	94618,125	6528,125	39168,75	58753,125
ELAZIĞ	16988,125	101928,75	152893,125	5783,125	34698,75	52048,125	2944,375	17666,25	26499,375
ERZİNCAN	358,75	2152,5	3228,75	240	1440	2160	0	0	0
ERZURUM	1742,5	10455	15682,5	795,625	4773,75	7160,625	1618,125	9708,75	14563,125
GAZİANTEP	108042,5	648255	972382,5	67377,5	404265	606397,5	57137,5	342825	514237,5
HATAY	71309,375	427856,25	641784,375	44663,125	267978,75	401968,125	43880	263280	394920
İĞDIR	0	0	0	0	0	0	675,625	4053,75	6080,625
KAHRAMANMARAŞ	72,5	435	652,5	142,5	855	1282,5	0	0	0
KAPADOKYA	1105,625	6633,75	9950,625	281,875	1691,25	2536,875	1087,5	6525	9787,5
KARS HAKAKANI	0	0	0	0	0	0	121,25	727,5	1091,25
KAYSERİ	107643,75	645862,5	968793,75	57168,125	343008,75	514513,125	51195	307170	460755
KONYA	43873,125	263238,75	394858,125	16919,375	101516,25	152274,375	17091,875	102551,25	153826,875
MALATYA	4388,125	26328,75	39493,125	1146,25	6877,5	10316,25	805,625	4833,75	7250,625
MARDİN	1128,125	6768,75	10153,125	0	0	0	364,375	2186,25	3279,375
MUĞLA DALAMAN	1497334,375	8984006,25	13476009,38	220179,375	1321076,25	1981614,375	358692,5	2152155	3228232,5
MUĞLA MİLAS-BODR	902092,5	5412555	8118832,5	112003,125	672018,75	1008028,125	156738,75	940432,5	1410648,75
MUŞ	886,25	5317,5	7976,25	0	0	0	98,125	588,75	883,125
ORDU-GİRESUN	11945,625	71673,75	107510,625	2220,625	13323,75	19985,625	1780,625	10683,75	16025,625
SAMSUN ÇARŞAMBA	56377,5	338265	507397,5	18611,875	111671,25	167506,875	13365,625	80193,75	120290,625
SİVAS	1241,25	7447,5	11171,25	810	4860	7290	741,25	4447,5	6671,25
ŞANLIURFA	3135,625	18813,75	28220,625	643,125	3858,75	5788,125	5030	30180	45270
TRABZON	209036,875	1254221,25	1881331,875	19309,375	115856,25	173784,375	20039,375	120236,25	180354,375
VAN FERİT MELEN	1080,625	6483,75	9725,625	381,875	2291,25	3436,875	3080	18480	27720

Ek Açıklama- J: İç hatta D1-D9 arası etkin çıkan havaalanlarının sayısı



Ek Açıklama- K: 2019 yılı iç hat bulanık sayı verileri

HAVAALANLARI	Ortalama Değer	Ortalama Değer*0,2	Personel	Alan	Check-in Kontuar	Gelir	Xray Cihazı	Yangın Müc.	Uzaklık
ADANA	2891832,833	578366,5667	392	6370	19	131389	29	13	72,3
ADİYAMAN	160812,5	32162,5	104	23011	18	4655	16	10	20,9
AGRI	212531,0833	42506,21667	84	23676	7	5689	16	9	8,3
BALIKESİR	201097,5833	40219,51667	155	23240	21	9369	12	9	92,8
BATMAN	353980,5833	70796,11667	96	20741	14	9925	13	9	8
BİNGÖL	134892,9167	26978,58333	81	3600	8	3585	6	9	9,9
BURSA	164327,0833	32865,41667	181	12716	7	5906	15	10	53,6
DENİZLİ	355756,5833	71151,31667	116	16890	11	19129	15	9	76,2
DIYARBAKIR	1141131,417	228226,2833	158	86571	11	38270	37	11	8,3
ELAZIG	567764	113552,8	162	16397	10	17832	13	11	11,4
ERZINCAN	275322,8333	55064,56667	103	27132	10	8444	14	10	6,2
ERZURUM	659097,9167	131819,5833	225	12950	12	22141	13	13	13,1
GAZİANTEP	1457126,5	291425,3	233	22790	17	66693	13	12	20,1
HATAY	650049,8333	130009,9667	131	43688	9	35350	15	12	8,6
IGDIR	171556,8333	34311,36667	127	3460	6	4707	7	10	16,7
KAHRAMANMARAS	178054	35610,8	129	22330	3	5953	14	9	8,5
KAPADOKYA	315665,5	63133,1	137	3500	7	7369	7	11	29,3
KARS	356268,3333	71253,66667	97	35946	9	9297	12	9	5,3
KAYSERİ	1313587,75	262717,55	150	11000	17	55509	16	10	6,4
KONYA	592164,4167	118432,8833	180	24175	12	25583	15	13	18
MALATYA	492821,75	98564,35	138	9545	13	13810	11	11	28,8
MARDİN	386316,8333	77263,36667	92	33150	18	10655	14	8	32
MUGLA DALAMAN	916000,4167	183200,0833	380	125540	87	294543	3	15	92
MUGLA MILAS-BODRUM	1395867,25	279173,45	300	14686	30	323319	8	12	88,1
MUS SULTAN ALPARSI	253852,0833	50770,41667	93	10300	13	7358	11	10	18
ORDU-GİRESUN	685161,5833	137032,3167	115	20250	20	20820	16	9	90,8
SAMSUN	911092,5833	182218,5167	198	11500	18	37035	14	13	23,1
SIVAS	325838,25	65167,65	123	20047	16	9606	11	9	22,4
SANLIURFA GAP	481672,0833	96334,41667	119	12000	8	13824	17	14	31
SIRNAK	241228,5	48245,7	80	4000	8	7020	8	11	58,1
TRABZON	2174768,25	434953,65	265	14035	24	96094	19	11	10
VAN	932061,0833	186412,2167	176	14800	17	25842	15	11	5,9

Ek Açıklama- L: 2019 yılı dış hat bulanık sayı verileri

HAVAALANLARI	Ortalama Değer	Ortalama Değer*0,2	Personeel	Alan	Check-in Kontuar	Gelir	X-ray Cihazı	Yangın Mtic.	Uzaklık
ADANA	835285,56	167057,11	392	5825	16	131389	29	13	72,3
ADYAMAN	1521,11	304,22	104	23011	18	4655	16	10	20,9
BALIKESİR KOCA SEYİT	4997,78	999,56	155	23240	21	9369	12	9	92,8
BATMAN	1387,78	277,56	96	20741	14	9925	13	9	8
BİNGÖL	622,22	124,44	81	0,01	8	3585	6	9	9,9
BURSA YENİŞEHİR	18580,00	3716,00	181	12716	7	5906	15	10	53,6
DENİZLİ ÇARDAK	134101,11	26820,22	116	16890	11	19129	15	9	76,2
DIYARBAKIR	80866,67	16173,33	158	86571	1	38270	37	11	8,3
ELAZIĞ	45716,67	9143,33	162	16397	10	17832	13	11	11,4
ERZİNCAN	1064,44	212,89	103	27132	10	8444	14	10	6,2
ERZURUM	7388,89	1477,78	225	12950	3	22141	13	13	13,1
GAZİANTEP	413435,56	82687,11	233	22790	17	66693	13	12	20,1
HATAY	284182,22	56836,44	131	43688	9	35350	15	12	8,6
İĞDIR	1201,11	240,22	127	0,01	6	4707	7	10	16,7
KAHRAMANMARAŞ	382,22	76,44	129	22330	3	5953	14	9	8,5
KAPADOKYA	4400,00	880,00	137	3500	7	7369	7	11	29,3
KARS HARAKANI	215,56	43,11	97	35946	8	9297	12	9	5,3
KAYSERİ	384012,22	76802,44	150	11000	12	55509	16	10	6,4
KONYA	138461,11	27692,22	180	24175	12	25583	15	13	18
MALATYA	11271,11	2254,22	138	9545	13	13810	11	11	28,8
MARDİN	2653,33	530,67	92	33150	18	10655	14	8	32
MUĞLA DALAMAN	3691033,33	738206,67	380	125540	87	294543	3	15	92
MUĞLA MİLAS-BODRUM	2081483,33	416296,67	300	95927	66	323319	8	12	88,1
MUŞ	1750,00	350,00	93	10300	13	7358	11	10	18
ORDU-GİRESUN	28350,00	5670,00	115	20250	20	20820	16	9	90,8
SAMSUN ÇARŞAMBA	157075,56	31415,11	198	11500	18	37035	14	13	23,1
SIVAS	4964,44	992,89	123	20047	16	9606	11	9	22,4
ŞANLIURFA	156600,00	31320,00	119	12000	8	13824	17	14	31
TRABZON	441574,44	88314,89	265	9710	9	96094	19	11	10
VAN FERİT MELEN	8075,56	1615,11	176	14800	17	25842	15	11	5,9