

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**TÜRKİYE’DEKİ HAVALİMANLARININ ETKİNLİK TAHMİNİ: VERİ
ZARFLAMA ANALİZİ VE YAPAY SİNİR AĞLARININ BİRLİKTE
KULLANIMI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Haktan GÜRLER

İşletme Mühendisliği Anabilim Dalı

İşletme Mühendisliği Programı

HAZİRAN 2015

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**TÜRKİYE’DEKİ HAVALİMANLARININ ETKİNLİK TAHMİNİ: VERİ
ZARFLAMA ANALİZİ VE YAPAY SİNİR AĞLARININ BİRLİKTE
KULLANIMI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Haktan GÜRLER
(507111014)**

İşletme Mühendisliği Anabilim Dalı

İşletme Mühendisliği Programı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Hür Bersam BOLAT

HAZİRAN 2015

İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 507111014 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi **Haktan GÜRLER**, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı **“TÜRKİYE’DEKİ HAVALİMANLARININ ETKİNLİK TAHMİNİ: VERİ ZARFLAMA ANALİZİ VE YAPAY SİNİR AĞLARININ BİRLİKTE KULLANIMI”** başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Doç. Dr. Hür Bersam BOLAT**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Prof. Dr. Ferhan ÇEBİ**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Yar. Doç. Dr. Dilek ÖZDEMİR
Beykent Üniversitesi

Teslim Tarihi : **22 Haziran 2015**
Savunma Tarihi : **29 Haziran 2015**

Aileme,

ÖNSÖZ

Bu çalışmada, öncelikle Türkiye’deki havalimanlarının etkinlikleri Veri Zarflama Analizi yardımıyla değerlendirilmiştir. Ardından Veri Zarflama Analizi’nde kullanılan veriler ve elde edilen sonuçlar yardımıyla; havalimanlarının etkinliğinin tahmin edilebileceği bir Yapay Sinir Ağları modeli geliştirilmiştir. Karar vericiler çeşitli senaryo veya gerçek değerleri bu model üzerinde deneyebilecek ve havalimanlarının etkin çalışıp çalışmadığını tahmin edebileceklerdir.

Çalışmam boyunca değerli fikirlerini paylaşarak çalışmama yön veren ve her konuda desteğini esirgemeyen değerli hocalarım Doç. Dr. Hür Bersam Bolat ve Yar. Doç. Dr. Gül Tekin Temur’a teşekkürü bir borç bilirim.

Bu günlere gelmemde en büyük pay sahibi olan ve öğrenim hayatım boyunca her türlü imkânı bana sunan annem Reyhan GÜRLER ve babam Arif GÜRLER’e göstermiş oldukları destekten ötürü teşekkür ederim.

Haziran 2015

Haktan Gürler
(Makina Mühendisi)

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	vii
İÇİNDEKİLER	ix
KISALTMALAR	xi
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xiii
ŞEKİL LİSTESİ.....	xv
ÖZET.....	xvii
SUMMARY	xix
1. GİRİŞ	1
1.1 Tezin Amacı	2
1.2 Tez Planı.....	2
2. HAVACILIK SEKTÖRÜ.....	5
2.1 Dünya Havacılık Tarihi	5
2.2 Türk Havacılık Tarihi	8
2.3 Dünyada Havacılık ile İlgili Veriler	11
2.3.1 Dünya’da havacılık ile ilgili genel veriler.....	11
2.3.2 Havayolu şirketlerine ait genel veriler	14
2.3.3 Dünya’daki havalimanlarına ait genel veriler	14
2.3.4 Dünya havacılığı ile ilgili gelecek tahminleri	15
2.4 Türkiye’de Havacılık ile İlgili Veriler	15
2.4.1 Türkiye’de havacılık ile ilgili genel veriler.....	15
2.4.2 Türkiye’deki havayolu şirketlerine ait genel veriler	16
2.4.3 Türkiye’deki havalimanlarına ait genel veriler	17
2.4.4 Türkiye’nin dünya havayolu taşımacılığındaki yeri	20
2.4.5 Türkiye havayolu taşımacılığı ile ilgili gelecek tahminleri	21
3. ETKİNLİK ÖLÇÜM YÖNTEMLERİ	25
3.1 Oran Analizi	25
3.2 Parametrik Yöntemler	26
3.3 Parametrik Olmayan Yöntemler.....	27
3.4 Etkinlik Ölçüm Yöntemlerinin Karşılaştırması.....	27
4. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI	29
4.1 Havalimanları Etkinliği ile İlgili Literatür Araştırması.....	29
4.1.1 Dünyada havalimanları etkinliği ile ilgili yapılan çalışmalar	29
4.1.1.1 Parametrik olmayan yöntemlerin uygulandığı çalışmalar.....	29
4.1.1.2 Parametrik yöntemlerin uygulandığı çalışmalar	32
4.1.2 Türkiye’deki havalimanlarının etkinliği ile ilgili yapılan çalışmalar.....	33
4.2 VZA ve YSA’nın Birlikte Kullanıldığı Çalışmalar.....	34
5. METOD.....	37
5.1 Veri Zarflama Analizi	37
5.1.1 VZA tanımı ve tarihsel gelişimi.....	37
5.1.2 Temel VZA modelleri.....	38
5.1.2.1 Charnes, Cooper ve Rhodes (CCR) modeli	38

5.1.2.2 Banker, Charnes ve Cooper (BCC) modeli	40
5.2 Yapay Sinir Ağları.....	41
5.2.1 Yapay sinir ağları tanımı	41
5.2.2 Yapay sinir ağları yapısı.....	41
5.2.2.1 Girdi katmanı.....	42
5.2.2.2 Gizli katman	42
5.2.2.3 Çıktı katmanı	43
5.2.3 YSA çalışma şekli	43
5.2.4 Yapay sinir ağlarında öğrenme	44
5.2.4.1 Eğitici öğrenme	44
5.2.4.2 Eğitici öğrenme.....	45
5.2.5 Yapay sinir ağları mimarileri	45
5.2.5.1 İleri beslemeli yapay sinir ağları	45
5.2.5.2 Geri beslemeli yapay sinir ağları.....	45
6. UYGULAMA.....	47
6.1 Çalışmanın Amacı ve Kapsamı	47
6.2 Çalışma Metodolojisi.....	47
6.3 VZA Uygulaması.....	49
6.3.1 Karar birimlerinin belirlenmesi	49
6.3.2 Karar birimlerine ait girdi ve çıktı değişkenleri	50
6.3.3 Karar birimlerinin etkinlik değerlendirmesi.....	51
6.3.4 Etkin olmayan havalimanları için referans kümeleri ve hedef değerler....	53
6.4 Yapay Sinir Ağları Modeli	54
6.4.1 YSA’da kullanılan değişkenler	54
6.4.1.1 Girdi katmanı.....	54
6.4.1.2 Çıktı katmanı	55
6.4.2 Veri setinin düzenlenmesi	55
6.4.3 Ağ yapısı tasarımı.....	55
7. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	59
KAYNAKLAR.....	63
EKLER.....	69
ÖZGEÇMİŞ.....	87

KISALTMALAR

ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
ACI	: Uluslararası Havalimanları Konseyi (Airports Council International)
ADA	: Adana Havalimanı
ADB	: İzmir Adnan Menderes Havalimanı
ADF	: Adıyaman Havalimanı
AJI	: Ağrı Havalimanı
ANN	: Yapay Sinir Ağları (Artificial Neural Network)
ASR	: Kayseri Havalimanı
AYT	: Antalya Havalimanı
BAE	: Birleşik Arap Emirlikleri
BAL	: Batman Havalimanı
BCC	: Banker, Charnes ve Cooper Modeli
BGG	: Bingöl Havalimanı
BJV	: Muğla Milas-Bodrum Havalimanı
CCR	: Charnes, Cooper ve Rhodes Modeli
DEA	: Veri Zarflama Analizi (Data Envelopment Analysis)
DHMI	: Devlet Hava Meydanları İşletmesi
DIY	: Diyarbakır Havalimanı
DLM	: Muğla Dalaman Havalimanı
DNZ	: Denizli Çardak Havalimanı
ECAC	: Avrupa Sivil Havacılık Konferansı (European Civil Aviation Conference)
EDO	: Balıkesir Koca Seyit Havalimanı
ERC	: Erzincan Havalimanı
ERZ	: Erzurum Havalimanı
ESB	: Ankara Esenboğa Havalimanı
EZS	: Elazığ Havalimanı
GNY	: Şanlıurfa GAP Havalimanı
GZT	: Gaziantep Havalimanı
HDİİ	: Havayolları Devlet İşletme İdaresi (HDİİ)
HTY	: Hatay Havalimanı
IATA	: Uluslararası Hava Taşımacılığı Birliği (International Air Transport Association)
ICAO	: Uluslararası Sivil Havacılık Örgütü (International Civil Aviation Organization)
IGD	: Iğdır Havalimanı
ISE	: Isparta Süleyman Demirel Havalimanı
IST	: İstanbul Atatürk Havalimanı

KCM	: Kahramanmaraş Havalimanı
KFS	: Kastamonu Havalimanı
KSY	: Kars Harekani Havalimanı
KSY	: Kalın Sınır Yaklaşımı
KYA	: Konya Havalimanı
MLX	: Malatya Havalimanı
MQM	: Mardin Havalimanı
MSR	: Muş Havalimanı
MZH	: Amasya Merzifon Havalimanı
NAV	: Nevşehir Kapadokya Havalimanı
NKT	: Şırnak Şerafettin Elçi Havalimanı
OKH	: Ortalama Kareler Hatası
SAZ	: Serbest Atılabilir Zarf
SDY	: Serbest Dağılım Yaklaşımı
SHGM	: Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü
SSA	: Stokastik Sınır Analizi
SXZ	: Siirt Havalimanı
SZF	: Samsun Çarşamba Havalimanı
TEQ	: Tekirdağ Çorlu Havalimanı
THK	: Türk Hava Kurumu
THY	: Türk Hava Yolları
TJK	: Tokat Havalimanı
TZX	: Trabzon Havalimanı
VAN	: Van Ferit Melen Havalimanı
VAS	: Sivas Nuri Demirağ Havalimanı
VZA	: Veri Zarflama Analizi
YEI	: Bursa Yenişehir Havalimanı
YSA	: Yapay Sinir Ağları

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1 : 2004-2013 yıllarında gerçekleşen yolcu sayısı ve yük miktarı.....	12
Çizelge 2.2 : 2004-2013 yıllarındaki bölgesel veriler	13
Çizelge 2.3 : 2004-2013 yıllarındaki ticari uçak sayısı	14
Çizelge 2.4 : 2004-2013 Türkiye’de gerçekleşen havayolu taşımacılığı istatistikler	16
Çizelge 2.5 : 2004-2013 yılları arasındaki uçak sayısı ve koltuk kapasitesi verileri	17
Çizelge 2.6 : Türkiye’de 2013 yılında en fazla yolcu trafiğine sahip havalimanları	18
Çizelge 2.7 : Türkiye’de 2013 yılında en fazla yük trafiğine sahip havalimanları ...	19
Çizelge 2.8 : Türkiye’de 2013 yılında en fazla uçak trafiğine sahip havalimanları .	20
Çizelge 2.9 : Yolcu*kilometre ölçeğine göre ilk 20’de yer alan ülkeler.....	21
Çizelge 2.10 : Yük*kilometre ölçeğine göre ilk 20’de yer alan ülkeler.....	22
Çizelge 2.11 : Türkiye havayolu taşımacılığı ile ilgili gelecek tahminleri.	22
Çizelge 6.1 : Çalışma kapsamında incelenen havalimanları.	49
Çizelge 6.2 : Literatürde sıkça kullanılan girdi ve çıktılar.	50
Çizelge 6.3 : Çalışmada kullanılan girdi ve çıktılar.	51
Çizelge 6.4 : Çalışmada kullanılan girdi ve çıktılara ait tanımlayıcı istatistikler.....	51
Çizelge 6.5 : VZA sonuçları.	52
Çizelge 6.6 : Analiz sonuçlarına ait istatistikler.	53
Çizelge 6.7 : Etkin havalimanlarının referans olma sayıları.	53
Çizelge 6.8 : Referans havalimanları ve yoğunluk değerleri.....	54
Çizelge 6.9 : Veri setine ait bilgiler	55
Çizelge 6.10 : Oluşturulan modeller hakkında bilgiler.....	56
Çizelge 6.11 : En iyi ağ yapısına ilişkin veriler.....	57
Çizelge 6.12 : Test sonuçlarının karşılaştırılması.....	57
Çizelge 6.13 : Sınıflandırma sonuçları	57
Çizelge A.1: VZA’da kullanılan veri seti	70
Çizelge B.1: Etkin olmayan havalimanları için hedef değerler	73
Çizelge C.1: YSA’da kullanılan veri seti	84

ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 2.1 : Havalimanlarına göre 2013 yılı yolcu trafiği dağılımı.	18
Şekil 2.2 : Havalimanlarına göre 2013 yılı yolcu trafiği dağılımı.	19
Şekil 2.3 : Havalimanlarına göre 2013 yılı uçak trafiği dağılımı.	20
Şekil 5.1 : Örnek bir YSA modeli	42
Şekil 6.1 : Çalışma metodolojisi.....	48

TÜRKİYE’DEKİ HAVALİMANLARININ ETKİNLİK TAHMİNİ: VERİ ZARFLAMA ANALİZİ VE YAPAY SİNİR AĞLARININ BİRLİKTE KULLANIMI

ÖZET

Günümüzde havayolu taşımacılığı milyonlarca insan tarafından kullanılmaktadır. ICAO’nun (International Civil Aviation Organization - Uluslararası Sivil Havacılık Örgütü) açıkladığı rapora göre 2013 yılında havayolu taşımacılığını kullanan insan sayısı 3,1 milyar olmuştur. Aynı dönemde gerçekleşen uçuş sayısı ise 32 milyon’a ulaşmıştır. Aynı zamanda yük taşımacılığında çok büyük rakamlara ulaşılmıştır. 2013 yılında toplam taşınan yük miktarı 49,3 milyon ton olarak gerçekleşmiştir.

Özellikle son yıllarda Türkiye’deki havayolu taşımacılığındaki artış dünyadaki artış ortalamasının üzerine çıkmıştır. DHMİ’nin (Devlet Hava Meydanları İşletmesi) yayınladığı rakamlara göre 2004 yılında 45.057.371 olarak gerçekleşen yolcu trafiği, 2013 yılında 149,430.421 olarak gerçekleşmiştir. Uçak trafiği ise 449.493’den 1.223.795’e yükselmiştir. Aynı yıllar içerisinde yük trafiğinde de büyük bir gelişim sağlanmıştır. 2004 yılında 1,16 milyon ton olarak gerçekleşen yük trafiği, 2013 yılında 2,6 milyon ton seviyesine yükselmiştir.

Günümüzde her anlamda etkisini gösteren rekabet koşulları işletmelerin ve kurumların ne kadar etkin çalıştığı konusunu gündeme getirmiştir. Bu amaçla geçmişte ve günümüzde çeşitli işletme ve kurumlar hakkında(okul, hastane, banka, belediye vb.) etkinlik analizleri yapılmıştır. Havayolu ulaşımına son yıllarda hem devlet hem de özel sektör tarafından, yeni havalimanı inşaatları, uçak filosu genişletme, yeni firmaların sektöre girişleri şeklinde yoğun bir yatırım söz konusudur. Havayolu ulaşımındaki bu gelişmeler havalimanlarının ne kadar etkin çalıştığı sorusunu akıllara getirmiştir.

Bu çalışmada Türkiye’de yer alan havalimanlarının Veri Zarflama Analizi (VZA) yardımıyla ne kadar etkin çalıştıkları hesaplanmış, ardından VZA sonucu ve VZA’da kullanılan veriler yardımıyla mevcut veya yeni açılacak bir havalimanının etkinliğini tahmin eden bir Yapay Sinir Ağları (YSA) modeli geliştirilmiştir.

Etkinlik analizi için ilk olarak karar birimlerine belirlenmiştir. Çalışma kapsamında Türkiye’de yer alan 41 adet havalimanı incelenmiştir. Literatür araştırmasında sıkça karşımıza çıkan check-in kontuarları sayısı, bagaj konveyörleri sayısı, yolcu biniş kapısı sayısı (köprüler dahil), pist sayısı, terminal büyüklüğü, çalışan sayısı, otopark kapasitesi girdi olarak; toplam yolcu sayısı, toplam yük miktarı ve toplam ticari uçuş trafiği de çıktı olarak VZA’da kullanılmıştır.

Yapılan analiz sonucu çalışma kapsamında incelenen havalimanlarından 19 tanesi etkin olarak bulunmuştur. Bu havalimanları İstanbul Atatürk Havalimanı, Antalya Havalimanı, Muğla-Dalaman Havalimanı, Muğla Milas-Bodrum Havalimanı, Adana Havalimanı, Trabzon Havalimanı, Ağrı Havalimanı, Amasya Havalimanı Merzifon Havalimanı, Diyarbakır Havalimanı, Hatay Havalimanı, Iğdır Havalimanı,

Kahramanmaraş Havalimanı, Kayseri Havalimanı, Mardin Havalimanı, Muş Havalimanı, Siirt Havalimanı, Şırnak Şerafettin Elçi Havalimanı, Tokat Havalimanı ve Van Ferit Melen Havalimanı'dır. Bu havalimanları dışında kalan havalimanları etkin olarak çalışmamaktadır. Çalışmada yer alan havalimanlarının etkinlik ortalaması 0,726 olarak bulunmuştur. Etkin olmayan havalimanları için ise ortalama etkinlik değeri 0,490'dır. Çalışmada en düşük etkinliğe sahip havalimanı 0,122 ile Bursa Yenişehir havalimanı olarak bulunmuştur.

VZA sonrasında mevcut veya yeni yapılacak havalimanlarının etkinliğinin tahmin edileceği bir YSA modeli geliştirilmesi amaçlanmıştır. Bunun için YSA kapsamında girdi katmanında kullanılan veriler VZA'da kullanılan girdi ve çıktı değişkenleri olmuştur. Yani YSA'nın girdi katmanında yer alan değişkenler check-in kontuarları sayısı, bagaj konveyörleri sayısı, yolcu biniş kapısı sayısı (köprüler dahil), pist sayısı, terminal büyüklüğü, çalışan sayısı, otopark kapasitesi, toplam yolcu sayısı, toplam yük miktarı ve toplam ticari uçuş trafiği olmuştur. YSA'da çıktı katmanında ise VZA sonucu bulunan etkinlik durumu yer almaktadır.

Çalışmada literatürde de sıkça kullanılan çok katmanlı ileri beslemeli ağ modeli, aktivasyon fonksiyonu olarak sigmoid fonksiyonu, eğitim algoritması olarak da Levenberg-Marquardt algoritması kullanılmıştır. Çalışmada 1 ve 2 gizli katmana sahip yapılar, her bir katman için 1'den 6'ya kadar farklı nöron sayısına sahip olacak şekilde denenmiştir. Ağ yapısı en düşük hata oranını verecek şekilde birçok deneme yapılarak bulunmuştur. Bu denemeler arasında en uygun sonuçların elde edildiği, 2 katmanlı yapıda ilk katmanda 5, ikinci katmanda 6 nöronun yer aldığı yapı seçilmiştir. Seçilen bu yapı sonrasında test kümesi yardımıyla test edilmiştir. Geliştirilen yapı test kümesinde yer alan 6 farklı havalimanı için etkinlik durumu doğru sınıflandırma başarısı göstererek % 100 oranında başarı sağlanmıştır.

EFFICIENCY PREDICTION OF AIRPORTS IN TURKEY: UTILIZATION OF DATA ENVELOPMENT ANALYSIS AND ARTIFICIAL NEURAL NETWORK

SUMMARY

Nowadays transportation is one of the most important needs in our everyday life. It not only helps countries to develop but is also useful for people to obtain welfare and gain wealth.

It was especially after the second half of the 20th century when airline transportation rapidly developed and it was only started with a curiosity to fly. Today's world airline transportation is the most preferred way to travel.

Today, airline transportation is used by millions of people. In 2013, world total scheduled passenger*kilometers performed increased by about 5.5 percent over 2012 according to traffic statistics compiled by ICAO (International Civil Aviation Organization). The number of passengers carried rose to 3.1 billion, which is 4.5 percent higher than in 2012, while the number of departures reached 32 million globally in 2013, which was a 1.2 percent rise in comparison to 2012.

Especially during the last ten years an increase in airline transportation for Turkey has been much higher than an average increase in the world. According to DHMI (Devlet Hava Meydanları İşletmesi – State Airports Authority of Turkey) data there were 45.057.371 passengers for both domestic and international flights in Turkey in 2004, which increased to 149.430.421 in 2013. The amount of air traffic increased from 449.493 to 1.223.795. During the same period the total freight carried by international and domestic lines has also increased. In 2004, a total amount of carried freight came off 1.16 million tones which increased to 2.6 million tones.

Today, the competition shows effects in every field. For this purpose from past to present efficiency analysis was implemented on various businesses and institutions such as schools, hospitals, banks and municipalities. Especially during the last years both government and private sector have made investments such as new airports constructions, an expansion of air fleet and entrance of new firms to aviation sector. These developments in air transport has brought the question whether airports work efficiently.

This study aims to make an efficiency analysis of airports which are located in Turkey. For this purpose an output oriented Data Envelopment Analysis (DEA) was used to find an efficiency score. After that a Artificial Neural Network (ANN) model was created to predict efficiency situation by using same data and efficiency situation according to DEA for current and new airports.

For this aim on the first part a summary of aviation history of the world and of Turkey was given. After that, some statistical data of airline transportation both in Turkey and in the world are presented. On this stage deeply statistical data about airports was given.

In the next part efficiency concept is defined as introduction. The importance of efficiency analysis and the performance analysis is explained, which is generally divided into ratio analysis, parametric methods and non-parametric methods. After explaining this briefly, performance analysis techniques are benchmarked with each other.

In the next part, a review of literature is given. From the end of the 90's until now there were lots of studies performed about airports efficiency both in Turkey and in the world. Papers, which area of study is airports efficiency, use mostly DEA method to test airports efficiency. Another popular method is Stochastic Frontier Analysis (SFA). After that brief information was given about papers which use DEA-ANN metod on their studies.

Information about methods which are used in this study was given in the next part. Firstly, DEA and type of DEA explained. After that an information about ANN, layers in ANN, learning in ANN and type of ANN was given.

In order to make an efficiency analysis firstly tried to set Decision making units. Decision making units have to use same inputs and produce same outputs. Decision making units set as an airports which were given continuous service in 2014. Also, İstanbul Sabiha Gökçen Airport, Eskişehir Anadolu Airport, Gazipaşa Alanya Airport and Zafer Airport weren't taken into consideration due to some missing data. For all these reasons this study takes into consideration 41 Turkish Airports.

In efficiency analysis which used DEA method, it is important to identify the inputs and outputs of the DMU's. Efficiency results vary according to the selected input and output. Literature is examined carefully while determining the input and output. After the examination, number of check-in counters, number of baggage conveyors, number of gates which include bridges, number of runways, terminal size, number of employees and autopark capacity are set as inputs, while freight carried by international and domestic lines, number of passengers and number of commercial air traffic movement are set as outputs.

On this study DEAP 2.1 program is used to find efficiency score. This program is being used to find an efficiency score in many studies.

The results of DEA show that 19 airports work efficiently in Turkey. These efficient airports are İstanbul Atatürk Airport, Antalya Airport, Muğla-Dalaman Airport, Muğla Milas-Bodrum Airport, Adana Airport, Trabzon Airport, Ağrı Airport, Amasya Merzifon Airport, Diyarbakır Airport, Hatay Airport, Iğdır Airport, Kahramanmaraş Airport, Kayseri Airport, Mardin Airport, Muş Airport, Siirt Airport, Şırnak Şerafettin Elçi Airport, Tokat Airport ve Van Ferit Melen Airport. Other airports are operating inefficiently. The average efficiency score of airports was found as 0.726. The average efficiency score of inefficient airports is 0.490. Bursa Yenişehir Airport has the lowest efficiency score, which is 0.122.

After DEA, we try to create a model of neural networks. For this purpose firstly we define independent variables which will be in input layer. These variables are also used in DEA. Variables which used in DEA as input and outputs, used in ANN in input layer So in input layer set number of check-in counters, number of baggage conveyors, number of gates which include bridges, number of runways, terminal size, number of employees and autopark capacity ,freight carried by international and domestic lines, number of passengers and number of commercial air traffic movement.

Dependent variable is defined as an efficiency situation of an airport. Efficiency situation set in DEA. The airports which has 1 efficiency scores define as a efficient, which has efficiency score lower than 1 define as an inefficient.

In this study, multilayer perceptron model is used. This model has an easy architecture and algorithm. This models proven success in solving many problems in my fields.

Sigmoid function is selected as an activation function and Levenberg-Marquardt algorithm is used as a learning algorithm.

Neuro-Solutions for Excel software are used for training and testing the designed neural network system. The neural network software is run for different numbers of layers and neurons for to find optimum number of hidden layers and neurons. First, the training process was started with a network that has one hidden layer with one neuron. Then, it was repeated for increasing the number of neurons in the layer up to 6. This training process was also run for different numbers of hidden layers up to 2 and for different numbers of neurons in each hidden layers up to 6. 42 different structures was tested in order to obtain best network structure.

The selection of an ANN system depends on the value of mean square error. Best results was obtained from 2 hidden layer structure which has 5 neuron in the first layer and 6 neurons in the second layer. This structure tested by test groups which have 3 efficient and 3 inefficient airports. Model classified correctly all airports which are in the test group.

This model can be used for predicting efficiency of airports. Decision makers can test different scenarios or their own performance by using this structure.

1. GİRİŞ

Ulaştırma günümüzde insanoğlu için vazgeçilmez bir ihtiyaç haline gelmiştir. Ulaştırma ülkelerin gelişmesini sağlamış, bu sayede insanlar zenginlik ve refah sahibi olmuşlardır.

İnsanların uçmaya olan merakıyla başlayan havacılık özellikle 20. yüzyılın ikinci yarısından itibaren müthiş bir hızla gelişim kaydetmiş ve günümüzde en fazla tercih edilen taşıma yöntemlerinden biri olmuştur.

Günümüzde havayolu taşımacılığı milyonlarca insan tarafından kullanılmaktadır. ICAO'nun (International Civil Aviation Organization - Uluslararası Sivil Havacılık Örgütü) açıkladığı yıllık rapora göre 2013 yılında havayolu taşımacılığını kullanan insan sayısı 3,1 milyar olmuştur. Aynı sene içerisinde gerçekleşen uçuş sayısı ise 32 milyon'a ulaşmıştır. Yük taşımacılığında büyük bir gelişim kaydedilmiştir. 2013 yılında toplam taşınan yük miktarı 49,3 milyon ton olarak gerçekleşmiştir.

Özellikle son yıllarda Türkiye'deki havayolu taşımacılığındaki artış dünyadaki artış ortalamasının üzerine çıkmıştır. DHMİ'nin (Devlet Hava Meydanları İşletmesi) yayınladığı rakamlara göre 2004 yılında 45.057.371 olarak gerçekleşen yolcu trafiği, 2013 yılında yolcu trafiği 149,430.421 olarak gerçekleşmiştir. Uçak trafiği ise 449.493'den 1.223.795'e yükselmiştir. Aynı yıllar içerisinde yük trafiğinde de büyük bir gelişim sağlanmıştır. 2004 yılında 1,16 milyon ton olarak gerçekleşen yük trafiği, 2013 yılında 2,6 milyon ton seviyesine yükselmiştir.

Günümüzde her anlamda etkisini gösteren rekabet koşulları işletmelerin ve kurumların ne kadar etkin çalıştığı konusunu gündeme getirmiştir. Bu amaçla geçmişte ve günümüzde çeşitli işletme ve kurumlar hakkında (okul, hastane, banka, belediye vb.) etkinlik analizleri yapılmıştır. Havayolu ulaşımına son yıllarda hem devlet ve hem de özel sektör tarafından yeni havalimanı inşaatları, uçak filosu genişletme, yeni firmaların sektöre girişleri şeklinde yoğun bir yatırım söz konusudur. Havayolu ulaşımındaki bu gelişmeler havalimanlarının ne kadar etkin çalıştığı konusunu akıllara getirmiştir.

1.1 Tezin Amacı

Bu çalışmanın amacı; Türkiye’de yer alan havalimanlarının ne kadar etkin çalıştıklarını hesaplamak ve mevcut veya yeni açılacak havalimanlarının etkinliğinin tahmin edilebileceği bir Yapay Sinir Ağları (YSA) modeli geliştirmektir. Karar vericiler çeşitli senaryoları veya gerçek değerleri bu model üzerinde deneyebilecek ve havalimanlarının etkin çalışıp çalışmadığını tahmin edebileceklerdir.

1.2 Tez Planı

Çalışmanın ikinci bölümde havacılık sektörü ile ilgili genel bilgiler verilecektir. İlk olarak havacılığın dünyadaki gelişimi kısa olarak açıklanacak sonrasında da havacılığın Türkiye’deki gelişiminden bahsedilecektir. Bunun ardından istatistiksel veriler yardımıyla havacılığın günümüzdeki durumu aktarılacak ve gelecek tahminlerine yer verilecektir. Dünyadaki önemli havalimanları hakkında kısa bilgiler de bu bölümde yer alacaktır. Son olarak havacılığın Türkiye’deki durumu hakkında bilgilendirme yapılacaktır. Bu kısımda özellikle havalimanlarına ait bilgiler detaylandırılacaktır. Yolcu trafiği, yük trafiği ve uçuş trafiği açısından önemli havalimanları hakkında bilgiler verilecektir.

Üçüncü bölümde öncelikle etkinlik analizi tanımlanacak ve etkinlik analizlerinde kullanılan başlıca yöntemlerden oran analizi, parametrik ve parametrik olmayan yöntemler hakkında bilgi verilecektir.

Çalışmanın dördüncü bölümünde çalışma kapsamında yapılan literatür araştırmalarına yer verilecektir. Bu bölümün ilk kısmında havalimanları etkinliği ile ilgili literatürde yer alan dünyadaki ve Türkiye’deki yayınlardan bahsedilecektir. Bölümün ikinci kısmında ise Veri Zarflama Analizi (VZA) ve YSA’nın birlikte kullanıldığı çalışmalar hakkında bilgi verilecektir.

Beşinci bölümde çalışmada kullanılan metodlar hakkında kısa bilgiler verilecektir. VZA’nın kısa tanımı yapılacak ardından literatürde sıkça karşımıza çıkan VZA modelleri hakkında bilgi verilecektir. Yine aynı bölümde YSA’nın tanımı, yapısı, çalışma şekli, öğrenme ve bazı temel YSA mimarileri hakkında bilgi verilecektir.

Çalışmanın altıncı bölümü çalışmanın uygulama bölümü olacaktır. Bu bölümde öncelikle VZA yardımıyla Türkiye’deki havalimanlarının etkinliği hesaplanacaktır.

Bunun için ilk önce karar birimlerinin seçimi yapılacaktır. Sonrasında ise literatürde yer alan girdi ve çıktılar incelenerek çalışmada kullanılacak girdi ve çıktılara karar verilecektir. Ardından karar birimleri için VZA gerçekleştirilecek, etkin ve etkin olmayan karar birimleri belirtilecektir. Bunlara ait istatistiksel bilgilere de yer verilecektir. VZA uygulamasının son kısmında etkin olmayan karar birimleri için hedef değerler ve referans kümeleri belirtilecektir. VZA çalışmasının ardından YSA modeli oluşturulacaktır. YSA modelinde girdi katmanında kullanılacak değişkenler VZA’da kullanılacak girdi ve çıktı değişkenleri olacaktır. YSA’da çıktı katmanında kullanılacak değişken ise VZA’dan elde edilen etkinlik sonucu olacaktır. YSA yapısı kurulurken çeşitli katman ve nöron sayıları denenerek en uygun sonuçlara sahip yapı seçilecektir. Bulunan yapı eğitim kümesinin içerisine dahil edilmemiş veri kümesi yardımıyla test edilecektir. Test işlemi sonuçları hakkında bilgi verilecektir.

En son bölümde ise söz konusu çalışma değerlendirilerek, ileride yapılabilecek çalışmalar hakkında öneriler sunulacaktır.

2. HAVACILIK SEKTÖRÜ

2.1 Dünya Havacılık Tarihi

İnsanoğlu varolduğundan beri çevresindeki canlıları ve olayları gözlemlemiştir. Bu olayları ve canlıları açıklamaya çalışmıştır. Bu duruma verilebilecek en önemli örneklerden biride uçmaktır. İnsanoğlu çevresindeki kuşlara özenmiş ve uçmak istemiştir. Bu istek Perseus ve İkarus gibi efsaneler bile yaratmıştır. Tarih boyunca birçok insan uçmak için çeşitli yöntemler geliştirmiştir. Fakat bunların birçoğu başarısızlık ile sonuçlanmıştır [1].

18. yüzyılın sonlarında balonla uçuş denemeleri yapılmaya başlanmıştır. Balonla uçuş temel olarak bir cismin havaya yükselebilmesi için havadan daha hafif olması gerektiği düşüncesine dayanmaktadır. Sıcak havanın soğuk havadan daha hafif olduğuna ilişkin buluşu ilk olarak uygulamaya koyan ve aynı zamanda balonun mucidi olan Fransız Etienne ve Joseph Montgolfier kardeşler olmuştur. Montgolfier kardeşler, ipek bir balonu sıcak havayla doldurmuşlar ve bu sayede balonu yükseltmeyi başarmışlardır. Bununla ilgili birçok deney gerçekleştirmişlerdir. 5 Haziran 1783'te ilk sıcak hava balonunu uçurmayı başarmışlardır. Bu uçuşu ise balonla yapılan diğer farklı uçuşlar takip etmiştir. Balonlar ile benzer çalışma prensibine sahip olan zeplinler bir dönem oldukça popüler olmuştur. Askeri ve ticari amaçla kullanılmışlardır. Fakat 6 Mayıs 1937 tarihinde ABD'nin New Jersey eyaletinde gerçekleşen Hindenburg faciası sonrası zeplinler önemini tamamen yitirmiştir [2].

Havadan hafif olma prensibi ile çalışan araçların yavaş olması, kontrolünün zor olması ve güvenli uçuş sağlayamamaları yeni uçuş yöntemlerinin araştırılması sonucunu doğurmuştur. Havadan daha ağır taşıtların havada kalabileceği fikri ortaya atılmış ve çeşitli şekillerde uygulanmaya çalışılmıştır. Özellikle 20. yüzyılın başında modern uçakların atası kabul edilebilecek tasarımlar ile birçok uçuş denemesi yapılmıştır. Havacılık tarihinde başarılı ilk motorlu uçuş ABD'nin Kuzey Karolina eyaletinde Orville ve Wilbur Wright kardeşler tarafından 17 Aralık 1903 tarihinde gerçekleştirilmiştir. İlk uçuşları 12 saniye sürmüş ve yaklaşık olarak 37 metre mesafe

kaydedebilmişlerdir. Aynı gün birkaç deneme daha yapmışlar ve süreyi 59 saniyeye uzaklığı ise 260 metreye çıkarabilmişlerdir. Bu tarihten itibaren Benoist, Bleriot, Burgess, Cornu, Curtiss, De havilland, Delagrang, Dumont, Fabre, Farman, Junkers, Skorsky, Lavavsseur, Vuia ve Wright kardeşler tarafından öncü uçak tasarımları oluşturulmuştur ve ardarda uçuş süresi ve mesafeleriyle ilgili rekorlar kırılmıştır [1,2].

Uçuş sürelerinin ve uçuş mesafelerinin artması uçakların askeri amaçlar için de kullanılmasını gündeme getirmiştir. 1909 yılında ABD savaş bakanlığının aldığı bir karar ile birlikte uçaklar ilk kez orduda kullanılmaya başlanmıştır [2]. Bu tarihten itibaren devletler uçakların özellikle orduda kullanılması için yatırımlarını arttırmışlar; yatırımların artması da daha iyi uçakların geliştirilmesinin önünü açmıştır. Uçakların askeri amaçla kullanılması sayesinde havacılık endüstri çok hızlı bir şekilde gelişmiştir. Uçakların savaş aracı olarak kullanılmaya başlanması ise 1911-1912 yılları arasında gerçekleşen Trablusgarp Savaşında olmuştur. 23 Ekim 1911 tarihinde havalanan İtalya'ya ait uçak Osmanlı mevzilerine bir keşif uçuşu gerçekleştirmiştir. 1 Kasım 1911 tarihinde ise yine İtalya'ya ait uçak Libya'daki Osmanlı kuvvetlerine karşı bir hava saldırısı düzenlemiş ve bu saldırı ilk hava saldırısı olarak tarihe geçmiştir [3]. Uçakların ticari anlamda ilk kez kullanılması 1 Ocak 1914 tarihinde ABD'nin Florida eyaletindeki St. Petersburg ve Tampa yerleşim birimleri arasında gerçekleşmiştir [4].

Yine bu yıllarda günümüzde halen işletmede olan ticari havalimanları yapımına başlanmıştır. En eski ticari havalimanları 1911 yılında kurulan Hamburg Havalimanı, 1913 Yılında kurulan Bremen Havalimanı, 1919 yılında kurulan Ernesto Cortissoz Uluslararası havalimanı, 1920 yılında kurulan Amsterdam Havalimanı ve 1920 yılında kurulan Sidney Havalimanlarıdır [4].

Birinci Dünya Savaşı birçok açıdan yıkıma sebep olduysada özellikle havacılığın gelişiminde önemli bir yer tutmaktadır. Hava üstünlüğünün savaşlarda oldukça önemli olduğunun anlaşılması devletlerinin savaş uçaklarının gelişmesine ve üretilmesine daha çok fon ayırmalarını sağlamıştır. Bu sayede havacılık oldukça hızlı bir şekilde gelişmiştir.

Savaş sonrası dönem yani 1919-1939 yılları arası ise havacılığın altın yılları olarak adlandırılmaktadır. Havacılar arasındaki yarış havası yeniden hareketlenmiştir.

Okyanuslar üzerinden uçmak ve kıtalar arası mesafeler kaydetmek pilotların hedefleri haline gelmiştir. Gün geçtikçe daha uzun mesafeleri daha kısa sürede geçmeyi başarmışlardır. Bu süre zarfında uçak tasarımlarına da önem verilmiştir. Uçaklarda ahşap kirişler ve kumaş yerine alüminyum alaşımları ve magnezyum gibi hafif metal türleri yer almıştır. Jet motoru çalışmalarına başlanmıştır. Çeşitli ülkelerde havacılık kulüpleri, pilot okulları ve yarışmalar düzenlenmiştir [1,2].

1919-1939 yılları arasının havacılığın altın yılları olarak adlandırılmasının en önemli sebebi ise uçağın ticari amaçla kullanımının artmış olmasıdır. Bu dönemde ekonomik ve siyasi güç yarışına giren devletler bu çekişmelerini ticari havacılık alanında göstermişlerdir. Bir çok ülkede hava posta servisleri ve tarifeli uçuşlar başlamıştır. Bir çok yerde de havalimanları yapımına hız verilmiştir.

Günümüzdeki yolcu uçaklarının atalarıysa 1933-1934 yıllarında ortaya çıkmıştır. Aerodinamik profile sahip, gövdesi tümüyle metalden yapılmış, hızlı ve rahat uçaklar hizmete girmiştir. ABD'nin ve Avrupa'nın önde gelen havacılık şirketleri uzun yıllar filolarını bu uçaklardan oluşturmuşlardır. 1950'lerde geliştirilen jet uçakları sefere sokulana değin bu uçaklar standart yolcu uçağı olarak kalmıştır. 1939-1945 yılları arasında yaşanan 2. Dünya Savaşı, uçakların daha çok askeri alanda gelişmesine sebep olmuştur. Bu dönemde geliştirilen sistemler ve uçaklar savaş sonrasında sivil havacılıkta kullanılmaya başlanmıştır [1,2].

Savaş sonrası havacılık ile ilgili aralarında Türkiye'nin de üye ülke olarak yer aldığı birçok uluslararası kuruluş oluşturulmuştur. Bu uluslararası kuruluşlara temeli 1944 yılında Chicago Konvansiyonu ile atılan 1947 yılında kurulumu tamamlanan Uluslararası Sivil Havacılık Örgütü (International Civil Aviation Organization – ICAO), 1945 yılında kurulan Uluslararası Hava Taşımacılığı Birliği (International Air Transport Association – IATA), 1955 yılında kurulan Avrupa Sivil Havacılık Konferansı (European Civil Aviation Conference – ECAC) ve 1991 yılında kurulan Uluslararası Havalimanları Konseyi (Airports Council International - ACI) örnek olarak verilebilir.

1949 yılında prototipi geliştirilen de Havilland DH 106 Comet ilk ticari jet uçağı olmuştur. Bu prototip seri üretime geçirilerek 1952 yılında ticari uçuşlara başlamıştır. Diğer uçak üreticisi firmalarda ticari jet uçakları tasarımına ve üretimine hız vermişlerdir. Jet uçaklarının ticari havacılıkta kullanılması sonrasında havayolu

taşımacılığı çok büyük bir gelişim göstermiştir. Bu tarihten itibaren uçak üreticileri uçakların yolcu kapasitesini arttırmayı amaçlamışlardır. 1970 yılında ise ilk geniş gövdeli uçaklar hizmet vermeye başlamıştır. Bu uçaklar sayesinde aynı uçakta daha çok insanın taşınması sağlanmış, uçuşlar daha ekonomik hale gelmiştir. 1976 yılında ses hızından daha hızlı gidebilen Concorde uçakları ticari havacılıkta kullanılmaya başlanmıştır [4]. Tüm bu gelişmeler ile hava yolu ulaşımı; güvenilir, hızlı ve konforlu olması sebebiyle bugün bütün dünyada kullanılan en popüler ulaşım araçlarından biri olmuştur

2.2 Türk Havacılık Tarihi

Türklerin havacılık ile ilgili ilk başarılı deneyimi 1600'lü yıllara dayanmaktadır. Evliya Çelebi'nin Seyahatnamesi'nde aktardığı bilgilere göre ilk başarılı uçuş deneyimi Hezarfen Ahmet Çelebi tarafından gerçekleştirilmiştir. Hezarfen Ahmet Çelebi kendi yapmış olduğu kanatlarla Galata Kulesi'nden Üsküdar'daki Doğancılar'a kadar olan mesafeyi uçarak geçmiştir. Yine bu seyahatname'de geçen bir diğer uçuş deneyimi ise Lagari Hasan Çelebi tarafından gerçekleştirilmiştir. 1633 yılında kendi icadı olan 64 kilogram'lık barut ile çalışan, yedi kollu roketle Sarayburnu açıklarında göğe yükselmiş ve yine kendi yapmış olduğu ilkel paraşütle denize inmeyi başarmıştır [3].

18. Yüzyılda dünyada olduğu gibi Osmanlı Devleti'nde de balonculuk yer edinmiştir. 19. Yüzyılda da çeşitli planör denemeleri gerçekleştirilmiştir. 20. yüzyılın savaşlarla başlaması dünya havacılığına hareket kazandırmıştır. Osmanlı Devleti de bu hareketten etkilenmiştir. Osmanlı Devleti'nde bilinen ilk uçak uçuşları 1909 yılında Belçikalı Baron de Carters ve Fransız Louis Bleriot tarafından gerçekleştirilmiştir. 1911-1912 yılları arasında gerçekleşen Osmanlı – İtalya savaşlarında uçakların savaş aracı olarak kullanılmasıyla havacılığın önemi anlaşılmış ve bu yönde yatırımlar yapılmıştır. 1912 yılında ilk uçaklar alınmıştır. İstanbul-Yeşilköy'ün kuzeyinde hava meydanı ve uçuş okulu yeri saptanarak hangar yapımına başlanmıştır. Yine 1912 yılında Fesa Bey Osmanlı Topraklarında uçak kullanan ilk Türk pilot olmuştur. 1914 yılında ilk hava postası taşınmıştır ve ticari havacılık bu şekilde başlamıştır [1,3,5].

Osmanlı ordusu I. Dünya Savaşı'nda uçak ve balonları çeşitli cephelerde kullanmışlardır. Kurtuluş Savaşı'nda da I. Dünya Savaşı'ndaki

cephelerden gelen farklı uçak parçaları birleştirilmiş ve bu uçaklar çeşitli görevler için kullanılmıştır [2].

Türkiye Cumhuriyeti'nin kurulmasından itibaren havacılığa önem verilmiştir. Cumhuriyetin ilk yıllarında havacılık; sivil havacılık ve havacılık sanayii olmak üzere iki koldan geliştirilmeye çalışılmıştır. 16 Şubat 1925'te Atatürk'ün emriyle, daha sonra Türk Hava Kurumu (THK) adını alacak olan, Türk Tayyare Cemiyeti kurulmuştur. Türk Hava Kurumu (THK) planörcülük, motorlu tayyarecilik, paraşütçülük ve modelcilik dallarında kamplar, eğitim tesisleri, yarışma vb. faaliyetlerle Türkiye'de sivil havacılığın gelişmesinde önemli rol oynamıştır [5].

Türkiye Cumhuriyeti'nin kurulmasının ardında birçok bölgede havacılık ile ilgili yatırım yapılmıştır. Devlet tarafından çeşitli yerlerde montaj, imalat ve bakım atölyeleri ile fabrikaları kurulmuştur. Dönemin havacılık politikası doğrultusunda 1925 yılında Tayyare Otomobil ve Motor Türk Anonim Şirketi (TOMTAŞ) kurulmuştur. Alman Junkers firması ve Türk Tayyare Cemiyeti'nin ortak girişimi olan bu şirket için Kayseri'de ve Eskişehir'de tesisler kurulmuştur. Kayseri'deki tesis 1932 yılında Kayseri Teyyare Fabrikası adını almıştır. Bu tesiste birçok uçak ve planör imal edilmiştir. II. Dünya Savaşı'ndan sonra başlayan Amerikan yardımı sebebiyle uçak üretimi durduğundan yeni projeler devreye konulamamış, tesisler uçak bakım ve onarımı amacıyla 1950'de Kayseri Hava İkmal ve Bakım Merkezi adını almıştır. Eskişehir'de ki uçak fabrikası ise 1926 yılında açılmıştır. MMW-1 tipi eğitim uçağının üzerinde çalışılmış fakat uçuş testleri tamamlanamadan proje yarıda kesilmiştir. Eskişehir fabrikası, uçak bakım faaliyetlerine 1960'lı yıllardan sonra jet uçak ve motorlarının bakımlarını üstlenerek devam etmiştir [5].

Cumhuriyetin ilanı sonrası kurulan bir diğer tesiste THK Etimesgut Uçak Fabrikası'dır. Bu tesiste çeşitli uçak tasarımları ve üretimleri gerçekleştirilmiştir. THK uçak motoru fabrikası ise 1944 yılında Gazi Orman Çiftliği'nde kurulmuştur [5].

Yine aynı dönemde kamu yatırımları dışında özel sektör tarafından da havacılık alanına çeşitli yatırımlar yapılmıştır. Havacılıkta ilk özel teşebbüs Vecihi Hürkuş tarafından gerçekleştirilmiştir. Vecihi Hürkuş çeşitli bölgelerde uçaklar tasarlamış ve üretmiştir. 1930'lu yıllarda bir sivil havacılık okulu açmıştır. Havacılık alanında yatırım yapan bir diğer kişi ise Nuri Demirağ'dır. Nuri Demirağ İstanbul Beşiktaş'da

ve Sivas Divriği’de uçak fabrikası yaptırmış ve İstanbul - Yeşilköy’de de bir pilot okulu açmıştır. Fabrikasında eğitim uçakları ve "Nu D.38" olarak adlandırılan yolcu uçağını tasarlamış ve imal etmiştir. Bu uçağın ilk deneme uçuşunu 11 Şubat 1944’de yapmış ve 26 Mayıs 1944 gününde İstanbul'dan Ankara'ya uçmuştur. Fakat çeşitli engellemeler yüzünden Nuri Demirağ 1946'dan sonra bu konudaki çalışmalarını tamamen terk etmiştir [1,5].

II.Dünya Savaşı sonrasında; 1948-1952 yılları arasında ABD hükümetinin, Marshall planı adı altında uyguladığı ekonomik yardım çerçevesinde Türkiye’ye uçak ve motor vermesi THK Uçak ve Motor Fabrikaları’nın üretim faaliyetlerini sekteye uğratmıştır [5].

1933 yılında kurulan Havayolları Devlet İşletme İdaresi (HDİİ), Türkiye’de sivil havayolları kurmak ve bu yolda taşıma yapmak üzere görevlendirilmiştir. Bu işletme kurulduğunda filosunda toplam koltuk kapasitesi 28 olan 5 küçük uçağa sahiptir. Yıllar geçtikçe gelişen bu işletme 1947 Ankara-İstanbul-Atina uçuşu ile ilk yurtdışı seferini yapmıştır. 1938 yılında Devlet Hava Yolları Umum Müdürlüğü adını alan HDİİ; 1955 yılında Türk Hava Yolları (THY) adını almıştır. 1967 yılında ilk yurtdışı jet seferi Ankara-İstanbul-Brüksel olarak gerçekleştirilmiştir [6].

Cumhuriyetin ilk yıllarında havalimanlarına da oldukça önem verilmiştir. İstanbul, İzmir, Ankara, Eskişehir, Adana ve Diyarbakır’da havalimanları yapılmıştır [1]. II. Dünya savaşı sonrasında 1950’li yıllar hem eldeki uçakların modernizasyonu hemde yeni havalimanları yapım yılları olmuştur. ABD, Marshall Planı kapsamında uçak modernizasyonu ve havalimanları yapımı için 1950-1951 yıllarında 147,5 milyon dolarlık yardım yapmıştır [7].

1955 yılına kadar hava meydanı ve uçak işletmeciliği bir kuruluş tarafından yürütülmüştür. Fakat sivil havacılıktaki gelişmeler bu iki hizmetin farklı kuruluşlar tarafından yerine getirilmesine sebep olmuştur. Uçak işletmeciliği 21 Mayıs 1955 tarihinde 6623 sayılı kanunla THY anonim ortaklığı’na devredilmiştir. Hava meydanı işletmeciliği ve yer hizmetleriyle hava seyrüsefer, hava trafik kontrol ve muhabere hizmetleri; 28 Şubat 1956 tarihinde 6686 sayılı kanunla tüzel kişiliğe sahip, katma bütçeli Devlet Hava Meydanları İşletmesi Genel Müdürlüğü’ne devredilmiştir [8].

1980’li yıllara kadar dünyaya göre nisbeten daha durağan bir görüntü çizen Türk havacılık sektörü, liberalizasyon süreci sonrasında gelişim göstermiştir. 1983 yılında havayollarında rekabeti arttırmak amacıyla 2920 sayılı kanun çıkarılmıştır. Bu sayede birçok havayolu şirketi pazara giriş yapmıştır. Bunun yanında 16 askeri havalimanı sivil havacılığa açılmış ve bu sayede havalimanı sayısı arttırılmıştır. Dünyada ki gelişmeler, devlet ve özel sektör yatırımları sayesinde Türk havacılık sektörü bugünkü haline gelmiştir [8].

2.3 Dünyada Havacılık ile İlgili Veriler

Özellikle 20. yüzyılın ikinci yarısından itibaren havayolu taşımacılığı bütün dünyada popüler bir ulaşım aracı olmuştur. Uçak ile yolcu taşımacılığına talep artmıştır. Bu talep artışı hava taşımacılığının gelişmesini sağlamıştır. Tüm dünyada hem kamu, hem de özel sektör aracılığıyla havayolu taşımacılığına yatırımlar hızlanmıştır. Daha büyük ve daha hızlı uçaklar tasarlanmış, birçok bölgeye yeni havalimanları yapılmıştır. Yeni havalimanlarının yapılması yeni uçuşların oluşturulmasını beraberinde getirmiştir.

2.3.1 Dünya’da havacılık ile ilgili genel veriler

2013 yılı içerisinde dünyada taşınan yolcu sayısı 3,1 milyar olarak gerçekleşmiştir. Bu rakam 2004 yılında ise 1,9 milyardır. Bu dönem içerisinde hava yoluyla taşınan yolcu sayısı % 56,8 oranında artmıştır. Bu dönem içerisindeki ortalama artış miktarı ise yıllık % 5,1 olarak gerçekleşmiştir. Yine aynı yıllarda taşınan yük miktarı 2004 yılındaki 36,2 milyon ton değerinden, 2013 yılındaki 49,3 milyon ton değerine yükselmiştir. Taşınan yük miktarındaki artış oranı da % 36,18 olmuştur. 2004-2013 yılları arasında taşınan yük miktarındaki yıllık ortalama artış ise % 3,5 olarak gerçekleşmiştir. Çizelge 2.1’de 2004-2013 yılları arasında gerçekleşen yolcu sayısı ve yük miktarı ile ilgili veriler mevcuttur [9].

İç hat ve dış hat uçuşlarının dikkate alındığı yolcu*kilometre ölçeğine göre Asya-Pasifik bölgesi dünya hava trafiğinin %31’ini oluşturarak bu alanda en büyük bölge olmuştur. Bu bölgedeki yolcu trafiği bir önceki yıla göre % 7,7 artmıştır. Avrupa %27 ile ikinci sırayı almıştır ve bir önceki yıla göre %4,6’lık bir büyüme gerçekleşmiştir. Kuzey Amerika bölgesi % 26 ile üçüncü sırayı almış ve bir önceki yıla göre %2’lik bir artış sağlanmıştır. Ortadoğu bölgesi en yüksek gelişimi gösteren

bölge olarak dikkat çekmiştir. 2013 yılında bir önceki yıla göre gerçekleşen artış %11,2 olmuş ve toplam trafiğin %9 bu bölgede gerçekleşmiştir. Latin Amerika ve Karayip bölgesi toplam trafiğin %5'ini oluşturmuş ve % 6,7'lik artış yaşanmıştır. Geriye kalan %2'lik trafik ise Afrika bölgesinde gerçekleşmiştir. Bu bölgedeki artış % 4,4 olarak gerçekleşmiştir [9].

Çizelge 2.1 : 2004-2013 yıllarında gerçekleşen yolcu sayısı ve yük miktarı.

Yıl	Yolcu Sayısı (Milyon)	Yıllık Artış (%)	Yük Miktarı (Milyon Ton)	Yıllık Artış (%)
2004	1.979	11,6	36,2	9,6
2005	2.119	7,1	37,1	2,5
2006	2.238	5,6	39,4	6,2
2007	2.434	8,8	41,9	6,2
2008	2.470	1,5	40,5	-3,2
2009	2.461	-0,4	40,2	-0,8
2010	2.675	8,7	47,9	19,2
2011	2.838	6,1	48,9	2,2
2012	2.970	4,6	48,2	-1,4
2013	3.103	4,5	49,3	2,3

*ICAO 2013 yılı raporundan alınmıştır [9].

2013 yılında hava yolu ile yük taşımacılığı yük tonu*kilometre ölçeğine göre %0,4 oranında ufak bir artış göstermiştir. Yük tonu*kilometre ölçeğine göre Ortadoğu bölgesindeki artış çift haneli rakamlara ulaşmıştır. Afrika bölgesinde %4, Latin Amerika-Karayip bölgesinde %2,7 gelişim göstermiştir. Asya-Pasifik bölgesinde %0,2'lik artış, Avrupa bölgesinde ise %0,1'lik bir azalış meydana gelmiştir. Bu bölgelerde yük taşımacılığı bir önceki yıla göre çok büyük değişikliklere uğramamıştır. Kuzey Amerika bölgesinde ise %4,9 oranında bir azalma meydana gelmiştir. Toplam yük tonu*kilometre ölçeğine göre dünya trafiğinin %32,8'i Asya-Pasifik, %26,1'i Avrupa, %24,5'i Kuzey Amerika, %9,7'si Ortadoğu, % 4,7'si Latin Amerika-Karayip, %2,3'ü ise Afrika bölgelerinde gerçekleşmiştir [9].

2013 yılında toplam uçuş sayısı ise tüm dünyada %1,2 artış göstererek 32 milyonu aşmıştır. Yolcu trafiğindeki yüksek artışa rağmen uçuş sayısındaki bu küçük artış kapasite kullanım oranlarındaki artış ile rahatlıkla açıklanabilmektedir. Bu yıl içerisinde havayolları, operasyonlarını diğer yıllara oranla daha etkin kullanmışlardır. Hava yolu taşımacılığı ile ilgili bazı bölgesel veriler Çizelge 2.2'de verilmiştir.

Çizelge 2.2 : 2004-2013 yıllarındaki bölgesel veriler.

İstatistik Bölgeleri	Uçuş Mesafesi (Milyon Km)	Uçuş Sayısı (Bin)	Yolcu Sayısı (Bin)	Yolcu*Km (Milyon)	Yolcu Kapasitesi Kullanım Oranı (%)	Ton*Km		Ton*Km Kapasitesi (Milyon)	Yük Kapasitesi Kullanım Oranı (%)
						Yük (Milyon)	Toplam (Milyon)		
Avrupa	10.354	7.860	816.920	1.555.751	80	41.521	189.152	266.286	71
Yüzde	24,6	24,5	26,3	26,9		22,4	26,1	24,6	
Afrika	1.175	919	72.535	134.086	69	3.108	16.376	27.563	59
Yüzde	2,8	2,9	2,3	2,3		1,7	2,3	2,5	
Orta Doğu	2.625	1.132	160.721	500.172	77	22.559	70.341	110.589	64
Yüzde	6,3	3,5	5,2	8,7		12,2	9,7	10,2	
Asya ve Pasifik	11.920	8.559	1.008.424	1.784.509	78	74.049	237.456	345.574	69
Yüzde	28,4	26,7	32,5	30,9		39,9	32,8	31,9	
Kuzey Amerika	13.311	10.997	814.623	1.505.156	83	39.053	177.142	280.612	63
Yüzde	31,7	34,3	26,3	26,0		21,0	24,5	25,9	
Latin Amerika ve Karayip	2.619	2.559	229.702	302.501	77	5.335	33.882	52.849	64
Yüzde	6,2	8,0	7,4	5,2		2,9	4,7	4,9	
Toplam	42.005	32.025	3.102.926	5.782.174	79	185.626	724.350	1.083.472	67

*ICAO 2013 yılı raporundan alınmıştır [9].

2.3.2 Havayolu şirketlerine ait genel veriler

ICAO tahminlerine göre havayollarının operasyonel gelirleri %3,5 oranında artmıştır. ICAO üye ülkelerinde ait ticari uçak sayısı 2004 yılında 19.650 iken 2013 yılında 25.954'e yükselmiştir. Ticari uçak sayılarına ait bilgiler Çizelge 2.3'de verilmiştir [9].

Çizelge 2.3 : 2004-2013 yıllarındaki ticari uçak sayısı.

Yıl	Turbojet		Turboprop		Toplam Uçak Sayısı
	Sayı	Yüzde (%)	Sayı	Yüzde (%)	
2004	16.757	85,3	2893	14,7	19.650
2005	17.485	85,9	2871	14,1	20.356
2006	18.176	86,4	2861	13,6	21.037
2007	18.926	86,8	2883	13,2	21.809
2008	19.650	87,1	2902	12,9	22.552
2009	20.332	87,4	2932	12,6	23.264
2010	20.904	87,5	2976	12,5	23.880
2011	21.543	87,7	3009	12,3	24.552
2012	22.255	88,1	2997	11,9	25.252
2013	22.893	88,2	3061	11,8	25.954

*ICAO 2013 yılı raporundan alınmıştır [9].

Havayolları tarafından koltuk*kilometre ölçeğinde sağlanan kapasite %4,8 artış göstermiştir. Kapasite artışı en düşük %1,7 ile Kuzey Amerika bölgesinde gerçekleşirken, en yüksek %11,7 ile Ortadoğu bölgesinde gerçekleşmiştir. Kapasite kullanım oranında ise %0,5 artış sağlanarak %79,4'e yükselmiştir. En yüksek kapasite kullanım oranına %83 ile Kuzey Amerika sahip olurken, en düşük kapasite kullanım oranı ise %69 ile Afrika bölgesinde gerçekleşmiştir [9].

2.3.3 Dünya'daki havalimanlarına ait genel veriler

2013 yılında yolcu sayısındaki % 1,1'lik azalışa rağmen 94,4 milyon yolcu sayısı ile Atlanta Havalimanı en çok yolcuya hizmet veren havalimanı olmuştur. Pekin havalimanı 83,7 milyon yolcu sayısı ile ikinci, Londra Heathrow havalimanı ise 72,3 milyon yolcu sayısı ile üçüncü sırada yer almıştır. Dünya'daki yoğun havalimanları arasında yolcu sayısında en büyük artış gösteren havalimanları ise Dubai Uluslararası Havalimanı, İstanbul Atatürk Havalimanı ve Kuala Lumpur havalimanı olmuştur. Bu havalimanlarındaki yolcu sayısındaki artış çift haneli rakamlara ulaşmıştır [10].

2013 yılında en fazla uçuşun gerçekleştiği havalimanı ise 911 bin uçuş ile Atlanta Havalimanı olmuştur. Bu havalimanını 883 bin ile Chicago O'Hare havalimanı takip etmiştir. Dallas-Fort Worth Havalimanı ise 678 bin ile üçüncü sırada yer almıştır [10].

2.3.4 Dünya havacılığı ile ilgili gelecek tahminleri

Global hava trafiği 1977 yılından bu yana her 15 yılda bir kendini 2'ye katlamaktadır. 2013 yılında 3,1 milyar olarak gerçekleşen yolcu sayısının 2030 yılında 6 milyara ulaşacağı tahmin edilmektedir. Uçuş sayısının ise 2013 yılındaki 32 milyondan 2030 yılında 60 milyona ulaşacağı tahmin edilmektedir [9].

Uçak imalatçıları uçak sayısının mevcut uçak filolarının 2/3'ünün yenilenerek yaklaşık 2 katına çıkacağını tahmin etmektedirler. Hava trafik ekseninin batıdan doğuya doğru kaymaya devam edeceği ve özellikle Asya-Pasifik bölgesinde önemli artışlar yaşanacağı belirtilmektedir [11].

2.4 Türkiye'de Havacılık ile İlgili Veriler

Dünya'da özellikle 1960'lı yıllar ile birlikte müthiş bir hızla gelişen havayolu taşımacılığı Türkiye'de aynı hızda gelişmemiştir. Türkiye'deki havayolu ulaşımındaki gelişim özellikle 1980'li yıllarda gerçekleşen liberalizasyon süreci sonucunda olmuştur. Başarılı bir liberalizasyon süreci sonrasında özel sektör hava yolu taşımacılığına sektörüne giriş yapmıştır. Artan rekabet ortamı ve Dünya'da yaşanan gelişmeler sayesinde Türkiye'deki hava yolu taşımacılığı bugünkü haline gelmiştir.

2.4.1 Türkiye'de havacılık ile ilgili genel veriler

2004 yılı verilerine göre iç ve dış hatlarda taşınan toplam yolcu sayısı 45.057.371 olarak gerçekleşmiştir. 2013 yılında ise yolcu sayısı 149.430.421'e yükselmiştir. Aynı dönemde dünyada % 56,8 olarak gerçekleşen artış, Türkiye'de ise % 231,6 olarak gerçekleşmiştir. Türkiye'de yıllık ortalama artış miktarı ise %14,2 olarak gerçekleşmiştir [12]. Türkiye'de devlet tarafından havayolu taşımacılığına yapılan yatırımlardaki artış, özel sektörün piyasaya dahil olması ve bu sayede daha rekabetçi bir yapı oluşması, Türkiye'deki turizm yatırımlarındaki artış bu sayede hem iç hemde dış turizmin gelişmesi ve gün geçtikçe artan ulaşım ihtiyacı dünyadaki artış

yüzdesine göre oldukça yüksek bir artışın gerçekleşmesinin sebepleri olarak gösterilebilir.

Yine aynı yıllar içerisinde taşınan yük miktarında da büyük bir artış meydana gelmiştir. 2004 yılında 1,16 milyon ton seviyesinde gerçekleşen toplam taşınan yük miktarı 2013 yılında 2,6 milyon ton olarak gerçekleşmiştir. Bu alanda da artış miktarı % 123 olmuştur. Yıllık ortalama artış miktarı ise %9,3 olarak gerçekleşmiştir [12].

Toplam uçuş sayısı değerlerine bakıldığında ise 2004 yılında 449.493 olarak gerçekleşen bu değer, 2008 yılında 741.765, 2013 yılında ise 1.223.795 olarak gerçekleşmiştir. Uçuş sayısındaki artış miktarı % 172 olarak gerçekleşmiştir. Yıllık ortalama artış %11,8 olmuştur [12]. Çizelge 2.4’de yıllara göre Türkiye’de gerçekleşen yolcu sayısı, toplam yük miktarı ve uçuş sayısı bilgileri verilmiştir.

Çizelge 2.4 : 2004-2013 Türkiye’de gerçekleşen havayolu taşımacılığı istatistikleri.

Yıl	Yolcu Sayısı	Yıllık Artış (%)	Yük Miktarı (Ton)	Yıllık Artış (%)	Toplam Uçuş Sayısı	Yıllık Artış (%)
2004	45.057.371	30,81	1.164.349	20,77	449.493	19,87
2005	55.572.426	23,34	1.304.241	12,01	551.980	22,80
2006	61.655.659	10,95	1.360.550	4,32	627.401	13,66
2007	70.296.532	14,01	1.546.184	13,64	688.588	9,75
2008	79.438.289	13,00	1.644.014	6,33	741.765	7,72
2009	85.508.508	7,64	1.726.345	5,01	788.469	6,30
2010	102.800.392	20,22	2.021.076	17,07	917.461	16,36
2011	117.620.469	14,42	2.249.473	11,30	1.041.489	13,52
2012	130.351.620	10,82	2.249.133	-0,02	1.093.047	4,95
2013	149.430.421	14,64	2.595.317	15,39	1.223.795	11,96

*SHGM 2013 yılı faaliyet raporundan alınan bilgiler ile hazırlanmıştır [12].

2.4.2 Türkiye’deki havayolu şirketlerine ait genel veriler

Türkiye’de havacılık sektöründe 13 havayolu şirketi faaliyet göstermektedir. Bunlardan 4’ü kargo taşımacılığında hizmet vermektedir. 2013 yılında havayolu şirketlerine ait uçak sayısı 385 adet olup bunların 30 tanesi kargo uçağıdır. Havayolu şirketlerine ait toplam koltuk kapasitesi 66.639, kargo uçakları için yük kapasitesi de 1.639 ton’dur [12]. Yıllara göre havayolu şirketlerine ait filo büyüklüğü ve koltuk kapasitesine ait bilgiler Çizelge 2.5’de verilmiştir.

Çizelge 2.5 : 2004-2013 yılları arasındaki uçak sayısı ve koltuk kapasitesi verileri.

Yıl	Uçak Sayısı	Yıllık Artış (%)	Koltuk Kapasitesi	Yıllık Artış (%)
2004	202	24,69	34.403	24,65
2005	240	18,81	39.903	15,99
2006	259	7,92	40.185	0,71
2007	250	-3,47	42.335	5,35
2008	270	8,00	43.524	2,81
2009	297	10,00	47.972	10,22
2010	349	17,51	55.662	16,03
2011	346	-0,86	56.638	1,75
2012	370	6,94	65.208	15,13
2013	385	4,05	66.639	2,19

*SHGM 2013 yılı faaliyet raporundan alınan bilgiler ile hazırlanmıştır [12].

2013 yılında Türkiye’de düzenlenen iç hat seferleri 6 havayolu şirketi aracılığı ile 52 noktaya yapılmaktadır. Dış hat seferleride 107 ülkedeki 236 noktaya gerçekleştirilmektedir. Ulaştırma bakanlığının yayınladığı rakamlara göre ulaştırma sektöründe çalışan insan sayısı 2013 yılında 180.000’i aşmıştır. Sektör cirosu ise 23,8 milyar dolar seviyesinde gerçekleşmiştir [13].

2.4.3 Türkiye’deki havalimanlarına ait genel veriler

1980 yılında Türkiye’de hizmet veren havalimanı sayısı 18 iken, bu rakam 2000 yılında 36’ya 2013 yılında ise 52’ye yükselmiştir. Bu havalimanlarından 19 tanesi sivil ve askeri müşterek kullanımdadır. 52 havalimanından 47 tanesi DHMİ, 3 havalimanı DHMİ denetimi ve gözetimindeki özel şirket, 2 havalimanı ise kamu/özel şirket işletimindedir. Yine 52 havalimanından 38 tanesi iç ve dış hat’a hizmet verirken 14 tanesi sadece iç hatta hizmet vermektedir [14].

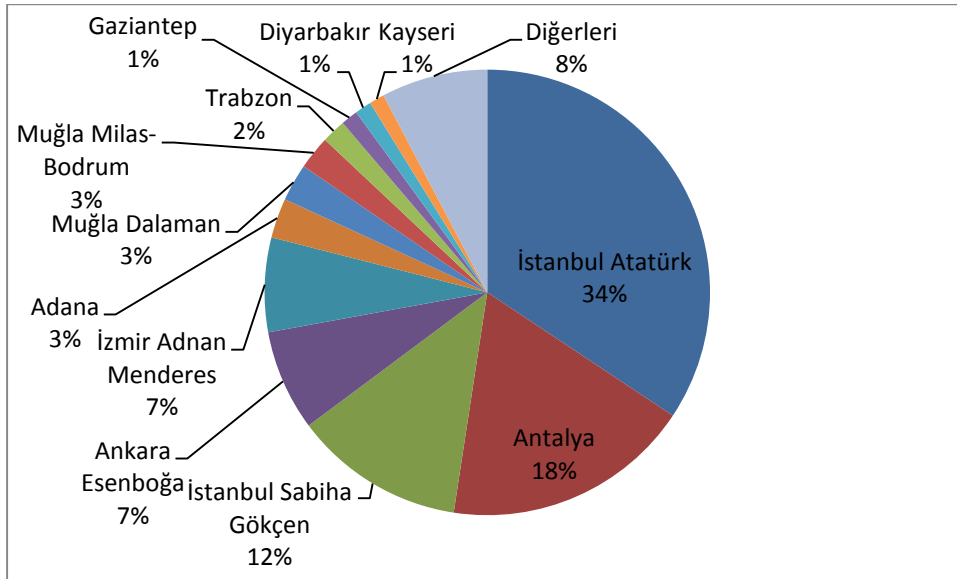
2013 yılında Türkiye’deki havalimanları arasında en fazla yolcuya hizmet veren havalimanı 51.297.790 ile İstanbul Atatürk Havalimanı olmuştur. Bu havalimanının ardından 27.018.623 ile Antalya Havalimanı ve 18.521.762 ile İstanbul Sabiha Gökçen Havalimanı gelmektedir. Bu havalimanlarının ardından sırasıyla Ankara Esenboğa Havalimanı, İzmir Adnan Menderes Havalimanı, Adana Havalimanı, Muğla Dalaman Havalimanı, Muğla Milas-Bodrum Havalimanı, Trabzon Havalimanı ve Gaziantep Havalimanı [14]. Türkiye’deki en yoğun yolcu trafiğine sahip 10 havalimanlarına ait veriler Çizelge 2.6’da verilmiştir.

Çizelge 2.6 : Türkiye’de 2013 yılında en fazla yolcu trafiğine sahip havalimanları.

Havalimanları	Yolcu Sayısı		2013/2012 (%)
	2012	2013	
İstanbul Atatürk	45.091.962	51.297.790	13,76
Antalya	25.096.144	27.018.623	7,66
İstanbul Sabiha Gökçen	14.686.052	18.521.762	26,12
Ankara Esenboğa	9.273.108	10.942.060	18,00
İzmir Adnan Menderes	9.355.902	10.233.140	9,38
Adana	3.764.157	4.315.778	14,65
Muğla Dalaman	3.811.958	4.055.630	6,39
Muğla Milas-Bodrum	3.530.460	3.628.320	2,77
Trabzon	2.404.150	2.620.887	9,02
Gaziantep	1.442.969	1.828.799	26,74

*DHMİ’nin yayınladığı istatistiklere göre hazırlanmıştır [14].

Yolcu trafiği sayılarının havalimanlarına göre yüzdelik dağılımı Şekil 2.1’de verilmiştir.



Şekil 2.1 : Havalimanlarına göre 2013 yılı yolcu trafiği dağılımı.

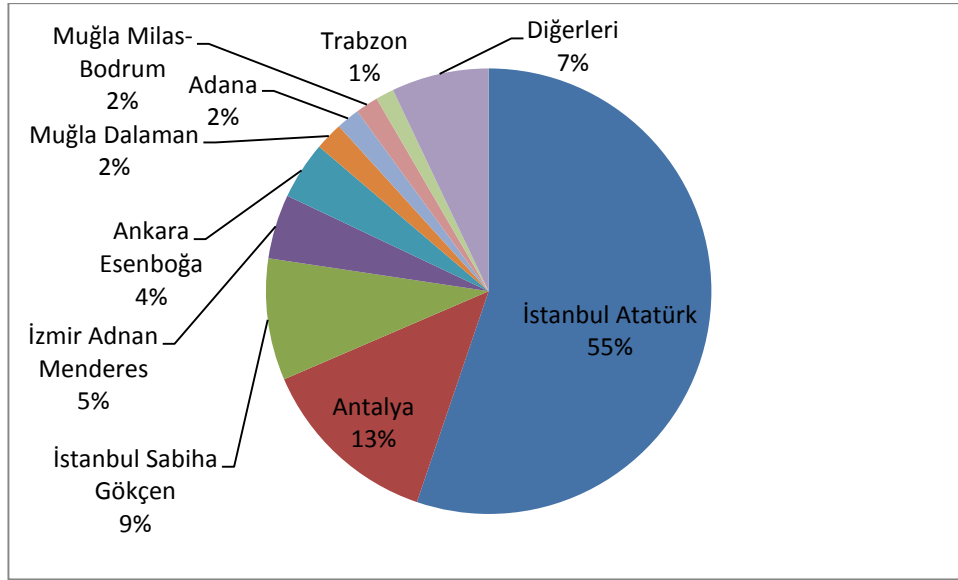
2013 yılında yük trafiği en fazla olan ilk üç havalimanı 1,43 milyon ton ile İstanbul Atatürk Havalimanı, 0,34 milyon ton ile Antalya Havalimanı ve 0,22 milyon ton ile İstanbul Sabiha Gökçen Havalimanı olmuştur. Bu havalimanlarının ardından Adanan Menderes Havalimanı, Ankara Esenboğa Havalimanı, Muğla Dalaman Havalimanı, Adana Havalimanı, Muğla Milas-Bodrum Havalimanı, Trabzon Havalimanı ve Gaziantep Havalimanı gelmektedir [14]. Türkiye’deki en yoğun yük trafiğine sahip 10 havalimanına ait veriler Çizelge 2.7’de verilmiştir.

Çizelge 2.7 : Türkiye’de 2013 yılında en fazla yük trafiğine sahip havalimanları.

Havalimanları	Yük Trafiği (Ton)		2013/2012 (%)
	2012	2013	
İstanbul Atatürk	1.231.504	1.433.153	16,37
Antalya	325.362	345.307	6,13
İstanbul Sabiha Gökçen	176.751	229.387	29,78
İzmir Adnan Menderes	108.710	121.371	11,65
Ankara Esenboğa	95.517	108.876	13,99
Muğla Dalaman	49.987	52.797	5,62
Adana	40.474	43.810	8,24
Muğla Milas-Bodrum	42.610	42.922	0,73
Trabzon	24.718	34.325	38,87
Gaziantep	16.808	20.010	19,05

*DHMI’nin yayınladığı istatistiklere göre hazırlanmıştır [14].

Yük trafiğinin havalimanlarına göre yüzdelik dağılımı Şekil 2.2’de verilmiştir.



Şekil 2.2 : Havalimanlarına göre 2013 yılı yolcu trafiği dağılımı.

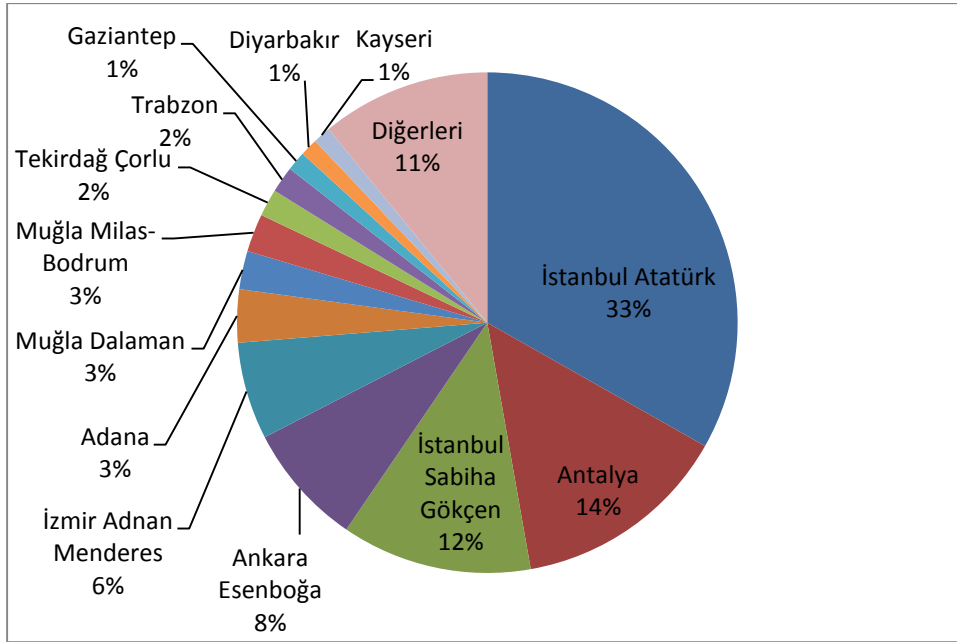
İç hat ve dış hatta gerçekleşen tüm uçuşların toplamının dikkate alındığı verilere göre de ilk üç havalimanı sıralaması değişmemiş 406.317 ile İstanbul Atatürk Havalimanı ilk sırada, 171.543 ile Antalya Havalimanı ikinci sırada ve 150.575 ile İstanbul Sabiha Gökçen Havalimanı üçüncü sırada yer almıştır. Bu havalimanlarının ardından Ankara Esenboğa Havalimanı, İzmir Adnan Menderes Havalimanı, Adana Havalimanı, Muğla Dalaman Havalimanı, Muğla Milas-Bodrum Havalimanı, Tekirdağ-Çorlu Havalimanı ve Trabzon Havalimanı gelmektedir [14]. Türkiye’deki en yoğun uçak trafiğine sahip 10 havalimanına ait veriler Çizelge 2.8’de verilmiştir.

Çizelge 2.8 : Türkiye’de 2013 yılında en fazla uçak trafiğine sahip havalimanları.

Havalimanları	Uçak Trafiği		2013/2012 (%)
	2012	2013	
İstanbul Atatürk	364.322	406.317	11,53
Antalya	160.984	171.543	6,56
İstanbul Sabiha Gökçen	126.043	150.575	19,46
Ankara Esenboğa	85.883	96.818	12,73
İzmir Adnan Menderes	73.152	76.865	5,08
Adana	38.620	41.930	8,57
Muğla Dalaman	28.555	30.320	6,18
Muğla Milas-Bodrum	29.130	30.047	3,15
Tekirdağ Çorlu	16.571	21.600	30,35
Trabzon	19.955	20.788	4,17

*DHMI’nin yayınladığı istatistiklere göre hazırlanmıştır [14].

Uçak trafiğinin havalimanlarına göre yüzdelik dağılımı Şekil 2.3’de verilmiştir.



Şekil 2.3 : Havalimanlarına göre 2013 yılı uçak trafiği dağılımı.

2.4.4 Türkiye’nin dünya havayolu taşımacılığındaki yeri

Türkiye havayolu taşımacılığında dünyada ilk 20 ülke arasında yer almaktadır. Yolcu*kilometre ölçeğine göre iç ve dış hat uçuşlarının toplamının dikkate alındığı verilerde ABD, Çin ve BAE ilk üç sırada yer almaktadır. Türkiye bu ölçeğe göre 12. sıradadır [9]. Yolcu*kilometre ölçeğine göre ilk 20’de yer alan ülkeler Çizelge 2.9’da gösterilmiştir.

Çizelge 2.9 : Yolcu*kilometre ölçeğine göre ilk 20’de yer alan ülkeler.

Sıra No	Ülke	Yolcu*km (milyon)		2013/2012 (%)
		2013	2012	
1	ABD	1.352.529	1.324.783	2,09
2	Çin	676.389	612.384	10,45
3	Birleşik Arap Emirlikleri	290.268	249.585	16,30
4	Birleşik Krallık	259.164	251.219	3,16
5	Almanya	217.834	214.322	1,64
6	Fransa	177.950	172.588	3,11
7	Rusya Federasyonu	168.213	150.872	11,49
8	Kanada	152.627	150.212	1,61
9	Japonya	148.323	138.059	7,43
10	Avustralya	144.361	138.849	3,97
11	İrlanda	119.759	113.139	5,85
12	Türkiye	116.867	96.488	21,12
13	Singapur	115.371	111.080	3,86
14	Brezilya	113.408	111.561	1,66
15	Hindistan	111.724	106.965	4,45
16	Güney Kore	100.826	98.727	2,13
17	Hollanda	98.681	94.709	4,19
18	Malezya	87.284	71.014	22,91
19	Endonezya	85.665	80.620	6,26
20	İspanya	80.480	85.158	-5,49

*ICAO 2013 yılı faaliyet raporundan alınan bilgiler ile hazırlanmıştır [9].

İç ve dış hat uçuşların toplamının dikkate alındığı yük*kilometre ölçeğine göre ilk üç sırada yine aynı ülkelerin yer aldığı dikkat çekmektedir. Söz konusu ölçeğe göre Türkiye 16. sırada yer almaktadır [9]. Yük*kilometre ölçeğine göre ilk 20’de yer alan ülkeler Çizelge 2.10’da gösterilmiştir.

2.4.5 Türkiye havayolu taşımacılığı ile ilgili gelecek tahminleri

DHMI’nin gerçekleştirdiği çalışmalara göre 2023 yılında yolcu trafiğinin 297 milyona, 2035 yılında ise 477 milyona ulaşması beklenmektedir. Yine aynı kaynağa göre toplam uçuş sayısının 2023 yılında 2,34 milyona, 2035 yılında ise 3,45 milyona ulaşması beklenmektedir. Çizelge 2.11’de söz konusu tahminlere yer verilmiştir [14]. EUROCONTROL tahminlerinde Türkiye’nin orta gelecekte ortalama %6,9 büyüme oranıyla hızlı büyümesinin devam ettireceği Avrupa’daki büyümeye de katkı sağlayacağı belirtilmiştir [11].

Çizelge 2.10 : Yük*kilometre ölçeğine göre ilk 20’de yer alan ülkeler.

Sıra No	Ülke	Yük*km (milyon)		2013/2012 (%)
		2013	2012	
1	ABD	37.107	39.111	-5,12
2	Çin	25.514	25.056	1,83
3	Birleşik Arap Emirlikleri	13.985	12.033	16,22
4	Kore Cumhuriyeti	11.785	12.291	-4,12
5	Japonya	7.456	7.046	5,82
6	Almanya	7.334	7.237	1,34
7	Singapur	6.513	6.899	-5,60
8	Birleşik Krallık	6.032	6.244	-3,40
9	Hollanda	5.751	6.015	-4,39
10	Lüksemburg	5.225	4.403	18,67
11	Katar	4.961	4.307	15,18
12	Fransa	4.383	4.626	-5,25
13	Rusya Federasyonu	3.305	4.132	-20,01
14	Avustralya	2.682	2.732	-1,83
15	Tayland	2.644	2.758	-4,13
16	Türkiye	2.349	1.934	21,46
17	Malezya	1.991	1.944	2,42
18	Kanada	1.946	1.960	-0,71
19	Suudi Arabistan	1.694	1.815	-6,67
20	Brezilya	1.633	1.363	19,81

*ICAO 2013 yılı faaliyet raporundan alınan bilgiler ile hazırlanmıştır [9].

Çizelge 2.11 : Türkiye havayolu taşımacılığı ile ilgili gelecek tahminleri.

Türkiye Geneli	Tahmin (2023-2035)		Yıllık Ortalama Artış (%)	
	2023	2035	2013-2023	2013-2035
Yolcu Trafiği (Direkt Transit Dahil)	297.099.213	477.832.474	7,50	4,00
Yolcu Trafiği	296.160.846	476.494.588	7,50	4,00
İç Hat	139.316.794	219.867.612	6,90	3,90
Dış Hat	156.844.052	256.626.976	8,10	4,20
Direkt Transit yolcu	938.367	1.337.886	3,00	3,00
Tüm uçak (Overflight Dahil)	2.342.707	3.449.483	5,00	3,30
Uçak Trafiği	2.023.783	3.038.798	5,60	3,40
İç Hat	1.130.307	1.705.410	5,70	3,50
Dış Hat	893.476	1.333.388	5,40	3,40
Overflight Uçak Trafiği	318.924	410.685	1,70	2,10

*DHMI 2013 yılı faaliyet raporundan alınan bilgiler ile hazırlanmıştır [14].

Dikkate alınan tüm göstergelerde Türkiye’de havayolu taşımacılığında büyük bir ivme olduğunu göstermiştir. Bu şartlar altında havalimanlarının hangilerinin etkin çalıştığı sorusu ayrıca önem kazanmaktadır.

3. ETKİNLİK ÖLÇÜM YÖNTEMLERİ

Her sistemin kendine özgü amaçları vardır. Bu amaçlar genellikle, yüksek verimlilik, etkinlik, kâr maksimizasyonu, maliyet minimizasyonu, müşteri memnuniyeti, büyüme ve saygınlık gibi performans göstergeleri ile ifade edilmektedir [15]. Bu yüzden sistem faaliyetlerinin istenen amaçlara ulaşp ulaşmadığını anlamak için, performans ölçülerinin hesaplanması gerekir [16].

Performans ölçümü, teknik bir ifadeyle, bir kurumun kullandığı kaynakları, ürettiği ürünleri ve hizmetleri, elde ettiği sonuçları takip etmesi için düzenli ve sistematik biçimde veri toplaması, bunları analiz etmesi ve raporlaması süreci olarak tanımlanabilir. Uygulayıcılar açısından ise, bir kurum tarafından veya bir program içinde yürütülen faaliyetlerin sayısal olarak ifade edilmesidir [17].

Sistem performanslarının ölçülmesinde kullanılan yöntemlerden birisi de, etkinlik analizidir. Etkinlik analizinde, mal ve hizmet (çıktı) üretilirken sistemlerin kaynaklarını (girdilerini) ne kadar etkin ve verimli kullandıkları belirlenmektedir [18]. Etkinlik, çıktılar sabit kalırken girdilerin minimize edilmesi veya çıktılar maksimize edilirken girdilerin sabit tutulması ya da bunların kombinasyonu ile arttırılabilir [19].

Performans ölçümüne ilişkin yapılan analizleri genel anlamda üç başlık altında toplamak mümkündür. Bunlar, oran analizi, parametrik yöntemler ve parametrik olmayan yöntemlerdir [20].

3.1 Oran Analizi

Organizasyonel performansın ölçümünde kullanılan yöntemlerden en basiti ve en yaygın olanı oran analizidir. Tek girdi ve tek çıktı ile sınırlı olan bu analiz yönteminin, hala yaygın bir yöntem olarak kullanılmasının nedeni, oldukça kolay bir yöntem olması ve çok az bilgiye gereksinim duymasıdır [21].

Tek girdinin tek çıktıya oranı olarak tanımlanan oran analizi (yada rasyo analiz) yaklaşımında her bir oran, performansla ilgili boyutlardan sadece bir tanesini göz önüne alırken diğer boyutları göz ardı etmektedir. Örneğin; finansal analizlerde

kullanılan oranlar (likidite, mali bünye, faaliyet, karlılık vs.) o faaliyet dönemi içindeki olayların yorumunu, yalnızca ilgili orana konu olan kalemler bazında yapabilirler [22].

Oran analizi yöntemi diğer yöntemlere göre daha basit bir yöntem olduğundan dolayı sıklıkla kullanılmaktadır. Oran analizi daha çok durum belirlenmesinde kullanılmaktadır, performans iyileştirmesine yönelik bir teknik değildir. Genellikle finansal veriler ile birlikte kullanılan rasyo analizi özellikle bankacılık sektöründe ve bu alandaki çalışmalarda sıklıkla kullanılmıştır. Oran analizi, havalimanları ile ilgili etkinlik analizleri yapan literatürdeki çalışmalarda sadece genel bilgilendirme amaçlarıyla kullanılmıştır. Havalimanları etkinliği ile ilgili yapılan çalışmalarda genellikle parametrik ve parametrik olmayan yöntemler kullanıldığı dikkat çekmektedir.

3.2 Parametrik Yöntemler

Bu yöntemlerde, etkinlik ölçümü gerçekleştirilecek olan endüstri dalına ilişkin üretim fonksiyonunun analitik bir yapıya sahip olduğu varsayımı yapılır ve bu fonksiyonun parametrelerinin belirlenmesine çalışılır. Parametrik yöntemlerle performans ölçümünde, genel olarak regresyon teknikleri ile tahmin yapılırken, üretim fonksiyonu çoğunlukla, bir çok girdinin tek bir çıktı ile ilişkilendirilmesiyle oluşturulur [20]. Bir çok girdi ile bir çok çıktının ilişkilendirildiği parametrelili yöntemlerin de geliştirilmiş olmasına rağmen, konuyla ilgili literatürde yaygın kullanım alanı bulamamıştır [22].

Parametrik yöntemler, çoklu regresyon analizine dayanır. Bu yöntemler, aralarında neden sonuç ilişkisi olduğu bilinen, bağımlı değişken ile bağımsız değişkenler arasındaki ilişkinin yapısını saptamaya yönelik yöntemlerdir. Parametrik yöntemlerde; herhangi bir sistemin etkinliği, genel olarak ortalama etkinliği gösteren regresyon doğrusunun üzerinde ise o sistemin etkin, aksi halde etkin olmadığı söylenmektedir [23].

Parametrik yöntemler arasında en çok kullanılanlar Stokastik Sınır Analizi (SSA), Serbest Dağılım Yaklaşımı (SDY) ve Kalın Sınır Yaklaşımıdır (KSY). Parametrik yöntemler kullanılarak havalimanları etkinliğinin araştırıldığı çalışmalarda genellikle SSA kullanılmıştır.

3.3 Parametrik Olmayan Yöntemler

Parametrik yöntemlere bir alternatif olarak ortaya çıkan parametrik olmayan yöntemler, genel olarak matematiksel programlamayı çözüm tekniği olarak benimsemişlerdir. Bu tür yöntemler, üretim fonksiyonunun ardında herhangi bir analitik formun varlığını öngörmezler. Bu özelliklerinden dolayı parametrik yöntemlere göre daha esneklerdir. Ayrıca birçok girdili ve birçok çıktıli üretim ortamlarında etkinlik ölçümü için oldukça uygun bir yapıya sahiptirler [20].

Parametrik olmayan yöntemler, birden çok çıktı ve girdi değişkenlerinin olduğu ve bunların farklı ölçü birimleriyle ölçüldüğü durumlarda kullanılmaktadır. Bu yöntemler sistemlerin üretim sınırına olan uzaklığını ölçen tekniklerdir. Üç farklı parametrik olmayan etkinlik analizi yöntemi vardır: Veri Zarflama Analizi (VZA), Serbest Atılabilir Zarf (SAZ) ve stokastik VZA [24].

VZA hem dünyadaki hemde Türkiye'deki etkinlik analizi araştırmalarında en çok kullanılan yöntemlerin başında gelmektedir. Türkiye'de VZA ile yapılan çalışmalar oteller, belediyeler, otomotiv firmaları, çimento şirketleri, tarım işletmeleri, üniversiteler, sağlık kuruluşları, finansal kuruluşlar gibi birçok farklı alanda gerçekleştirilmiştir [25]. Havalimanları etkinliklerini ölçmek için yapılan çalışmalarda da en çok kullanılan yöntem VZA olmuştur.

3.4 Etkinlik Ölçüm Yöntemlerinin Karşılaştırması

Etkinlik ölçüm yöntemlerinin kendilerine özgü özellikleri bulunmaktadır. Bu özellikler onların birbirlerine karşı güçlü ve zayıf yönlerini kapsamaktadır. Her ne kadar birbirlerine karşı güçlü ve zayıf yönleri olsada VZA birden fazla girdiye ve birden fazla çıktıya sahip karar birimleri için en iyi sonuçlar veren ve uygulama alanının en geniş olduğu yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır.

Ele alınan 3 yöntemden oran analizi oranlama, parametrik yöntemler regresyon, parametrik olmayan yöntemler ise doğrusal programlama çözüm tekniğini kullanarak etkinlik ölçümü yapmaktadır. Oran analiziyle etkinlik ölçümünde tek girdi ve tek çıktı kullanılırken, parametrik yöntemler de çok girdi tek çıktı, parametrik olmayan yöntemlerde ise çok girdi ve çok çıktı ile işlem yapılabilir. Oran analizi ve parametrik yöntemlerde veri temini ve uygulama, parametrik olmayan yöntemlere göre daha basit ve daha kolaydır.

4. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Çalışmanın bu bölümünde öncelikle havalimanları etkinliği ile ilgili hem dünyada hem de Türkiye’de literatürde yer alan çalışmalar hakkında özet sunulmuştur. Ardından ise literatürde hem VZA hemde YSA’nın birlikte kullanıldığı çalışmalar hakkında bilgi verilmiştir.

4.1 Havalimanları Etkinliği ile İlgili Literatür Araştırması

Havacılık sektörü geçmişten bugüne sürekli ve hızlı bir gelişim göstermektedir. Bu gelişim sadece hava araçlarında değil, hava ulaştırma sektörünün en önemli unsurlarından birisi olan havalimanlarında da görülmektedir. Gelişim sürecinde havalimanlarının fiziksel özellikleri yanında tesis ve donanımları da değişerek gelişmektedir [26].

VZA geçmişten bugüne kadar sağlık, eğitim, bankacılık gibi kamu kurumları ile imalat sanayi, restoranlar, şehirler ve bölgesel gelişme gibi alanlarda kullanılmıştır [25]. Bu alanların yanında özellikle 1990’lı yılların sonundan itibaren hem Türkiye’de hemde dünyada havalimanları etkinliği ile ilgili oldukça fazla sayıda araştırma mevcuttur. Literatürde sıkça adı geçen bazı çalışmalar, uygulanan yöntemlere göre ayrıştırılarak sunulmuştur.

4.1.1 Dünyada havalimanları etkinliği ile ilgili yapılan çalışmalar

4.1.1.1 Parametrik olmayan yöntemlerin uygulandığı çalışmalar

Literatürde havalimanları ile ilgili yapılan ilk çalışma Gillen ve Lall (1997) tarafından gerçekleştirilmiştir. Gillen ve Lall bu çalışmalarında 1989 – 1993 yılları arasındaki veriler ile ABD’de bulunan 22 büyük havalimanını incelemişlerdir. Yazarlar bu çalışmada havalimanlarını iki farklı yönden incelemişlerdir. Terminal aktivitelerinin etkinliğinin incelendiği kısımda pist sayısı, kapı sayısı, terminal büyüklüğü, çalışan sayısı, bagaj konveyör sayısı ve otopark kapasitesi girdi olarak, toplam yolcu sayısı ve kargo miktarıda çıktı olarak alınmıştır. Uçuş aktivitelerinin etkinliğinin incelendiği kısımda ise havalimanı büyüklüğü, pist sayısı, pist büyüklüğü

ve çalışan sayısı girdi olarak; toplam uçuş sayısı ve bölgesel uçuş sayısında çıktı olarak kullanılmıştır. Gillen ve Lall (2001)'ın bir diğer çalışmasında ise aynı veriler yardımıyla havalimanlarının etkinliğinin yıllar içerisindeki değişimi incelenmiştir [27,28].

Sarkis (2000) gerçekleştirdiği çalışmada 44 büyük ABD havaalanını incelemiştir. 1990-1994 yıllarındaki veriler ile gerçekleştirilen bu çalışmada operasyonel giderler, çalışan sayısı, kapı sayısı ve pist sayısı girdi olarak; operasyonel gelirler, yolcu sayısı, uçuş sayısı ve yük miktarı çıktı olarak kullanılmıştır. Sarkis ve Talluri (2004) yine aynı veriler yardımıyla bir başka çalışma yayınlamışlardır. Bu çalışmada VZA sonrasında kümeleme analizi yöntemi uygulanmıştır [29,30].

Martin ve Roman (2001)'ın VZA kullanarak hazırladıkları çalışmada ise özelleştirme öncesi İspanya'daki havalimanlarının etkinliği incelenmiştir. Bu çalışmada İspanya'daki 39 havalimanına ait 1997 yılı verileri kullanılmıştır. Çalışmada girdiler kısmında çalışan giderleri, sermaye harcamaları ve diğer operasyonel giderler gibi finansal değerler kullanılmıştır. Çıktı kısmında ise diğer çalışmalara benzer şekilde toplam yolcu sayısı, toplam kargo miktarı ve toplam uçuş sayısı verileri kullanılmıştır. Martin ve Roman 2006 ve 2008 yıllarında benzer çalışmalar gerçekleştirmişlerdir [31-33].

Pels ve diğerlerinin (2001) çalışmasında 1995-1997 yılları arasındaki veriler yardımıyla 34 Avrupa havalimanının etkinliği araştırılmıştır. Bu çalışmada girdi kısmında havalimanı büyüklüğü, terminal büyüklüğü, uçak kapasitesi, bölgesel uçak kapasitesi, pist uzunluğu, check-in kontuar sayısı ve bagaj konveyör sayısı; çıktı kısmında da uçuş sayısı ve yolcu sayısı yer almaktadır. Pels ve diğerlerinin (2003) bir diğer çalışmasında yine aynı veriler kullanılmış fakat havalimanı aktiviteleri terminal aktiviteleri ve uçuş aktiviteleri olmak üzere iki farklı grupta incelenmiştir [34,35].

Adler ve Berechman'ın (2001) çalışmasında ise 26 uluslararası havalimanı 1998 yılı verileri ile incelenmiştir. Bu çalışmada diğer çalışmalardan farklı olarak VZA ve Temel Bileşen Analizi yöntemleri birlikte kullanılmıştır [36].

Fernandes ve Pacheco (2002) yapmış oldukları çalışmada 1998 yılına ait veriler yardımıyla Brezilya'daki 35 havalimanının etkinliği incelenmiştir. Çıktı yönelimli VZA kullanılarak yapılan bu çalışmada havalimanı büyüklüğü, uçak bekleme alanı,

check-in kontuar sayısı, terminal giriş alanı büyüklüğü, otopark kapasitesi, bagaj konveyör sayısı girdi olarak; iç hat yolcu sayısı da çıktı olarak kullanılmıştır. Bu çalışmada 2002, 2007 ve 2017 yıllarına ait çeşitli seneryo çalışmaları yapılarak bu farklı senaryolarda etkinliğin nasıl etkileneceği hesaplanmaya çalışılmıştır. Yine aynı havalimanları için Pacheco ve Fernandes'in (2003) yaptığı çalışmada girdi minimizasyonu amaçlanmıştır. Bu çalışmada çalışan sayısı, çalışan giderleri ve diğer operasyonel giderler girdi kısmında; iç hat yolcu sayısı, kargo miktarı, operasyonel gelirler, havacılık dışı gelirler ve diğer gelirler çıktı kısmında kullanılmıştır. Pacheco ve diğerlerinin (2006) yaptığı çalışmada ise 58 Brezilya havalimanının 1998-2001 yıllarına ait verileri yardımıyla etkinlik analizi çalışması yapılmıştır. 2003 yılındaki çalışmada çıktı olarak kullanılan iç hat yolcu sayısı yerine toplam yolcu sayısı kullanılmış, bunun dışında kalan diğer girdi ve çıktılar 2003 yılındaki çalışma ile aynı kalmıştır [37-39].

Bazargan ve Vasigh'in (2003) yapmış oldukları çalışmada 45 ABD havalimanı incelenmiştir. Çalışmada 1996-2000 yıllarına ait operasyonel giderler, operasyon dışı giderler, pist sayısı ve kapı sayısı verileri girdi olarak kullanılmıştır. Çıktı olarak ise yolcu sayısı, uçuş sayısı, diğer uçuş sayıları (askeri vb.), havacılık gelirleri, havacılık dışı gelirler ve zamanında yapılan uçuş yüzdesi verileri kullanılmıştır. Çalışmada ayrıca havalimanları 3 ayrı hub büyüklüğüne göre ayrılmış ve sonrasında Mann-Whitney testi uygulanarak hub büyüklüğünün etkinliğe etkisi araştırılmıştır [40].

Yu, 2004 yılındaki çalışmasında 1994-2000 yılları arasındaki 14 Tayvan havalimanı incelenmiştir. Bu çalışmada hem çevresel faktörler hemde istenmeyen çıktılar etkinlik analizine dahil edilmiştir. Pist alanı, apron alanı, terminal alanı ve diğer yerel havalimanlarına olan bağlantı sayısı girdi olarak kullanılırken; toplam uçuş sayısı, toplam yolcu sayısı ve uçaklar tarafından üretilen gürültü miktarı çıktı olarak kullanılmıştır [41].

Yoshida ve Fujimoto (2004) 2000 yılı verileriyle 67 Japonya havalimanının etkinliğini araştıran bir çalışma yayınlamışlardır. Bu çalışmada pist uzunluğu, terminal alanı, çalışan sayısı, havalimanına ulaşım maliyeti girdi; yolcu sayısı, uçuş sayısı ve kargo miktarı ise çıktı olarak kullanılmıştır. Çalışmada ayrıca Tobit regresyon kullanılmıştır [42].

4.1.1.2 Parametrik yöntemlerin uygulandığı çalışmalar

Havalimanlarının etkinliğinin incelendiği çalışmalarda parametrik yöntemlerin uygulandığı çalışmalar daha az karşımıza çıkmaktadır. Literatürde yer alan bazı çalışmalar ve içerikleri aşağıda yer almaktadır.

Pels ve diğerlerinin (2001) çalışmasında 1995-1997 yılları verileri kullanılarak 34 Avrupa havalimanı incelenmiştir. Homojen Cobb-Douglas üretim fonksiyonu kullanılarak gerçekleştirilen bu çalışmada bagaj konveyör sayısı, uçak kapasitesi, bölgesel uçak kapasitesi, pist sayısı girdi olarak; yolcu sayısı ve uçuş sayısı ise çıktı olarak kullanılmıştır. Pels ve diğerlerinin (2003) bir diğer çalışmasında ise homojen translog üretim fonksiyonu kullanılarak etkinlik analizi gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada bir önceki çalışmadan farklı olarak girdi kısmına havalimanı büyüklüğü de eklenmiştir [43].

Barros (2008a) çalışmasında homojen ve heterojen Translog maliyet fonksiyonu kullanarak 27 İngiltere havalimanının 2000-2005 yılları arasındaki etkinliklerini incelemiştir. Burada kullanılan verilerden operasyonel maliyetler, sermaye maliyeti, işçilik gideri girdi iken; toplam yolcu sayısı ve toplam uçuş sayısı girdi olarak kullanılmıştır. Barros (2008b) diğer çalışmasında 13 Portekiz havalimanının 1990-2000 yılları arasındaki etkinlikleri incelemiştir. Bu çalışmada homojen translog maliyet fonksiyonu kullanılmıştır. Operasyonel maliyetler, sermaye maliyeti ve işçilik maliyeti girdi olarak; yolcu gelirleri, uçuş gelirleri ve havacılık dışı diğer gelirler de çıktı olarak kullanılmıştır [44,45].

Oum ve diğerlerinin (2003) çalışmasında dünyadaki 109 havalimanı incelenmiştir. 2001- 2004 yılları arasındaki verilerden girdi olarak tam zamanlı eşdeğer sayısı, diğer operasyonel giderler, pist sayısı, terminal büyüklüğü; çıktı olarak ise yolcu sayısı, uçuş sayısı ve havacılık dışı gelirler kullanılmıştır. Bu çalışmada stokastik sınır analizi (Homojen translog cost fonksiyonu) kullanılmıştır. Oum ve Yu (2004) yılındaki çalışmalarında 60 büyük havalimanı 1999-2000 yılları arasındaki etkinlikleri incelenmiştir. Tam zamanlı eşdeğer sayısı, pist sayısı, kapı sayısı, terminal büyüklüğü, diğer operasyonel maliyetler girdi olarak, toplam yolcu sayısı ve kargo miktarı çıktı olarak kullanılmıştır [46].

4.1.2 Türkiye’deki havalimanlarının etkinliği ile ilgili yapılan alışmalar

Türkiye’deki havalimanlarının etkinliği ile ilgili yapılan ilk çalışma ise Düzakın ve Güçray (2001) tarafından gerçekleştirilmiştir. 39 Türkiye havalimanının incelendiği bu çalışmada pist sayısı, çalışan sayısı ve taşınabilir yolcu kapasitesi girdi; işletme geliri, yolcu sayısı kargo değer i se çıktı olarak kullanılmıştır. Yazarlar çalışmalarında hangi havalimanlarının etkin çalıştığını tespit etmiş ve özelleştirme kapsamında havalimanlarının yeniden düzenlenmesinin gerektiğini belirtmişlerdir [47].

Peker ve Baki’nin (2009) alışmasında Türkiye’deki havalimanları yolcu sayısına göre büyük ve küçük olarak ayrılmış ve büyük havalimanları ile küçük havalimanlarının etkinlikleri arasında anlamlı bir fark olup olmadığı araştırılmıştır. Çalışmada 37 havalimanına ait 2007 yılı verileri kullanılmıştır. Otopark kapasitesi, pist sayısı, havalimanı büyüklüğu ve çalışan sayısı girdi olarak; yolcu sayısı ve kargo miktarıda çıktı olarak kullanılmıştır [48].

Koçak (2010) 2008 yılı verileriyle 40 havalimanını içeren bir VZA alışması gerçekleştirmiştir. Çalışmada operasyonel giderler, çalışan sayısı, uçuş trafiği ve toplam yolcu sayısı girdi; toplam yolcu sayısı / alan, uçuş sayısı / pist sayısı, toplam yük ve operasyonel gelirler i se çıktı olarak kullanılmıştır [49].

Ömürbek, Demirgubuz ve Tunca (2012) tarafından yapılan çalışmada 40 havalimanı, uçuş trafiğine ve yolcu trafiğine göre büyük, orta büyüklükte ve küçük havalimanları olarak ayrılarak analiz edilmiştir. Girdi olarak giderler, hizmet verilen alan, yolcu kapasitesi, otopark kapasitesi, taşıt parkı, apron kapasitesi, uçak kapasitesi, bilgi işlem cihaz sayısı, kurtarma cihaz sayısı, personel sayısı; çıktı olarak i se uçuş trafiği, ticari uçuş trafiği, kargo trafiği, yolcu trafiği ve satış gelirleri kullanılmıştır [50].

Ar (2012) tarafından yapılan çalışmada 2007-2011 yılları arasındaki veriler yardımıyla 31 havalimanında meydana gelen etkinlik değişim incelenmiştir. Bunun içinde literatürde sıkça kullanılan Malmquist-Toplam Faktör Verimliliği yöntemi kullanılmıştır [51].

4.2 VZA ve YSA'nın Birlikte Kullanıldığı Çalışmalar

Wu ve diğerlerinin (2006) yapmış olduğu çalışmada 142 Kanada bankası aylık veriler yardımıyla incelenmiştir. Bu çalışmada öncelikle VZA yardımıyla bankaların etkinliği ölçümlenmiştir. Ardında yine aynı girdi, çıktılar ve VZA sonucunda elde edilen veriler yardımıyla bir YSA modeli oluşturulmuştur. Oluşturulan YSA modeli gerçek değerlere oldukça yakın sonuçlar ortaya çıkarmıştır [52].

Mostafa (2009) yapmış olduğu çalışmada 85 adet Arap bankasını VZA ve YSA ile birlikteler incelemiştir. Bu çalışmada yine VZA yardımıyla etkinlik skorları hesaplanmıştır. Bulunan etkinlik skorlarına göre bankalar 4 farklı gruba ayrılmıştır. Oluşturulan Olasılıklı YSA yardımıyla sınıflandırma yapılmıştır. Oluşturulan yapı % 94 oranda doğru sınıflandırma başarısı göstermiştir [53].

Özdemir ve Temur (2009), çalışmalarında YSA yardımıyla tedarikçi değerlendirme sistemi geliştirmişlerdir. Söz konusu çalışmada öncelikle VZA yardımıyla tedarikçilerin etkinlik skorları hesaplanmıştır. Ardından VZA'da kullanılan girdi ve çıktılar YSA'da girdi katmanında, VZA sonucunda bulunan etkinlik durumu ise YSA'da çıktı katmanında kullanılarak bir YSA modeli geliştirilmiştir. Oluşturulan YSA modeli ile sınıflandırma çalışması yapılmıştır. Kurulan YSA modeli %86 oranında doğru sınıflandırma başarısı göstermiştir [54].

Sreekumar ve Mahapatra (2011), Hindistan'daki işletme okulları hakkında bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Öncelikle etkinlik skorları VZA yardımıyla hesaplanmıştır. YSA modeli geliştirilerek VZA sonucu bulunan etkinlik skorlar tahminlenmeye çalışılmıştır. Söz konusu YSA modeli yardımıyla özel okullar çeşitli senaryolar eşliğinde veya gerçek performansları yardımıyla etkinliklerini tahmin edebileceklerdir [55].

Tosun (2012), Türkiye'deki hastaneler hakkında benzer bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. 558 hastane verileri yardımıyla gerçekleştirilen bu çalışmada VZA yardımıyla hastanelerin etkinlik skorları hesaplanmıştır. Ardından hem diskriminant analizi gerçekleştirilmiş hem de YSA modeli geliştirilmiştir. Test kümesi için Diskriminant analizi % 86,2 geliştirilen YSA modelinde %92,2'lik doğru sınıflandırma yapmıştır [56].

Demirci ve diğerleri (2013) OECD'ye üye ülkelerin ekonomik ve sosyal etkinlikleri hakkında bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Çalışmada 34 ülkeye ait 2006-2010 yılları

arasında gerçekleşen değerler kullanılmıştır. VZA yardımıyla ülkelerin her bir ayrı yıl için ekonomik ve sosyal etkinlik skorları hesaplanmıştır. Ardından geliştirilen YSA modeli ile söz konusu ülkelerin ekonomik ve sosyal etkinlik skorları tahmin edilmeye çalışılmıştır. Geliştirilen YSA modeli VZA sonucu elde edilen etkinlik değerleri oldukça yakın tahminlemeler yapmıştır [57].

Bulak ve diğerleri (2014) yapmış oldukları çalışmada KOSGEB'e üye olan 98 plastik ve kauçuk firmasını incelemişlerdir. Çalışmada kullanılacak veriler anket aracılığıyla elde edilmiştir. VZA 'da kullanılan girdideğişkenleri ,çıktı değişkenleri ve VZA etkinlik sonuçları yarımıyla bir YSA modeli geliştirilmiştir. Geliştirilen YSA modeli % 90,8 oranında başarılı sınıflandırma yapmıştır [58].

5. METOD

Çalışmanın bu bölümünde uygulama kısmında kullanılacak metodlar hakkında bilgi verilecektir. İlk olarak VZA'nın tanımı ve tarihçesi hakkında bilgi verilecektir. VZA modelleri ile ilgili genel bilgilendirme yapılacak ve doğrusal programlama modelleri belirtilecektir. Sonrasında ise YSA ile ilgili genel bilgiler verilecektir.

5.1 Veri Zarflama Analizi

5.1.1 VZA tanımı ve tarihsel gelişimi

VZA, ürettikleri mal veya hizmet açısından birbirlerine benzer ekonomik karar verme birimlerinin göreceli etkinliklerinin ölçülmesi amacı ile geliştirilmiş olan parametrik olmayan bir etkinlik ölçümü yöntemidir [59].

VZA, farklı ölçeklerle ölçülmüş ya da farklı ölçü birimlerine sahip çoklu girdi ve çıktının bulunduğu ve karşılaştırma yapmanın zorlaştırdığı durumlarda, karar birimlerinin göreceli etkinliklerini ölçmeyi amaçlayan doğrusal programlama tabanlı bir tekniktir. Yöntemin önemli özelliklerinden biri, birden fazla girdi kullanılarak birden fazla çıktının elde edildiği üretim ortamlarında, parametrik yöntemlerde olduğu gibi önceden belirlenmiş herhangi bir analitik üretim fonksiyonunun varlığına gereksinim duymadan ölçüm yapılabilmesidir [60,61].

VZA ilk kez, Farrell'in 1957 yılında ortaya koyduğu çalışmadan yola çıkarak 1978 yılında Charnes, Cooper ve Rhodes tarafından yayınlanan ve literatüre CCR modeli olarak giren çalışmayla başlamıştır [60]. Bu çalışmada Charnes, Cooper ve Rhodes ölçeğe göre sabit getiri durumunu varsaymaktadırlar. Daha sonra, Banker, Charnes ve Cooper çalışmalarında ölçeğe göre değişken getiri durumunu ele almışlar ve bu çalışma literatüre BCC modeli olarak girmiştir [61].

CCR ve BCC modellerinin her biri için girdiye ve çıktıya yönelik olmak üzere iki ayrı biçimi kurulmuştur. Bu durum VZA ile yapılan incelemelerin sonuçları yorumlama kabiliyetini arttırdığı gibi uygulama sahasını da genişletmiştir [21].

VZA geçmişten bugüne kadar sağlık, eğitim, bankacılık gibi kamu kurumları ile imalat sanayi, restoranlar, şehirler ve bölgesel gelişme gibi alanlarda kullanılmıştır [25]. Bu alanların yanında özellikle 1990'lı yılların sonundan itibaren hem Türkiye'de hemde dünyada havalimanları etkinliğini VZA ile araştıran oldukça fazla sayıda araştırma mevcuttur.

5.1.2 Temel VZA modelleri

VZA modelleri temel olarak 2 gruba ayrılmıştır. Bunlardan ilki ölçeğe göre sabit getiri varsayımı altında çalışan ve Charnes, Cooper ve Rhodes tarafından 1978 yılında geliştirilen CCR modelidir. İkinci temel model ise CCR modelinin geliştirilmesi ile elde edilen Banker, Charnes ve Cooper tarafından 1984 yılında geliştirilen BCC modelidir.

Bu modellerde kendi arasında girdiye yönelik ve çıktıya yönelik olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır. Girdiye ve çıktıya yönelik VZA modelleri, temelde birbirlerine çok benzemekle beraber girdiye yönelik VZA modelleri, belirli bir çıktı bileşimini en etkin şekilde üretebilmek amacıyla kullanılacak en uygun girdi bileşiminin nasıl olması gerektiğini araştırır. Çıktıya yönelik VZA modelleri belirli bir girdi bileşimi ile en fazla ne kadar çıktı bileşimi elde edilebileceğini araştırmaktadır [61].

CCR modeli ölçeğe göre sabit getiri varsayımı altında toplam etkinliği ölçmektedir. BCC modeli ise ölçeğe göre değişken getiri varsayımı altında benzer ölçekteki birimleri birbirleriyle kıyaslayarak sadece teknik etkinliği ölçmektedir. Ölçek etkinliği ise toplam etkinlik ile teknik etkinliğin birbirlerine bölümü ile bulunmaktadır.

VZA yönteminde etkinlikler en iyi performansa sahip olan karar birimine göre göreceli olarak bulunur. En iyi performansa sahip karar birimine en yüksek performans puanı atanır. Diğer karar birimlerinin performansı en iyi performansa sahip karar birimine kıyasla belirlenir.

5.1.2.1 Charnes, Cooper ve Rhodes (CCR) modeli

Ölçeğe göre sabit getiri varsayımı altında oluşturulan bu model 1978 yılında Charnes, Cooper ve Rhodes tarafından geliştirilmiş ve literatürde CCR modeli olarak geçmektedir. Model doğrusal programlama biçiminde denklem 5.1'deki gibi ifade edilmektedir.

$$\begin{aligned}
Makh_k &= \sum_{r=1}^s u_{rk} Y_{rk} \\
\sum_{r=1}^s u_{rk} Y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_{ik} X_{ij} &\leq 0 \\
\sum_{i=1}^m v_{ik} X_{ik} &= 1 \\
r &= 1, 2, \dots, s \\
j &= 1, 2, \dots, n \\
i &= 1, 2, \dots, m \\
v_{ik}, u_{rk} &\geq \varepsilon > 0
\end{aligned} \tag{5.1}$$

h_k : k karar biriminin etkinliği

u_{rk} : k karar biriminin r çıktıları için ağırlığı

v_{ik} : k karar biriminin i girdileri için ağırlığı

Y_{rk} : k karar biriminin r. çıktı değeri

X_{ik} : k karar biriminin i. girdi değeri

Y_{rj} : j karar biriminin r. çıktı değeri

X_{ij} : j karar birimini i. girdi değeri

ε : sıfıra çok yakın bir sayı (örneğin 0,001)

r : s tane farklı çıktı

i : m tane farklı girdi

j : n tane farklı karar birimi

Denklem 5.1’de verilen model girdi yönelimli olup çıktı yönelimli CCR modeli doğrusal programlama biçiminde denklem 5.2’deki gibi ifade edilmektedir.

$$\begin{aligned}
Minh_k &= \sum_{i=1}^m v_{ik} X_{ik} \\
\sum_{r=1}^s u_{rk} Y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_{ik} X_{ij} &\leq 0 \\
\sum_{r=1}^s u_{rk} Y_{rk} &= 1 \\
r &= 1, 2, \dots, s \\
j &= 1, 2, \dots, n \\
i &= 1, 2, \dots, m \\
v_{ik}, u_{rk} &\geq \varepsilon > 0
\end{aligned} \tag{5.2}$$

5.1.2.2 Banker, Charnes ve Cooper (BCC) modeli

CCR modelinin ardından 1984 yılında ölçeğe göre değişken getiri varsayımı altında oluşturulan bu model, doğrusal programlama biçiminde denklem 5.3’de ki gibi ifade edilmektedir.

$$\begin{aligned}
 Max h_k &= \sum_{r=1}^s u_{rk} Y_{rk} - u_0 \\
 \sum_{r=1}^s u_{rk} Y_{rj} - u_0 - \sum_{i=1}^m v_{ik} X_{ij} &\leq 0 \\
 \sum_{i=1}^m v_{ik} X_{ik} &= 1 \\
 r &= 1, 2, \dots, s \\
 j &= 1, 2, \dots, n \\
 i &= 1, 2, \dots, m \\
 v_{ik}, u_{rk} &\geq \varepsilon > 0 \\
 u_0 & \text{serbest}
 \end{aligned} \tag{5.3}$$

Modelde yer alan u_0 serbest değişkenin pozitif olması karar birimini ölçeğe göre azalan getiri, negatif olması ise ölçeğe göre artan getiri ve 0 olması durumunda ölçeğe göre sabit getiri durumunu ifade etmektedir.

Denklem 5.3’de verilen model girdi yönelimli olup çıktı yönelimli BCC modeli doğrusal programlama biçiminde denklem 5.4’deki gibi ifade edilmektedir.

$$\begin{aligned}
 Min h_k &= \sum_{i=1}^m v_{ik} X_{ik} - u_0 \\
 \sum_{r=1}^s u_{rk} Y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_{ik} X_{ij} + u_0 &\leq 0 \\
 \sum_{r=1}^s u_{rk} Y_{rk} &= 1 \\
 r &= 1, 2, \dots, s \\
 j &= 1, 2, \dots, n \\
 i &= 1, 2, \dots, m \\
 v_{ik}, u_{rk} &\geq \varepsilon > 0 \\
 u_0 & \text{serbest}
 \end{aligned} \tag{5.4}$$

5.2 Yapay Sinir Ağları

5.2.1 Yapay sinir ağları tanımı

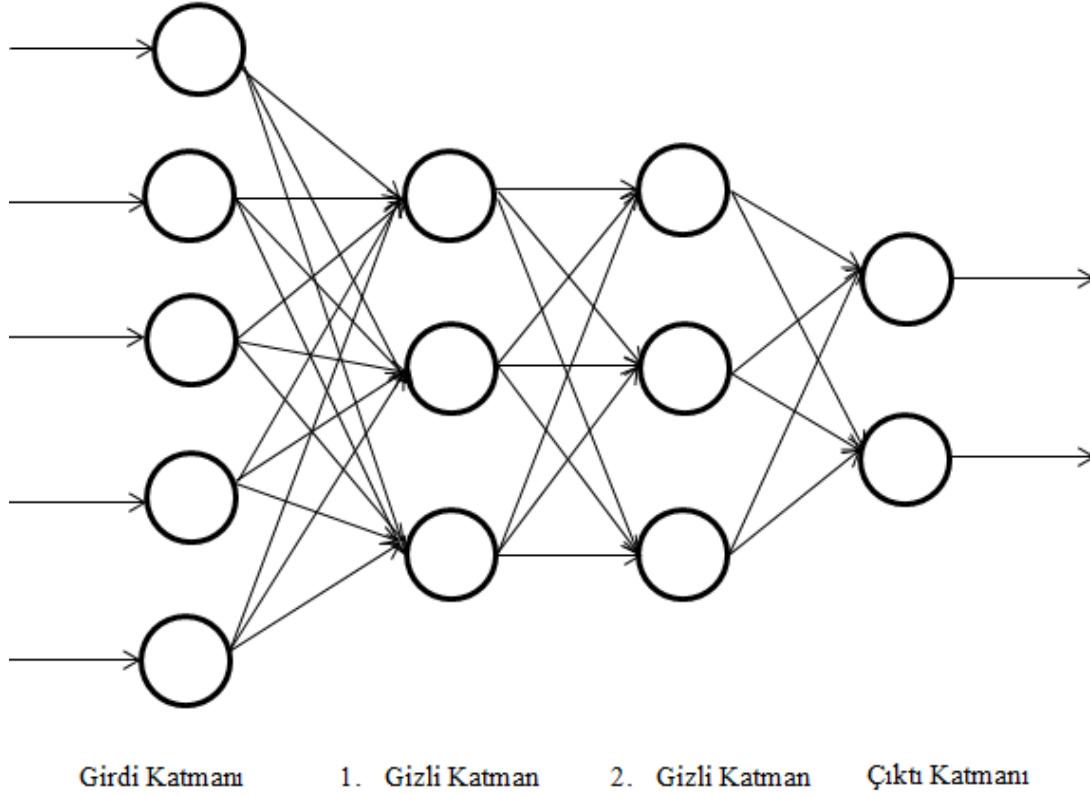
YSA, insan beyninden esinlenerek geliştirilmiş, ağırlıklı bağlantılar aracılığıyla birbirine bağlanan ve her biri kendi belleğine sahip işlem elemanlarından oluşan paralel ve dağıtılmış bilgi işleme yapılarıdır. YSA, bir başka deyişle, biyolojik sinir ağlarını taklit eden bilgisayar programlarıdır [62].

YSA; insan beyninin özelliklerinden olan öğrenme yolu ile yeni bilgiler türetebilme, yeni bilgiler oluşturabilme ve keşfedebilme gibi yetenekleri herhangi bir yardım almadan otomatik olarak gerçekleştirmek amacı ile geliştirilen bilgisayar sistemleridir. Bu yetenekleri geleneksel programlama yöntemleri ile gerçekleştirmek oldukça zor veya mümkün değildir. Bu nedenle YSA'nın programlanması çok zor veya mümkün olmayan olaylar için geliştirilmiş adaptif bilgi işleme ile ilgilenen bir bilgisayar bilim dalı olduğu söylenebilir [63].

Temelde YSA, insan beyninin mimarisinden yola çıkılarak düzenlenmektedir. Bu konudaki ilk teoriler Mc Culloch ve Pitts tarafından 1943 yılında ortaya atılmıştır. Daha sonra Hebb'in çalışması (Hebb'in öğrenme teorisi 1949) insan beyninin nöronlarının nasıl öğrendiklerini ortaya koymaya çalışmıştır. 1958 yılında Rosenblatt algılama üzerinde durmuştur. YSA hakkında en başarılı uygulamalar 1960'lı yıllarda Widrow ve Hoff tarafından geliştirilmiştir. Paul Werbos 1974 yılında Widrow – Hoff prosedürü için karşıt hata görevleri yapısını teklif etmiş, böylece daha önceki tek-katman kısıtı elemine edilmiş ve pek çok kısıtlı süreç hesaplanabilmiştir. Diğer gelişmeler büyük ölçüde Kolmogorov'un (1957) süper durum teoreminden esinlenmiştir. Bu bize sürekli fonksiyonların doğrusal olmayan sonuçlarla doğrusal sonuçların bütünleştirilmesiyle hesaplanabileceğini göstermiştir [64].

5.2.2 Yapay sinir ağları yapısı

YSA birbirleriyle bağlantılı olan sinirlerin bulunduğu katmanlardan meydana gelmektedir. YSA Bu katmanlar girdi katmanı, gizli katman ve çıktı katmanı olmak üzere 3'e ayrılmaktadır. YSA'nın şematik gösterimi Şekil 5.1'deki gibidir.



Şekil 5.1 Örnek bir YSA modeli.

5.2.2.1 Girdi katmanı

Girdi katmanı YSA yapısında yer alan ilk katmandır. Bu katmanda dışarıdan gelen veriler YSA'ya alınır. Bu veriler istatistikte bağımsız değişkenlere karşılık gelmektedir. Girdi katmanı probleme etki eden parametrelerden oluşmaktadır. Bu katmanda yer alan nöron sayısı parametre sayısına göre değişmektedir.

Girdi katmanı, her biri bir ölçütü temsil eden n adet nörondan oluşmaktadır. Bu nöronlar girdi değerlerini herhangi bir işleme tabi tutmadan, doğrudan gizli katmandaki nöronlara yollamakla sorumludur [65].

5.2.2.2 Gizli katman

Girdi katmanı ile çıktı katmanı arasında yer alan katmandır. Bu katmanda yer alan nöronların dış ortamla hiç bir bağı yoktur. Bu katman girdi katmanından gelen sinyalleri alarak çıktı katmanına gönderirler. Hem gizli katman sayısı hemde bu katmanlarda yer alacak nöron sayısı kurulacak ağıın performansı açısından önemlidir.

5.2.2.3 Çıktı katmanı

Bu katman YSA tarafından oluşturulan bilgilerin dışarıya iletilmesi işlevini görür. Çıktı değişkenleri, istatistikte bağımlı değişkenlere karşılık gelmektedir.

5.2.3 YSA çalışma şekli

YSA yapısında yer alan her bir yapay sinir hücresi girdi bağlantılarıyla aldığı birçok sinyalin ağırlıklı toplamını hesaplayarak, bu bilgiyi barındırdığı eşik seviyesiyle karşılaştırır. Eğer toplam girdi eşik seviyesinden düşükse, nöron tetiklenmez, fakat net değer eşik seviyesinden yüksekse, nöron çıktı bağlantılarını kullanarak bu bilgiyi diğer YSA hücreleri ile paylaşır [65]. YSA'nın matematiksel gösterimi denklem 5.5'deki gibidir.

$$S = w_1.u_1 + w_2.u_2 + w_3.u_3 + \dots + w_n.u_n - \theta = \sum_{i=1}^n w_i.u_i - \theta \quad (5.5)$$
$$O = \psi(S)$$

S: Toplam fonksiyonu

u_i : Giriş fonksiyonu

w_i : Ağırlıklandırma faktörü

O: Çıkış fonksiyonu

$\psi(S)$: Aktivasyon fonksiyonu

θ : Eşik değeri

YSA'da nöron davranışını belirleyen önemli etmenlerden birisi nöronun aktivasyon fonksiyonudur. Bu fonksiyon, nörona gelen net girdiyi işleyerek nöronun bu girdiye karşılık üreteceği çıktıyı belirlemektedir. Aktivasyon fonksiyonu için birçok fonksiyon yer almaktadır. Bu fonksiyonlara sigmoid fonksiyonu, sinüzoidal fonksiyon, hiperbolik tanjant fonksiyonu, lineer fonksiyon, adım fonksiyonu örnek verilebilir. Bunların içinden doğrusal olmayan yapısı ve kolay türev alınabilirliği sebebiyle sigmoid fonksiyonu birçok çalışmada tercih edilmiştir. Söz konusu fonksiyon denklem 5.6'da gösterilmiştir.

$$sigmoid(x) = \frac{1}{1 + e^{-x}} \quad (5.6)$$

5.2.4 Yapay sinir ağlarında öğrenme

YSA öğrenme temel olarak eğitici ve eğitici olmayan olmak üzere ikiye ayrılmaktadır.

5.2.4.1 Eğitici öğrenme

Bu öğrenme tipinde yapay sinir ağı kullanılmadan önce eğitilmelidir. Ağı eğitilmesine olanak sağlayan veri setine eğitim seti denir. Öğrenme işlemi, sinir ağına giriş ve çıkış bilgileri sunmaktan oluşur. Eğitici öğrenmede en önemli konu arzu edilen ve hesap edilen birim değerleri arasındaki farkın mümkün olduğunca en küçük olmasıdır.

Ağ giriş bilgisine göre ürettiği çıkış değerini, istenen değerle karşılaştırarak ağırlıkların değiştirilmesinde kullanılacak bilgiyi elde eder. Girilen değerle istenen değer arasındaki fark hata değeri olarak önceden belirlenen değerden küçük oluncaya kadar eğitime devam edilir. Hata değeri istenen değer altına düştüğünde tüm ağırlıklar sabitlenerek eğitim işlemi sonlandırılır [62].

Eğitici öğrenme tipindeki yapay sinir ağlarından bazıları çok katmanlı algılayıcı (Multilayer Perceptron), Adaline, Madaline ve geri yayımlı (backpropagation) ağıdır [66].

Öğrenme algoritmaları içinde, düşük karmaşıklık ve yüksek kesinlik seviyeleri sebebiyle genellikle geri yayılma (back propagation) algoritmasının kullanımı tercih edilmektedir. Bu algoritmaya göre, nöron zinciri boyunca işlenen girdi değerleri tüm katmanlarda işlenerek sistemin son çıktı değerleri elde edilir. Eğer beklenen çıktı ile ağ çıktısı arasında bir fark varsa, ağ ağırlıkları bu hatanın oranına ve girdi değerlerine bağlı olarak tekrar hesaplanır. Ağırlıkların güncellenmesi için gerekli olan hata değerleri de son çıktıdan başlamak üzere geriye doğru işlenerek başlangıç katmanındaki nöronlara ulaşır. Nöronlar arasındaki ağırlıkların güncellenmesi, ortalama karesel hata değerinin (OKH) en az olduğu değere ulaşmak için, hata katsayısının öğrenme katsayısı ile çarpılması sonucu bulunan güncelleme değerinin mevcut ağırlıklara eklenmesi ile yapılır [65].

OKH değeri, beklenen değerler ile gerçekleşen değerler arasındaki farka bağlı bir ortalama ve aşağıdaki formül üzerinden hesaplanmaktadır;

$$OKH = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - E(i))^2}{n} \quad (5.7)$$

n : gözlem sayısı

x_i :gerçekleşen değer

$E(i)$: beklenen değer

5.2.4.2 Eğiticişiz öğrenme

Eğiticişiz öğrenmede sistemin doğru çıkış hakkında bilgisi yoktur ve girişlere göre kendi kendisini örnekler. Danışmansız olarak eğitilebilen ağlar, istenen ya da hedef çıkış olmadan giriş bilgilerinin özelliklerine göre ağırlık değerlerini ayarlar [62].

Kendi kendine organize öğrenmede denilen bu öğrenme kuralında ağ mekanizması; girdileri bir takım kriterlere göre kategorize ederek alt birimler oluşturur ve böylece uygun birimleri örneklerden çıkarır [66].

Adaptif Rezonans Teorisi, Hopfield Ağı, Kohonen Ağı, Savaşlı Yayılım Ağı ve Associative Memory Ağı en çok kullanılan ağ çeşitlerdir [66].

5.2.5 Yapay sinir ağları mimarileri

5.2.5.1 İleri beslemeli yapay sinir ağları

İleri beslemeli YSA'da, hücreler katmanlar şeklinde düzenlenir ve bir katmandaki hücrelerin çıkıştan bir sonraki katmana ağırlıklar üzerinden giriş olarak verilir. Giriş katmanı, dış ortamlardan aldığı bilgileri hiçbir değişikliğe uğratmadan gizli katmandaki hücrelere iletir. Bilgi, gizli ve çıkış katmanında işlenerek ağ çıkışı belirlenir. Giriş ve çıkış katmanlarındaki nöron sayıları ele alınan problemin gereklerine göre belirlenir, ancak gizli katmandaki (veya katmanlardaki) nöron sayısının optimallik anlamında doğru sayısını veren herhangi bir analitik yöntem şu ana kadar geliştirilememiştir. Dolayısıyla gizli katman sayısındaki ve bu katmanların nöron sayılarındaki belirsizlikleri aşabilmenin tek yolu, deneme yanılma yöntemidir [67].

5.2.5.2 Geri beslemeli yapay sinir ağları

Geri beslemeli ağ mimarileri, genellikle danışmansız öğrenme kurallarının uygulandığı ağlarda kullanılmaktadır. Bu tip ağlarda en az bir hücrenin çıkışı

kendisine ya da diğ er hücrelere giriş olarak verilir ve genellikle geri besleme bir geciktirme elemanı üzerinden yapılır. Geri besleme, bir katmandaki hücreler arasında olduğu gibi katmanlar arasındaki hücreler arasında da olabilir. Bu yapısı ile geri beslemeli YSA, doğrusal olmayan dinamik bir davranış göstermektedir [67].

6. UYGULAMA

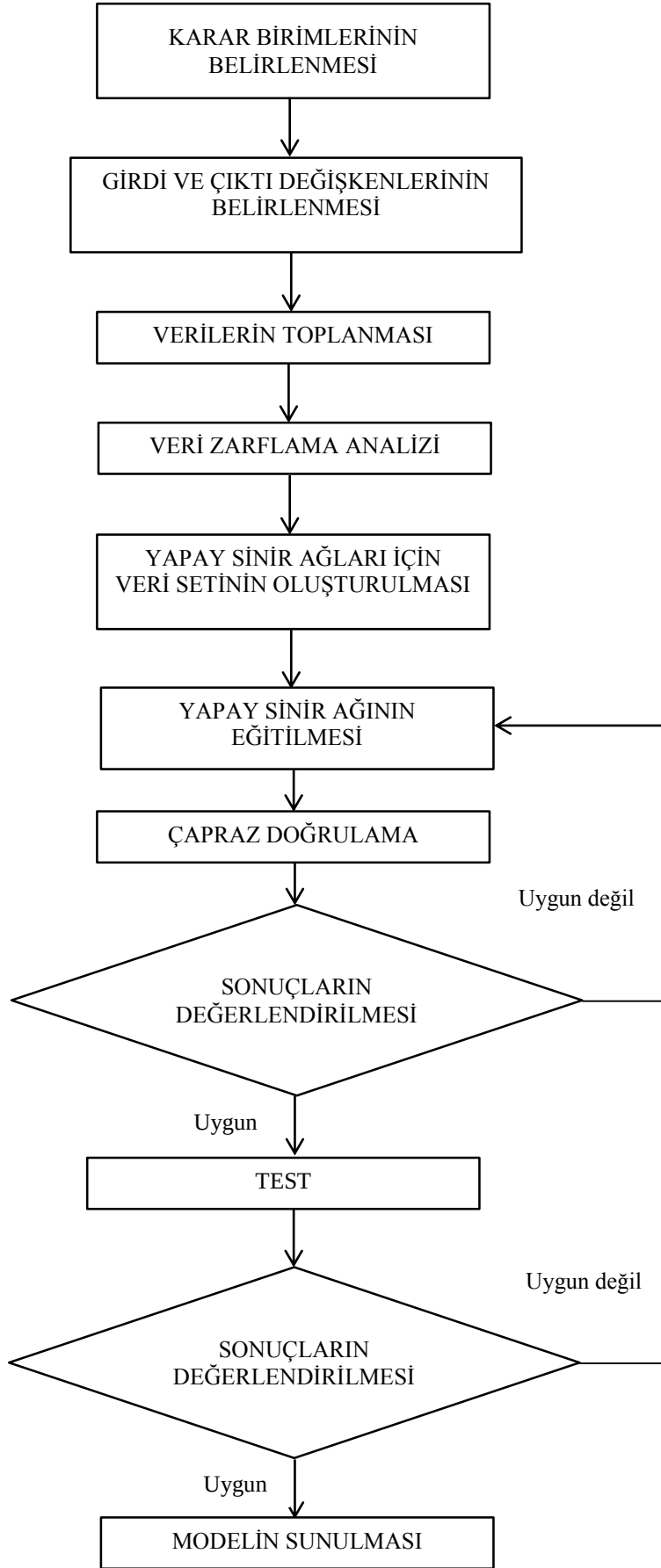
6.1 Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

Günümüzde hem kamuda hem de özel sektörde işletmelerin içinde bulunduğu rekabet ortamında etkinlik ve verimlilik kavramlarının önemini dahada artmaktadır. Bu yüzden etkinliğin ölçümü ve etkinliğin artırılmasıyla ilgili çalışmalar popülaritesini korumaktadır. Etkinlik ölçümü işletmelerin nerede olduğunun belirlenmesine imkan sağlamak ve mevcuttaki girdilerden ne şekilde daha iyi çıktı üretilebileceğini göstermektedir.

Çalışmanın ikinci bölümünde detaylı şekilde aktarıldığı üzere özellikle son yıllarda hava ulaşımında gelişmeler kaydedilmiştir. Havayolu taşımacılığına yapılan yatırımlar artmış Türkiye'nin bir çok yerinde havalimanları yenilenmiş ve yenileri yapılmıştır. Bu yatırımlar havalimanlarının ne kadar etkin kullanıldığı sorusunu akıllara getirmektedir. Bu çalışmanın amacı; Türkiye'de yer alan havalimanlarının ne kadar etkin çalıştıklarını hesaplamak ve mevcut veya yeni açılacak bir havalimanının etkinliğini tahmin edebilecek bir YSA modeli geliştirmektir. Geliştirilecek bu model sayesinde karar vericiler çeşitli senaryoları bu model üzerinde deneyebileceklerdir.

6.2 Çalışma Metodolojisi

Uygulama kısmının ilk bölümünde aynı girdileri kullanarak benzer çıktılar üreten karar birimlerinin göreceli etkinlik ölçülmesinde doğrusal programlama tabanlı parametrik olmayan bir yöntem olan VZA kullanılacaktır. Bu metodun kullanılmasındaki amaç karar birimlerine ait birden fazla girdi ve çıktı bulunmasıdır. Analiz sonucunda etkin olan ve etkin olmayan havalimanları belirlenecektir. Etkin olmayan havalimanları için hedef değerlerin ne olması gerektiğinde bu analiz sonrası belirlenmiş olacaktır. Bu işlemin ardından VZA'da kullanılan veriler ve VZA analizi sonucu bulunan etkinlik durumu yardımıyla bir YSA modeli geliştirilecektir. Bu sayede mevcut veya yeni kurulacak havalimanlarının etkinliği tahmin edilebilecektir. Çalışmanın adımları Şekil 6.1'de verilmiştir.



Şekil 6.1 : Çalışma metodolojisi.

6.3 VZA Uygulaması

6.3.1 Karar birimlerinin belirlenmesi

Karar birimi etkinlik analizi yapılacak birimleri ifade etmektedir. Etkinlik karşılaştırması için belirlenen karar birimlerinin benzer girdileri kullanan ve benzer çıktılar üreten birimler olması gerekmektedir.

Çalışma kapsamına 2014 yılı boyunca sürekli olarak hizmet veren havalimanları dahil edilmiştir. Bazı havalimanları sene içerisinde belirli bölümlerde herhangi bir faaliyet göstermemişlerdir. Homojen bir karşılaştırma yapmak amacıyla çalışma kapsamına bu havalimanları dahil edilmemiştir. Ayrıca 2014 yılı boyunca sürekli olarak hizmet veren havalimanlarından İstanbul Sabiha Gökçen, Eskişehir Anadolu, Antalya Gazipaşa Alanya and Zafer havalimanları veri eksikliği sebebiyle çalışma kapsamına alınmamıştır. Çalışma kapsamında incelenen havalimanı sayısı 41'dir. İncelenen havalimanları Çizelge 6.1'de gösterilmiştir.

Çizelge 6.1 : Çalışma kapsamında incelenen havalimanları.

IATA Kodu	Havalimanı	IATA Kodu	Havalimanı
IST	İstanbul Atatürk	HTY	Hatay
ESB	Ankara Esenboğa	IGD	Iğdır
ADB	İzmir Adnan Menderes	ISE	Isparta Süleyman Demirel
AYT	Antalya	KCM	Kahramanmaraş
DLM	Muğla Dalaman	KSY	Kars Harakani
BJV	Muğla Milas-Bodrum	KFS	Kastamonu
ADA	Adana	ASR	Kayseri
TZX	Trabzon	KYA	Konya
ERZ	Erzurum	MLX	Malatya
GZT	Gaziantep	MQM	Mardin
ADF	Adıyaman	MSR	Muş
AJI	Ağrı	NAV	Nevşehir Kapadokya
MZH	Amasya Merzifon	SZF	Samsun Çarşamba
EDO	Balıkesir Koca Seyit	SXZ	Siirt
BAL	Batman	VAS	Sivas Nuri Demirağ
BGG	Bingöl	GNV	Şanlıurfa GAP
YEI	Bursa Yenişehir	NKT	Şırnak Şerafettin Elçi
DNZ	Denizli Çardak	TEQ	Tekirdağ Çorlu
DIY	Diyarbakır	TJK	Tokat
EZS	Elazığ	VAN	Van Ferit Melen
ERC	Erzincan		

6.3.2 Karar birimlerine ait girdi ve çıktı değişkenleri

VZA yöntemi kullanılarak yapılan etkinlik analizlerinde, karar birimlerinin kullandığı girdileri ve ürettiği çıktıları belirlemek çok önemlidir. Seçilen girdi ve çıktıların göre etkinlik sonuçları değişecektir. Girdi ve çıktıların belirlenirken literatür dikkatle incelenmiştir. Literatürde en çok yer alan girdi ve çıktılar Çizelge 6.2’de gösterilmiştir. Girdiler çeşitlilik göstermekle birlikte çalışmalarda kullanılan çıktılar genellikle yolcu sayısı, yük miktarı ve uçuş sayısı olarak karşımıza çıkmaktadır.

Raab ve Lichty’e (2002) göre VZA uygulaması içerisinde yer alan karar değişkenleri sayısının girdi ve çıktı sayılarının toplamının üç katından büyük olması gerekmektedir [68]. Uygulama içerisinde yer alan karar birimleri sayısı girdi ve çıktı sayısının toplamının üç katından büyük olduğu için söz konusu kriter sağlanmıştır [$41 \geq 3(7+3)$].

Çizelge 6.2 : Literatürde sıkça kullanılan girdi ve çıktılar.

Girdiler	Çıktılar
Çalışan Sayısı	Yolcu Sayısı
Diğer Operasyon Giderleri	Uçuş Sayısı
Pist Sayısı	Yük Miktarı
Personel Giderleri	Havacılık dışı Gelirleri
Kapı Sayısı	Havacılık Gelirleri
Havalimanı Büyüklüğü	Operasyon gelirleri
Terminal Alanı Büyüklüğü	
Operasyonel Giderler	
Pist Uzunluğu	

Girdi ve çıktıların ait değerler 2014 yılında gerçekleşmiş olan değerlerdir. Bu değerler DHMİ’nin yayınladığı 2014 yılı faaliyet raporundan ve DHMİ’nin internet sitesinden alınmıştır [69]. Belirlenen girdi ve çıktı değişkenleri havalimanında gerçekleştirilen işlemler ile ilgili olan değişkenlerdir. Çalışma kapsamına finansal herhangi bir değer dahil edilmemiştir. Benzer girdi ve çıktı değişkenleri kullanılan çalışmalar Gillen ve Lall (1997), Fernandes ve Pacheco (2002) Pels ve diğerleri (2003) ve Barros (2008) tarafından gerçekleştirilmiştir [27,37,35,70]. Çalışmada literatürdeki çalışmalar dikkate alınarak belirlenen girdi ve çıktılar Çizelge 6.3’deki gibidir.

Çalışmada kullanılan girdi ve çıktıların ait tanımlayıcı istatistikler Çizelge 6.4’de verilmiştir. Ayrıca VZA kapsamında kullanılan veri seti EK A’da verilmiştir.

Çizelge 6.3 : Çalışmada kullanılan girdi ve çıktılar.

Girdiler	Açıklama
Check-in Kontuarları Sayısı	Havalimanında yer alan check-in kontuar sayısı (adet)
Bagaj Konveyörleri Sayısı	Havalimanında yer alan bagaj konveyörü sayısı (adet)
Yolcu Biniş Kapısı Sayısı (Köprüler Dahil)	Havalimanında yer alan yolcu biniş kapısı sayısı (adet)
Pist Sayısı	Havalimanında yer alan pist sayısı (adet)
Terminal Büyüklüğü	Havalimanının terminal büyüklüğü (m ²)
Çalışan Sayısı	Havalimanında çalışan personel sayısı (kişi)
Otopark Kapasitesi	Park edilebilir araç sayısı (adet)
Çıktılar	Açıklama
Toplam Yolcu Sayısı	Havalimanındaki toplam yolcu trafiği (kişi)
Toplam Yük Trafiği	Havalimanındaki toplam yük (Bagaj+Kargo+Posta) trafiği (ton)
Toplam Ticari Uçuş Sayısı	Havalimanında gerçekleşen ticari uçak trafiği (adet)

Çizelge 6.4 : Çalışmada kullanılan girdi ve çıktılara ait tanımlayıcı istatistikler.

		Maksimum	Minimum	Ortalama	Standart Sapma
Girdi	Check-in Kontuarları Sayısı	320	2	34,93	60,50
	Bagaj Konveyörleri Sayısı	1.525	1	51,15	239,20
	Yolcu Biniş Kapısı Sayısı (Köprüler Dahil)	67	1	9,49	16,65
	Pist Sayısı	3	1	1,24	0,53
	Terminal Büyüklüğü	345.270	560	42.530,29	78.010,65
	Çalışan Sayısı	1.149	36	187,22	239,99
	Otopark Kapasitesi	8146	20	644,12	1404,77
Çıktı	Toplam Yolcu Sayısı	56.695.166	19.526	3.443.694,95	9.696.652,83
	Toplam Yük Trafiği	1.631.528	185	63.352,95	255.037,91
	Toplam Ticari Uçuş Sayısı	419.897	334	23.904,32	69.142,99

6.3.3 Karar birimlerinin etkinlik değerlendirmesi

Karar birimlerinin etkinlik değerlendirmesi yapılırken literatürde sıkça kullanılmakta olan çıktı yönelimli BCC yöntemi kullanılmıştır. Söz konusu yöntem karar birimlerinin etkinlik değerlendirmesini ölçeğe göre değişken getiri varsayımı altında yapmaktadır. Bu yöntem kullanılarak elde edilen etkinlik sonuçları teknik veya yönetsel etkinlik olarak belirtilmektedir.

Bu analiz Tim Coelli tarafından yazılan DEAP 2.1 bilgisayar programı kullanılarak. Söz konusu program Türkiye’deki VZA çalışmalarında sıklıkla kullanılmıştır [25]. Analiz sonucu her bir havalimanı için belirlenen etkinlik değerleri Çizelge 6.5’deki gibidir.

Çizelge 6.5 : VZA sonuçları.

Havalimanı	Etkinlik Skoru	Etkinlik Durumu	Havalimanı	Etkinlik Skoru	Etkinlik Durumu
İstanbul Atatürk	1,000	Etkin	Hatay	1,000	Etkin
Ankara Esenboğa	0,924	Etkin değil	Iğdır	1,000	Etkin
İzmir Adnan Menderes	0,729	Etkin değil	Isparta Süleyman Demirel	0,392	Etkin değil
Antalya	1,000	Etkin	Kahramanmaraş	1,000	Etkin
Muğla Dalaman	1,000	Etkin	Kars Harakani	0,591	Etkin değil
Muğla Milas-Bodrum	1,000	Etkin	Kastamonu	0,222	Etkin değil
Adana	1,000	Etkin	Kayseri	1,000	Etkin
Trabzon	1,000	Etkin	Konya	0,581	Etkin değil
Erzurum	0,413	Etkin değil	Malatya	0,450	Etkin değil
Gaziantep	0,878	Etkin değil	Mardin	1,000	Etkin
Adıyaman	0,170	Etkin değil	Muş	1,000	Etkin
Ağrı	1,000	Etkin	Nevşehir Kapadokya	0,361	Etkin değil
Amasya Merzifon	1,000	Etkin	Samsun Çarşamba	0,675	Etkin değil
Balıkesir Koca Seyit	0,562	Etkin değil	Siirt	1,000	Etkin
Batman	0,549	Etkin değil	Sivas Nuri Demirağ	0,449	Etkin değil
Bingöl	0,444	Etkin değil	Şanlıurfa GAP	0,412	Etkin değil
Bursa Yenişehir	0,122	Etkin değil	Şırnak Şerafettin Elçi	1,000	Etkin
Denizli Çardak	0,284	Etkin değil	Tekirdağ Çorlu	0,637	Etkin değil
Diyarbakır	1,000	Etkin	Tokat	1,000	Etkin
Elazığ	0,650	Etkin değil	Van Ferit Melen	1,000	Etkin
Erzincan	0,281	Etkin değil			

Çalışma kapsamında incelenen havalimanlarından etkinlik skorları 1'e eşit olan havalimanları etkin, 1'den küçük olan değerlere sahip havalimaları da etkin değildir. Yapılan VZA çalışması sonucunda Türkiye'de etkin olarak çalışan havaalanı sayısı 19 tanedir. Etkin olarak çalışan havalimanları Etkin olarak çalışan havalimanları İstanbul Atatürk havalimanı, Antalya havalimanı, Muğla-Dalaman havalimanı, Muğla Milas-Bodrum havalimanı, Adana havalimanı, Trabzon havalimanı, Ağrı havalimanı, Amasya Merzifon havalimanı, Diyarbakır havalimanı, Hatay havalimanı, Iğdır havalimanı, Kahramanmaraş havalimanı, Kayseri havalimanı, Mardin havalimanı, Muş havalimanı, Siirt havalimanı, Şırnak Şerafettin Elçi havalimanı, Tokat havalimanı ve Van Ferit Melen havalimanı'dır. Diğer havalimanları etkin olarak çalışmamaktadır. Çalışmada yer alan havalimanlarının etkinlik ortalaması 0,726 olarak bulunmuştur. Etkin olmayan havalimanları için ise ortalama etkinlik değeri 0,490'dır. Çalışmada en düşük etkinliğe sahip havalimanı 0,122 ile Bursa Yenişehir havalimanı olmuştur. Çizelge 6.6'da analiz sonuçlarına ait istatistikler verilmiştir.

Çizelge 6.6 : Analiz sonuçlarına ait istatistikler.

Tanım	Değer
Etkin Havalimanı Sayısı	19
Etkin Olmayan Havalimanı Sayısı	22
Tüm Havalimanlarının Etkinlik Ortalaması	0,726
Etkin Olmayan Havalimanlarının Etkinlik Ortalaması	0,490
Etkin Olmayan Havalimanlarının Minimum Etkinlik Değeri	0,122
Etkin Olmayan Havalimanlarının Maksimum Etkinlik Değeri	0,924

6.3.4 Etkin olmayan havalimanları için referans kümeleri ve hedef değerler

Referans kümeleri etkin olmayan havalimanlarının hangi havalimanına benzer sonuçlara ulaşırsa etkin olabileceğini göstermektedir. Etkin olan işletmelerin referans olma sayıları Çizelge 6.7’de verilmiştir. Etkin olmayan havalimanları için referans havalimanı kümeleri ve yoğunluk değerleri Çizelge 6.8’de belirtilmiştir.

Çalışma sonucunda etkin olmayan havalimanlarının etkin çalışmasını sağlayacak hedef değerleri Ek B’de verilmiştir.

Çizelge 6.7 : Etkin havalimanlarının referans olma sayıları.

Havalimanı	Referans Olma Sayısı
İstanbul Atatürk	2
Antalya	4
Muğla Dalaman	0
Muğla Milas-Bodrum	0
Adana	10
Trabzon	1
Ağrı	3
Amasya Merzifon	0
Diyarbakır	20
Hatay	1
Iğdır	1
Kahramanmaraş	4
Kayseri	2
Mardin	1
Muş	2
Siirt	5
Şırnak Şerafettin Elçi	9
Tokat	2
Van Ferit Melen	9

Çizelge 6.8 : Referans havalimanları ve yoğunluk değeri.

Havalimanları	Referans Havalimanları	Yoğunluk Değeri
ESB	VAN; AYT; ADA	0,400; 0,500; 0,100
ADB	AYT; ADA	0,500; 0,500
ERZ	VAN; ADA; DIY; IST	0,341; 0,226; 0,431; 0,002
GZT	AJI; ADA; DIY	0,343; 0,449; 0,207
ADF	NKT; DIY	0,449; 0,551
EDO	DIY; MQM; KCM	0,220; 0,520; 0,260
BAL	NKT; DIY; ASR; HTY	0,578; 0,221; 0,056; 0,145
BGG	SXZ; VAN; NKT; DIY	0,237; 0,054; 0,655; 0,054
YEI	AYT; KCM; DIY	0,022; 0,463; 0,515
DNZ	NKT; DIY	0,116; 0,884
EZS	VAN; ADA; DIY	0,719; 0,040; 0,241
ERC	NKT; DIY; IGD	0,277; 0,596; 0,128
ISE	VAN; AJI; SXZ; DIY; KCM	0,098; 0,136; 0,230; 0,257; 0,279
KSY	MSR; DIY; NKT; SXZ	0,422; 0,318; 0,215; 0,046
KFS	DIY; NKT; SXZ; VAN	0,119; 0,159; 0,604; 0,119
KYA	IST; DIY; ADA; TJK	0,001; 0,183; 0,279; 0,537
MLX	DIY; AYT; SXZ; KCM	0,306; 0,030; 0,074; 0,589
NAV	ADA; DIY; MSR; NKT	0,126; 0,040; 0,688; 0,146
SZF	ASR; VAN; ADA; DIY; TZX	0,016; 0,309; 0,211; 0,422; 0,042
VAS	VAN; DIY; NKT	0,316; 0,316; 0,367
GNV	DIY; ADA; TJK	0,729; 0,025; 0,246
TEQ	DIY; AJI; ADA; VAN	0,016; 0,822; 0,136; 0,026

6.4 Yapay Sinir Ağları Modeli

Çalışmanın bu bölümünde mevcut veya yeni yapılacak bir havalimanının etkinliğinin tahmin edileceği bir YSA modeli geliştirilmesi amaçlanmıştır. Bunun için öncelikle model içerisinde kullanılacak değişkenler belirlenmiş sonrasında farklı modeller denenerek havalimanlarını etkinliğini tahmin edebilecek bir model geliştirilmiştir.

6.4.1 YSA’da kullanılan değişkenler

6.4.1.1 Girdi katmanı

YSA çalışmasında eldeki mevcut veriler yardımıyla etkinlik durumunun tahmini amaçlanmaktadır. Söz konusu tahmin VZA’da kullanılan veriler yardımıyla yapılmıştır. YSA’da girdi katmanında kullanılacak değişkenler VZA’da kullanılan girdi ve çıktı değişkenleri olacaktır. Bu durumda check-in kontuarları sayısı, bagaj konveyörleri sayısı, yolcu biniş kapısı sayısı (köprüler dahil), pist sayısı, terminal

büyüklüğü, çalışan sayısı, otopark kapasitesi, toplam yolcu sayısı, toplam yük trafiği ve toplam ticari uçuş trafiği sayısı girdi katmanında yer almıştır.

6.4.1.2 Çıktı katmanı

YSA’da çıktı katmanında kullanılacak değişken VZA yardımıyla bulunan etkinlik durumudur. VZA sonucu etkinlik skoru 1 olan havalimanları çıktı katmanında etkin, etkinlik skoru 1’den küçük bulunan havalimanları çıktı katmanında etkin değil olarak belirtilmiştir.

6.4.2 Veri setinin düzenlenmesi

Tahminleme çalışmasında kullanılan değişkenler YSA için kullanacağımız Neuro Solutions programına tanıtılmıştır. Çıktı katmanında yer alan etkinlik durumu programa sözel değişken olarak tanıtılmıştır. YSA yapısı itibari ile bizlere sözel değişkenlerin de modelin içerisine dahil edilebileceği bir yapı sunmaktadır.

Bu işlemin ardından YSA modelinde kullanacağımız veri seti karıştırılmış bu sayede veri seti içerisinden YSA’nın eğitilmesi, çapraz doğrulanması ve kurulacak modelin test edilmesi için gerekli olan veriler rasgele seçilmesi sağlanmıştır. Çalışmada kullanılan veri setinin %70’i yani 29 havalimanına ait veriler modelin eğitilmesi, %15’i yani 6 adet havalimanına ait veriler çapraz doğrulama ve geriye kalan %15’lik kısım yani 6 adet havalimanına ait veriler modelin test edilmesi aşamasında kullanılması sağlanmıştır. Çizelge 6.9’da söz konusu değerler gösterilmiştir.

Çizelge 6.9 : Veri setine ait bilgiler.

Verinin Kullanım Amacı	Veri Setindeki Yüzdesi (%)	Veri Sayısı
Eğitme	70	29
Çapraz Doğrulama	15	6
Test	15	6
Toplam	100	41

6.4.3 Ağ yapısı tasarımı

Çalışmada, YSA modeli olarak kolay bir mimari ve algoritmaya sahip olan ve bunun yanında çok sayıda problem türünü çözmekte başarısı kanıtlanmış çok katmanlı ileri beslemeli ağ modeli kullanılmıştır.

YSA içerisinde yer alan nöronlar için aktivasyon fonksiyonu olarak doğrusal olmayan yapısı ve kolay türev alınabilirliği sebebiyle sigmoid fonksiyonu seçilmiştir. Öğrenme algoritması olarak Levenberg-Marquardt algoritması kullanılmıştır.

Giriş ve çıkış katmanlarındaki nöron sayıları ele alınan problemin gereklerine göre belirlenir, ancak gizli katmandaki (veya katmanlardaki) nöron sayısının optimallik anlamında doğru sayısını veren herhangi bir analitik yöntem şu ana kadar geliştirilememiştir. Dolayısıyla gizli katman sayısındaki ve bu katmanların nöron sayılarındaki belirsizlikleri aşabilmenin tek yolu, deneme yanılma yöntemidir [67].

Çalışmada en iyi ağ yapısının elde edilmesini sağlamak amacıyla öncelikle tek katmanlı yapıda birden altıya kadar değişen nöron sayısında deneme yapılmıştır. Ardından iki katmanlı yapının her iki katman için birden altıya kadar değişen sayıda nöron için deneme yapılmıştır. En iyi ağ yapısının elde edilmesi amacıyla 42 farklı yapı denenmiştir.

Her bir yapı için de beşer kez ayrı eğitim, çapraz doğrulama ve test işlemi uygulanmıştır. Bu şekilde en optimal sonuçları sağlayan ağ yapısına ulaşmak için 210 ağ yapısı denenmiştir.

Çalışmada deneme sayısı 5000 olarak belirlenmiştir. Her bir gizli katmanda yer alacak nöron sayısının belirlenmesinde ise, OKH değerinin en düşük olduğu sonuçları veren yapı seçilmiştir. Çalışmada oluşturulan yapı hakkında bilgiler Çizelge 6.10'da yer almaktadır.

Çizelge 6.10 : Oluşturulan modeller hakkında bilgiler.

Göstergeler	YSA Modelinde kullanılan değerler
Ağ Yapısı	Çok katmanlı ileri beslemeli ağ modeli
Eğitim Kuralı	Hatayı geriye yayma algoritması
Öğrenme Algoritması	Levenberg - Marquardt Algoritması
Aktivasyon Fonksiyonu	Sigmoid Fonksiyonu
Deneme Sayısı	5000
Gizli katman için denenen katman sayısı	1 ve 2
Herbir katman için denenen nöron sayısı	1,2,3,4,5 ve 6
Girdi katmanında yer alan nöron sayısı	10
Çıktı katmanında yer alan nöron sayısı	1

Bu denemeler arasında en uygun sonuçların elde edildiği, 2 katmanlı yapıda ilk katmanda 5, ikinci katmanda 6 nöronun yer aldığı yapı seçilmiştir. Söz konusu

sonuçlar ve oluşturulan YSA modeline ilişkin özet bilgiler Çizelge 6.11’de yer almaktadır.

Çizelge 6.11 : En iyi ağ yapısına ilişkin veriler.

Göstergeler	En İyi Ağ Değerleri
Gizli Katman Sayısı	2
1. Katman Nöron Sayısı	5
2. Katman Nöron Sayısı	6
Eğitim kümesindeki en düşük OKH	8,33E-09
Çapraz doğrulama kümesindeki en düşük OKH	3,20E-10

Belirlenen bu yapı daha önceden rassal bir şekilde seçilen 3 adet etkin, 3 adet etkin olmayan havalimanı verileri kullanılarak sınıflandırma başarısı test edilmiştir. Söz konusu yapı havalimanı’nın etkin olup olmama durumunu tam anlamıyla ölçme başarısı göstermiştir. Çizelge 6.12’de gerçek durum ve YSA modelinde elde edilen çıktılar gösterilmiştir. Sınıflandırma sonuçları Çizelge 6.13’de gösterilmiştir.

Çizelge 6.12 : Test sonuçlarının karşılaştırması.

Gerçekleşen		YSA	
Etkinlik Durumu	Sistem Çıktısı	Etkinlik Durumu	Sistem Çıktısı
Etkin	1	Etkin	0,999999999999995
Etkin	1	Etkin	0,999997790060442
Etkin	1	Etkin	0,9999999999969334
Etkin Değil	0	Etkin Değil	1,26786935065249E-09
Etkin Değil	0	Etkin Değil	1,27003291980445E-09
Etkin Değil	0	Etkin Değil	8,77510175035541E-12

Çizelge 6.13 : Sınıflandırma sonuçları.

YSA Çıktısı / Gerçekleşen	Etkin	Etkin değil
Etkin	3	0
Etkin değil	0	3

7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışma kapsamında Türkiye'deki havalimanları için etkinlik analizi çalışması yapılmış ardından da mevcut veya yeni havalimanlarının etkinliğini tahmin edebilecek bir YSA modeli geliştirmeye çalışılmıştır.

Bu kapsam doğrultusunda öncelikle havacılık sektörü ile ilgili genel bilgilendirme yapılmıştır. Ardından ise etkinlik analizi yöntemleri incelenmiştir. Literatürde yer alan çalışmalar hakkında bilgilendirme yapılmıştır. Yapılan literatür araştırmasında havalimanlarının etkinlik analizlerinde genellikle VZA kullanıldığı saptanmıştır. Literatür araştırmasının ardından çalışmada kullanılacak metodlar ile ilgili genel bilgiler verilmiştir.

Çalışmanın uygulama kısmında öncelikle metodoloji belirlenmiştir. Bu doğrultuda öncelikle VZA'ya dahil edilecek karar birimleri hakkında bilgi verilmiştir. Ardından literatür araştırması göz önünde bulundurularak girdi ve çıktılar belirlenmiştir. Girdi olarak belirlenen değişkenler check-in kontuarları sayısı, bagaj konveyörleri sayısı, yolcu biniş kapısı sayısı (köprüler dahil), pist sayısı, terminal büyüklüğü, çalışan sayısı, otopark kapasitesi; çıktı olarak belirlenen değişkenler ise toplam yolcu sayısı, toplam yük miktarı ve toplam ticari uçuş trafiği olmuştur.

Söz konusu girdi ve çıktılar için DHMI'nin verilerinden yararlanılmıştır. VZA DEAP 2.1 programı yardımıyla gerçekleştirilmiştir. Çalışma kapsamında bulunan sonuçlar incelenmiştir. VZA'ya dahil edilen 41 havalimanından 19 tanesini etkin olarak çalıştığı bulunmuştur. Etkin olarak çalışan havalimanları İstanbul Atatürk, Antalya, Muğla-Dalaman, Muğla Milas-Bodrum, Adana, Trabzon, Ağrı, Amasya Merzifon, Diyarbakır, Hatay, Iğdır, Kahramanmaraş, Kayseri, Mardin, Muş, Siirt, Şırnak Şerafettin Elçi, Tokat ve Van Ferit Melen'dir. Diğer havalimanları etkin olarak çalışmadığı saptanmıştır. Çalışmada yer alan havalimanlarının etkinlik ortalaması 0,726 olarak bulunmuştur. Etkin olmayan havalimanları için ise ortalama etkinlik değeri 0,490'dır. Çalışmada en düşük etkinliğe sahip havalimanı 0,122 ile Bursa Yenişehir havalimanı olmuştur. Ardından etkin olmayan havalimanları için referans kümeleri ve hedef değerler belirlenmiştir.

VZA çalışmasının ardından YSA çalışmasında kullanılacak değişkenler belirlenmiştir. YSA'da girdi katmanında kullanılacak değişkenler VZA'da kullanılan girdi ve çıktı değişkenleri olmuştur. Bu durumda check-in kontuarları sayısı, bagaj konveyörleri sayısı, yolcu biniş kapısı sayısı (köprüler dahil), pist sayısı, terminal büyüklüğü, çalışan sayısı, otopark kapasitesi, toplam yolcu sayısı, toplam yük trafiği ve toplam ticari uçuş sayısı girdi katmanında yer almıştır. VZA sonucu elde edilen etkinlik durumu ise YSA'da çıktı katmanında kullanılmıştır.

Çalışmada literatürde de sıkça kullanılan çok katmanlı ileri beslemeli ağ modeli, aktivasyon fonksiyonu olarak sigmoid fonksiyonu, eğitim algoritması olarak da Levenberg-Marquardt algoritması kullanılmıştır. Çalışmada 1 ve 2 gizli katmana sahip yapılar, her bir katman için 1'den 6'ya kadar farklı nöron sayısına sahip yapılar denenmiştir. Ağ yapısı en düşük hata oranını verecek şekilde birçok deneme yapılarak bulunmuştur. Bu denemeler arasında en uygun sonuçların elde edildiği, 2 katmanlı yapıda ilk katmanda 5, ikinci katmanda 6 nöronun yer aldığı yapı seçilmiştir. Seçilen bu yapı sonrasında test kümesi yardımıyla test edilmiştir. Geliştirilen yapı test kümesinde yer alan 6 farklı havalimanı için de etkinlik durumu doğru sınıflandırma başarısı göstererek % 100 oranında başarı sağlanmıştır.

Çeşitli senaryo veya gerçek değerler bu model üzerinde kullanarak havalimanının etkin çalışıp çalışmayacağını tahmin edilebilir.

YSA, doğrusal olmayan çok boyutlu bağlantılarla birbirlerine bağlı girdi ve çıktılarına dayalı model oluşturabilen yapılar olması bakımından VZA'ya göre karmaşık problemlerin çözümünde daha yardımcı bir araçtır. Ayrıca gerçekleşmeyen durumlara ilişkin bilgi oluşturabilme özelliğinin temelinde eksik bilgiyle çalışabilme ve belirsizlik halinde öğrenebilme yeteneği yattığı için, yeni havalimanlarının olası etkinlik tahminlerinde gerçek bilgiye dayalı bir çalışma prensibine sahip olan VZA, YSA'ya göre yetersiz kalacaktır. Yeni havalimanlarının etkinlik tahminlerinde değerlendirmeye alınan girdilerden kimileri havalimanı faaliyete geçmeden bilinemeyeceği için, eksik veriler oluşacak fakat bu durum YSA için sorun teşkil etmeyecektir. YSA, aynı zamanda kimi sayısal olmayan verilerin değerlendirmeye alınmasında da etkindir. Günümüzde artık göz ardı edilmemesi gereken müşteri bilinci, çevresel duyarlılık, beklentiler vs gibi sayısallaştırılması zor durumların da dahil edilerek etkinlik değerlendirmesi yapılması ihtiyacında, YSA kullanımı daha uygun olacaktır.

Gelecek çalışmalarda benzer bir model daha fazla havalimanını içeren bir örneklem kümesi yardımıyla kurulabilir. Örneklem büyüklüğü Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerin havalimanlarının örnekleme dahil edilmesi veya Türkiye ile coğrafi olarak aynı bölgede yer alan ülkelerin havalimanlarının örnekleme dahil edilmesi ile arttırılabilir. Bu sayede diğer ülkelerin havalimanlarının etkinliği ile ülkemizdeki havalimanlarının etkinliği karşılıklı analiz edilebilir. Örneklem büyüklüğü incelenen havalimanı sayısı ile arttırılabileceği gibi aynı havalimanlarının farklı yıllardaki verilerinin kullanılması ile de arttırılabilir.

Çalışmada kullanılan örneklem yeterince büyük olmadığından dolayı etkinlik durumlarının tahminlendiği bir YSA modeli geliştirilmiştir. Çalışmadaki rneklem büyüklüğünün arttırılması ile birlikte etkinlik skorunun tahmin edilebileceği bir model geliştirilebilir.

Çalışmada YSA uygulaması kısmında kullanılan aktivasyon fonksiyonları, eğitim algoritmaları farklılaştırılabilir. Bu sayede farklı aktivasyon fonksiyonu ve eğitim algoritmalarının sonuçları karşılaştırılabilir.

Havalimanlarının etkinliğinin tahmin edilmesi amacıyla gerçekleştirilen bu çalışma farklı alanlarda uygulanabilir.

KAYNAKLAR

- [1] **Saldıraner Y.** (2011). Dünya’da ve Türkiye’de Sivil Havacılık Faaliyetleri Gelişimi Sunumu, <http://kurumsal.data.atilim.edu.tr/pdfs/111118.pdf>, Erişim Tarihi: 28.04.2015.
- [2] **Tok G.** (2003). *Yeni Ufuklara - Havacılık, Bilim ve Teknik Dergisi Eki*, Ankara: Tübitak Yayınları.
- [3] <http://www.hho.edu.tr/muze/turkhavaciligi.htm>, Erişim Tarihi: 28.04.2015.
- [4] **Iatrou K.** (2014). *100 Years of Commercial Aviation*. ABD: Hermes Air Transport Club.
- [5] <http://www.thk-ucak.com/5-turk-sivil-havacilik-tarihi>, Erişim Tarihi: 28.04.2015.
- [6] <http://www.turkishairlines.com/tr-tr/kurumsal/tarihce>, Erişim Tarihi: 28.04.2015.
- [7] **Ertem, B.** (2009). Truman Doctrine and Marshall Plan in Turkey-USA Relations. *Balikesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 12(21), 390.
- [8] **Korul, V. ve Küçükönel, H.** (2003). Türk Sivil Havacılık Sisteminin Yapısal Analizi. *Ege Akademik Review Journal*, 3(1), 25-31.
- [9] International Civil Aviation Organization. (2014). *Annual Report of the Council 2013*. Montreal: International Civil Aviation Organization.
- [10] Airports Council International. (2014). *Media Release ACI releases 2013 World Airport Traffic Report*, Montreal: Airports Council International.
- [11] Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği. (2014). *Türkiye Sivil Havacılık Meclisi Sektör Raporu 2013* (TOBB Yayın No : 2014/229). Ankara: Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği.
- [12] Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü. (2014). *Faaliyet Raporu 2013*. Ankara: Strateji Geliştirme Dairesi Başkanlığı.
- [13] Türkiye Cumhuriyeti Ulaştırma Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı. (2013). *Ulaşan ve Erişen Türkiye 2013*. Ankara: Türkiye Cumhuriyeti Ulaştırma Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı.
- [14] Devlet Hava Meydanları İşletmesi. (2014). *2013 Faaliyet Raporu*. Ankara: Strateji Geliştirme Dairesi Başkanlığı.
- [15] **Barutçugil, İ.** (2002). *Bilgi Yönetimi*. İstanbul: Kariyer Yayıncılık.
- [16] **Özeren, B. ve Aral, C. S.** (2002). *Yönetim ve Hesap Verme Sorumluluğu Amaçları Bakımından Performans Bilgisi Raporu*. Ankara: Sayıştay Yayın İşleri Müdürlüğü.
- [17] **Yörüker, S., Karabeyli, L., Kaya, S. ve Özeren, B.** (2003). *Sayıştayın Performans Ölçümüne İlişkin Ön Araştırma Raporu*. Ankara: Sayıştay Yayın İşleri Müdürlüğü.

- [18] **Özden, Ü. H.** (2008). Veri zarflama analizi (VZA) ile Türkiye'deki vakıf üniversitelerinin etkinliğinin ölçülmesi. *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi*, 37(2), 167-185.
- [19] **Özata, M. ve Sevinç, G.** (2010). Konya'daki sağlık ocaklarının etkinlik düzeylerinin veri zarflama analizi yöntemiyle değerlendirilmesi. *Atatürk Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 24(1), 77-87.
- [20] **Yolalan, R.** (1993). *İşletmeler arası göreceli etkinlik ölçümü*. Ankara: MPM Yayınları.
- [21] **Yeşilyurt, C. ve Alan, M. A.** (2003). Fen liselerinin 2002 yılı göreceli etkinliğinin veri zarflama analizi yöntemiyle ile ölçülmesi. *Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 4(2), 91-104.
- [22] **Gülcü, A., Coşkun, A., Yeşilyurt, C., Coşkun, S. ve Esener, T.** (2004). Cumhuriyet Üniversitesi Dış Hekimliği Fakültesi'nin veri zarflama analizi yöntemiyle göreceli etkinlik analizi. *Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 5(2), 87-104.
- [23] **Sherman, H. D.** (1984). Data envelopment analysis as a new managerial audit methodology test and evaluation. *Auditing. A Journal of Practice and Theory*, 4(1), 35-53.
- [24] **Cazals, C., Florens, J. P. ve Simar L.** (2002). Nonparametric frontier estimation: a robust approach. *Journal of Econometrics*, 106, 1-25.
- [25] **Ayrıçay, Y. ve Özçalıcı, M.** (2014). 1997-2012 Yılları Arasında Türkiye'de Veri Zarflama Analizi İle İlgili Yayınlanan Akademik Çalışmalar. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 4(1), 245-278.
- [26] **Kesikbaş, E.** (2006). *Havalimanı Terminal İşletmeciliği Ve Konya Havalimanı Uygulaması*. Yüksek Lisans Tezi, Dumlupınar Üniversitesi, Kütahya.
- [27] **Gillen, D. ve Lall, A.** (1997). Developing measures of airport productivity and performance: an application of data envelopment analysis. *Transportation Research E: Logistics and Transportation Review*, 33(4), 261-273.
- [28] **Gillen, D. ve Lall, A.** (2001). Non-parametric Measures of Efficiency of US Airports. *International Journal of Transport Economics*, 28(3), 283-306.
- [29] **Sarkis, J.** (2000). An analysis of the operational efficiency of major airports in the United States. *Journal of Operations Management*, 18(3), 335-351.
- [30] **Sarkis J., ve Talluri, S.** (2004). Performance based clustering for benchmarking of US airports. *Transportation Research Part A*, 38(5), 329-346.
- [31] **Martín, J.C., ve Roman, C.** (2001). An application of DEA to measure the efficiency of Spanish airports prior to privatization. *Journal of Air Transport Management*, 7(3), 149-157.

- [32] **Martín, J.C., ve Román, C.** (2006). A benchmarking analysis of Spanish commercial airports. A comparison between SMOP and DEA ranking methods. *Networks and Spatial Economics*, 6(2), 111–134.
- [33] **Martín, J., ve Román, C.** (2008). The relationship between size and efficiency: A benchmarking analysis of Spanish commercial airports. *Journal of Airport Management*, 2(2), 183–197.
- [34] **Pels, E., Nijkamp, P., ve Rietveld, P.** (2001). Relative efficiency of European airports. *Transport Policy*, 8(3), 183–192.
- [35] **Pels, E., Nijkamp, P., ve Rietveld P.** (2003). Inefficiencies and scale economies of European airport operations. *Transportation Research Part E*, 39(5), 341–361.
- [36] **Adler, N., ve Berechman, J.** (2001). Measuring airport quality from the airlines' viewpoint: an application of data envelopment analysis. *Transport Policy*, 8(3), 171–181.
- [37] **Fernandes, E., ve Pacheco R.R.** (2002). Efficient use of airport capacity. *Transportation Research Part A*, 36(3), 225–238.
- [38] **Pacheco, R.R., ve Fernandes, E.** (2003). Managerial efficiency of Brazilian airports. *Transportation Research Part A*, 37(8), 667–680.
- [39] **Pacheco, R.R., Fernandes, E., ve Santos M.P.** (2006). Management style and airport performance in Brazil. *Journal of Air Transport Management*, 12(6), 324–330.
- [40] **Bazargan, M., ve B. Vasigh** (2003). Size versus efficiency: a case study of US commercial airports. *Journal of Air Transport Management*, 9(3), 187–193.
- [41] **Yu, M.M.** (2004). Measuring physical efficiency of domestic airports in Taiwan with undesirable outputs and environmental factors. *Journal of Air Transport Management*, 10(5), 295–303.
- [42] **Yoshida, Y., ve H. Fujimoto** (2004). Japanese-airport benchmarking with the DEA and endogenous-weight TFP methods: testing the criticism of overinvestment in Japanese regional airports. *Transportation Research Part E*, 40(6), 533–546.
- [43] **Pels, E., Nijkamp, P., ve Rietveld P.** (2001). Relative efficiency of European airports. *Transport Policy*, 8(3), 183–192.
- [44] **Barros, C.P.** (2008a). Technical efficiency of UK airports. *Journal of Air Transport Management*, 14(4), 175–178.
- [45] **Barros, C.P.** (2008b). Technical change and productivity growth in airports: A case study. *Transportation Research Part A*, 42(5), 818–832.
- [46] **Oum, T.H., ve Yu C.** (2004). Measuring airports' operating efficiency: a summary of the 2003 ATRS global airport benchmarking report. *Transportation Research Part E*, 40(6), 515–532.
- [47] **Düzakın, E. ve Güçray, A.** (2001). An Analysis of the Efficiency of Airports in Turkey. *Forty Three Conference Handbook Operational Research Society Annual Conference 4-6 September The University of Bath*.

- [48] **Peker İ. ve Baki B.** (2009). Veri Zarflama Analizi ile Türkiye Havalimanlarında Bir Etkinlik Ölçümü Uygulaması. *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 18(2), 72-88.
- [49] **Koçak, H.** (2010). Efficiency Examination of Turkish Airports with DEA Approach. *International Business Research*, 4(2), 204-212.
- [50] **Ömürbek, N., Demirgubuz M. Ö. ve Tunca M. Z.** (2013). Hizmet Sektöründe Performans Ölçümünde Veri Zarflama Analizinin Kullanımı: Havalimanları Üzerine Bir Uygulama. *Süleyman Demirel Üniversitesi Vizyoner Dergisi*, 4(9), 21-43.
- [51] **Ar, İ. M.** (2012). Türkiye'deki Havalimanlarının Etkinliklerindeki Değişimin İncelenmesi: 2007-2011 Dönemi İçin Malmquist-Tfv Endeksi Uygulaması. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 26(3-4), 143-160.
- [52] **Wu, D., Yang, Z. ve Liang, L.** (2006). Using DEA-neural network approach to evaluate branch efficiency of a large Canadian bank. *Expert Systems with Applications*, 31(1), 108-111.
- [53] **Mostafa, M.M.** (2009). Modeling the efficiency of top Arab banks: a DEA-neural network approach. *Expert Systems with Applications*, 36(1), 309-320.
- [54] **Özdemir, D. ve Temur, G.T.** (2009). DEA ANN approach in supplier evaluation system. *World Academy of Science, Engineering and Technology*, 54, 343-348.
- [55] **Sreekumar, S. ve Mahapatra, S.S.** (2011). Performance modeling of Indian business schools: a DEA-neural network approach. *Benchmarking: An International Journal*, 18(2), 221-239.
- [56] **Tosun, Ö.** (2012). Using data envelopment analysis-neural network model to evaluate hospital efficiency. *Int. J. Productivity and Quality Management*, 9(2), 245-257.
- [57] **Demirci A., Yakut E. ve Gündüz M.** (2013). Measurement of the Economical and Social Efficiency of OECD Countries by Means of Data Envelopment Analysis and Artificial Neural Network. *International Journal of Business and Social Science*, 4(13), 1-14.
- [58] **Bulak M. E., Kuş H. T., Temizer L. ve Türkyılmaz A.** (2014). KOBİ'lerin Operasyonel Etkinliklerine Göre Sınıflandırılması: Veri Zarflama Analizi ile Yapay Sinir Ağı Modeli, Yöneylem Araştırması ve Endüstri Mühendisliği Ulusal Kongresi, Bursa/Türkiye, Temmuz 2014, 34. Yöneylem Araştırması ve Endüstri Mühendisliği Ulusal Kongresi (YAEM 2014), 348.
- [59] **Bakırcı, F.** (2006). *Üretimde Etkinlik ve Verimlilik Ölçümü Veri Zarflama Analizi Teori ve Uygulama*. İstanbul: Atlas Yayınları.
- [60] **Charnes, A., Cooper, W.W. ve Rhodes, E.** (1978). Measuring The Efficiency Of Decision Making Units. *European Journal of Operational Research*, 2, 429-444.
- [61] **Banker, R.D.** (1992). Estimation of Returns To Scale Using DEA. *European Journal of Operational Research*, 62, 74-84.

- [62] **Elmas, Ç.** (2003). *Yapay Sinir Ağları (Kuram, Mimari, Eğitim, Uygulama)*. Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- [63] **Öztemel, E.** (2003). *Yapay Sinir Ağları*. İstanbul: Papatya Yayıncılık.
- [64] **Tolon M. ve Tosunoğlu. N. G.** (2008). Tüketici Tatmini Verilerinin Analizi: Yapay Sinir Ağları ve Regresyon Analizi Karşılaştırması. *Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 10(2), 247-259.
- [65] **Ekinci Y., Temur G. T., Çelebi D. ve Bayraktar D.,** (2008). Ekonomik Kriz Döneminde Firma Başarısı Tahmini: Yapay Sinir Ağları Tabanlı Bir Yaklaşım. *Endüstri Mühendisliği Dergisi*, 21(1), 17-29.
- [66] **Karaatlı M. A.** (2003). *Yapay Sinir Ağları Yöntemi İle Tahmin (İmkb’de Bir Uygulama)*. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta.
- [67] **Çuhadar M.** (2006). *Turizm Sektöründe Talep Tahmin İçin Yapay Sinir Ağları Kullanımı ve Diğer Yöntemlerle Karşılaştırmalı Analizi*. Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta.
- [68] **Raab, R. L. ve Lichty, R. W.** (2002). Identifying subareas that comprise a greater metropolitan area: The criterion of county relative efficiency. *Journal of Regional Science*, 42(3), 579–594.
- [69] Devlet Hava Meydanları İşletmesi. (2015). *2014 Faaliyet Raporu*. Ankara: Strateji Geliştirme Dairesi Başkanlığı.
- [70] **Barros, C.P.** (2008). Airports in Argentina: Technical efficiency in the context of an economic crisis. *Journal of Air Transport Management*, 14(6), 315 – 319.

EKLER

EK A: VZA’da kullanılan veri seti.

EK B: Etkin olmayan havalimanları için oluşturulan hedef değerler.

EK C: YSA’da kullanılan veri seti.

EK A**Çizelge A.1 : VZA’da kullanılan veri seti.**

Havalimanı	Çıktı			Girdi						
	Toplam Yolcu Sayısı	Toplam Ticari Uçuş Sayısı	Toplam Yük Trafiği	Check-in Kontuar Sayısı	Yolcu Biniş Kapıları Sayısı	Bagaj Konveyörü Sayısı	Terminal Büyüklüğü	Pist Sayısı	Çalışan Sayısı	Otopark Kapasitesi
İstanbul Atatürk	56.695.166	419.897	1.631.528	320	63	1.525	345.270	3	990	8.146
Ankara Esenboğa	11.035.606	82.108	110.266	158	52	9	182.000	2	1.149	4.212
İzmir Adnan Menderes	10.970.663	72.697	127.643	143	46	11	310.978	2	665	2.317
Antalya	28.303.192	164.760	361.548	171	67	16	178.637	3	578	2.139
Muğla Dalaman	4.309.480	25.695	54.317	78	27	6	140.454	1	344	701
Muğla Milas-Bodrum	3.846.547	26.308	43.497	92	24	353	110.613	1	251	706
Adana	4.687.494	34.654	46.431	30	8	6	12.195	1	373	569
Trabzon	2.777.536	18.705	34.601	36	6	9	23.745	1	225	385
Erzurum	976.336	6.488	8.798	16	4	6	12.950	2	178	650
Gaziantep	2.082.821	14.794	21.765	17	5	16	22.790	1	210	520
Adıyaman	159.268	1.293	1.320	16	4	6	23.011	1	74	307
Ağrı	201.140	1.406	1.989	3	1	2	751	1	60	73
Amasya Merzifon	137.753	1.039	1.199	4	1	2	1.200	1	54	132
Balıkesir Koca Seyit	206.388	2.688	1.645	21	4	3	23.240	1	109	80
Batman	434.849	3.180	4.382	16	3	5	20.741	1	64	242
Bingöl	123.782	1.046	1.208	8	2	2	3.600	1	45	135
Bursa Yenişehir	74.108	1.298	1.008	14	4	4	12.716	2	149	163

Çizelge A.1 (devam): VZA’da kullanılan veri seti.

Havalimanı	Çıktı			Girdi						
	Toplam Yolcu Sayısı	Toplam Ticari Uçuş Sayısı	Toplam Yük Trafiği	Check-in Kontuar Sayısı	Yolcu Biniş Kapıları Sayısı	Bagaj Konveyörü Sayısı	Terminal Büyüklüğü	Pist Sayısı	Çalışan Sayısı	Otopark Kapasitesi
Denizli Çardak	404.340	3.151	3.486	22	6	6	16.890	1	97	436
Diyarbakır	1.812.208	12.315	15.586	12	4	3	8.680	1	105	189
Elazığ	895.202	6.386	8.460	19	2	3	16.397	1	130	232
Erzincan	295.292	2.149	2.891	10	4	4	27.132	1	78	345
Hatay	1.113.929	8.897	13.111	18	4	6	43.688	1	90	305
Iğdır	198.270	1.298	2.240	5	1	2	3.460	1	43	75
Isparta Süleyman Demirel	184.929	1.201	2.300	6	2	2	5.400	1	81	88
Kahramanmaraş	187.268	1.510	1.622	3	1	1	1.540	1	89	40
Kars Harakani	388.913	2.571	4.024	17	2	4	35.946	1	69	105
Kastamonu	67.362	636	520	9	2	2	3.740	1	56	65
Kayseri	1.725.846	12.920	20.694	29	4	41	22.000	1	124	424
Konya	989.398	7.390	9.560	12	4	5	24.175	2	155	278
Malatya	647.953	4.360	6.326	13	4	4	9.545	2	105	148
Mardin	469.935	3.243	4.285	18	4	4	33.150	1	55	54
Muş	314.869	2.060	3.070	6	1	2	1.503	1	62	60
Nevşehir Kapadokya	297.532	2.287	3.229	16	2	4	3.500	1	99	400
Samsun Çarşamba	1.522.058	10.703	14.579	18	4	5	11.500	1	173	266
Siirt	19.526	334	185	3	2	2	598	1	38	20
Sivas Nuri Demirağ	422.556	3.134	3.991	16	2	2	20.047	1	86	368

Çizelge A.1 (devam): VZA’da kullanılan veri seti.

Havalimanı	Çıktı			Girdi						
	Toplam Yolcu Sayısı	Toplam Ticari Uçuş Sayısı	Toplam Yük Trafiği	Check-in Kontuar Sayısı	Yolcu Biniş Kapıları Sayısı	Bagaj Konveyörü Sayısı	Terminal Büyüklüğü	Pist Sayısı	Çalışan Sayısı	Otopark Kapasitesi
Şanlıurfa GAP	592.944	4.121	4.789	10	8	6	12.000	1	100	450
Şırnak Şerafettin Elçi	254.254	1.838	2.566	8	1	2	4.000	1	36	87
Tekirdağ Çorlu	122.568	1.295	5.410	7	2	3	6.521	1	105	297
Tokat	35.067	598	283	2	1	2	560	1	57	60
Van Ferit Melen	1.207.145	7.624	11.117	10	1	1	6.879	1	125	140

EK B

Çizelge B.1 : Etkin olmayan havalimanları için oluşturulan hedef değerler.

Karar Birimi	Değişkenler	Mevcut	Hedef	Fark	Değişim %			
İstanbul Atatürk Havaalanı	Çıktı	Toplam Yolcu Sayısı	56.695.166,00	56.695.166,00	0,00	0,00		
		Toplam Ticari Uçuş Sayısı	419.897,00	419.897,00	0,00	0,00		
		Toplam Yük Trafığı	1.631.528,00	1.631.528,00	0,00	0,00		
	Girdi	Check-in Kontuar Sayısı	320,00	320,00	0,00	0,00		
		Yolcu Biniş Kapıları	63,00	63,00	0,00	0,00		
		Bagaj Konveyörü Sayısı	1.525,00	1.525,00	0,00	0,00		
		Terminal Büyüklüğü	345.270,00	345.270,00	0,00	0,00		
		Pist Sayısı	3,00	3,00	0,00	0,00		
		Çalışan Sayısı	990,00	990,00	0,00	0,00		
		Otopark Kapasitesi	8.146,00	8.146,00	0,00	0,00		
		Ankara Esenboğa	Çıktı	Toplam Yolcu Sayısı	11.035.606,00	15.103.203,40	4.067.597,40	36,86
				Toplam Ticari Uçuş Sayısı	82.108,00	88.895,00	6.787,00	8,27
Toplam Yük Trafığı	110.266,00			189.863,90	79.597,90	72,19		
Girdi	Check-in Kontuar Sayısı		158,00	92,50	-65,50	-41,46		
	Yolcu Biniş Kapıları		52,00	34,70	-17,30	-33,27		
	Bagaj Konveyörü Sayısı		9,00	9,00	0,00	0,00		
İzmir Adnan Menderes	Çıktı	Terminal Büyüklüğü	182.000,00	93.289,60	-88.710,40	-48,74		
		Pist Sayısı	2,00	2,00	0,00	0,00		
		Çalışan Sayısı	1.149,00	376,30	-772,70	-67,25		
	Girdi	Otopark Kapasitesi	4.212,00	1.182,40	-3.029,60	-71,93		
		Toplam Yolcu Sayısı	10.970.663,00	16.495.343,00	5.524.680,00	50,36		
		Toplam Ticari Uçuş Sayısı	72.697,00	99.707,00	27.010,00	37,15		
		Toplam Yük Trafığı	127.643,00	203.989,50	76.346,50	59,81		
		Check-in Kontuar Sayısı	143,00	100,50	-42,50	-29,72		
		Yolcu Biniş Kapıları	46,00	37,50	-8,50	-18,48		
		Bagaj Konveyörü Sayısı	11,00	11,00	0,00	0,00		
		Terminal Büyüklüğü	310.978,00	95.416,00	-215.562,00	-69,32		
		Pist Sayısı	2,00	2,00	0,00	0,00		
Çalışan Sayısı	665,00	475,50	-189,50	-28,50				
Otopark Kapasitesi	2.317,00	1.354,00	-963,00	-41,56				

Çizelge B.1 (devam): Etkin olmayan havalimanları için oluşturulan hedef değerler.

Karar Birimi		Değişkenler	Mevcut	Hedef	Fark	Değişim %
Antalya	Çıktı	Toplam Yolcu Sayısı	28.303.192,00	28.303.192,00	0,00	0,00
		Toplam Ticari Uçuş Sayısı	164.760,00	164.760,00	0,00	0,00
		Toplam Yük Trafiği	361.548,00	361.548,00	0,00	0,00
	Girdi	Check-in Kontuar Sayısı	171,00	171,00	0,00	0,00
		Yolcu Biniş Kapıları	67,00	67,00	0,00	0,00
		Bagaj Konveyörü Sayısı	16,00	16,00	0,00	0,00
		Terminal Büyüklüğü	178.637,00	178.637,00	0,00	0,00
		Pist Sayısı	3,00	3,00	0,00	0,00
		Çalışan Sayısı	578,00	578,00	0,00	0,00
		Otopark Kapasitesi	2.139,00	2.139,00	0,00	0,00
Muğla Dalaman	Çıktı	Toplam Yolcu Sayısı	4.309.480,00	4.309.480,00	0,00	0,00
		Toplam Ticari Uçuş Sayısı	25.695,00	25.695,00	0,00	0,00
		Toplam Yük Trafiği	54.317,00	54.317,00	0,00	0,00
	Girdi	Check-in Kontuar Sayısı	78,00	78,00	0,00	0,00
		Yolcu Biniş Kapıları	27,00	27,00	0,00	0,00
		Bagaj Konveyörü Sayısı	6,00	6,00	0,00	0,00
		Terminal Büyüklüğü	140.454,00	140.454,00	0,00	0,00
		Pist Sayısı	1,00	1,00	0,00	0,00
		Çalışan Sayısı	344,00	344,00	0,00	0,00
		Otopark Kapasitesi	701,00	701,00	0,00	0,00
Muğla Milas-Bodrum	Çıktı	Toplam Yolcu Sayısı	3.846.547,00	3.846.547,00	0,00	0,00
		Toplam Ticari Uçuş Sayısı	26.308,00	26.308,00	0,00	0,00
		Toplam Yük Trafiği	43.497,00	43.497,00	0,00	0,00
	Girdi	Check-in Kontuar Sayısı	92,00	92,00	0,00	0,00
		Yolcu Biniş Kapıları	24,00	24,00	0,00	0,00
		Bagaj Konveyörü Sayısı	353,00	353,00	0,00	0,00
		Terminal Büyüklüğü	110.613,00	110.613,00	0,00	0,00
		Pist Sayısı	1,00	1,00	0,00	0,00
		Çalışan Sayısı	251,00	251,00	0,00	0,00
		Otopark Kapasitesi	706,00	706,00	0,00	0,00
Adana	Çıktı	Toplam Yolcu Sayısı	4.687.494,00	4.687.494,00	0,00	0,00
		Toplam Ticari Uçuş Sayısı	34.654,00	34.654,00	0,00	0,00
		Toplam Yük Trafiği	46.431,00	46.431,00	0,00	0,00
	Girdi	Check-in Kontuar Sayısı	30,00	30,00	0,00	0,00
		Yolcu Biniş Kapıları	8,00	8,00	0,00	0,00
		Bagaj Konveyörü Sayısı	6,00	6,00	0,00	0,00
		Terminal Büyüklüğü	12.195,00	12.195,00	0,00	0,00
		Pist Sayısı	1,00	1,00	0,00	0,00
		Çalışan Sayısı	373,00	373,00	0,00	0,00
		Otopark Kapasitesi	569,00	569,00	0,00	0,00

Çizelge B.1 (devam): Etkin olmayan havalimanları için oluşturulan hedef değerler.

Karar Birimi	Değişkenler	Mevcut	Hedef	Fark	Değişim %	
Trabzon	Çıktı	Toplam Yolcu Sayısı	2.777.536,00	2.777.536,00	0,00	0,00
		Toplam Ticari Uçuş Sayısı	18.705,00	18.705,00	0,00	0,00
		Toplam Yük Trafikği	34.601,00	34.601,00	0,00	0,00
	Girdi	Check-in Kontuar Sayısı	36,00	36,00	0,00	0,00
		Yolcu Biniş Kapıları	6,00	6,00	0,00	0,00
		Bagaj Konveyörü Sayısı	9,00	9,00	0,00	0,00
		Terminal Büyüklüğü	23.745,00	23.745,00	0,00	0,00
		Pist Sayısı	1,00	1,00	0,00	0,00
		Çalışan Sayısı	225,00	225,00	0,00	0,00
		Otopark Kapasitesi	385,00	385,00	0,00	0,00
Erzurum	Çıktı	Toplam Yolcu Sayısı	976.336,00	2.365.118,71	1.388.782,71	142,24
		Toplam Ticari Uçuş Sayısı	6.488,00	16.576,99	10.088,99	155,50
		Toplam Yük Trafikği	8.798,00	24.232,06	15.434,06	175,43
	Girdi	Check-in Kontuar Sayısı	16,00	16,00	0,00	0,00
		Yolcu Biniş Kapıları	4,00	4,00	0,00	0,00
		Bagaj Konveyörü Sayısı	6,00	6,00	0,00	0,00
		Terminal Büyüklüğü	12.950,00	9.526,09	-3.423,91	-26,44
		Pist Sayısı	2,00	1,00	-1,00	-49,80
		Çalışan Sayısı	178,00	174,21	-3,79	-2,13
		Otopark Kapasitesi	650,00	274,01	-375,99	-57,85
Gaziantep	Çıktı	Toplam Yolcu Sayısı	2.082.821,00	2.551.358,14	468.537,14	22,50
		Toplam Ticari Uçuş Sayısı	14.794,00	18.609,71	3.815,71	25,79
		Toplam Yük Trafikği	21.765,00	24.780,79	3.015,79	13,86
	Girdi	Check-in Kontuar Sayısı	17,00	17,00	0,00	0,00
		Yolcu Biniş Kapıları	5,00	4,77	-0,23	-4,64
		Bagaj Konveyörü Sayısı	16,00	4,01	-12,00	-74,97
		Terminal Büyüklüğü	22.790,00	7.537,58	-15.252,42	-66,93
		Pist Sayısı	1,00	1,00	0,00	0,00
		Çalışan Sayısı	210,00	210,00	0,00	0,00
		Otopark Kapasitesi	520,00	319,96	-200,04	-38,47
Adıyaman	Çıktı	Toplam Yolcu Sayısı	159.268,00	1.112.257,65	952.989,65	598,36
		Toplam Ticari Uçuş Sayısı	1.293,00	7.607,94	6.314,94	488,39
		Toplam Yük Trafikği	1.320,00	9.736,44	8.416,44	637,61
	Girdi	Check-in Kontuar Sayısı	16,00	10,20	-5,80	-36,23
		Yolcu Biniş Kapıları	4,00	2,65	-1,35	-33,70
		Bagaj Konveyörü Sayısı	6,00	2,55	-3,45	-57,48
		Terminal Büyüklüğü	23.011,00	6.577,39	-16.433,61	-71,42
		Pist Sayısı	1,00	1,00	0,00	0,00
		Çalışan Sayısı	74,00	74,00	0,00	0,00
		Otopark Kapasitesi	307,00	143,17	-163,83	-53,36

Çizelge B.1 (devam): Etkin olmayan havalimanları için oluşturulan hedef değerler.

Karar Birimi		Değişkenler	Mevcut	Hedef	Fark	Değişim %
Ağrı	Çıktı	Toplam Yolcu Sayısı	201.140,00	201.140,00	0,00	0,00
		Toplam Ticari Uçuş Sayısı	1.406,00	1.406,00	0,00	0,00
		Toplam Yük Trafiği	1.989,00	1.989,00	0,00	0,00
	Girdi	Check-in Kontuar Sayısı	3,00	3,00	0,00	0,00
		Yolcu Biniş Kapıları	1,00	1,00	0,00	0,00
		Bagaj Konveyörü Sayısı	2,00	2,00	0,00	0,00
		Terminal Büyüklüğü	751,00	751,00	0,00	0,00
		Pist Sayısı	1,00	1,00	0,00	0,00
		Çalışan Sayısı	60,00	60,00	0,00	0,00
		Otopark Kapasitesi	73,00	73,00	0,00	0,00
		Amasya Merzifon	Çıktı	Toplam Yolcu Sayısı	137.753,00	137.753,00
Toplam Ticari Uçuş Sayısı	1.039,00			1.039,00	0,00	0,00
Toplam Yük Trafiği	1.199,00			1.199,00	0,00	0,00
Girdi	Check-in Kontuar Sayısı		4,00	4,00	0,00	0,00
	Yolcu Biniş Kapıları		1,00	1,00	0,00	0,00
	Bagaj Konveyörü Sayısı		2,00	2,00	0,00	0,00
	Terminal Büyüklüğü		1.200,00	1.200,00	0,00	0,00
	Pist Sayısı		1,00	1,00	0,00	0,00
	Çalışan Sayısı		54,00	54,00	0,00	0,00
	Otopark Kapasitesi		132,00	132,00	0,00	0,00
	Balıkesir Koca Seyit		Çıktı	Toplam Yolcu Sayısı	206.388,00	691.124,53
Toplam Ticari Uçuş Sayısı		2.688,00		4.784,12	2.096,12	77,98
Toplam Yük Trafiği		1.645,00		6.073,60	4.428,60	269,22
Girdi		Check-in Kontuar Sayısı	21,00	12,78	-8,22	-39,14
		Yolcu Biniş Kapıları	4,00	3,22	-0,78	-19,50
		Bagaj Konveyörü Sayısı	3,00	3,00	0,00	0,00
		Terminal Büyüklüğü	23.240,00	19.553,99	-3.686,01	-15,86
		Pist Sayısı	1,00	1,00	0,00	0,00
		Çalışan Sayısı	109,00	74,82	-34,18	-31,36
		Otopark Kapasitesi	80,00	80,00	0,00	0,00
		Batman	Çıktı	Toplam Yolcu Sayısı	434.849,00	805.394,46
Toplam Ticari Uçuş Sayısı	3.180,00			5.795,99	2.615,99	82,26
Toplam Yük Trafiği	4.382,00			7.986,81	3.604,81	82,26
Girdi	Check-in Kontuar Sayısı		16,00	11,51	-4,49	-28,04
	Yolcu Biniş Kapıları		3,00	2,27	-0,74	-24,50
	Bagaj Konveyörü Sayısı		5,00	5,00	0,00	0,00
	Terminal Büyüklüğü		20.741,00	11.786,42	-8.954,58	-43,17
	Pist Sayısı		1,00	1,00	0,00	0,00
	Çalışan Sayısı		64,00	64,00	0,00	0,00
	Otopark Kapasitesi		242,00	160,05	-81,96	-33,87

Çizelge B.1 (devam): Etkin olmayan havalimanları için oluşturulan hedef değerler.

Karar Birimi	Değişkenler	Mevcut	Hedef	Fark	Değişim %	
Bingöl	Çıktı	Toplam Yolcu Sayısı	123.782,00	333.989,93	210.207,93	169,82
		Toplam Ticari Uçuş Sayısı	1.046,00	2.358,34	1.312,34	125,46
		Toplam Yük Trafığı	1.208,00	3.164,49	1.956,49	161,96
	Girdi	Check-in Kontuar Sayısı	8,00	7,14	-0,86	-10,80
		Yolcu Biniş Kapıları	2,00	1,40	-0,60	-30,05
		Bagaj Konveyörü Sayısı	2,00	2,00	0,00	0,00
		Terminal Büyüklüğü	3.600,00	3.600,00	0,00	0,00
		Pist Sayısı	1,00	1,00	0,00	0,00
		Çalışan Sayısı	45,00	45,00	0,00	0,00
		Otopark Kapasitesi	135,00	79,45	-55,55	-41,15
Bursa Yenişehir	Çıktı	Toplam Yolcu Sayısı	74.108,00	1.643.885,99	1.569.777,99	2.118,23
		Toplam Ticari Uçuş Sayısı	1.298,00	10.672,96	9.374,96	722,26
		Toplam Yük Trafığı	1.008,00	16.748,57	15.740,57	1.561,56
	Girdi	Check-in Kontuar Sayısı	14,00	11,34	-2,66	-19,01
		Yolcu Biniş Kapıları	4,00	4,00	0,00	0,00
		Bagaj Konveyörü Sayısı	4,00	2,36	-1,64	-41,00
		Terminal Büyüklüğü	12.716,00	9.121,43	-3.594,57	-28,27
		Pist Sayısı	2,00	1,04	-0,96	-47,80
		Çalışan Sayısı	149,00	108,02	-40,98	-27,50
		Otopark Kapasitesi	163,00	163,00	0,00	0,00
Denizli Çardak	Çıktı	Toplam Yolcu Sayısı	404.340,00	1.631.575,65	1.227.235,65	303,52
		Toplam Ticari Uçuş Sayısı	3.151,00	11.100,28	7.949,28	252,28
		Toplam Yük Trafığı	3.486,00	14.076,44	10.590,44	303,80
	Girdi	Check-in Kontuar Sayısı	22,00	11,54	-10,46	-47,56
		Yolcu Biniş Kapıları	6,00	3,65	-2,35	-39,13
		Bagaj Konveyörü Sayısı	6,00	2,88	-3,12	-51,93
		Terminal Büyüklüğü	16.890,00	8.137,39	-8.752,61	-51,82
		Pist Sayısı	1,00	1,00	0,00	0,00
		Çalışan Sayısı	97,00	97,00	0,00	0,00
		Otopark Kapasitesi	436,00	177,17	-258,83	-59,36
Diyarbakır	Çıktı	Toplam Yolcu Sayısı	1.812.208,00	1.812.208,00	0,00	0,00
		Toplam Ticari Uçuş Sayısı	12.315,00	12.315,00	0,00	0,00
		Toplam Yük Trafığı	15.586,00	15.586,00	0,00	0,00
	Girdi	Check-in Kontuar Sayısı	12,00	12,00	0,00	0,00
		Yolcu Biniş Kapıları	4,00	4,00	0,00	0,00
		Bagaj Konveyörü Sayısı	3,00	3,00	0,00	0,00
		Terminal Büyüklüğü	8.680,00	8.680,00	0,00	0,00
		Pist Sayısı	1,00	1,00	0,00	0,00
		Çalışan Sayısı	105,00	105,00	0,00	0,00
		Otopark Kapasitesi	189,00	189,00	0,00	0,00

Çizelge B.1 (devam): Etkin olmayan havalimanları için oluşturulan hedef değerler.

Karar Birimi		Değişkenler	Mevcut	Hedef	Fark	Değişim %
Elazığ	Çıktı	Toplam Yolcu Sayısı	895.202,00	1.490.731,69	595.529,69	66,52
		Toplam Ticari Uçuş Sayısı	6.386,00	9.824,49	3.438,49	53,84
		Toplam Yük Trafikği	8.460,00	13.591,99	5.131,99	60,66
	Girdi	Check-in Kontuar Sayısı	19,00	11,27	-7,73	-40,66
		Yolcu Biniş Kapıları	2,00	2,00	0,00	0,00
		Bagaj Konveyörü Sayısı	3,00	1,68	-1,32	-44,00
		Terminal Büyüklüğü	16.397,00	7.523,43	-8.873,57	-54,12
		Pist Sayısı	1,00	1,00	0,00	0,00
		Çalışan Sayısı	130,00	130,00	0,00	0,00
		Otopark Kapasitesi	232,00	168,79	-63,21	-27,24
		Erzincan	Çıktı	Toplam Yolcu Sayısı	295.292,00	1.175.249,92
Toplam Ticari Uçuş Sayısı	2.149,00			8.010,68	5.861,68	272,76
Toplam Yük Trafikği	2.891,00			10.280,98	7.389,98	255,62
Girdi	Check-in Kontuar Sayısı		10,00	10,00	0,00	0,00
	Yolcu Biniş Kapıları		4,00	2,79	-1,21	-30,33
	Bagaj Konveyörü Sayısı		4,00	2,60	-1,40	-35,10
	Terminal Büyüklüğü		27.132,00	6.719,15	-20.412,85	-75,24
	Pist Sayısı		1,00	1,00	0,00	0,00
	Çalışan Sayısı		78,00	78,00	0,00	0,00
	Otopark Kapasitesi		345,00	146,23	-198,77	-57,61
	Hatay		Çıktı	Toplam Yolcu Sayısı	1.113.929,00	1.113.929,00
Toplam Ticari Uçuş Sayısı		8.897,00		8.897,00	0,00	0,00
Toplam Yük Trafikği		13.111,00		13.111,00	0,00	0,00
Girdi		Check-in Kontuar Sayısı	18,00	18,00	0,00	0,00
		Yolcu Biniş Kapıları	4,00	4,00	0,00	0,00
		Bagaj Konveyörü Sayısı	6,00	6,00	0,00	0,00
		Terminal Büyüklüğü	43.688,00	43.688,00	0,00	0,00
		Pist Sayısı	1,00	1,00	0,00	0,00
		Çalışan Sayısı	90,00	90,00	0,00	0,00
		Otopark Kapasitesi	305,00	305,00	0,00	0,00
		İğdir	Çıktı	Toplam Yolcu Sayısı	198.270,00	198.270,00
Toplam Ticari Uçuş Sayısı	1.298,00			1.298,00	0,00	0,00
Toplam Yük Trafikği	2.240,00			2.240,00	0,00	0,00
Girdi	Check-in Kontuar Sayısı		5,00	5,00	0,00	0,00
	Yolcu Biniş Kapıları		1,00	1,00	0,00	0,00
	Bagaj Konveyörü Sayısı		2,00	2,00	0,00	0,00
	Terminal Büyüklüğü		3.460,00	3.460,00	0,00	0,00
	Pist Sayısı		1,00	1,00	0,00	0,00
	Çalışan Sayısı		43,00	43,00	0,00	0,00
	Otopark Kapasitesi		75,00	75,00	0,00	0,00

Çizelge B.1 (devam): Etkin olmayan havalimanları için oluşturulan hedef değerler.

Karar Birimi		Değişkenler	Mevcut	Hedef	Fark	Değişim %
Isparta Süleyman Demirel	Çıktı	Toplam Yolcu Sayısı	184.929,00	668.294,42	483.365,42	261,38
		Toplam Ticari Uçuş Sayısı	1.201,00	4.602,29	3.401,29	283,21
		Toplam Yük Trafiği	2.300,00	5.862,33	3.562,33	154,88
	Girdi	Check-in Kontuar Sayısı	6,00	6,00	0,00	0,00
		Yolcu Biniş Kapıları	2,00	2,00	0,00	0,00
		Bagaj Konveyörü Sayısı	2,00	1,88	-0,12	-6,05
		Terminal Büyüklüğü	5.400,00	3.575,38	-1.824,62	-33,79
		Pist Sayısı	1,00	1,00	0,00	0,00
		Çalışan Sayısı	81,00	81,00	0,00	0,00
		Otopark Kapasitesi	88,00	88,00	0,00	0,00
Kahramanmaraş	Çıktı	Toplam Yolcu Sayısı	187.268,00	187.268,00	0,00	0,00
		Toplam Ticari Uçuş Sayısı	1.510,00	1.510,00	0,00	0,00
		Toplam Yük Trafiği	1.622,00	1.622,00	0,00	0,00
	Girdi	Check-in Kontuar Sayısı	3,00	3,00	0,00	0,00
		Yolcu Biniş Kapıları	1,00	1,00	0,00	0,00
		Bagaj Konveyörü Sayısı	1,00	1,00	0,00	0,00
		Terminal Büyüklüğü	1.540,00	1.540,00	0,00	0,00
		Pist Sayısı	1,00	1,00	0,00	0,00
		Çalışan Sayısı	89,00	89,00	0,00	0,00
		Otopark Kapasitesi	40,00	40,00	0,00	0,00
Kars Harakani	Çıktı	Toplam Yolcu Sayısı	388.913,00	764.645,31	375.732,31	96,61
		Toplam Ticari Uçuş Sayısı	2.571,00	5.195,46	2.624,46	102,08
		Toplam Yük Trafiği	4.024,00	6.811,14	2.787,14	69,26
	Girdi	Check-in Kontuar Sayısı	17,00	8,20	-8,80	-51,76
		Yolcu Biniş Kapıları	2,00	2,00	0,00	0,00
		Bagaj Konveyörü Sayısı	4,00	2,32	-1,68	-42,05
		Terminal Büyüklüğü	35.946,00	4.280,51	-31.665,49	-88,09
		Pist Sayısı	1,00	1,00	0,00	0,00
		Çalışan Sayısı	69,00	69,00	0,00	0,00
		Otopark Kapasitesi	105,00	105,00	0,00	0,00
Kastamonu	Çıktı	Toplam Yolcu Sayısı	67.362,00	411.236,73	343.874,73	510,49
		Toplam Ticari Uçuş Sayısı	636,00	2.864,67	2.228,67	350,42
		Toplam Yük Trafiği	520,00	3.694,72	3.174,72	610,52
	Girdi	Check-in Kontuar Sayısı	9,00	5,70	-3,30	-36,71
		Yolcu Biniş Kapıları	2,00	1,96	-0,04	-2,00
		Bagaj Konveyörü Sayısı	2,00	2,00	0,00	0,00
		Terminal Büyüklüğü	3.740,00	2.845,90	-894,10	-23,91
		Pist Sayısı	1,00	1,00	0,00	0,00
		Çalışan Sayısı	56,00	56,00	0,00	0,00
		Otopark Kapasitesi	65,00	65,00	0,00	0,00

Çizelge B.1 (devam): Etkin olmayan havalimanları için oluşturulan hedef değerler.

Karar Birimi		Değişkenler	Mevcut	Hedef	Fark	Değişim %
Kayseri	Çıktı	Toplam Yolcu Sayısı	1.725.846,00	1.725.846,00	0,00	0,00
		Toplam Ticari Uçuş Sayısı	12.920,00	12.920,00	0,00	0,00
		Toplam Yük Trafikği	20.694,00	20.694,00	0,00	0,00
	Girdi	Check-in Kontuar Sayısı	29,00	29,00	0,00	0,00
		Yolcu Biniş Kapıları	4,00	4,00	0,00	0,00
		Bagaj Konveyörü Sayısı	41,00	41,00	0,00	0,00
		Terminal Büyüklüğü	22.000,00	22.000,00	0,00	0,00
		Pist Sayısı	1,00	1,00	0,00	0,00
		Çalışan Sayısı	124,00	124,00	0,00	0,00
		Otopark Kapasitesi	424,00	424,00	0,00	0,00
Konya	Çıktı	Toplam Yolcu Sayısı	989.398,00	1.722.103,44	732.705,44	74,06
		Toplam Ticari Uçuş Sayısı	7.390,00	12.715,43	5.325,43	72,06
		Toplam Yük Trafikği	9.560,00	17.784,71	8.224,71	86,03
	Girdi	Check-in Kontuar Sayısı	12,00	12,00	0,00	0,00
		Yolcu Biniş Kapıları	4,00	3,57	-0,43	-10,70
		Bagaj Konveyörü Sayısı	5,00	5,00	0,00	0,00
		Terminal Büyüklüğü	24.175,00	5.679,64	-18.495,36	-76,51
		Pist Sayısı	2,00	1,00	-1,00	-49,90
		Çalışan Sayısı	155,00	155,00	0,00	0,00
		Otopark Kapasitesi	278,00	234,68	-43,32	-15,58
Malatya	Çıktı	Toplam Yolcu Sayısı	647.953,00	1.527.671,68	879.718,68	135,77
		Toplam Ticari Uçuş Sayısı	4.360,00	9.697,70	5.337,70	122,42
		Toplam Yük Trafikği	6.326,00	16.738,48	10.412,48	164,60
	Girdi	Check-in Kontuar Sayısı	13,00	10,87	-2,13	-16,42
		Yolcu Biniş Kapıları	4,00	4,00	0,00	0,00
		Bagaj Konveyörü Sayısı	4,00	2,14	-1,86	-46,43
		Terminal Büyüklüğü	9.545,00	9.042,99	-502,01	-5,26
		Pist Sayısı	2,00	1,06	-0,94	-46,95
		Çalışan Sayısı	105,00	105,00	0,00	0,00
		Otopark Kapasitesi	148,00	148,00	0,00	0,00
Mardin	Çıktı	Toplam Yolcu Sayısı	469.935,00	469.935,00	0,00	0,00
		Toplam Ticari Uçuş Sayısı	3.243,00	3.243,00	0,00	0,00
		Toplam Yük Trafikği	4.285,00	4.285,00	0,00	0,00
	Girdi	Check-in Kontuar Sayısı	18,00	18,00	0,00	0,00
		Yolcu Biniş Kapıları	4,00	4,00	0,00	0,00
		Bagaj Konveyörü Sayısı	4,00	4,00	0,00	0,00
		Terminal Büyüklüğü	33.150,00	33.150,00	0,00	0,00
		Pist Sayısı	1,00	1,00	0,00	0,00
		Çalışan Sayısı	55,00	55,00	0,00	0,00
		Otopark Kapasitesi	54,00	54,00	0,00	0,00

Çizelge B.1 (devam): Etkin olmayan havalimanları için oluşturulan hedef değerler.

Karar Birimi	Değişkenler	Mevcut	Hedef	Fark	Değişim %
Muş	Çıktı	Toplam Yolcu Sayısı	314.869,00	314.869,00	0,00
		Toplam Ticari Uçuş Sayısı	2.060,00	2.060,00	0,00
		Toplam Yük Trafiği	3.070,00	3.070,00	0,00
	Girdi	Check-in Kontuar Sayısı	6,00	6,00	0,00
		Yolcu Biniş Kapıları	1,00	1,00	0,00
		Bagaj Konveyörü Sayısı	2,00	2,00	0,00
		Terminal Büyüklüğü	1.503,00	1.503,00	0,00
		Pist Sayısı	1,00	1,00	0,00
		Çalışan Sayısı	62,00	62,00	0,00
		Otopark Kapasitesi	60,00	60,00	0,00
Nevşehir Kapadokya	Çıktı	Toplam Yolcu Sayısı	297.532,00	915.542,77	618.010,77
		Toplam Ticari Uçuş Sayısı	2.287,00	6.534,75	4.247,75
		Toplam Yük Trafiği	3.229,00	8.947,17	5.718,17
	Girdi	Check-in Kontuar Sayısı	16,00	9,55	-6,45
		Yolcu Biniş Kapıları	2,00	2,00	0,00
		Bagaj Konveyörü Sayısı	4,00	2,54	-1,46
		Terminal Büyüklüğü	3.500,00	3.500,00	0,00
		Pist Sayısı	1,00	1,00	0,00
		Çalışan Sayısı	99,00	99,00	0,00
		Otopark Kapasitesi	400,00	133,09	-266,91
Samsun Çarşamba	Çıktı	Toplam Yolcu Sayısı	1.522.058,00	2.270.098,60	748.040,60
		Toplam Ticari Uçuş Sayısı	10.703,00	15.849,19	5.146,19
		Toplam Yük Trafiği	14.579,00	21.588,83	7.009,83
	Girdi	Check-in Kontuar Sayısı	18,00	16,47	-1,53
		Yolcu Biniş Kapıları	4,00	4,00	0,00
		Bagaj Konveyörü Sayısı	5,00	3,89	-1,11
		Terminal Büyüklüğü	11.500,00	9.720,12	-1.779,89
		Pist Sayısı	1,00	1,00	0,00
		Çalışan Sayısı	173,00	173,00	0,00
		Otopark Kapasitesi	266,00	266,00	0,00
Siirt	Çıktı	Toplam Yolcu Sayısı	19.526,00	19.526,00	0,00
		Toplam Ticari Uçuş Sayısı	334,00	334,00	0,00
		Toplam Yük Trafiği	185,00	185,00	0,00
	Girdi	Check-in Kontuar Sayısı	3,00	3,00	0,00
		Yolcu Biniş Kapıları	2,00	2,00	0,00
		Bagaj Konveyörü Sayısı	2,00	2,00	0,00
		Terminal Büyüklüğü	598,00	598,00	0,00
		Pist Sayısı	1,00	1,00	0,00
		Çalışan Sayısı	38,00	38,00	0,00
		Otopark Kapasitesi	20,00	20,00	0,00

Çizelge B.1 (devam): Etkin olmayan havalimanları için oluşturulan hedef değerler.

Karar Birimi		Değişkenler	Mevcut	Hedef	Fark	Değişim %
Sivas Nuri Demirağ	Çıktı	Toplam Yolcu Sayısı	422.556,00	1.048.825,20	626.269,20	148,21
		Toplam Ticari Uçuş Sayısı	3.134,00	6.984,52	3.850,52	122,86
		Toplam Yük Trafığı	3.991,00	9.392,27	5.401,27	135,34
	Girdi	Check-in Kontuar Sayısı	16,00	9,90	-6,10	-38,13
		Yolcu Biniş Kapıları	2,00	1,95	-0,05	-2,55
		Bagaj Konveyörü Sayısı	2,00	2,00	0,00	0,00
		Terminal Büyüklüğü	20.047,00	6.392,09	-13.654,91	-68,11
		Pist Sayısı	1,00	1,00	0,00	0,00
		Çalışan Sayısı	86,00	86,00	0,00	0,00
		Otopark Kapasitesi	368,00	136,05	-231,95	-63,03
Şanlıurfa GAP	Çıktı	Toplam Yolcu Sayısı	592.944,00	1.448.583,70	855.639,70	144,30
		Toplam Ticari Uçuş Sayısı	4.121,00	10.003,22	5.882,22	142,74
		Toplam Yük Trafığı	4.789,00	12.608,98	7.819,98	163,29
	Girdi	Check-in Kontuar Sayısı	10,00	10,00	0,00	0,00
		Yolcu Biniş Kapıları	8,00	3,37	-4,64	-57,94
		Bagaj Konveyörü Sayısı	6,00	2,83	-3,17	-52,83
		Terminal Büyüklüğü	12.000,00	6.774,81	-5.225,19	-43,54
		Pist Sayısı	1,00	1,00	0,00	0,00
		Çalışan Sayısı	100,00	100,00	0,00	0,00
		Otopark Kapasitesi	450,00	166,94	-283,06	-62,90
Şırnak Şerafettin Elçi	Çıktı	Toplam Yolcu Sayısı	254.254,00	254.254,00	0,00	0,00
		Toplam Ticari Uçuş Sayısı	1.838,00	1.838,00	0,00	0,00
		Toplam Yük Trafığı	2.566,00	2.566,00	0,00	0,00
	Girdi	Check-in Kontuar Sayısı	8,00	8,00	0,00	0,00
		Yolcu Biniş Kapıları	1,00	1,00	0,00	0,00
		Bagaj Konveyörü Sayısı	2,00	2,00	0,00	0,00
		Terminal Büyüklüğü	4.000,00	4.000,00	0,00	0,00
		Pist Sayısı	1,00	1,00	0,00	0,00
		Çalışan Sayısı	36,00	36,00	0,00	0,00
		Otopark Kapasitesi	87,00	87,00	0,00	0,00
Tekirdağ Çorlu	Çıktı	Toplam Yolcu Sayısı	122.568,00	863.501,75	740.933,75	604,51
		Toplam Ticari Uçuş Sayısı	1.295,00	6.265,77	4.970,77	383,84
		Toplam Yük Trafığı	5.410,00	8.490,71	3.080,71	56,94
	Girdi	Check-in Kontuar Sayısı	7,00	7,00	0,00	0,00
		Yolcu Biniş Kapıları	2,00	2,00	0,00	0,00
		Bagaj Konveyörü Sayısı	3,00	2,53	-0,47	-15,53
		Terminal Büyüklüğü	6.521,00	2.595,05	-3.925,95	-60,20
		Pist Sayısı	1,00	1,00	0,00	0,00
		Çalışan Sayısı	105,00	105,00	0,00	0,00
		Otopark Kapasitesi	297,00	144,08	-152,92	-51,49

Çizelge B.1 (devam): Etkin olmayan havalimanları için oluşturulan hedef değerler.

Karar Birimi	Değişkenler	Mevcut	Hedef	Fark	Değişim %
Tokat	Çıktı	Toplam Yolcu Sayısı	35.067,00	35.067,00	0,00
		Toplam Ticari Uçuş Sayısı	598,00	598,00	0,00
		Toplam Yük Trafiği	283,00	283,00	0,00
	Girdi	Check-in Kontuar Sayısı	2,00	2,00	0,00
		Yolcu Biniş Kapıları	1,00	1,00	0,00
		Bagaj Konveyörü Sayısı	2,00	2,00	0,00
		Terminal Büyüklüğü	560,00	560,00	0,00
		Pist Sayısı	1,00	1,00	0,00
		Çalışan Sayısı	57,00	57,00	0,00
		Otopark Kapasitesi	60,00	60,00	0,00
	Van Ferit Melen	Toplam Yolcu Sayısı	1.207.145,00	1.207.145,00	0,00
		Toplam Ticari Uçuş Sayısı	7.624,00	7.624,00	0,00
		Toplam Yük Trafiği	11.117,00	11.117,00	0,00
		Check-in Kontuar Sayısı	10,00	10,00	0,00
		Yolcu Biniş Kapıları	1,00	1,00	0,00
		Bagaj Konveyörü Sayısı	1,00	1,00	0,00
		Terminal Büyüklüğü	6.879,00	6.879,00	0,00
		Pist Sayısı	1,00	1,00	0,00
		Çalışan Sayısı	125,00	125,00	0,00
		Otopark Kapasitesi	140,00	140,00	0,00

EK C

Çizelge C.1 : YSA’da kullanılan veri seti.

Havalimanı	Girdi Katmanı										Çıktı Katmanı
	Toplam Yolcu Sayısı	Toplam Ticari Uçuş Sayısı	Toplam Yük Trafiği	Check-in Kontuar Sayısı	Yolcu Biniş Kapıları Sayısı	Bagaj Konveyörü Sayısı	Terminal Büyüklüğü	Pist Sayısı	Çalışan Sayısı	Otopark Kapasitesi	Etkinlik Durumu
İstanbul Atatürk	56.695.166	419.897	1.631.528	320	63	1.525	345.270	3	990	8.146	Etkin
Ankara Esenboğa	11.035.606	82.108	110.266	158	52	9	182.000	2	1.149	4.212	Etkin değil
İzmir Adnan Menderes	10.970.663	72.697	127.643	143	46	11	310.978	2	665	2.317	Etkin değil
Antalya	28.303.192	164.760	361.548	171	67	16	178.637	3	578	2.139	Etkin
Muğla Dalaman	4.309.480	25.695	54.317	78	27	6	140.454	1	344	701	Etkin
Muğla Milas-Bodrum	3.846.547	26.308	43.497	92	24	353	110.613	1	251	706	Etkin
Adana	4.687.494	34.654	46.431	30	8	6	12.195	1	373	569	Etkin
Trabzon	2.777.536	18.705	34.601	36	6	9	23.745	1	225	385	Etkin
Erzurum	976.336	6.488	8.798	16	4	6	12.950	2	178	650	Etkin değil
Gaziantep	2.082.821	14.794	21.765	17	5	16	22.790	1	210	520	Etkin değil
Adıyaman	159.268	1.293	1.320	16	4	6	23.011	1	74	307	Etkin değil
Ağrı	201.140	1.406	1.989	3	1	2	751	1	60	73	Etkin
Amasya Merzifon	137.753	1.039	1.199	4	1	2	1.200	1	54	132	Etkin
Balıkesir Koca Seyit	206.388	2.688	1.645	21	4	3	23.240	1	109	80	Etkin değil
Batman	434.849	3.180	4.382	16	3	5	20.741	1	64	242	Etkin değil
Bingöl	123.782	1.046	1.208	8	2	2	3.600	1	45	135	Etkin değil
Bursa Yenişehir	74.108	1.298	1.008	14	4	4	12.716	2	149	163	Etkin değil

Çizelge C.1 (devam): YSA’da kullanılan veri seti.

Havalimanı	Girdi Katmanı										Çıktı Katmanı
	Toplam Yolcu Sayısı	Toplam Ticari Uçuş Sayısı	Toplam Yük Trafığı	Check-in Kontuar Sayısı	Yolcu Biniş Kapıları Sayısı	Bagaj Konveyörü Sayısı	Terminal Büyüklüğü	Pist Sayısı	Çalışan Sayısı	Otopark Kapasitesi	Etkinlik Durumu
Denizli Çardak	404.340	3.151	3.486	22	6	6	16.890	1	97	436	Etkin değil
Diyarbakır	1.812.208	12.315	15.586	12	4	3	8.680	1	105	189	Etkin
Elazığ	895.202	6.386	8.460	19	2	3	16.397	1	130	232	Etkin değil
Erzincan	295.292	2.149	2.891	10	4	4	27.132	1	78	345	Etkin değil
Hatay	1.113.929	8.897	13.111	18	4	6	43.688	1	90	305	Etkin
Iğdır	198.270	1.298	2.240	5	1	2	3.460	1	43	75	Etkin
Isparta Süleyman Demirel	184.929	1.201	2.300	6	2	2	5.400	1	81	88	Etkin değil
Kahramanmaraş	187.268	1.510	1.622	3	1	1	1.540	1	89	40	Etkin
Kars Harakani	388.913	2.571	4.024	17	2	4	35.946	1	69	105	Etkin değil
Kastamonu	67.362	636	520	9	2	2	3.740	1	56	65	Etkin değil
Kayseri	1.725.846	12.920	20.694	29	4	41	22.000	1	124	424	Etkin
Konya	989.398	7.390	9.560	12	4	5	24.175	2	155	278	Etkin değil
Malatya	647.953	4.360	6.326	13	4	4	9.545	2	105	148	Etkin değil
Mardin	469.935	3.243	4.285	18	4	4	33.150	1	55	54	Etkin
Muş	314.869	2.060	3.070	6	1	2	1.503	1	62	60	Etkin
Nevşehir Kapadokya	297.532	2.287	3.229	16	2	4	3.500	1	99	400	Etkin değil
Samsun Çarşamba	1.522.058	10.703	14.579	18	4	5	11.500	1	173	266	Etkin değil
Siirt	19.526	334	185	3	2	2	598	1	38	20	Etkin
Sivas Nuri Demirağ	422.556	3.134	3.991	16	2	2	20.047	1	86	368	Etkin değil

Çizelge C.1 (devam): YSA’da kullanılan veri seti.

Havalimanı	Girdi Katmanı										Çıktı Katmanı
	Toplam Yolcu Sayısı	Toplam Ticari Uçuş Sayısı	Toplam Yük Trafiği	Check-in Kontuar Sayısı	Yolcu Biniş Kapıları Sayısı	Bagaj Konveyörü Sayısı	Terminal Büyüklüğü	Pist Sayısı	Çalışan Sayısı	Otopark Kapasitesi	Etkinlik Durumu
Şanlıurfa GAP	592.944	4.121	4.789	10	8	6	12.000	1	100	450	Etkin değil
Şırnak Şerafettin Elçi	254.254	1.838	2.566	8	1	2	4.000	1	36	87	Etkin
Tekirdağ Çorlu	122.568	1.295	5.410	7	2	3	6.521	1	105	297	Etkin değil
Tokat	35.067	598	283	2	1	2	560	1	57	60	Etkin
Van Ferit Melen	1.207.145	7.624	11.117	10	1	1	6.879	1	125	140	Etkin

ÖZGEÇMİŞ

Ad Soyad : Haktan Gürler
Doğum Yeri ve Tarihi : Manisa, 02.10.1989
E-Posta : haktangurler@gmail.com

ÖĞRENİM DURUMU:

- **Lisans** : 2011, Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makina Mühendisliği Bölümü
- **Yükseklisans** : 2015, İstanbul Teknik Üniversitesi, İşletme Mühendisliği Anabilim Dalı, İşletme Mühendisliği Programı

