

**HAVALİMANLARINDA OPERASYONEL ETKİNLİK ÖLÇÜMÜ: SEÇİLMİŞ
HAVALİMANLARINDA BİR UYGULAMA**

Veysi ASKER

(Yüksek Lisans Tezi)

Eskişehir, 2016

**HAVALİMANLARINDA OPERASYONEL ETKİNLİK ÖLÇÜMÜ: SEÇİLMİŞ
HAVALİMANLARINDA BİR UYGULAMA**

VEYSİ ASKER

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Sivil Havacılık Yönetimi A.B.D.

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Ünal BATTAL

Eskişehir

Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü

Eylül, 2016

JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI

Veysi ASKER'in "Havalimanlarında Operasyonel Etkinlik Ölçümü: Seçilmiş Havalimanlarında Bir Uygulama" başlıklı tezi 06 Eylül 2016 tarihinde, aşağıdaki jüri tarafından Lisansüstü Eğitim Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca toplanan **Sivil Havacılık Yönetimi** Anabilim Dalında, **yüksek lisans tezi** olarak değerlendirilerek kabul edilmiştir.

İmza

Üye (Tez Danışmanı) : Yrd.Doç.Dr.Ünal BATTAL

Üye : Doç.Dr.Ali Talip AKPINAR

Üye : Yrd.Doç.Dr.Savaş Selahattin ATEŞ

Prof.Dr.Kemal YILDIRIM
Anadolu Üniversitesi
Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürü



Yüksek Lisans Tez Özü

HAVALİMANLARINDA OPERASYONEL ETKİNLİK ÖLÇÜMÜ: SEÇİLMİŞ HAVALİMANLARINDA BİR UYGULAMA

Veysi ASKER

Sivil Havacılık Yönetimi Anabilim Dalı

Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Eylül 2016

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Ünal BATTAL

Günümüzde teknolojinin gelişmesi ile birlikte kullanımı her geçen gün artan hava taşımacılığı modunun en önemli paydaşlarından biri olan havalimanlarının önemi artmıştır. Havalimanlarının yaygın bir şekilde kullanılması belirli bir aşamadan sonra havalimanlarında yoğunluktan kaynaklı kapasite sorunun yaşanmasına neden olmuştur. Bunun sonucunda havalimanlarının daha etkin ve verimli kullanılabilmesi için havalimanı yöneticileri tarafından bir takım çalışmalar yapılmıştır. Büyük yatırımlar gerektiren havalimanlarının sadece finansal açıdan değerlendirilmesinin verimlilik açısından karşılaştırma olanağı sağlamadığı düşünülmektedir. Bu açıdan havalimanlarının faaliyetlerini verimli ve etkin bir şekilde sürdürebilmeleri için operasyonel açıdan da değerlendirilmesi gerektiği düşünülmektedir.

Bu çalışmada ilk olarak performans ve performans ölçüm sistemleri hakkında ayrıntılı bir şekilde bilgi verilmiş, ardından havalimanlarında performans ölçümünün nasıl yapıldığı anlatılmıştır. Üçüncü bölümde ise Veri zarflama analizinde kullanılan modeller hakkında bilgi verilmiş ve hangi modellerin kullanılacağı belirtilmiştir. Son bölümde ise 2014 yılında ACI (Airport Council International) tarafından yapılan sıralamada yolcu trafiği açısından dünyanın en büyük 25 havalimanı içerisinde verilerine ulaşılabilen 20 havalimanının etkinlik ölçümü veri zarflama analizi aracılığı ile yapılmıştır. Uygulama aşamasında 4 adet girdi 3 adet çıktı analize dâhil edilmiştir. Havalimanı sayısının fazla olmasından dolayı etkinlik ölçümü Deap programı ile yapılmıştır. Uygulama aşamasında temel veri zarflama analizi modelleri olan CCR modeli ile BCC modeli kullanılmıştır. CCR modeli ile yapılan etkinlik ölçümünde 10 havalimanının etkin çıktığı 10 tanesinin ise

etkin çıkmadığı görülmüştür. Girdi odaklı BCC modeli ile yapılan etkinlik ölçümünde 14 havalimanının etkin çıktığı 6 havalimanının ise etkin çıkmadığı görülmüştür. ıktı odaklı BCC modelinde ise 13 havalimanının etkin çıktığı 7 havalimanının ise etkin çıkmadığı tespit edilmiştir. Ardından etkin çıkamayan havalimanlarının etkin duruma geebilmesi için örnek almaları gereken referans havalimanları belirlenmiştir. Son bölümde ise etkin çıkmayan havalimanlarının etkin olabilmeleri için girdi ve çıktı değişkenlerini ne kadar arttırmaları veya ne kadar azaltmaları gerektiği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Performans, Etkinlik, Verimlilik, Havalimanı, Veri Zarflama Analizi,

Abstract

OPERATIONAL EFFICIENCY MEASUREMENT AT AIRPORTS: AN APPLICATION IN SELECTED AIRPORTS

Veysi ASKER

Department of Civil Aviation Management

Anadolu University, Graduate School of Social Sciences, September 2016

Advisor: Asst. Prof. Dr. Ünal BATTAL

Today, with the technological advancements, the use of air transportation mode is increasing day by day. The importance of airports which are one of the most important shareholders in air transportation mode is increasing. The intensive use of airports led to capacity problems. To solve these problems, airport managers did some studies to use airports more efficient and productive. The evaluation of airports which requires high amount of investment only with regard to finance is not sufficient in comparing airports' productivity. Airports should be evaluated with operational aspects in order to sustain airport activities efficiently and productively.

In this study, firstly, performance and performance measurement systems were explained in details and then, how performance measurement are done at the airports were explained. In the third part, models which are used in the data envelopment analysis were mentioned and which models were utilized. In the last part of the study, 20 airports among the biggest 25 airports (Airport Council International 2014 ranking) with regard to passenger numbers and 3. Airport in İstanbul Which will be operational in the first part of 2018 were analyzed with data envelopment analysis to reveal effectiveness measurement. In practice, 6 inputs and 3 outputs were included in the analysis. Due to high numbers of airports, Deap program was utilized. In practice, CCR and BCC models which belong to basic data envelope analysis were utilized. According to CCR model, 16 airports were evaluated as efficient and 4 airports were evaluated as inefficient. According to BCC model, 16 airports were determined as efficient and 4 airports were determined as inefficient. After that, to make inefficient airports into efficient airports, reference

airports were determined. Lastly, how much the increase and decrease in input and output variables were determined to make inefficient airports into efficient airports.

Key Words: Performance, Effectiveness, Efficiency, Airport, Data Envelopment Analysis,

22/09/2016

Etik İlke ve Kurallara Uygunluk Beyannamesi

Bu tez çalışmasının bana ait, özgün bir çalışma olduğunu; çalışmanın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumunda bilimsel etik ve kurallara uygun davrandığımı; bu çalışma kapsamında elde edilmeyen tüm veri ve bilgiler için kaynak gösterdiğimi ve bu kaynaklara kaynakçada yer verdiğimi; bu çalışmanın Anadolu Üniversitesi tarafından kullanılan bilimsel intihal tespit programıyla tarandığını ve hiçbir şekilde intihal içermediğini beyan ederim.

Her hangi bir zamanda, çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçlara razı olduğumu bildiririm.

Veysi ASKER

Önsöz

Akademik gelişimime büyük katkılar sağlayan; nezaketleri ve sonsuz sabırları ile beni her zaman destekleyen, bu araştırmanın gerçekleştirilmesinde çok büyük emekleri olan, birlikte çalışmaktan mutlu olduğum ve gurur duyduğum çok değerli hocalarım, tez danışmanım Yrd. Doç. Dr. Ünal BATTAL'a en içten teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmamıza yapmış oldukları katkılardan dolayı değerli hocalarım Doç. Dr. Ali Talip AKPINAR'a ve Yrd. Doç. Dr. Savaş S. ATEŞ'e teşekkürü bir borç bilirim.

Tezimin oluşum aşamasında benden desteklerini esirgemeyen sevgili arkadaşlarım Arş. Gör. Kasım KİRACI'ya, Arş. Gör. Mehmet YAŞAR'a, Arş. Gör. Temel Caner USTAÖMER'e ve burada adını sayamadığım Anadolu Üniversitesi Havacılık ve Uzay Bilimleri Fakültesi'ndeki Araştırma Görevlisi arkadaşlarıma çok teşekkür ederim.

Veysi ASKER

Eskişehir, 2016

İçindekiler

Sayfa

Jüri ve Enstitü Onayı	3
Yüksek Lisans Tez Özü	iii
Abstract	v
Etik İlke ve Kurallara Uygunluk Beyannamesi	vii
Önsöz	viii
Özgeçmiş	ix
Giriş	1
1. Performans ve Performans Ölçümü İle İlgili Kavramlar.....	3
1.1. Performans Kavramı ve Tanımı.....	3
1.2. Performansı Oluşturan Boyutlar.....	5
1.2.1. Etkililik.....	6
1.2.2. Etkenlik.....	7
1.2.3. Verimlilik	8
1.2.4. Kalite.....	9
1.2.5. Yenilik	10
1.2.6 Çalışma yaşamının kalitesi.....	11
1.2.7. Kârlılık ve bütçeye uygunluk	12
1.3. Performans Yönetim Sistemi	13
1.4. Performans Ölçümü ve Performans Ölçüm Sistemleri.....	15
1.5. Performans Ölçüm Sistemlerinin Temel Özellikleri.....	17
1.6. Performans Ölçüm Sistemlerinde Ortaya Çıkan Yaklaşımlar.....	18
1.6.1. Tek boyutlu performans ölçüm yaklaşımları	19
1.6.2. Çok boyutlu performans ölçüm yaklaşımları.....	20
1.7. Performans Ölçüm Göstergeleri.....	23
1.8. Performans Ölçüm Sisteminde Kullanılan Modeller.....	24

1.8.1. Dengeli puan kartı modeli (balance scorecard)	25
1.8.2. Performans piramidi modeli	26
1.8.3. Performans prizması modeli	28
1.8.4. Mükemmellik modeli	29
1.8.5. Sonuçlar ve belirleyiciler modeli	29
1.9. Performans Ölçümünde Kullanılan Bazı Yöntemleri	30
1.9.1. Oran analizi yöntemi	30
1.9.2. Sınır etkinliği analizi	31
2. Havaalanlarında Performans Ölçümü	32
2.1. Havaalanının Tanımı ve Faaliyet Yapısı	32
2.2 Havaalanlarının Yönetim Yapısı	34
2.3 Havaalanlarının Ekonomik Özellikleri	34
2.3.1. Havaalanlarının gelir yapısı	35
2.3.2. Havaalanlarının gider yapısı	36
2.4. Havaalanlarında Performans Analizinin Önemi	37
2.5. Havaalanlarında Kullanılan Performans Ölçüm Göstergeleri	38
2.6. Havaalanlarında Kullanılan Performans Analiz Yöntemleri	41
2.7. Havaalanlarında Kullanılan Girdi ve Çıktıların Belirlenmesi	41
2.8. Havaalanlarında Performans Ölçümü İle İlgili Yapılmış Çalışmalar	43
3. Veri Zarflama Analizi	50
3.1. Veri Zarflama Analizinin Tanımı ve Genel Özellikleri	50
3.2. Veri Zarflama Analizi İle İlgili Temel Kavramlar	52
3.3. Veri Zarflama Analizinin Tarihsel Gelişimi	53
3.4. Veri Zarflama Analizinin Matematiksel Yöntemle Gösterilmesi	55
3.5. Veri Zarflama Analizinde Kullanılan Modeller	56
3.5.1. CCR (Charnes, Cooper, Rhodes) modelleri	59

3.5.2. BCC (Banker, Charnes, Cooper) modelleri.....	64
3.5.3. Toplamsal (Additive) model	67
3.5.4. Aylak tabanlı(Slack Based) model	68
3.5.5. Süper aylak tabanlı(Super Slack Based) model.....	69
3.6. Veri Zarflama Analizinin Güçlü ve Zayıf Yönleri.....	69
3.7. Veri Zarflama analizinin Uygulama Aşamaları.....	71
3.7.1. Karar verme birimlerinin belirlenmesi	72
3.7.2. Girdi ve çıktıların belirlenmesi	73
3.7.3. Uygun modelin seçilmesi, uygulanması ve sonuçların analiz edilmesi ...	74
3.8. Veri Zarflama Analizinin Uygulama Alanları	74
3.9. Havalimanlarında Veri Zarflama Analizi İle İlgili Yapılmış Çalışmalar	76
4. Seçilmiş Havalimanlarının Veri Zarflama Analizi Yöntemi İle Etkinlik Ölçümünün Yapılması	80
4.1. Araştırmanın Önemi.....	80
4.2. Araştırmanın Amacı	81
4.3. Araştırmanın Sınırlılıkları.....	81
4.4. Araştırmanın Yöntemi.....	81
4.4.1. Araştırmaya dâhil olacak havalimanlarının belirlenmesi.....	82
4.4.2. Veri zarflama analizi modelinin oluşturulması	84
4.4.3. Girdi ve çıktı değişkenlerinin seçimi.....	85
4.4.4. Havalimanlarına ait verilerin elde edilmesi.....	86
4.4.5. Havalimanlarının etkinlik düzeyinin hesaplanması.....	89
4.4.6. Referans olan havalimanlarının belirlenmesi ve etkin olmayan havalimanları ile karşılaştırılması	93
4.4.7. Etkin olmayan havalimanlarının etkin duruma geçebilmesi için gerekli olan değerlerin tespit edilmesi	96
5. Sonuçların Yorumlanması ve Önerilerin Sunulması	104

Tablolar Listesi

Sayfa

Tablo 1. Havaalanlarında Performans Ölçümü İle İlgili Yapılmış Çalışmalar	43
Tablo 2. Veri Zarflama Analizi Modelleri	56
Tablo 3. Araştırmada Kullanılan Karar Verme Birimleri	83
Tablo 4. Analizde Dâhil Edilecek Havalimanlarına Ait Girdi Değişkenleri (2014)	86
Tablo 5. Analize Dâhil Edilecek Havalimanlarına Ait Çıktı Değişkenleri (2014)	88
Tablo 6. Analize Dâhil Olan Havalimanların CCR Modeli İle Etkinlik Değerleri	90
Tablo 7. Analize Dâhil Olan Havalimanlarının Girdi Odaklı BCC Modeli ile Etkinlik Değerleri	91
Tablo 8. Analize Dâhil Olan Havalimanlarının Çıktı Odaklı BCC Modeli ile Etkinlik Değerleri	92
Tablo 9. Etkin Olmayan Havalimanları ve Referans Değerleri Kümesi	93
Tablo 10. Etkin Havalimanları ve Referans Sayıları	95
Tablo 11. CCR Modeline göre Etkin Olmayan Havalimanlarının Mevcut Değerleri ile Etkinliğe Ulaşabilmeleri İçin Gerekli Olan Hedef Girdi Değişkenleri	96
Tablo 12. CCR Modeline göre Etkin Olmayan Havalimanlarının Mevcut Değerleri ile Etkinliğe Ulaşabilmeleri İçin Gerekli Olan Hedef Girdi Değişkenleri (Devamı)	97
Tablo 13. CCR Modeline göre Etkin Olmayan Havalimanlarının Mevcut Değerleri ile Etkinliğe Ulaşabilmeleri İçin Gerekli Olan Hedef Çıktı Değişkenleri	98
Tablo 14. Girdi Odaklı BCC Modeline göre Etkin Olmayan Havalimanlarının Mevcut Değerleri ile Etkinliğe Ulaşabilmeleri İçin Gerekli Olan Hedef Girdi Değişkenleri	98
Tablo 15. Girdi Odaklı BCC Modeline göre Etkin Olmayan Havalimanlarının Mevcut Değerleri ile Etkinliğe Ulaşabilmeleri İçin Gerekli Olan Hedef Girdi Değişkenleri (Devamı)	99
Tablo 16. Girdi Odaklı BCC Modeline göre Etkin Olmayan Havalimanlarının Mevcut Değerleri ile Etkinliğe Ulaşabilmeleri İçin Gerekli Olan Hedef Çıktı Değişkenleri	100

Tablo 17. Çıktı Odaklı BCC Modeline göre Etkin Olmayan Havalimanlarının Mevcut Değerleri ile Etkinliğe Ulaşabilmeleri İçin Gerekli Olan Hedef Girdi Değişkenleri	101
Tablo 18. Çıktı Odaklı BCC Modeline göre Etkin Olmayan Havalimanlarının Mevcut Değerleri ile Etkinliğe Ulaşabilmeleri İçin Gerekli Olan Hedef Girdi Değişkenleri (Devamı)	101
Tablo 19. Çıktı Odaklı BCC Modeline göre Etkin Olmayan Havalimanlarının Mevcut Değerleri ile Etkinliğe Ulaşabilmeleri İçin Gerekli Olan Hedef Çıktı Değişkenleri	102

Şekiller Listesi

	<u>Sayfa</u>
Şekil 1. Veri Zarflama Analizinde Kullanılan Modellerin Gösterimi	57
Şekil 2. Araştırmada Uygulanacak Yöntemin Aşamaları.....	82

Giriş

Teknolojinin hızlı bir şekilde gelişmesi; mesafelerin kısılmasına, iletişimin ve küreselleşmenin artmasına, ulaşımın kolaylaşmasına ve en önemlisi dünya pazarlarındaki rekabetin artmasına neden olmuştur. Bununla birlikte dünyada var olan kıt kaynakların etkin ve verimli bir şekilde kullanılmasının gerekliliği ortaya çıkmıştır. Üretim ve hizmet sektöründe faaliyet gösteren işletmelerin mevcut durumunu gözden geçirmesi, pazardaki rakipleri ile kendini karşılaştırabilmesi, değişen pazar koşullarına ayak uydurabilmesi ve geleceğe dönük planlama yapabilmesi için performans ölçüm sistemlerine ihtiyaç duymaktadırlar. Ancak hizmet sektöründe faaliyet gösteren işletmelerde performans ölçümünün yapılması üretim sektöründe faaliyet gösteren işletmelere nazaran daha güç olmaktadır.

İşletmeler etkinlik ve verimliliklerini ölçmek amacı ile ilk olarak tek bir girdinin tek bir çıktıya oranlandığı oran analizini kullanmıştır. Ancak zamanla işletmelerde birçok girdi ve çıktının kullanılması ile beraber oran analizinin yetersiz kaldığı görülmüştür. Daha sonra birçok girdinin tek bir çıktıya oranlandığı parametrelili yöntemler kullanılmaya başlanmıştır. Ancak zamanla bu yöntemin de yetersiz kalması ile birlikte birçok girdinin birçok çıktıya oranlanabildiği ve matematiksel programlama temelli parametresiz ölçüm yöntemleri kullanılmaya başlanmıştır. Parametresiz ölçüm yöntemleri içerisinde en yaygın olarak kullanılan yöntem veri zarflama analizi yöntemidir. Veri zarflama analizi yönteminin uygulaması zor gibi gözükmüş olsa da teknolojinin gelişmesi ile beraber kullanılan yazılım programları uygulamasını kolaylaştırmıştır.

Hava taşımacılığının gelişmesi ile birlikte kullanımı her geçen gün artan havalimanlarının zamanla mevcut kapasitelerinin yetersiz kaldığı görülmüştür. Bundan dolayı havalimanlarının etkin ve verimli bir şekilde kullanılması ve bu etkinlik ve verimliliğin artırılması için havalimanı yöneticileri ve yetkili otoriteler tarafından birçok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalar sonucunda bir dizi performans ölçüm yöntemleri kullanılmıştır. Birçok girdi ve çıktı değişkeninin kullanıldığı havalimanlarında en yaygın kullanılan performans ölçüm yöntemlerinden biri veri zarflama analizi yöntemidir.

Bu çalışmanın birinci kısmında performansın genel tanımı yapılmış olup performansın boyutları, performans yönetiminin ne olduğu, performans ölçümünün nasıl yapılması gerektiği hakkında bilgi verilmiştir. Bununla birlikte performans ölçümünün özelliklerinden, tarihsel gelişiminden ve ölçüm yöntemlerinden bahsedilmiştir.

İkinci kısımda ise havalimanlarının tanımı, faaliyet yapısı, yönetim yapısı, ekonomik özellikleri hakkında bilgi verilmiştir. Daha sonra havalimanlarında performans analizi ve yöntemleri anlatılmış ve literatürde yer alan çalışmalardan bahsedilmiştir.

Üçüncü kısımda ise veri zarflama analizinin tanımı, genel özellikleri, veri zarflama analizinde kullanılan kavramlar açıklanmıştır. Ardından veri zarflama analizinde kullanılan modeller hakkında bilgi verilmiştir. Daha sonra veri zarflama analizi modelinin güçlü ve zayıf yönleri ile uygulama aşamalarından ayrıntılı bir şekilde bahsedilmiştir.

Son bölümde ise yolcu sayısı açısından dünyanın ilk 25 havalimanı içerisinde verilerine ulaşılabilen 20 havalimanının etkinlik ölçümü yapılmıştır. Analiz aşamasında pist sayısı, uçak park sayısı, kapı sayısı ile terminal alanı büyüklüğü gibi girdi değişkenleri kullanılmıştır. Çıktı değişkenleri olarak toplam uçuş sayısı, toplam yük miktarı ile toplam yolcu sayısı kullanılmıştır. Analiz sonucunda CCR modeline göre 10 Havalimanının etkin çıktığı görülmüş diğer havalimanlarının ise etkin çıkmadığı tespit edilmiştir. Girdi odaklı BCC modelinde 6 havalimanının, çıktı odaklı BCC modelinde ise 7 tane havalimanının etkin çıkmadığı görülmüştür. Daha sonra etkin çıkmayan havalimanlarının etkin olabilmeleri için referans almaları gereken havalimanları belirlenmiştir. Ardından etkinlik sınırının altında kalan havalimanlarının etkinlik sınırına ulaşabilmeleri için arttırıp azaltmaları gereken girdi ve çıktı miktarları tespit edilmiştir.

1. Performans ve Performans Ölçümü İle İlgili Kavramlar

Performansla ilgili yapılmış olan çalışmalara bakıldığında performansın ne olduğu ve nasıl uygulanması gerektiği hakkında kesin bir görüş birliği bulunmamaktadır. Bilimsel bir çalışma alanı olarak performans alanına bakıldığında içinde birçok bilimsel disiplin barındırdığından performans konusu oldukça karmaşık bir yapıya sahip olmaktadır. Bundan dolayı bu karmaşık yapıyı daha sade bir hale getirmek amacıyla bu bölümde performansın genel tanımından başlanarak performansın boyutları, performans yönetiminin ne olduğu, performans ölçüm sistemlerinin nasıl yapılması gerektiği hakkında bilgi verilmiştir. Bunun yanında performans ölçümünün özelliklerinden, tarihsel gelişiminden ve ölçüm yöntemlerinden bahsedilmiştir.

1.1. Performans Kavramı ve Tanımı

Performansla ilgili yapılmış olan tanımlara bakıldığında birçok farklı şekilde yapılmış tanımlarla karşılaşılmaktadır. Performansla ilgili yapılan birçok çalışmada performans kelimesinin çok sıklıkla tartışıldığı fakat tanımının çok az sayıda yapıldığı görülmüştür (Neely vd., 1995: 80). Alan yazına bakıldığında ise; Cordero, performansı etkililik ve verimlilik, Dwight, yetkinliğe ulaşma seviyesi, Rolstadas ise kalite, yenilik ve kârlılık olarak tanımlamıştır. Bunun yanında Neely, performansı amacı belirlenmiş bir faaliyetin verimliliği ve etkinliği şeklinde ifade etmiştir. Clark ve Fujimoto, Doz, Emmanuelides ise performansı boyutları ile birlikte ele almışlardır. Bununla birlikte Sinclair ve Zahiri, performans ölçüm yöntemleri üzerinde durmuşlardır (Francis ve Duffy, 2002: 1186). Performans ilgili yapılan tanımlarda daha çok verimlilik ve etkinlik kavramları üzerinde durulduğu görülmüştür.

Günümüzde işletmeler ve kurumlar açısından belli bir amacı ve planı olan faaliyetlerin sonuçlarının değerlendirilip rakipleri ile veya işletmenin ya da kurumun daha önceki durumu ile karşılaştırılması önemli bir hale gelmiştir. Bu karşılaştırma sonucunda elde edilen verilerin ölçülmesi geri besleme aracılığı ile gelecekte yapılması muhtemel olan faaliyetler için bir temel oluşturmaktadır. Bunun yanında yapılan faaliyetlerin ne kadar etkin ve verimli olduklarının belirlenmesi oldukça önemlidir. Bu açıdan en geniş anlamda

performans kavramı, önceden belirlenmiş olan bir hedefe ulaşmak için yapılmış olan faaliyetlerin sonucunda elde edilen verilerin sayısal olarak ve kalite bakımından açıklanmasıdır (Kayabaşı, 2010: 136).

Performans kavramı bazen belirli bir dönem için elde edilen kâr olarak tanımlanırken bazen de müşteri memnuniyetinin artırılması ve satışların maksimize edilmesi şeklinde tanımlanmaktadır (Chow vd., 1994: 17). Bunun yanında finansal açıdan karlılık oranı, risk faktörü ve piyasa değeri, olarak tanımlanmakla birlikte üretim kalitesi, hizmet kalitesi ve etkilme gücü olarak da tanımlanmaktadır (Verweire ve Van den Berghe, 2003: 782-790).

Performans kavramının daha iyi anlaşılması için organizasyon kavramının da açıklanması gerekmektedir. Organizasyonlar, belirli bir amaç doğrultusunda önceden belirlenmiş hedeflere ulaşabilmek için aynı inanç ve değerlere sahip insanların bir araya gelmesi ile oluşmuş topluluklardır (Barutçugil, 2002: 11). Bunun yanında organizasyonlar bulunduğu çevreden birçok kaynağı alıp bunları işleyerek ürün haline dönüştüren ve bu dönüştürülmüş ürünleri yeni kaynak elde etmek için yeniden pazara sunan birimlerdir. Bir diğer ifade ile organizasyon, bulundukları çevre itibarı ile birbirine bağlı olan birimlerin birbirlerini etkilemesi ile oluşan bir sistemdir (Koçel, 2010: 10). Bu sistemlere sahip olan organizasyonların amacı çoğunlukla; yüksek verim elde etme, etkin faaliyet gösterme, kâr elde etme, müşteriye memnun etme, büyüme ve saygınlık kazanma gibi başarı kıstasları ile ifade edilmektedir (Barutçugil, 2002: 12).

Performans kavramının ne olduğu ile ilgili kesin bir tanımın yapılmaması performans kavramı ile ilgili yapılan çalışmaları olumsuz yönde etkilemiştir. Özellikle performans alan yazınında performansla ilgili tanımlanmış olan anahtar kavramlar kendi içinde tutarlı görülmemektedir. Ayrıca performans kavramı ile ilgili olan verimlilik ve etkililik kavramı yeterince açık ifade edilmemiş veya düzgün bir şekilde birbirleri ile ilişkilendirilememiştir. Bunun yanında yapılan birçok araştırma performansın ölçümü ile ilişkilendirilirken performansın kendi yapısıyla ilişkilendirilmemiştir (Francis ve Duffy, 2002: 1203).

Yüksek performansa sahip organizasyonların genel yapısına bakıldığında vizyonlarını geliştirmek için kendilerini bir zorunluluk içerisinde hissettikleri görülmekle birlikte bu organizasyonda bulunan bireylerin başarıya kesin bir şekilde inandıkları görülmektedir (Osborne ve Cowen, 2002: 27). Bu tip yüksek performansa sahip organizasyonlarda bireyler daha verimli çalışmakta ve yüksek kalitedeki ürün ve hizmetleri daha düşük maliyetle üretmektedirler. Üretilen mal ve hizmetlerin zaman açısından kısa sürede ve kaliteli bir şekilde pazara sunulmasından dolayı bu tip yüksek performansa sahip organizasyonlar takdir toplamaktadır (Barutçugil, 2002: 22)

Genel olarak performansın temeline bakıldığında bir değer yaratma süreci olduğu görülmekle birlikte bu değer yaratma sürecine beklenenden daha fazla katkı sunmakla beraber organizasyonlar yüksek performansa ulaşmakta ve yaşamlarını sürdürmektedirler (Corton ve Hofer, 2006: 3-4). Organizasyonlar bu aşamada en iyiye ulaşmaya ya da en başarılı olan unsurun ne olduğunu bulmaya çalışırlar. Bu tarz performans yönetimlerinin varlığı kadar sürekliliği de önem arz etmekle birlikte geçmişten bugüne kadar sürekli bir gelişim ve değişim içerisinde olduğu görülmektedir. Bu gelişim, en az giderle en fazla üretim ve yüksek kâr hedefi olan geleneksel yönetim anlayışından başlayarak bugünün rekabetçi koşullarında müşteri memnuniyeti, kalite, yenilik gibi konuların öne çıktığı bir yönetim anlayışına geçişi şeklinde açıklanabilmektedir (Akal, 2005: 22).

Bir organizasyonun performansını etkileyen birçok faktör bulunmaktadır. Bu faktörler: Çalışanların yetenekleri ve motivasyonlarına bağlı olan personel faktörleri, çalışanları destekleyen ve cesaretlendiren lider faktörü, çalışanların birbirleri ile uyumlu çalışmasını sağlayan takım faktörü, çalışma ortamını etkileyen sistem faktörü ile bireyleri etkileyen iç ve dış faktörler olmak üzere beş'e ayrılmaktır. Bu faktörler organizasyonun başarısını doğrudan etkileyen faktörlerdir (Mwita, 2000: 21).

1.2. Performansı Oluşturan Boyutlar

Örgütsel sistem açısından performans kavramı kendi içinde birbirleri ile ilişkili olan yedi performans boyutu ile açıklanmaktadır. Bu performans boyutları: etkililik, etkenlik, verimlilik, kalite, yenilik, çalışma yaşamının kalitesi, kârlılık ve bütçeye uygunluktur

(Akai, 2005: 34). Performans kavramını açıklamaya yardımcı olan bu yedi boyut ayrıntılı bir şekilde aşağıda açıklanmaktadır.

1.2.1. Etkililik

Alan yazınına bakıldığında etkililik, verimlilik ve etkinlik kavramları birbirleri ile karıştırılmaktadır. Bir çok akademisyen etkililik ve etkinlik kavramlarını eş anlamlı olarak kullanmaktadır. Bazı bilim adamları ise bu iki kavramın birbirinden farklı olduğunu iddia etmektedir. Örneğin bir firma etkin olmakla birlikte etkili olarak faaliyet gösteremeye bilmektedir. Bu açıdan etkililik, kaynakları en verimli şekilde kullanarak imkanlar dahilinde en iyi çıktının elde edilmesi şeklinde tanımlanabilmektedir (Yükçü ve Atağan, 2009: 1). Etkinlik ile ilgili yapılan bir diğer tanıma göre; Etkililik, doğru işleri doğru zamanda ve yüksek kalitede yapıp ve belirli bir oranı baz alarak gerçek çıktı ile tahmin edilen çıktı arasındaki oran şeklinde tanımlanmaktadır (Rolstadås, 1998: 990).

Etkililik, işletmelerin gerçekleştirmiş oldukları bir dizi işlem sonucunda hedeflerine ulaşma derecesini ifade eden bir performans boyutudur (Horngren vd., 2012: 242). Bunun yanında örgütsel etkililik, örgütün sistem unsurlarının değişken faktörlerini örgütün amaçları doğrultusunda planlanan seviyede gerçekleşmesi için bu değişken faktörlerin geliştirilerek eyleme dönüştürülmesidir (Başaran, 1992: 134).

Etkililik kavramı hedeflenen çıktının elde edilmesi, performansın geliştirilmesi ile birlikte bütün engeller aşıldığında kazanılan en iyi potansiyeli ifade etmektedir. Bu açıdan örgütsel etkililiğin iki farklı aşaması bulunmaktadır. İlk aşama, daha iyi organize olarak daha yüksek performansa ulaşmaya çalışmaktır. Buradaki amaç eldeki kaynakların tam kapasite ile sürece dahil edilmesidir. İkinci aşama ise hem içerdeki hem de dışardaki engellerin yok edilerek ulaşılmak istenen hedefe varılmasıdır. Buradaki amaç ise ulaşılmaz gibi görünen hedeflerin çok çalışarak ulaşılmaya çalışılmasıdır (Baş ve Artar, 1991: 34)

1.2.2. Etkenlik

Etkenlik organizasyonların belirlemiş oldukları hedeflere ulaşmak amacı ile yapmış oldukları faaliyetlerin neticesinde bu hedefleri gerçekleştirme derecesini belirleyen bir performans boyutudur. Bu açıdan etkenlik hedeflere yönelik olan bir kavramdır. Hedeflerin gerçekleşme ihtimali yapılan faaliyetin sonuçları ile karşılaştırılarak belirlenebilmektedir (Akal, 2005: 34).

Genel olarak yapılan işlemlerin etkenliği kullanılan kaynaklar ile bu kaynakların kullanımı sonucu elde edilen veriler arasındaki ilişkidir. Yapılan faaliyet için katlanılan maliyet, faaliyetin gerçekleşmesi gerekli olan bilgi kaynağının ölçülmesi ile belirlenebilmektedir. İlgili faaliyetin etkenliğini bulmak için kullanılan girdiler ile faaliyet sonucu elde edilen çıktıların sayısal olarak karşılaştırılması ile ortaya çıkmaktadır (Francis & Duffy, 2002: 1206). Bir diğer açıdan etkenlik, bir işletmenin kaynaklarını ne kadar iyi kullandığını etkinlik kavramına nazaran daha detaylı bir şekilde gösteren bir kavramdır. Üretim yapmak için ne kadarlık bir girdiye ihtiyaç duyulacağı ve bu girdiden ne kadarlık bir çıktı elde edileceğini bilmek işletmenin etkenlik seviyesini göstermektedir (Başaran, 1992: 135).

Etkenliğin genel amaçlarına bakıldığında bu amaçların uzun dönemli amaçlar olduğu görülmektedir. İşletmenin uzun dönemli olarak yaşamını sürdürebilmesi ile birlikte gelişebilmesi için bu amaçların iyi planlanması gerekmektedir. Örneğin, kısa vadede yapılmış satış veya kâr artışı gibi amaçlar etkenlik boyutu açısından özümsemesi gereken amaçlar olmamalıdır. Bu açıdan etkenlik kavramı işletmelerin uzun dönemli faaliyetlerinde elde etmiş oldukları kârları kısa dönemli faaliyetlerinden elde etmiş oldukları kârlarla karşılaştırma hatasından yöneticileri uzak tutmaktadır (Akal, 2005: 34).

İşletmeler yapmış oldukları faaliyetlerden dolayı amaçlamış oldukları hedeflere ve standartlara maksimum seviyede ulaşabilmektedir. Yalnız aynı işletmeler etkin olmaya bilmektedir. Bunun nedenine bakıldığında işletmeyi etkileyen dış çevredeki standartların yüksek olabileceği anlamına gelmektedir. Bundan dolayı işletmeler etken olmayabilir (Akdemir, 2004: 85).

1.2.3. Verimlilik

Verimlilik kavramını açıklamadan önce verim kavramının ne olduğu üzerinde durulması gerektiği düşünülmektedir. Verim birçok araştırmacı tarafından “ işleri doğru yapmak” şeklinde ifade edilmektedir. Ayrıca işletmeler verim ve girdi oranlarından yararlanarak performans açısından nerde olduklarını görmekte ve daha iyi bir seviyeye ulaşmak için yapılması gerekenleri tespit edebilmektedir (Akal, 2005: 39).

Verimlilik, günlük hayatta çok kullanılan bir kavram olmasına rağmen genel geçer bir tanımı bulunmamaktadır. Milli Prodüktivite Merkezi (MPM)’nin tanımına göre verimlilik belirli dönem sonunda üretilen mal ve hizmetin, bu üretim faaliyetini gerçekleştirmek amacı ile tüketilen kaynaklara oranlanması ile bulunan katsayı şeklinde tanımlanmaktadır (Kayabaşı, 2010: 57). Yapılan bir diğer tanıma göre verimlilik, genel olarak kullanılan girdilerin çıktılara oranı şeklinde tanımlanmaktadır (Tangen, 2004: 729). İşletmeler için hayati bir öneme sahip olan verimlilik, üretim sürecine dahil edilen birçok girdinin yapılan faaliyet sonucunda var olan kaynakların maksimum seviyede kullanılması ile elde edilen çıktılara oranı şeklinde ifade edilmektedir (Yükçü & Atağan, 2009: 4).

Verimliliğin bir performans göstergesi olarak kullanılması, işletmeler tarafından kullanımının basit ve kolay olmasından kaynaklanmaktadır. Bunun yanında verimlilik bir işletmenin belirli bir dönem içerisindeki performansını değerlendirmede kullanılabildiği gibi işletmenin farklı bölümlerinin performansını karşılaştırmada da kullanılabilmektedir (Akdeniz & Durmaz, 1998: 87).

Verimlilik birçok bilim dalında farklı şekillerde anlaşılmaktadır. Örneğin İktisatçılara göre verimlilik, çıktıların girdilere olan oranı şeklinde algılanırken, mühendislere göre ise üretim yapan bir makinenin en yüksek kapasitede çalışmasıdır. Muhasebeciler ise verimliliği finansal oranlarla açıklamaya çalışmaktadırlar (Ramsay, 2008: 17).

1.2.4. Kalite

Kalite, eldeki kaynakların verimli kullanılmasını hedefleyen, müşterilerin ihtiyaçlarına uygun mal ve hizmet üreten, üretilen mal ve hizmetlerin kullanımını kolaylaştıran ve böylelikle işletmelerin sosyal sorumluklarını yerine getirmelerine olanak sağlayan bir performans göstergesidir (Akal, 2005: 49).

Kalite kavramına bakıldığında karşımıza teknik ve fonksiyonel olarak iki boyut çıkmaktadır. Fonksiyonel kalite kavramı müşteriye sunumun nasıl yapılacağı ile ilgilenirken teknik kalite ise sunulacak unsurun ne olacağı ile ilgilenmektedir. Teknik kalite, toplam kalitenin oluşabilmesi için vazgeçilmez bir unsur olmakla birlikte uygulanması da kolay olmaktadır. Fonksiyonel kalite ise kendi içinde işlevsel ve kişisel olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. İşlevsel boyut faaliyet akışının, zaman kullanımının, iletişim becerisinin, müşteri memnuniyetinin ve kontrol faaliyetlerinin iyi yapılmasını gerektirir. Kişisel boyut kavramı ise verilen hizmetin müşteriye bakan tarafı ile ilgilenmektedir (Benligiray, 1999: 12).

Performans boyutlarından biri olan kalite, müşteri memnuniyetinin karşılanması şeklinde ifade edilmektedir (Barutçugil, 2002: 16). Ayrıca kalite işletmelerin kısa zamanda daha fazla gelir elde ederek daha fazla kâr sağlamalarına yardımcı olmaktadır. Bunun yanında servis kalitesinin artması işletmenin kârlılığına pozitif etkisi bulunmaktadır (Chang ve Chen, 1998: 246).

Alan yazında işletmelerin performansını etkileyen unsurların ne oldukları ile ilgili belirsizlik olmasına rağmen kalite unsuru işletmelerin stratejik performanslarına, pazar paylarına ve finansal yapılarına katkı sağlayan önemli bir faktördür (Vickery ve Droge, 1996: 44). Ayrıca bilim ve teknoloji alanındaki hızlı gelişmelerle beraber iletişim ve bilgi akışı artmakta bu da beraberinde yoğun bir rekabet ortamı oluşturmaktadır. Bunun yanında tüketici davranışlarının değişmesi, tüketici beklentilerinin yükselmesi, piyasa şartlarının değişmesi, sunulan mal ve hizmet açısından farklılaşmanın giderek zorlaşması işletmeler açısından kalite anlayışının önemini arttırmaktadır. Bu açıdan işletmeler bir dönüşüm geçirerek yeni yapılanmalara gitmektedir (Kayabaşı, 2010: 153).

1.2.5. Yenilik

Yenilik, işletmelerin faaliyet gösterdikleri pazarlarda payını arttırmak, rakiplerine karşı stratejik üstünlük sağlamak ve yeni pazarlara girmek için kullanmış oldukları en önemli stratejik faktörlerden biridir. Bununla beraber işletmelerde yeniliği zorunlu hale getiren en önemli faktör maliyeti azaltma isteği değildir. Mal ve hizmet kalitesinin iyileştirilmesi, üretilen ürünlerin daha iyi tasarlanması, müşteri isteklerine daha kısa sürede cevap verme gibi unsurlar yeniliğin ortaya çıkmasına neden olan önemli faktörlerdir (Doğan ve Albeni, 2015: 287).

Yenilik, bilimsel ve teknolojik unsurların, sosyal ya da ekonomik açıdan fayda sağlayacak unsurlara dönüştürülmesi şeklinde tanımlanabilmektedir. İşletmelerin yenilikçi fikirlere açık olması işletmeye içinde bulunduğu pazarda rakip firmalardan daha kaliteli, ucuz, farklı mal ve hizmet üretmek ya da maliyeti azaltmak gibi rekabet üstünlüğü sağlayacak faydalar sunmaktadır (Korkmaz vd., 2009: 83).

Yenilik kavramı, yeni bir şey ortaya koyma, bunu geliştirme ya da değiştirme, esnek olma ve risk alma gibi unsurlarla açıklanabilmektedir. Bunun yanında yenilik işletmenin bulunduğu çevreden etkilenmesi yada tepki göstermesi şeklinde de açıklanabilmektedir. Ayrıca yeniliği, buluş kavramı ile karıştırmamak gerekmektedir. Yenilik, işletmenin daha iyi mal ve hizmet üretmek için varolan teknolojiyi kullanarak performansını arttırması şeklinde açıklanabilmektedir. Bir diğer açıdan yenilik işletmenin daha iyi ürün üretirken bunu daha uygun maliyette üretmesidir. İşletmeler sadece büyümeyi hedeflememeli gelişmeye de açık olmalıdırlar (Akal, 2005: 54).

Teknolojik değişimlerle ürünlerin, sermayenin ve bilginin dolaşım hızı artmaktadır. Bu da beraberinde küreselleşmeyi ve yenilenmeyi modern ekonomilerin iki temel unsuru haline getirmektedir. Uluslararası alanlarda ekonomik faaliyetlerin artması beraberinde rekabeti arttırmakta bu durum da yeniliğin ekonomik süreçlerdeki önemini daha da arttırmaktadır (Archibugi ve Lanmarino, 2002: 100).

Yeniliği ortaya çıkaran etmenler, işletmelerin küreselleşme ile yüzleşmesi ya da çevresel faktörlere karşı oluşturulmuş tepkilerdir. İşletmeler yenilik sayesinde yetkinliklerini geliştirmekte ve çevresel kısıtlamalara cevap verebilmektedir (Baregheh vd., 2009: 1324).

1.2.6 Çalışma yaşamının kalitesi

Çalışma yaşamının kalitesi, işletmenin en önemli performans boyutu olmakla birlikte bu performansı yükseltmek için işletmeler kısa vadede kârlılığını, uzun dönemde ise büyümeyi hedeflemektedir (Rolstadås, 1998: 992).

19. yüzyılın sonlarında işçilerin çalışma şartlarında bazı düzeltmeler yapılmış olmasına rağmen çalışma yaşamının kalitesi bir kavram olarak ifade edilmemiştir. Son yıllarda birçok sosyal bilimci çalışma koşulları ile çalışanların tutum ve davranışlarını araştırmış ve bu tutum ve davranışların işletmenin kârlılığına olan etkisini incelemiştir. Bunun sonucunda işletmenin performansını etkileyen faktörlerden birinin de çalışma yaşamının kalitesi olduğu ifade edilmiştir (Martel ve Dupuis, 2006: 334).

Çalışma yaşamının kalitesini arttırmanın temel hedefi, çalışan açısından çalışma şartlarının uygun hale getirilmesi iken işveren açısından da verimliliği arttırmaktır. Yapılan birçok araştırmada çalışma yaşamının kalitesinin arttırıldığı takdirde işletme performansının arttığı gözlemlenmiştir. Çalışma yaşamının kalitesinin arttırılması işletme çalışanlarının mutlu olmasını sağlarken aynı zamanda işletmeyi rakiplerine karşı daha üstün bir hale getirmektedir (Lau, 2000: 428). İşletmeler çalışma yaşamının kalitesini arttırarak çalışanlarının memnuniyetini arttırmakta ve çalışanlarına değişen koşullara ayak uydurmalarına yardımcı olacak eğitimler vermektedirler (Kaighobadi vd., 2014: 220).

İşletmeler çalışma yaşamının kalitesini arttırmak için vardiyalı çalışma, esnek çalışma ve iş tatminini arttırmak amacı ile grup olarak çalışma, iş değiştirme gibi yöntemleri uygulamaya başlanmıştır. Teknolojinin gelişmesi ile beraber çalışanların fiziksel

özelliklerinden çok teknolojiyi kullanma, hızlı karar verme gibi özellikleri ön plana çıkmıştır (Akal, 2005: 62).

1.2.7. Kârlılık ve bütçeye uygunluk

Kâr, işletmenin yapmış olduğu satışlar ile bu satışları gerçekleştirmek için katlandığı maliyetler arasındaki farktır. Bu fark negatif olduğu anlarda işletme zarar etmiş olur. Kârlılık kavramı ise, işletmenin belirli bir dönemde elde etmiş olduğu kârın yapılan satışlara bölünmesi ile elde edilen orandır. Kâr veya kârlılığın kısa dönemli bir performans göstergesi olarak kullanılması tartışmalı bir konu olmaktadır. Kârlılık faktörünün daha çok uzun dönemli bir performans göstergesi olarak kullanılması gerektiği ifade edilmektedir (Kaya, 2008: 15). İşletmeler elde etmiş oldukları kâr ile yatırım yapmakta, geliştirmek, büyümekte, çalışanlarına daha yüksek ücret ödemekte ve işletme sahiplerinin daha fazla kâr elde etmelerini sağlayarak işletmenin yaşamını sürdürmesine yardımcı olmaktadır (Ünsalan ve Şimşek, 2011: 13).

Kâr veya kârlılık, ölçülmesi en kolay olan performans boyutlarıdır. Kâr ya da kârlılığın ölçülmesi ile ilgili birçok mevcut gösterge vardır. Bunun nedeni işletmelerin düşük maliyetle yüksek getiri elde etme hedefinden dolayı oluşturmuş oldukları ekonomik sistemden kaynaklanmaktadır (Akal, 2005: 64).

Zaman içerisinde işletmelerin performans ölçümlerinde kullanmış oldukları göstergeler değişmiş olsada değişmeyen tek göstergenin kârlılık göstergesi olduğu söylenebilir. İşletmeler bu performans göstergelerine bağlı kalarak büyümekte ve gelişmektedirler (Şimşek , 2013:45).

Bütçeye uygunluk, performans göstergesi olarak kârlılığı kullanamayan, kâr amacı gütmeyen ve sadece gideri olan kamu kurumlarının kullanmış olduğu bir performans boyutudur. Yapılan faaliyetlerin belirli bir düzen ve tertip içerisinde yapılmasını belirli yöntemlerle kontrol ederek değerlendirir. Hedeflenen amaçlarla gerçekleşen faaliyetler arasındaki fark kapandıkça işletmenin bütçeye uygunluk yönünden ortaya koymuş olduğu performans o derece yüksek olacaktır (Akal, 2005: 65).

1.3. Performans Yönetim Sistemi

Performans yönetim sistemi, yapılması muhtemel olan faaliyetlerle ilgili oluşturulmuş hedeflere ve bu hedeflere ulaşma doğrultusunda çalışan personelin göstermesi gereken performansa bağlı ortak bir düşüncenin organizasyon içinde yayılması ile personelin bu hedefleri gerçekleştirmek için çaba sarfetmesine katkı sağlayıcı bir anlayışla yönetilmesi ve ödüllendirilmesi şeklinde ortaya çıkan bir süreçtir (Barutçugil, 2002: 125).

Performans yönetim süreci, işletmenin kurumsal ve işlevsel stratejileri doğrultusunda performansını yönetmektedir. Performans yönetimi süreci, temelde işletmelerin performansını çeşitli sistemler yardımı ile ne şekilde yönetildiğini tanımlamak için kullanılmaktadır. Bu sistemler, strateji geliştirme, inceleme, muhasebe yönetimi ve finansal olmayan performans ölçütleri gibi sistemlerdir. Bunun yanında performans yönetim sürecinin özünde çevrim, dağıtım ve geri bildirim sağlayan bir sistem bulunmaktadır (Bitici vd., 1997: 524).

Performans yönetimi kavramı, çalışanların mevcut yeteneklerinin farkına varıp motivasyonlarını arttırarak daha verimli ve etkin çalışmalarını sağlamak için geliştirilmiş bir yönetim sürecidir (Kayabaşı, 2010: 139). Bir diğer tanıma göre performans yönetimi, işletmeyi hedeflenen amaçlara ulaştırmak için işletmenin içinde bulunduğu durum ile gelecekte bulunmak istediği durumla ilgili veri toplama ve bu verileri karşılaştırma gibi işletmenin performansını geliştirecek etkinliklerin yapılmasını sağlayan bir yönetim sürecidir (Akal, 2005: 75). Performans yönetimi kendi içerisinde birbirine bağlı ve etkileşim içinde olan temel basamaklardan ve aşamalardan oluşan özel bir sistemdir. Bununla birlikte performans yönetiminin nasıl uygulanacağı hakkında kesin bir tanım bulunmamaktadır. Çünkü her işletmenin farklı yapılara, modellere ve disipline ihtiyacı bulunmaktadır. Bundan dolayı performans yönetiminin uygulanması işletmeden işletmeye değişmektedir (Packova ve Karacsony, 2010: 242).

Performans yönetim sistemini uygulayan işletmelerin yapmaları gereken bir takım görevler bulunmaktadır. Bunlar: işletmenin ortak hedeflerini, işletmenin en alt biriminden en üst birimine kadar özel hedefleri de içerecek şekilde tüm birimlere yayılması ve bu

hedeflerin çalışanlara benimsetilmesidir. Bunun yanında işletmenin en üst biriminden en alt birimine kadar karşılıklı olarak bilgi akışını sağlamaktır. Bir diğer görev ise işletmedeki birimlerin performansının sürekli gelişimi için çalışanları motive etmek ve bu gelişimin sürekli olması için performans ölçüm ve denetimi mekanizması oluşturmaktır (Akal, 2005: 75). Denetim ve kontrol sistemi, hedeflenen amaçlar doğrultusunda yapılan faaliyetlerin karşılaştırılarak aradaki farkın düzeltilmesidir. Kontrol mekanizmasının en önemli işlevlerinden biri performans ölçümü yapabilesidir (Dinçer, 2007: 362).

Performans yönetimi sistemi organizasyonların stratejik amaçlarını gerçekleştirmek için odaklandıkları ve izlemiş oldukları sürece katkı sağladıkları bir araçtır. Ayrıca performans yönetim sistemi yönetim sisteminin merkezinde bulunmakta ve işletmelerin stratejik hedeflerine varmaları için genel performanslarını ölçmelerine yardımcı olmaktadır. Performans yönetim sistemi işletmelere mevcut stratejilerini gözden geçirerek gerektiğinde zamana uyum sağlamak amacı ile değiştirme fırsatı vermektedir (Amaratunga ve Baldry, 2002: 221). Performans yönetimi işletmenin insan kaynakları yönetimi ile bağlantılı olan yetenek yönetimi, öğrenme ve gelişim yönetimi gibi konularda köklü değişikliklerin olmasına katkı sağlamaktadır. Bundan dolayı performans yönetimi birbirleri ile ilişkili olan ve birbirlerini tamamlayan unsurları bir araya getirerek işletmenin başarıya ulaşmasına yardımcı olmaktadır (Armstrong, 2015: 11).

Performans yönetim sisteminin işletmelere sağlamış olduğu birçok fayda bulunmaktadır. Bunlar: işletme yönetiminin yapılan faaliyetler üzerindeki denetimini güçlendirme, problemleri önceden belirleyip önlem alma, işletme personelinin amaçları ile işletmenin amaçları arasında bir ilişki kurarak personelin bağlılığını geliştirme, işletme yönetiminin hedeflerini ortaya koyarak çalışanlarla yöneticiler arasındaki iletişimi geliştirme, performans ölçümünü geliştirerek daha sağlıklı geribildirim elde etme, elde edilen geri bildirimler vasıtası ile işletme performansını arttırma, ücret arttırmalarının daha adil bir şekilde yapılmasını sağlamak gibi birçok fayda sağlamaktadır (Barutçugil, 2002: 128).

1.4. Performans Ölçümü ve Performans Ölçüm Sistemleri

İşletmelerin hedeflemiş oldukları etkili ve verimli performans düzeyine ulaşabilmeleri için performans ölçümünü iyi bir şekilde tanımlamaları gerekmektedir. Performans ölçümü ile ilgili alan yazınına bakıldığında bu alandaki uzmanlar ile paydaşların belirlemiş oldukları performans kriterlerinin çok fazla olduğu görülmüştür. Ancak en çok finansal ve ekonomik performans göstergelerinin kullanıldığı görülmüştür (Amaratunga ve Baldry, 2002: 218).

Performans ölçümü, işletmelerin veya işletme yöneticilerinin ya da çalışanlarının gerçekleştirmek istedikleri hedefleri ne şekilde ve ne kadarını gerçekleştirdiklerini anlamaya yönelik bir süreçtir. Toplam kalite yönetimi açısından performans ölçümüne bakıldığında ise işletme içerisindeki tüm unsurların (çalışanlar, bölümler, faaliyetler) işletmenin amaçları ile bağlantılı olarak finansal faaliyetler dışında kalan performansın ölçülmesi şeklinde tanımlanmıştır. Ancak yapılan birçok çalışmada geleneksel performans ölçümünün en önemli unsurunun finansal göstergeler olduğu belirtilmiştir. (Sinclair ve Zairi, 2000: 151).

Performans ölçümü ile ilgili alan yazınına bakıldığında performans ölçümünün birçok farklı bilim dalında bulunan araştırmacı tarafından farklı şekilde yorumlandığı görülmektedir. Bu açıdan performans ölçümü sadece mali konularla sınırlı kalmamış insan kaynakları yönetimi, pazarlama yönetimi, iş stratejileri gibi birçok alanda kullanılmıştır. Bunun yanında performans ölçümü konusu işletme yönetimi ile ilgili birçok unsurla bağlantılı olduğu için birçok alanda faaliyet gösteren araştırmacı tarafından kendi alanlarına özgü bir yaklaşımla değerlendirildiği görülmüştür. Yapılan araştırmalara bakıldığında ise performans kavramının nasıl ve ne şekilde ölçülebileceği konusu üzerinde oldukça fazla durulduğu görülmektedir (Neely, 1999: 225). Bunun yanında performans ölçümü işletmelerde hedeflenen amaçlara hangi seviyede ulaşıldığı, Yapılan faaliyetlerin işletmenin hedeflerine ne derece katkı sağladığı, temel hedeflerden ödün verilip verilmediği, genel durumun iyiye mi yoksa kötüye mi gittiği şeklinde olan soruların cevabının bulunmasına yardımcı olmaktadır (Akal, 2005: 92).

Performans ölçümü konusu, geleneksel olarak ekonomi, yönetim, muhasebe gibi en az üç farklı disiplinin bir arada olduğu karmaşık yapılarda kullanıldığı görülmektedir. Ayrıca belirli bir organizasyon için uygulanacak olan performans ölçüm yöntemlerinin seçilip tasarlanması amacı ile uygun ölçüm tekniğinin seçilmesi de dahil olmak üzere birkaç faktörün belirlenmesine ihtiyaç vardır. Aşağıda sıralanan faktörler ile geleneksel ölçüm yaklaşımında bulunan sınırlamaları kaldırarak performans ölçümü konusuna yeni bir bakış açısı kazandırılmıştır. Bu faktörler (Tangen, 2004: 735-736):

- Ölçme amacının ne olduğu,
- Performans ölçümü için gerekli olan ayrıntıların ne olduğu,
- Performans ölçümü için gerekli olan sürenin ne olduğu,
- Önceden belirlenmiş olan mevcut verilerin ne olduğu,
- Performans ölçüm maliyetinin ne olacağıdır.

Genel olarak bakıldığında performans ölçümü birçok farklı uzman tarafından sistemli bir şekilde tanımlanmış olduğundan dolayı çok geniş bir kullanım alanına sahip olduğu görülmektedir. Bundan dolayı performans ölçümü, işletmenin önceden belirlemiş olduğu amaçlarına ulaşabilmesi için kullanmış olduğu bir sistem olarak tanımlanabilmektedir. Performans ölçümü organizasyonların faaliyet süreçlerinin gelişmesi, iyileştirilmesi ve kontrol edilmesi gibi önemli unsurların ölçülmesinde kullanılmaktadır (Zairi , 1994: 4). Bu açıdan performans ölçümünün işletmeler içindeki rolünü şu şekilde sıralayabiliriz (Akal, 2005: 92-93):

- İşletmenin en önemli amacı olan büyüme ve yaşamını devam ettirme gibi hedeflerin gerçekleşebilmesi için performans ve verimliliği arttırmak ve devam ettirmek,
- Performans ölçüm sisteminin kontrolünü yapmak,
- İşletme yönetiminin planlamama yapabilme hızını arttırmak,
- İşletmede var olan sorunları daha erken saptayarak çözümünü hızlandırmak,
- Yapılan faaliyetlerin olumlu yada olumsuz sonuçlarını değerlendirip elde edilen verileri tüm birimlerle paylaşmak,
- İşletme çalışanlarının tümünü motive etmektir.

1.5. Performans Ölçüm Sistemlerinin Temel Özellikleri

Performans ölçümünün genel yapısına bakıldığında organizasyonlarda gerçekleştirilen faaliyetlerin sürekli bir şekilde takibini, işleyişini ve kontrolünü kapsayan bir süreç olduğu görülmektedir. Performans ölçümü, işletmelerin gerçekleştirmiş oldukları faaliyetlerin verimlilik ve etkinliklerinin nicel olarak ifade edilmesidir. Performans ölçütleri ise gerçekleştirilen faaliyetlerin verimlilik ve etkinliklerinin nitel olarak ifade edilmesidir (Neely vd., 1995: 80).

İşletmelerde uygulanan performans ölçüm sistemlerinin faydalı olabilmesi için aşağıda sıralanan beş tane özelliği taşıması gerektiği söylenmektedir (Dixon, 1990'dan aktaran Sinclair ve Zairi, 2000, s. 154):

- İşletmenin operasyonel amaçlarını, önemli stratejik faktörlerini ve programlarını çift taraflı ve tutarlı bir şekilde desteklemelidir,
- Performans ölçümü yapılan faaliyet alanlarına çabuk ve hızlı bir şekilde bilgi ulaştırılabilmelidir,
- Müşteri ihtiyaç ve isteklerine odaklanarak müşteri memnuniyetini arttırmak için etkin bir şekilde çalışarak bu istek ve ihtiyaçları karşılamalıdır,
- Yönetim tarafından alınan tüm kararların işletmenin tüm çalışanları tarafından rahatlıkla anlaşılabilir olmalı ve işletmenin tüm unsurlarına uygulanabilmelidir,
- İşletme yönetimi tarafından toplu öğrenme sürekli olarak desteklenmeli ve geliştirilmelidir,

Faaliyetlerin etkinliğini ve verimliliğini hem niceliksel hem de niteliksel olarak açıklayan performans ölçütlerinin ve performans ölçüm sistemlerinin işletmelerde bir dizi temel görevleri bulunmaktadır. Bunlar (Bititci vd., 2001: 18; Akal, 2005: 96 -98) :

- İşletmenin mali ve mali olmayan ölçütlerin arasındaki farklılığı dengelemek,
- İşletmenin hem kendi içerisindeki durumla ilgili hem de rakiplerinin performans durumları ile ilgili bilgi vermek,
- İşletme açısından önemli olan konuların belirlenmesi ve bu konulara odaklanılmasını sağlamak,

- Belirlenen hedeflere ulaşabilmek için gereken unsurların belirlenmesi ve bunlar arasında bağlantı kurulmasını sağlamak,
- İşletme içerisindeki iletişimin yanlış anlaşılmalara veya büyük öneme sahip konuların göz ardı edilmesine neden olacak şekilde işleyişini engellemek,
- İşletmenin tüm unsurları ile öğrenmeyi teşvik etmesi ve desteklemesini sağlamak,
- İşletmede karar alma yetkisine sahip kişilere en kısa sürede gerekli olan doğru bilgiyi vererek işletmenin performansının ne durumda olduğunu göstererek işletmenin kontrol dışına çıkmasını engellemek,
- İşletmede çalışanlarla yöneticiler arasındaki ilişkileri geliştirmek ve verimi arttırmak,
- İşletme yöneticilerine faaliyet gösterdikleri alanla ilgili bilgi verip karar vermelerine yardımcı olmakla birlikte geribildirim mekanizmasını çalıştırıp ulaşılmak istenen amaçlara ulaşıp ulaşılmadığını göstermek,
- İşletmenin hedeflerine varmasını engelleyen unsurları saptamak ve gerekli önlemlerin alınmasına yardımcı olmak,
- Çalışanların adil bir şekilde değerlendirilmesine ve motivasyonu artırma amaçlı ödülendirilmesini sağlayarak çalışanların işletmeye katkı sağlamasını özendirmek,
- İşletme içerisinde çalışanlar ile yöneticiler arasındaki işbirliği ve uyumu arttırarak sürekli olarak gelişmeyi hedeflemek,
- Sistemin işleyişi içerisinde oluşabilecek beklenmeyen sorunların ortaya çıkması durumunda hızlı çözüm üretebilme yeteneğine sahip olmak,
- Değişen koşullar ve durumlar karşısında oluşabilecek durumlara karşı duyarlı olmak ve bu değişimlere ayak uydurabilecek kadar esnek ve dinamik olmaktır.

1.6. Performans Ölçüm Sistemlerinde Ortaya Çıkan Yaklaşımlar

Performans ölçümü ile ilgili alanyazınına bakıldığında alanyazının iki aşamadan oluştuğu görülmektedir. Birinci aşama, 1880'li yılların sonundan başlayarak 1980'li yıllara kadar süren bir dönemden oluşmaktadır. Bu dönemde performans ölçütü olarak sadece finansal göstergelerin yatırımları nasıl etkilediği ve verimlilik gibi konular üzerinde durulmuştur. İkinci aşama ise dünya piyasalarının büyük değişimler yaşadığı 1980'lerin sonunda işletmelerin düşük maliyetli, kaliteli ve daha fazla çeşit sunan yurtdışındaki rakiplerine

karşı pazar paylarını kaybetmesi ile başlamıştır. İşletmeler üretim stratejilerinde sadece düşük maliyetli, kaliteli, esnek, kısa sürede teslim ve güvenilir teslimat gibi konularda rekabet avantajlarını tekrar kazanmak için değil aynı zamanda teknolojiyi kullanıp tam zamanında üretim yaparak, üretim yönetimi felsefesi uygulayarak, yeni ve esnek üretim sistemleri geliştirerek ve toplam kalite yönetimini uygulayarak büyümeyi ve gelişmeyi hedeflemişlerdir. Bu uygulamalar geleneksel performans ölçümlerinin çok fazla sınırlılığa sahip olduğunu vurgulayarak yeni bir performans ölçüm sistemine ihtiyaç olduğunu ortaya koymuşlardır (Ghalayini ve Noble, 1996: 63).

1.6.1. Tek boyutlu performans ölçüm yaklaşımları

Performans ölçüm sistemlerinin gelişimi 19. Yüzyılda sanayi devrimi ile başlamaktadır. Sanayi devrimi ile birlikte çelik üretimi, makine ve tekstil gibi alanlarda yaşanan büyük değişimle beraber büyük işletmelerin bu alana girmesine neden olmuştur. İkinci dünya savaşından sonra ise farklı alanda faaliyet gösteren işletmeleri tek çatı altında toplayabilen işletmeler kurulmuştur. Her faaliyet kolunda bulunan işletmelerin performansını değerlendirmek ve kayıt altına alabilmek için işletmeler kendi içerisinde kullanabilecekleri performans yöntemleri oluşturmuşlardır (Kaplan ve Norton, 1999: 26-27). Özellikle ikinci dünya savaşını takip eden yıllarda mal ve hizmetlere olan talebin artması ile beraber sınırlı sayıdaki üretim kaynaklarının varlığı, verimlilik kavramının orta çıkmasına neden olmuştur. İlk zamanlarda işgücü ve malzemenin kullanım durumlarına odaklanan verimlilik artışı ilerleyen zamanlarda enerji kaynaklarının kullanımına, teknolojik yatırımlara ve sermaye yatırımlarına odaklanmıştır (Zerenler, 2005: 4).

Performans ölçütleri içerisinde geçmişte genellikle muhasebe ve finans gibi faaliyetlerin ölçümünde kullanılan, sıklıkla takibi yapılamayan, çalışanlar arasındaki uyumu göz ardı eden, sürekli gelişimi hedefleyemeyen birçok geleneksel performans ölçütü bulunmaktadır. Bu geleneksel performans ölçütleri işletmelerdeki doğrudan işçilik maliyetini azaltmaya ve kontrol altına almaya çalıştıklarından dolayı bazı sınırlılıklara sahiptirler. Bu sınırlılıklar aşağıda sıralanmıştır (Ghalayini vd., 1997: 208):

- İşletmedeki mali raporların en az bir ayı kapsamından dolayı alınan kararların geçmiş döneme ait oldukları anlaşılmakta ve durumun ilgili performans ölçütlerinin geçerliliğini kaybetmesine neden olmaktadır.
- Performans ölçütlerinin bir kısmı işletmedeki faaliyetlerin tümünü sayısal olarak açıklamaya çalışmaktadırlar. Fakat bazı faaliyetlerin sayısal olarak açıklanması oldukça zordur.
- Geleneksel performans ölçütlerini kullanan yöneticiler önceden belirlenmiş olan bir formatı işletmedeki tüm bölümlere uygulamaya çalışarak işletme içerisindeki her bölümün kendine özgü olan karakteristik özelliklerini göz ardı etmektedirler.
- İşletmenin sürekli gelişme, ilerleme ve büyüme stratejisi ile uyumlu olmamaktadırlar.
- Yeni yönetim tekniklerinin işletmede uygulanmasını zorlaştırarak üretim faaliyetinde kalitenin ve koruyucu bakımın gelişmesini engellemektedirler.

Geleneksel performans ölçüm sistemlerinin zamanla eksik olduğunun fark edilmesi ile sadece finansal faaliyetleri değil diğer tüm faaliyetleri de ölçebilen birden çok boyuta sahip performans göstergeleri belirlenerek kullanılmaya başlanmıştır. Geleneksel işletmelerde sadece kârlılık ve maliyet gibi göstergeler kullanılarak ilgili pazardaki rekabet göz ardı edilmiştir. Bunun yanında işletmenin ilgili faaliyetlerdeki verimliliği, çalışanların kapasitesi, piyasanın genel durumu, müşteri istek ve ihtiyaçları gibi önemli unsurların fark edilmemesi geleneksel performans ölçüm sisteminin en önemli eksiklikleridir. Bundan dolayı tüm boyutları dikkate alan yeni performans ölçüm sistemleri geliştirilmiştir (Ghalayini ve Noble, 1996: 77-78).

1.6.2. Çok boyutlu performans ölçüm yaklaşımları

Tek boyutlu performans ölçümlerindeki eksikliklerden ve teknolojik gelişmelerin getirmiş olduğu rekabet ortamından dolayı işletmeler yirminci yüzyılın başlarında yeni arayışlar içerisine girmiştir. İşletmeleri bu arayışlara iten nedenleri en iyi şekilde tarif eden yazarlardan biri olan Kenichi Ohme, kurulan yeni düzenin özelliklerini şu şekilde ifade etmektedir (Düren, 2002: 52-54):

- Teknolojinin gelişmesi ile beraber mesafeler kısalmış, küreselleşme hız kazanmış ve böylece sermayenin dolaşım hızı artmıştır. Bu durum da beraberinde rekabeti getirmiştir. İşletmeler de rekabet üstünlüklerini kaybetmemek için performans ölçüm sistemini daha fazla kullanmaya başlamışlardır.
- Küreselleşmenin artması ile beraber işletmeler devletler arası yapılan anlaşmalar ile uluslararası stratejik işbirliklerine üye olabilmekte ve daha fazla pazara girerek daha çok kâr elde edebilmektedirler.

Performans ölçüm sistemi ilgili oluşturulmuş literatüre bakıldığında çok boyutlu performans ölçüm sisteminin özelliklerinin ne olduğu hakkında kesin bir görüş birliğinin olmadığı görülmektedir. Bu açıdan çok boyutlu performans ölçüm sisteminin özellikleri şu şekilde ifade edilebilmektedir (Ghalayini ve Noble, 1996: 67):

- Üretim stratejisi ile ilgili performans ölçümlerini kapsamaktadır,
- Yöneticilerin, çalışanların ve denetim yapan kişilerin karar vermelerine yardımcı olmak amacı ile finansal olmayan verileri günlük olarak sunabilmektedir,
- Bu performans ölçütlerinin üretim süreci boyunca çalışanlar tarafından anlaşılıp uygulanmasını sağlayabilmektedir,
- Üretim sürecinde performans ölçümlerinin takip edilerek süreçle ilgili iyileştirmeler daha hızlı yapılabilmektedir,
- İşletmelerin pazarın dinamik ve değişken yapısına çok çabuk ayak uydurabilmesi sağlanmaktadır.

Teknolojinin gelişmesi ile beraber işletmeler, kendi içerisinde tutarlı olan ve organizasyonun amaçlarını doğru bir şekilde tanımlayabilen çok yönlü bir performans ölçümüne ihtiyaç duymaya başlamışlardır. Bunun sonucunda ortaya çıkan çok boyutlu performans ölçüm sistemi, işletme yönetiminin ve çalışanlarının ihtiyaçlarına cevap verebilen ve işletmenin müşteri memnuniyetini sağlayabilmesi için strateji belirlemesine yardımcı olan bir ölçüm sistemidir. Çok boyutlu performans ölçüm yönetimi, işletmenin uzun süreli büyüme ve gelişmesi ilgili isteklerini karşılayacak şekilde oluşturulmuş ve beklenmeyen durumlar karşısında değişebilen bir sistemdir (Verweire ve Van den Berghe, 2003: 782).

Çok boyutlu performans ölçüm yönetiminin, uygulama aşamasında başarılı olması için ilgili işletmenin stratejine uygun bir şekilde bir bütün olarak uygulanması gerekmektedir. Birleştirilmiş bir şekilde uygulanana performans ölçüm sistemleri işletmelere faaliyet göstermiş oldukları piyasalarda rekabet üstünlüğü sağlamaktadır. Bu açıdan strateji yönetimi işletmelerin performans ölçümünde ihtiyaç duydukları oldukça önemli bir faktördür. Birçok işletme stratejik olarak çok boyutlu performans ölçüm sistemini iki aşamalı bir şekilde uygulamaktadır. Birinci aşama, işletmenin amaçları doğrultusunda belirlediği stratejik hedeflerin belirlenmesi, ikinci aşama ise belirlenmiş olan stratejilere hangi ölçüm sisteminin uygulanacağını saptanması ve bu doğrultuda uygulanmasıdır (Verweire ve Van Den Berghe, 2004: 8).

Çok boyutlu performans ölçüm sistemi ile tek boyutlu performans ölçüm sistemi arasında bazı farklılıklar bulunmaktadır. Bu farklılıklar (Ghalayini ve Noble, 1996: 68):

- Tek boyutlu performans ölçüm sistemi mali sistemi ve finansal ölçütleri baz alırken, çok boyutlu performans ölçüm sistemi işletme stratejisini ve finansal olmayan ölçütleri de baz alır.
- Tek boyutlu performans ölçümü bir önceki döneme ait verileri baz alırken çok boyutlu performans ölçümü günlük verileri dikkate alır.
- Tek boyutlu performans ölçümünün değerlendirilmesi ve yorumlanması oldukça zor ve karmaşık bir yapıya sahipken çok boyutlu performans ölçümünün değerlendirilmesi oldukça basittir.
- Tek boyutlu performans ölçümü çalışanların genel durumunu önemsemezken çok boyutlu performans ölçümü çalışanları birinci plana almaktadır.
- Tek boyutlu performans ölçümü mevcut durumu açıklamaya yönelikken çok boyutlu performans ölçümü mevcut durumu iyileştirmeye yönelik olarak uygulanmaktadır.
- Toplam kalite, zamanında ve esnek üretim, müşteri memnuniyeti gibi kavramlar tek boyutlu ölçüm yaklaşımında kullanılmazken çok boyutlu ölçüm yaklaşımında kullanılmaktadır.
- Tek boyutlu performans ölçümü sabit bir sisteme göre çalışırken çok boyutlu performans ölçümü ihtiyaçlara göre değişebilmektedir.

1.7. Performans Ölçüm Göstergeleri

Performans ölçüm göstergeleri organizasyonların stratejik açıdan amaçlarının ve hedeflerinin gerçekleştirilmesi ile elde edilen sonuçların ölçülebilmesi ve değerlendirilebilmesi için oluşturulmuş temel araçlardır. Organizasyonların gerçekleştirmiş oldukları faaliyetlerin tüm boyutlarını ölçüp değerlendirmek için oluşturulmuş performans göstergeleri eldeki kaynakların verimli ve etkili bir şekilde ne kadar kullanıldığını ve hedeflenen amaçlara ulaşıp ulaşılmadığını ölçmektedir (Erüz vd., 2004: 44). Bu açıdan bakıldığında performans göstergeleri kendi içerisinde altıya ayrılmaktadır. Bu göstergeler aşağıdaki bölümde açıklanmıştır (Yenice, 2006: 59-60):

Girdi Göstergeleri: Üretilen mal ve hizmetin ne tür kaynaklardan elde edildiği hakkında bilgi veren performans ölçütleridir.

Çıktı Göstergeleri: İşletmenin üretmiş olduğu ürünlerin ve hizmetlerin sayısal büyüklüğüne ilişkin bilgi veren performans ölçütleridir.

Sonuç Göstergeleri: İşletmelerin üretmiş oldukları her türlü mal ve hizmetin bireysel ve toplumsal birtakım etkileri bulunmaktadır. toplumsal açıdan meydana gelen bu değişikliği ölçmeye yardımcı olan performans ölçütleridir. Sonuç göstergeleri dış faktörlerden etkilenmeleri ve uzun bir süreç sonunda elde edildiklerinden dolayı ölçüm aşaması çıktı göstergelerine nazaran daha karmaşıktır.

Verimlilik Göstergeleri: Daha önceden belirlenmiş olan bir girdi seviyesi ile en çok çıktının elde edilmesine dair bilgi veren performans ölçütleridir. İşletmeler girdi miktarını değiştirmeden çıktı miktarını arttırarak verimliliği arttırabilirler. Ancak bu durum ürün kalitesini düşürebileceği için verimlilik göstergesinin kalite göstergesi ile birlikte dengeli bir şekilde kullanılması gerekmektedir.

Etkililik Göstergeleri: İşletmelerin elde etmiş oldukları çıktıların istenen sonuçları verip vermediğini ölçen performans ölçütleridir.

Kalite Göstergeleri: İşletmelerde üretilen ürün ve hizmetlerin eksiksiz, tam zamanında ve müşteri ihtiyaçlarını karşılayacak şekilde standartlara uygun olarak üretilip üretilmediğini ölçen performans ölçütleridir. Kalite göstergesi ile sunulan hizmetin iyi yapıp yapılmadığı ölçülebilirken topluma bir fayda sağlayıp sağlamadığı gibi durumlar ölçülememektedir.

Organizasyonların büyümesi, gelişmesi ve yaşamlarını devam ettirebilmesine olanak sağlayan performans göstergelerinin taşınmaları gereken bir takım özellikleri bulunmaktadır. Bu özellikler aşağıda sıralanmıştır (Neely vd., 1996: 425; Kabadayı, 2002: 67):

- İşletmelerin stratejik amaçlarına uygun olacak şekilde olmalıdır.
- Organizasyonlarda uygulaması kolay bir şekilde yapılabilmelidir.
- Kamaşık bir yapıya sahip olmamalıdır.
- Müşteriyi kendi isteklerine uygun bir şekilde yönlendirebilmelidir.
- İşletme içerisinde öğrenme faaliyetini hem bireysel açıdan hem de örgütsel açıdan desteklemelidir.
- Yapılan faaliyetlerin nedeni ve sonucu arasında bağlantı kurabilmelidir.
- Çevresel etkilerin ölçülebilmesi için veri sağlayabilmelidir.
- Performans ölçüm sonuçlarını iyi bir şekilde açıklayabilmelidir.
- Performans açısından çok önerimli olan kritik noktaları tespit edebilmelidir.
- İşletme içerisinde tüm birimler arasındaki iletişimi iyi bir şekilde sağlamalıdır.
- İşletmenin sürekli olarak büyümesine ve gelişmesine yardımcı olmalıdır.
- İşletmenin gerçekleştirmiş olduğu faaliyetlerde geleceğe yönelik tahminlerin yapılmasına yardımcı olmalıdır.

1.8. Performans Ölçüm Sisteminde Kullanılan Modeller

Son zamanlarda teknolojinin gelişmesi ile beraber rekabet koşulları zorlaşmaya başlamıştır. Bununla beraber hem işletme yöneticileri hem de araştırmacılar tarafından işletmenin ihtiyaçlarını ve beklentilerini tam anlamıyla karşılayacak bir performans ölçüm sisteminin olmadığı fark edilmiştir. Bunun nedenine bakıldığında işletmelerin finansal performans ölçütlerini kullanmaları, kısa vadeli performans göstergelerini baz almaları, işletmenin performansını etkileyen unsurlar arasında doğru bağlantı kuramamaları gibi faktörlerin olduğu görülmektedir (Ağca ve Tunçer, 2006: 174). İşletmelerin bu tarz problemleri çözebilmeleri için birden fazla çok boyutlu performans ölçüm modeli oluşturduğu görülmektedir. Bu modellerden bazıları şunlardır (Elitaş ve Ağca, 2006: 350):

- 1992 yılında Robert S. Kaplan ve David P. Norton tarafından oluşturulan Dengeli Puan Kartı(Balance Scorecard) modeli,
- 1990 yılında Judson'un performans ölçümü ile ilgili yapmış olduğu çalışmaları geliştirmek amacı ile 1991 yılında Lynch ve Cross tarafından oluşturulan performans piramidi modeli,
- 2001 yılında Neely, Adams, Kennerly tarafından oluşturulan performans prizması,
- Avrupa'daki 14 tane uluslararası işletmenin bir araya gelerek kâr amacı olmayan faaliyetlerde uygulanmak üzere geliştirmiş oldukları mükemmellik modeli,
- 1996 yılında Brown tarafından oluşturulan ve performans ölçümünü neden, sonuç ilişkisine göre açıklayan sonuçlar ve belirleyiciler modelidir.

1.8.1. Dengeli puan kartı modeli (balance scorecard)

Türkçe'de “Dengeli Performans Değerleme Tablosu veya Denge Kontrol Paneli” olarak adlandırılan balance scorecard 1992 yılında Kaplan ve Norton tarafından geliştirilmiştir. Scorecard kelimesi, işletmelerde tablo anlamına gelmektedir. Dengeli performans yaklaşımı modeli, işletmelerin gerçekleştirmiş oldukları faaliyetlerin performansını ölçmek için oluşturulmuş sistematik bir yapıya sahip ve günümüzde çok yaygın olarak kullanılan bir modeldir (Elitaş ve Ağca, 2006: 352). Bunun yanında dengeli performans kartı modeli işletme yöneticilerine, işletme ile ilgili stratejik amaçların ve hedeflerin kendi içerisinde uyumlu bir takım performans ölçütü haline çevrildiği bir ortam sunmaktadır. Ayrıca dengeli performans kartı, birçok farklı ölçüm çeşidi ile işletmenin hedefleri arasında anlamlı bir ilişki kurabilmektedir (Ağca ve Tunçer, 2006: 177).

Dengeli puan kartı modeli, işletme yöneticilerinin işletmedeki faaliyetlere farklı bakış açıları ile bakma olanağı vermekte ve işletmenin performansını bir bütün olarak hem finansal açıdan hem dahili açıdan hem müşteri açısından hem de öğrenme ve büyüme açısından değerlendirme imkanı vermektedir. Bununla birlikte dengeli performans kartı işletmede varılmak istenen hedeflerle ilgili ortaya çıkan sorunlara farklı çözüm yolları sunmakla birlikte çalışanları ortak bir strateji etrafında birleştirmektedir. Bunun

sonucunda da performans ölçümü daha başarılı bir şekilde yapılabilmektedir (Purbey vd., 2007: 244).

Dengeli performans kartı modeline göre işletmelerde yapılan faaliyetlerin performans ölçümü sonucunda elde edilen veriler dört farklı bakış açısı ile değerlendirilmelidir. Bu bakış açıları: finansal, müşteri, dâhili, öğrenme ve büyüme gibi boyutları olan bakış açılarıdır (Biazzo ve Garengo, 2012, s. 11).

Kaplan ve Norton'un geliştirdiği dengeli puan kartı modeline göre: finansal bakış açısı, işletmenin değerinde farkedilebilir bir büyüme ve gelişme oluşturmaya çalışmaktır. Müşteri ile ilgili bakış açısı ise hedeflenen müşteri sayısını, müşterinin istek ve ihtiyaçlarını karşılayarak arttırmaya çalışmaktır. Bir diğer bakış açısı olan Dahili bakış açısı ise işletmenin faaliyetlerinde gerekli olan ölçümlerin yapılmasını hedeflemektedir. Öğrenme ve büyüme bakış açısı ise işletmenin mevcut durumunu iyileştirmeye ve geliştirmeye yöneliktir (Sureshchandar ve Leisten, 2005, s. 14).

Çok boyutlu bir performans ölçüm modeli olan dengeli puan kartının işletmelerde uygulanıp geliştirilebilmesi için gerekli olan bazı evreler aşağıda sıralanmıştır(Thakkar vd., 2006, s. 31):

- İşletmenin stratejik hedefleri ile beraber vizyon ve misyonun belirlenmesi evresi,
- Performans ölçümlerinin ve amaçlarının geliştirilmesi evresi,
- Performans yönetim stratejisinin oluşturulma evresi,
- Sürekli uygulama yaparak deneyim kazanma evresidir.

1.8.2. Performans piramidi modeli

Stratejik performans ölçüm ve raporlama tekniği olan performans piramidi modeli, geleneksel performans ölçüm sisteminin verimlilik, üretkenlik ve finansal boyutlarla ilgili eksikliğinden dolayı geliştirilen çok boyutlu bir performans ölçüm modelidir. Bu ölçüm modelinin amacı performans yönetimini performans göstergeleri yardımı ile tanımlayıp geliştirerek sürekli başarıyı hedeflemektir (Ghalayini ve Noble, 1996, s. 73). Bunun yanında işletmede uygulanan performans ölçüm modelleri ile işletmenin yönetim şekli

arasında bir bağlantı kurmaya çalışmaktadır. Bununla birlikte işletme hedeflerinin sınıflandırılması ve yapılacak performans ölçümlerinin işletmenin farklı bölümlerine nasıl uygulanması gerektiğini açıklayan bir modeldir. Ayrıca işletmenin farklı bölümlerindeki performans ölçümünü ortaya koyarak tam zamanında üretim gibi iç faktörlerle dağıtım ağı, müşteri memnuniyeti gibi dış faktörler arasındaki farklılığı tutarlı bir biçimde ifade edebilmektedir (Purbey vd., 2007, s. 243).

Performans piramidi modelinin çalışma sistemi şu şekilde özetlenebilir: en üst kısımda işletmenin vizyon ve misyonu belirlenerek her iş birimine kaynak açısından destekleyici kurumsal bir rol ataması yapılır. İkinci kısımda, işletmenin her bir bölümü için piyasa durumu ile finansal durumunun ne olduğu hakkında bilgi verilir. Üçüncü kısımda müşteri memnuniyeti, esneklik ve verimlilik gibi daha çok somut çalışmaların yapıldığı iş birimlerine öncelik verilerek bu birimler hakkında bilgi verilir. Dördüncü ve son kısımda ise bölüm bazında yapılan faaliyetle ilgili kalite, teslimat süresi ve maliyetle ilgili konular hakkında bilgi verilmektedir. Bunun yanında performans piramidinin temelinde işletme stratejine uygun olarak belirlenen performans göstergeleri bulunmaktadır (Ghalayini ve Noble, 1996, s. 73).

Performans piramidi modelinin amacı işletmedeki en üst kademede bulunan yöneticilerden en alt kademede çalışanlara kadar gerekli olan performans ölçümünü yapmakla birlikte müşteri istek ve ihtiyaçlarını göz önünde bulundurarak bu doğrultuda ortak bir strateji geliştirmektir. Ayrıca bir işletmenin başarılı olabilmesi için ilk olarak işletmedeki yöneticilerden çalışanlara kadar herkesin benimsemiş olduğu ortak bir misyonun ve vizyonun olması gerekmektedir. İkinci olarak ise işletme nakit akışı ve kârı arttırma gibi konularda kısa vadeli amaçları, büyüme ve gelişme gibi konularda da uzun vadeli amaçları benimsemelidir. Bunun yanında günlük yapılan faaliyetlerin performans ölçümü ile uzun süreli yapılan faaliyetlerin performans ölçümü arasında bağlantı kurularak aradaki farklılıklar tespit edilmelidir (Tangen, 2004, s. 731-732).

1.8.3. Performans prizması modeli

Performans prizması modeli, büyümek, gelişmek ve uzun vadeli başarılı olmak isteyen işletmelere paydaşlarını belirlemede yardımcı olan ve bu paydaşları kaybetmemek için ne yapmaları gerektiğini gösteren bir modeldir. Bu modele göre firmalar müşterilerinin ihtiyaç ve isteklerini karşılayacak stratejik faaliyetlerin ne olduğunu bilmektedirler. Bununla beraber bu tarz işletmeler stratejik faaliyetlerin yapılabilmesi için gerekli olan yetkinliğe sahiptirler (Elitaş ve Ağca, 2006, s. 362-363).

İşletmelerde uzun süreli yapılan araştırmalardan sonra ne tür performans göstergelerinin kullanılması gerektiği son zamanlarda yapılan çalışmalarla birlikte çözülmeye başlanmıştır. Bu çalışmalardan biri olan performans prizması modeli, işletme yöneticilerine işletmenin bulunduğu pazardaki paydaşlarının ihtiyaç ve taleplerini dikkate alarak geleceğe dönük stratejik hedeflerini gerçekleştirme imkanı sağlar. Bunun yanında performans prizması, performans ölçümünü daha ayrıntılı bir şekilde yapıp performans göstergelerini bir araya getirerek daha kapsamlı ölçüm yapabilen bir modelidir. Ayrıca işletmelerin kârlılığını artırıcı kritik unsurları göz önünde bulundurarak bu unsurların işletmenin bütününe ulaşmasını sağlayan önemli bir performans ölçüm modelidir (Neely vd., 2001, s. 6).

Performans prizması modeli, işletmenin iç ve dış kısımlarıyla ilgili olan ölçümleri, mali ve mali olmayan ölçümleri uygun ölçüm göstergeleri ile işletmenin tüm birimlerine başarılı bir şekilde uygulayabilen bir modeldir (Purbey vd., 2007, s. 245). Performans prizması modeli kendi içerisinde beş boyuttan oluşan ve her bir boyut için hazırlanmış olan bir takım soruların cevaplanmasını tavsiye eden bir ölçüm modelidir. Performans prizmasında bulunan boyutlarla ilgili olan sorular aşağıda verilmiştir (Tangen, 2004, s. 733-734):

1. Paydaş memnuniyeti boyutu: Paydaşların kimler olduğu, istek ve ihtiyaçlarının ne olduğu gibi sorulardır.
2. Strateji boyutu: Talep ve ihtiyaçların karşılanmasına yönelik hangi stratejinin uygulanması gerektiği şeklinde olan sorulardır.

3. Süreç boyutu: Stratejik hedeflere ulaşabilmek için gerekli olan süreçlerin ne oldukları ve nasıl uygulanmaları gerektiği gibi sorulardır.
4. Yetenek boyutu: Stratejilerin uygulanması ve geliştirilmesi için gerekli olan yeteneklerin neler oldukları ile ilgili olan sorulardır.
5. Paydaşların katkıları boyutu: Mevcut stratejik hedeflerin geliştirilmesi için paydaşlardan beklenen katkıların neler olduğu ile ilgili olan sorulardır.

1.8.4. Mükemmellik modeli

Mükemmellik modeli liderlik, odaklanma, müşteri memnuniyeti, sürekli geliştirme ve iyileştirme gibi toplam kalite faktörlerini birarada bulunduran bir modeldir. bunun yanında bu modelin en önemli özelliklerinden biri finansal durumları da dikkate almasıdır (Yılmaz, 2010, s. 65). Mükemmellik modelinin üzerinde en çok durduğu konu: işletmenin performansı, müşteri memnuniyeti, gerçekleştirilen faaliyetlerin topluma olan yansımaları, liderlik, işletmenin izlemiş olduğu politika, ortakların durumu ve kaynakların etkin kullanımı gibi konulardır (Vernero vd., 2007, s. 217).

Mükemmellik modeli kendi içerisinde liderlik, politika ve strateji, çalışanlar, süreçler, stratejik iş birlikleri ve kaynaklar olmak üzere beş girdiden, müşteri memnuniyeti ile ilgili, personelle ilgili, toplumla ilgili ve performansla ilgili olmak üzere dört çıktıdan oluşmaktadır. Mükemmellik modelinde işletmenin gerçekleştirmiş olduğu faaliyetler girdi kısmını oluştururken işletmenin başarılı bir şekilde sonuçlandırmış olduğu faaliyetler ise çıktıları oluşturmaktadır. Girdilerin ve çıktıların karşılatırılması ile elde edilen sonuçlar ile gerekli olan iyileştirmeler yapılmaktadır (Yılmaz, 2010).

1.8.5. Sonuçlar ve belirleyiciler modeli

Sonuçlar ve belirleyiciler modeli, işletmenin yapmış olduğu faaliyetlerle ilgili olarak her aşama sonucunda elde edilen ölçüm sonuçlarının bir sonraki aşamaya yardımcı olması amacı ile geliştirilmiş bir modeldir. Sonuç ve belirleyiciler modeline göre gerçekleştirilen faaliyetlerin tümünün ölçüm nedeni iyi tespit edildiği takdirde performans açısından daha iyi sonuçlar elde edilecektir. Sonuçlar ve belirleyiciler modeli dört unsurdan

oluşmaktadır. Bunlar: yapılan işlemler, girdiler, çıktılar ve sonuç unsurlarıdır. (Purbey vd., 2007, s. 244-245).

1.9. Performans Ölçümünde Kullanılan Bazı Yöntemleri

Uzun yıllar boyunca organizasyonlarda yürütülen faaliyetlerin performansını ölçmek için birçok model ve birçok yöntem geliştirilmiştir. Bunun nedenine bakıldığında işletmelerin mevcut rekabet ortamında nerde olduklarını belirlemek ve eldeki kaynakların ne kadar etkin bir şekilde kullanıldığını görmek için bu tür performans ölçüm yöntemlerini kullandıkları görülmektedir. İşletmelerin etkinliklerini ölçen bu yöntemler kendi içerisinde sınır etkinliği analizi ve oran analizi olmak üzere ikiye ayrılır. Sınır etkinliği analizinin parametrik ve parametrik olmayan iki yöntemi bulunmaktadır (Yolalan, 1993, s. 6).

1.9.1. Oran analizi yöntemi

Oran analizi yöntemi, işletmelerin performans ölçümünde yaygın olarak kullandığı en basit yöntemlerden biridir. Bunun nedenine bakıldığında kolayca hesaplanabilir ve anlaşılabilir olduğu görülmektedir. Bununla birlikte oran analizi yöntemi finansal açıdan tek bir çıktının tek bir girdiye olan oranı şeklinde de ifade edilebilmektedir. Bu açıdan bakıldığında birçok girdinin ve birçok çıktının olduğu faaliyetlerde oran analizi yönteminin kullanılamaması bu yöntemin eksikliği şeklinde ifade edilebilmektedir (Bektaş, 2013, s. 280). Ayrıca oran analizi yöntemi, işletmenin bazı önemli finansal kalemleri hakkında istatistiksel açıdan bilgi almak isteyen işletme yöneticileri ve kredi kuruluşları tarafından kullanılmaktadır. Bunun yanında oran analizinde kullanılan oranlar dört gruba ayrılmaktadır. Bu oranlar aşağıda sıralanmıştır (Aktan ve Bodur, 2006, s. 58):

- Likitide Oranları
- Kârlılık Oranları
- Kaldıraç Oranları
- Faaliyet Oranları

1.9.2. Sınır etkinliği analizi

Sınır etkinliği analizi kendi içerisinde parametrelili ve parametresiz yöntem olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Bu yöntemlerden biri olan Parametrelili yöntemlerde, işletmelerin yapmış oldukları üretim faaliyetlerinin etkinliği ölçülürken ilgili üretim faaliyetinin analitik bir yapıda olduğu öngörülmektedir. Bu bağlamda ilgili fonksiyonda kullanılacak göstergeler belirlenerek hesaplamalar yapılır. Parametrelili yöntemlerde tek girdi kullanılarak bir çok çıktı elde edilmeye çalışılır. Bunun yanında birçok girdi ile birçok çıktının elde edildiği parametrelili yöntemlerde bulunmaktadır (Yolalan, 1993, s. 5-6). Parametrelili yöntemler kendi içinde stokastik sınır yaklaşımı, serbest dağılım yaklaşımı, yoğun dağılım yaklaşımı olmak üzere üçe ayrılmaktadır (ağlar ve Oral, 2011, s. 667-668).

Parametresiz yöntemler, gerçekleştirilen üretim faaliyetinin etkinliğini ölçmek için analitik bir yapıya ihtiyaç duyulmadığını ifade eden yöntemlerdir. Parametresiz yöntemler parametrelili yöntemlere nazaran daha esnek bir yapıya sahip yöntemlerdir. Matematiksel modellerin kullanımı parametresiz yöntemlerde oldukça yaygındır (Akan ve almaşur, 2011, s. 14). Parametresiz yöntemler kendi içerisinde veri zarflama analizi ve serbest düzenleme zarf analizi olmak üzere ikiye ayrılmaktadır (ağlar ve Oral, 2011, s. 668). Parametresiz yöntemlerden biri olan veri zarflama analizi ilerleyen bölümlerde ayrıntılı bir şekilde incelenecektir.

2. Havaalanlarında Performans Ölçümü

Hava taşımacılığı sektörünün büyüyüp gelişmesi ile birlikte hava taşımacılığının en önemli paydaşlarından biri olan havalimanları da büyüyüp gelişmektedir. Bununla birlikte havalimanları yoğun bir şekilde kullanılmakta bunun sonucunda da kapasite yetersizliği ile karşılaşilmektedir. Bundan dolayı eldeki kaynakların etkin bir şekilde kullanılması gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Havalimanlarını işleten kamu kuruluşları veya özel kuruluşlar havalimanlarının kapasitesini etkin bir şekilde kullanmak ve verimliliği arttırmak için çeşitli yöntemler ve modeller uygulamıştır. Bu yöntem ve modellerin temelinde mevcut rakiplere karşı üstünlük sağlamak amacı ile farklılaşma stratejisinin izlendiği söylenebilmektedir. Bu açıdan bu bölümde ilk olarak havaalanlarının tanımı, faaliyet yapısı, yönetim yapısı, ekonomik özellikleri hakkında bilgi verilmiştir. Ardından havaalanlarında performans analizi ve yöntemleri anlatılmış ve alan yazında yapılan çalışmalara değinilmiştir.

2.1. Havaalanının Tanımı ve Faaliyet Yapısı

Hava taşımacılığının önemli bir parçası olan havaalanları yolcu ve yüklerin havayolu ile taşınabilmesi için gerekli olan alt yapıya sahip yapılardır. Havalimanlarının temel yapıları pistler, taksi yolları apron alanı, kapılar, yolcu ve kargo terminalleridir. Bunun yanında havaalanlarında yolcuların ve yüklerin güvenli bir şekilde bir yerden bir yere aktarılabilmesi için hava trafik kontrol, itfaiye, bagaj ve yüklerin taşınması gibi bir takım hizmetler verilmektedir. Bununla birlikte havaalanlarında yeme içme hizmeti veren restoranlar, konaklama hizmeti veren oteller bulunmaktadır (Graham, 2008: 3).

Hava taşımacılığının önemli paydaşlarından biri olan havaalanları Uluslararası Sivil Havacılık Örgütü(ICAO) tarafından hazırlanan Annex 14'te bir kısmı ya da tamamı hava araçlarının gelişi, yüzey hareketi veya kalkışı için kullanılan karada veya suda yer alan gerekli bina ve teçhizata sahip yapılardır şeklinde tanımlanmaktadır (ICAO, 2010: 1-5). Havaalanında verilen hizmetler kendi içerisinde üçe ayrılmaktadır. Bunlar (Doganis, 1992: 114):

- Havaalanlarında Verilen Temel Hizmetler: Bu grupta ilk olarak havaalanı kullanıcısı ile havaalanına iniş ve kalkış yapan uçakların emniyet durumları ile ilgili unsurlar yer almaktadır. Bu grupta yer alan hizmetler meteoroloji hizmeti, uçağın iniş, kalkış ve yaklaşma gibi durumları gerçekleştirmesine yardımcı olan hava trafik hizmetleri, itfaiye hizmeti, güvenlik ve bakım hizmetleridir. Bu tip temel hizmetler genelde ilgili otoriteler tarafından ya da devlete bağlı birimler tarafından gerçekleştirilmektedir.
- Ticari Faaliyetler: Bu tür faaliyetler üretilen ticari ürün ve hizmetlerin havaalanını kullanan tüm yolcu ve müşterilere sunulmasıdır.
- Yer Hizmetleri: Havaalanlarında gerçekleştirilen yer hizmetleri genelde ikiye ayrılmaktadır. Bunların bir kısmı ramp hizmeti, yükleme işlemleri, güç kaynağının sağlanması ve temizlik gibi doğrudan uçakla ilgili olan hizmetlerdir. Bunun dışında kalan uçuş operasyon, yolcu trafiği, gözetim, denetim ve temsil gibi faaliyetler trafik ile ilgili olan hizmetlerdir (Kaya, 2000: 42).

Havaalanlarının diğer sektörlerde faaliyet gösteren işletmelerle ortak özellikleri bulunmakla birlikte kendi yapılarına özgün bir takım özellikleri bulunmaktadır. Bu özellikler aşağıda sıralanmıştır (Ashford vd., 1997: 437):

- Havaalanlarında yolcu ve müşterilere sunulan nihai ürün hizmet olarak ortaya çıkmaktadır,
- Havalimanları, ileri teknolojinin yüksek oranda ve düzenli bir şekilde kullanıldığı bir sektörde hizmet vermektedir,
- Havalimanları, politik kararların ve düzenlemelerin bulunduğu bir sektörde bulunmaktadır,
- Havalimanları uluslararası bir çevrede faaliyet göstermektedir,
- Havalimanları faaliyet gösterdikleri alanda 24 saat kesintisiz hizmet sunmaktadır,
- Havalimanlarında acil durumların her an yaşanabileceği ihtimali bulunmaktadır,
- Havalimanları kargo acentalarına ve yolculara hizmet vermekle birlikte asıl müşterileri havayolu işletmeleridir,
- Havalimanlarının yatırım işlemlerinin yüksek maliyetler oluşturmamasından dolayı havalimanlarındaki yatırımlar diğer sektörlerde nazaran daha az olmaktadır.

Havaalanları, büyük ölçekli sermaye yatırımları, yüksek maliyetli bakım hizmetleri, ayrıntılı bir şekilde yapılan finansman denetimi ve teknolojinin gelişimine ayak uydurabilmek için gerekli olan uzun dönemli planlamalar gibi konularda diğer sektörlerle benzerlik göstermektedir (Ashford vd.,1997: 438).

2.2 Havaalanlarının Yönetim Yapısı

Havaalanı yönetimi, işletmelerin hedeflerinin tespitini ve bu hedeflerin uygulanabilmesine yönelik faaliyetleri içeren bir süreçtir. Havalimanı yönetimi, bütün unsurları ile havalimanının kesintisiz bir şekilde hizmet vermesini sağlayacak bir şekilde gerekli olan düzenlemelerin yapılması, ilgili faaliyetlerin bir plan dâhilinde uygulanması, denetlenmesi, ihtiyaç duyulan personelin seçimi ve gerekli olan eğitimin verilmesi gibi konuları kapsamaktadır (Kaya vd., 2005: 15).

Havaalanları yönetim biçimleri açısından ülkeden ülkeye farklılıklar göstermekle birlikte havaalanlarında dört farklı yönetim şekli bulunmaktadır. Bunlar (Doganis, 1992: 11-13):

- Yönetimi ve Mülkiyeti Kamuya ait Havaalanları
- Yönetimi Özel Bir Kuruluşa Mülkiyeti Kamuya ait Havaalanları
- Özel teşebbüsün ve Kamunun Ortak Mülkiyetinde ve Yönetimindeki Havaalanları
- Mülkiyeti Özel İşletmelerde olan Havaalanları

2.3 Havaalanlarının Ekonomik Özellikleri

Ekonomik açıdan önemli bir değer yaratan havaalanlarının ekonomik özellikleri aşağıda sıralanmıştır (Hooper, 2002: 290):

- Havalimanları ilgili çevredeki diğer ekonomik ve sosyal faaliyetlerin oluşması, kısıtlı kapasite ve darboğazlarının ortadan kaldırılması için bir katalizör görevi üstlenmektedir,
- İlgili bölgenin hava taşımacılığına olan talep durumuna veya ilgili otoritelerin politikalarına bağlı olarak havalimanlarında rekabet eksikliği bulunmaktadır,

- Havalimanları, bulundukları yerlerde gürültü ve çevre kirliliği gibi istenmeyen etkiler oluşturmaktadır,
- Havalimanlarının kapasite açısından genişleme eğiliminde olması belirli bir süreden sonra kapasite yetersizliğine ve tıkanıklıklara neden olmaktadır,
- Havalimanları kullanım alanı açısından kısıtlı ve alternatifi olmayan fakat kullanım süresi açısından faydalı ancak yapımı yüksek maliyet gerektiren yapılardır,
- Havalimanlarında ölçek ekonomisinin uygulanmasından veya havalimanının büyümesi için gerekli olan alanın yetersizliğinden dolayı havalimanlarında monopol yapılar oluşmaktadır.
- Havalimanlarındaki giderek artan trafik hacmini dengelemek amacı ile yapılan havalimanı genişleme planlarının uygulanması ile birim maliyetler artış gösterebilmektedir. Bu durum aynı zamanda işletme maliyetlerini arttırmaktadır. Havalimanlarında birim maliyetlerin artışına neden olan büyüme çalışmaları havalimanlarında büyük maliyetlerin oluşmasına neden olmaktadır (Doganis, 1992: 48).

Yukarıda sıralanan özellikler baz alındığında havalimanlarının kamusal bakış açısı ile yönetilmeleri şarttır olmamaktadır. Buna ek olarak havalimanları finansal piyasalarda kolayca faaliyet gösterememektedir. Bunun nedeni ihtiyaç duyulan yatırımın büyüklüğü, nakit akışının fazla olması, doğal risk yapısı, havalimanlarında ikincil piyasaların olmayışıdır (Hooper, 2002: 290). Bununla birlikte havalimanlarında oluşan monopol yapıdan kaynaklı rekabet eksikliğine rağmen havalimanlarındaki büyüme potansiyelinin yüksek olması yatırımcılar için cazip olmaktadır (Graham, 2008: 16).

2.3.1. Havaalanlarının gelir yapısı

Havaalanlarının gelir yapıları genelde ülkeden ülkeye farklılıklar göstermekle birlikte genel anlamda gelirlerin sınıflandırmasında, faaliyet gelirleri ve faaliyet dışı gelirler, havacılık gelirleri ve havacılık dışı gelirler şeklinde bir ayırım yapılmaktadır. Bunun dışında yapılan sınıflandırmalar ülke ve sektör açısından sağlıklı karşılaştırmaların yapılamamasına neden olmaktadır (Kaya, 2000: 138).

Havaalanlarının elde etmiş oldukları gelirler, havacılık ve havacılık dışı gelirler olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Havacılık gelirleri; iniş ücretleri, uçak park ve hangar ücretleri, yolcu ücretleri, yer hizmeti ücretleri, hava trafik kontrol ücretleridir. Bu ücretler içerisinde iniş ve park ücretleri önemli bir kısmı oluşturmaktadır. Havacılık dışı gelirler ise; kullanım hakkından doğan imtiyaz gelirleri, kira gelirleri, doğrudan satışlarda elde edilen gelirler, otopark ücretleridir (Zhang ve Zhang, 1997: 288). Bunun dışında Genel olarak Havaalanı gelirleri şu şekilde sınıflandırılmaktadır (Doganis, 1992: 53):

- Faaliyet Gelirleri: Bu tip gelirler direkt olarak uçak, yolcu ve kargo ile ilgili faaliyetlerden elde edilen gelirlerdir. Bu tip gelirler havacılık gelirleri olarak da bilinmektedir. Uçak iniş ücretleri ile yolcu hizmeti ücretleri gibi gelirler faaliyet gelirleri sınıfında yer almaktadır.
- Faaliyet Dışı Gelirler: Bu tür gelirler apron ve terminal ile ilgili bölümlerde bulunan ve uçakla doğrudan bağlantısı olmayan ticari faaliyetlerden elde edilen gelirlerdir. İmtiyaz gelirleri, su ve elektrik hizmeti ücretleri, havayolu işletmelerinden elde edilen kira gelirleri bu tip faaliyet dışı gelirler sınıfında yer almaktadır.

2.3.2. Havaalanlarının gider yapısı

Havaalanlarının giderleri ülkeden ülkeye, bölgede bölgeye hatta benzer özelliklere sahip havaalanlarında bile farklılıklar göstermektedir. Bunun yanında havalimanlarının giderleri kendi içerisinde faaliyet giderleri ve faaliyet dışı giderler olmak üzere ikiye ayrılmaktadır (Wells, 2004: 283):

- Faaliyet Giderleri: Havalimanlarında gerekli olan hizmetlerin gerçekleşmesi ve gerçekleşen hizmetlerin kesintisiz bir şekilde devam etmesini sağlayan giderlerdir. Faaliyet giderleri, gider çeşitlerine göre havalimanının sürekli hizmet vermesini sağlamak amacı ile yapılan bakım giderleri ile operasyonel faaliyetlerden kaynaklı operasyon giderleri olmak üzere iki şekilde sınıflandırılmaktadır (Kaya, 2000: 93). Bununla birlikte gerçekleştiği yere göre ortaya çıkan faaliyet giderleri; uçuş hattı giderleri, terminal sahası giderleri, bakım onarım giderleri, kargo tesis ve alanları ile ilgili giderler ve genel yönetim giderleri olmak üzere dörde ayrılmaktadır (Wells, 2004: 284).

- Faaliyet Dışı Giderler: Bu çeşit giderler havacılık dışı giderler olarak da adlandırılmaktadırlar. Bu tip giderler çoğunlukla banka kredileri, tahvil, bono ödemeleri, çeşitli afetlerden ve olağandışı durumlardan kaynaklanan giderler ve vergi cezaları gibi giderlerden oluşmaktadır. Fakat bu çeşit faaliyet dışı giderlerinin sınıflandırılması ülkeden ülkeye değişiklik göstermektedir(Kaya, 2000: 94).

2.4. Havaalanlarında Performans Analizinin Önemi

Son yıllarda hava taşımacılığı sektöründe yaşanan gelişmelerle birlikte havaalanlarında yönetim anlayışı açısından büyük değişiklikler yaşanmıştır. Özellikle ticari amaçlı veya yap-işlet devret modeli ile işletilen havalimanlarında operasyonel ve finansal performansın ölçülmesi oldukça önemli bir hale gelmiştir. Bu açıdan havalimanı işleten kuruluşların yöneticileri bazı nedenlerden dolayı havaalanlarının verimliliklerini ve etkinliklerini ölçme ihtiyacı hissetmişlerdir. Bu nedenler aşağıda sıralanmıştır (Doganis, 1992: 158-159):

- Havaalanlarının ekonomik açıdan ne durumda olduklarını görebilmek ve finansal performansı ölçebilmek için gerekli olan göstergelerin tespit edilmesi ve ölçülebilmesi ile birlikte havaalanı yöneticisinin mevcut kaynakları ne şekilde kullandığını belirlemek için performans ölçümüne ihtiyaç duyulmaktadır. Bununla birlikte havaalanlarında bulunan farklı birimlerin verimliliğini karşılaştırmak amacı ile de performans ölçümü yapılmaktadır.
- Havaalanlarında yapılan performans ölçümü havalimanı yöneticilerinin en uygun kararı verebilmelerine imkân sağlamakta ve beklenmeyen değişimler karşısında gerekli tedbirlerin alınmasına yardımcı olabilmektedir. Bununla birlikte havalimanlarında yapılan performans analizi havalimanının mevcut durumunu diğer havaalanları ile karşılaştırılabilmesine imkân vermektedir.
- Havaalanları üzerindeki devlet denetiminin azalması ile birlikte ticari kuruluşlar tarafından işletilerek verimlilik ve etkinlik açısından daha başarılı bir hale gelmişlerdir. Bununla birlikte verimlilik ve etkinliğin ölçülebilmesi için bir takım göstergelere ihtiyaç duyulmuştur. Bu açıdan performans analizleri işletmenin

hedeflerine ulaşması ve yeni hedefler ortaya koyabilmesi açısından oldukça önemlidir.

Havaalanları ile ilgili yapılan bir takım performans ölçümünde göz önünde bulundurulması gereken bazı noktalar bulunmaktadır. Bunlar (ICAO, 2013: 3-7):

- Performans ölçümünün başarılı olabilmesi için temel performans alanının belirlenmiş olması ve havaalanının tüm birimlerine uygulanması gerekmektedir.
- Performans ölçümünde kullanılan göstergelerin tüm havalimanları için geçerli olmadıkları bilinmeli, uygulama aşamasında değişikliğe uğrayabilecekleri göz ardı edilmemelidir.
- Performans ölçümü yapılırken birçok detaylı bilgiye ulaşmanın gerekli olmadığı bilinmelidir.
- Performans ölçümü yapılacak olan birimlerin uçak işleticileri ve yolcularla olan ilişkisi dikkate alınmalıdır.
- Performans ölçümleri uygun bir şekilde ve periyodik olarak yapılmalıdır.
- Toplanan veriler makul bir süre içerisinde ve kolay bir şekilde toplanabilmelidir.
- Performans ölçümü için toplanan veriler yapılan günlük faaliyetlerle ilgili olmayıp ancak önemli kararların verilmesinde etkili olabilecek ve herkes tarafından anlaşılacak bir yapıda olmalıdır.
- Veriler mümkün olduğu kadar havalimanlarının faaliyet yapıları ile sınırlandırılmalı ancak bütün faaliyet alanlarını da kapsamalıdır.

2.5. Havaalanlarında Kullanılan Performans Ölçüm Göstergeleri

Havaalanı performans ölçümünde kullanılan birçok farklı performans göstergesi bulunmakla birlikte havalimanlarında kullanılan en geçerli performans göstergeleri Airport Council International(ACI) tarafından şu şekilde sınıflandırılmaktadır (Wyman, 2012: 11-16):

- Temel Performans Göstergeleri: Bu tür göstergeler havalimanlarının finansal durumunu, ekonomik etkilerini, havaalanlarında hava taşımacılığı ile ilgili sunulan hizmetin kalitesini yansıtan göstergelerdir. Toplam yolcu ve uçuş sayısı ve toplam yük miktarı havalimanlarında bulunan temel performans

göstergeleridir. Bununla birlikte temel performans göstergelerinde meydana gelen değişiklikler büyük ölçüde havaalanlarının kontrolü dışında havayolu işletmeleri tarafından alınan kararlar sonucunda oluşmaktadır. Birçok durumda havalimanı otoriteleri, havayollarından alınan ücretlerle, yolculara sağlanan kolaylıklarla ve verilen finansal teşviklerle kısıtlı oranda da olsa temel performans göstergelerini etkilemektedirler. Temel performans göstergeleri diğer performans göstergelerini önemli ölçüde etkilemektedirler. Örneğin havaalanını kullanan yolcu sayısının artması beraberinde havalimanı gelirlerini de arttırmaktadır.

- Emniyet ve Güvenlikle İlgili Göstergeler: Bu tür göstergeler çalışanların emniyet durumları, hava tarafı emniyeti ve havaalanlarının diğer bölümlerini kapsamaktadır. Pistte meydana gelen kaza ve kırıklar, kuş çarpmaları ve mesleki kazalar havalimanlarında bulunan emniyet ve güvenlikle ilgili göstergelerdir.
- Hizmet Kalitesi ile ilgili Göstergeler: Bu tip göstergeler havaalanları tarafından sunulan hizmetin yolcular tarafından nasıl algılandığını ölçen göstergelerdir. Havalimanının kullanım kapasitesi, kapılarda yaşanan gecikmeler, taksi yolunda yaşanan gecikmeler, yolcu memnuniyeti, bagaj dağıtım süresi ve güvenlik kontrol süresi hizmet kalitesi ile ilgili göstergeler arasında yer almaktadır.
- Verimlilik ve Maliyetle ilgili Göstergeler: Bu tür göstergeler havaalanlarının ellerindeki mevcut kaynakları verimli ve etkin bir şekilde kullanıp kullanmadıklarını ölçmek için kullanılan göstergelerdir. Çalışan başına düşen yolcu ve uçak sayısı, kapı başına düşen uçuş sayısı, yolcu başına düşen toplam maliyet, uçuş sayısı başına düşen toplam maliyet, yolcu ve uçuş sayısı başına düşen operasyon maliyetleri verimlilik ve maliyetle ilgili göstergelerdir. Verimlilik ve maliyetle ilgili göstergeler havalimanlarının kontrolünde olan göstergelerdir.
- Finansal ve Ticari Göstergeler: Bu tür göstergeler havaalanı ücretlerini, finansal zayıflığı ve sürdürülebilirliği ve havaalanının finansal performansını ortaya koyan göstergelerdir. Yolcu ve uçuş sayısı başına düşen havacılık gelirleri, havacılık dışı gelirlerin toplam gelirler içindeki payı, yolcu başına düşen havacılık dışı gelirler, operasyon gelirlerinin toplam borç yüküne oranı, faiz ve vergi öncesi kârın toplam borca oranı ve faiz ve vergi öncesi kârın yolcu başına oranı gibi unsurlar havaalanlarında yer alan finansal ve ticari göstergelerdir.

- Çevresel Göstergeler: Havaalanlarında yapılan faaliyetlerin çevreye vermiş oldukları etkileri ölçen göstergelerdir. Havalimanlarında genel amaç çevreye verilen istenmeyen etkilerin en aza indirilmesidir. Yolcu başına düşen su tüketimi, terminal alanında metrekareye düşen enerji tüketimi, havalimanlarında satın alınan yenilenebilir enerji miktarı, atıkların geri dönüşüm miktarı ve karbon ayak izi gibi unsurlar havaalanlarında yer alan çevresel göstergelerdir.

Yukarıda sıralanan göstergelerin dışında havalimanlarında kullanılan geleneksel bazı performans ölçütleri bulunmaktadır. Bu tür geleneksel ölçütler aşağıda verilmiştir (Doganis, 1992: 162):

- Bu tip performans göstergeleri girdi veya çıktı biçiminde oluşturulmuş ölçütlerdir. Örneğin; toplam yolcu ve uçuş sayısı, toplam yük miktarı, toplam çalışan sayısı ve kârlılık durumu gibi ölçütler havalimanlarında yıllardır kullanılan geleneksel ölçütlerdir.
- Havalimanlarında kullanılan bir diğer geleneksel performans ölçütü de girdilerin çıktılara bölünmesi ile elde edilen oranların yorumlanması ile ortaya çıkan performans ölçütleridir.

Dünyada bulunan birçok havalimanı geçmiş dönemlerdeki performans ölçümlerinde geleneksel performans ölçütlerini kullanırken günümüzde havalimanlarının ticarileşme eğiliminin artması ile birlikte havalimanlarındaki performansı her açıdan ölçebilecek sistemler geliştirilmeye çalışılmıştır. Bununla birlikte finansal performans ölçümünün önemi de artmaya devam etmiştir (Ashford vd., 1997: 205).

Havalimanlarının finansal ve operasyonel performans açısından ne durumda olduklarını belirlemek için uygulanan üç farklı karşılaştırma şekli bulunmaktadır. Bunlar (Doganis, 1992:162):

- Havalimanlarının faaliyette bulundukları bölgedeki diğer havalimanları ile ayrı ayrı karşılaştırılması işlemidir.
- Sektörde faaliyet gösteren tüm havalimanlarının ortalamasının alınması ile ortaya çıkan oranların ilgili havalimanı verileri ile karşılaştırılmasıdır.

- İlgili sektörde geçmiş yıllarda elde edilen en iyi performans seviyesinin temel alınarak hedeflerin belirlenmesi işlemidir.

2.6. Havaalanlarında Kullanılan Performans Analiz Yöntemleri

Havaalanı performans ölçümünde kullanılan iki tür ölçüm yaklaşımı bulunmaktadır. Bunlar; verimlilik açısından yapılan değerlendirme yaklaşımı ile etkinlik açısından yapılan değerlendirme yaklaşımıdır. Verimlilik açısından yapılan değerlendirme yaklaşımında somut çıktılar dikkate alınırken etkinlik açısından yapılan değerlendirme yaklaşımında da ise potansiyel çıktılar dikkate alınmaktadır. Bununla birlikte havalimanlarında yıllar içerisinde verimlilik ve etkinliği ölçmek amacı ile sayısal yöntemlere dayalı istatistiksel ve ekonometrik teknikler geliştirilmiştir. Bu yöntemler aşağıda sıralanmıştır (Lai vd., 2012: 306):

- Çok Kriterli Analiz teknikleri
- Stokastik Sınır Etkinliği Analizi
- Toplam Faktör Verimliliği Analizi
- Değişken Faktör Verimliliği Analizi
- Veri Zarflama Analizi

2.7. Havaalanlarında Kullanılan Girdi ve Çıktıların Belirlenmesi

Havaalanlarında finansal ve operasyonel açıdan yapılan performans analizlerinde kullanılan birtakım girdi ve çıktılar bulunmaktadır. Operasyonel etkinliği ölçmek amacı ile kullanılan girdiler aşağıda verilmiştir (Bazargan ve Vasigh, 2003: 189):

- Toplam Pist Sayısı: İlgili havalimanlarındaki mevcut pist sayısını ifade etmektedir.
- Toplam Kapı sayısı: İlgili havalimanlarındaki uçuşla ilgili olan ya da olmayan mevcut kapı sayısını ifade etmektedir.
- Toplam Çalışan sayısı: İlgili havalimanlarında bulunan mevcut çalışan sayısını ifade etmektedir (Sarkis, 2000: 341).
- Terminal Alanı Büyüklüğü: İlgili havaalanlarında bulunan mevcut toplam terminal alanını ifade etmektedir (Pacheco ve Fernandes, 2003: 672).

- Toplam Pist Uzunluğu: İlgili havalimanlarında bulunan pistlerin toplam uzunluğunu ifade etmektedir (Abbott ve Wu, 2002: 248).
- Apron Alanı Büyüklüğü: İlgili havaalanlarında bulunan mevcut toplam apron büyüklüğünü ifade etmektedir(Pacheco ve Fernandes, 2003: 672).
- Apron Sayısı: İlgili havalimanlarında bulunan apron sayısını ifade etmektedir (Lin ve Hong, 2006: 346).

Havalimanlarındaki finansal etkinliği ölçmek amacı ile kullanılan girdiler aşağıda verilmiştir (Bazargan ve Vasigh, 2003: 189):

- Faaliyet Giderleri: Personel ücretleri, sarf malzeme ücreti, bakım hizmeti, iletişim ve kamu hizmetlerine ödenen ücretler gibi havalimanının faaliyetini sürdürebilmesi için gerekli olan kaynakları ifade etmektedir.
- Faaliyet Dışı Giderler: Yatırım harcamaları, kredi ödemeleri ve diğer faaliyet dışı giderleri ifade etmektedir.
- Sermaye Maliyeti: İlgili havalimanlarını işleten kamu veya özel kuruluşların öz kaynaklarında yapmış oldukları harcamaları ifade etmektedir (Martin ve Roman, 2001: 153).

Havalimanlarındaki finansal ve operasyonel etkinliği ölçmek amacı ile kullanılan çıktılar aşağıda verilmiştir(Bazargan ve Vasigh, 2003: 189):

- Toplam Yolcu Sayısı: Havalimanına gelen ve havalimanından giden toplam yolcu sayısı ifade edilmektedir.
- Toplam Uçuş Sayısı: İlgili havalimanında yapılan ticari, genel ve askeri uçuşların toplam sayısı ifade edilmektedir.
- Toplam Havacılık Gelirleri: İniş ücretleri, terminal ücretleri, apron ücretleri, kira ve cihaz kullanım gelirleri gibi havacılık faaliyetlerinden elde edilen gelirleri ifade etmektedir.
- Toplam Havacılık Dışı Gelirler: İmtiyaz gelirleri, terminal alanı ile ilgili bölümlerden elde edilen kira gelirleri, otopark ve araç kiralama gelirleri gibi gelir çeşitleri ifade edilmektedir.
- Toplam Yük Miktarı: İlgili havaalanında gelen ve giden uçaklarda taşınan toplam yük miktarı ifade edilmektedir (Abbott ve Wu, 2002: 248).

2.8. Havaalanlarında Performans Ölçümü İle İlgili Yapılmış Çalışmalar

Havaalanlarında verimlilik ve etkinlik açısından yapılan performans ölçümü ile ilgili yapılmış çalışmalar aşağıda Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Havaalanlarında Performans Ölçümü İle İlgili Yapılmış Çalışmalar

Yazar/ Yıl	Ülke	Örneklem	Yöntem	Girdi	Çıktı
Gillen ve Lall 1997	Amerika Birleşik Devletleri	21 tane Havaalanı (1989- 93)	Veri Zarflama Analizi	Pist sayısı Kapı sayısı Çalışan sayısı Pist uzunluğu Terminal alanı Bagaj toplama bant sayısı Otopark alanı Havalimanının toplam büyüklüğü alanı	Toplam yolcu sayısı Toplam yük miktarı
Hooper ve Hensher 1997	Avustralya	6 tane Havaalanı (1988- 89/91-92)	Toplam Faktör Verimliliği Analizi (Tornquist index)	Faaliyet giderleri İşgücü giderleri Diğer giderler	Toplam Yolcu Sayısı
Parker 1999	Birleşmiş Krallık	32 tane Havaalanı (1979/80- 1995/96)	Veri Zarflama Analizi	Çalışan sayısı Faaliyet giderleri Sermaye giderleri	Toplam yolcu sayısı Toplam yük miktarı
Sarkis 2000	Amerika Birleşik Devletleri	44 tane Havaalanı (1990-94)	Veri Zarflama Analizi	Operasyonel giderler Çalışan sayısı Kapı sayısı Pist sayısı	Toplam yolcu sayısı Toplam uçuş sayısı Toplam gelir miktarı Toplam yük miktarı
Gillen ve Lall 2001	Amerika Birleşik Devletleri	22 tane Havaalanı	Veri Zarflama Analizi ve Toplam Faktör Verimliliği Analizi	Kapı sayısı Pist sayısı Çalışan sayısı Park sayısı Koltuk kemer sayısı	Toplam yolcu sayısı Toplam yük miktarı
Martin ve Roman 2001	İspanya	37 tane Havaalanı	Veri Zarflama Analizi	İş gücü maliyeti	Toplam uçuş sayısı

				Sermaye miktarı Diğer giderler	Toplam yolcu sayısı Toplam yük miktarı
Pels, Nijkamp ve Rietveld 2001	Avrupa	34 tane Havaalanı (1995-97)	Veri Zarflama Analizi ve Stokastik Sınır Analizi	Terminal Alanı Uçak park sayısı Check-in kontuar sayısı Koltuk kemer sayısı	Toplam yolcu sayısı Toplam uçuş sayısı
Abbott ve Wu 2002	Avustralya	12 tane Havaalanı (1989-90/ 1999-2000)	Toplam Faktör Verimliliği Analizi ve Veri Zarflama Analizi	Çalışan sayısı Sermaye miktarı Pist uzunluğu	Toplam yolcu sayısı Toplam yük miktarı
Fernandes ve Pacheco 2002	Brezilya	35 tane Havaalanı (1998)	Veri Zarflama Analizi	Apron alanı Bekleme salonu alanı Otopark alanı Check-in kontuar sayısı	Toplam iç hat yolcu sayısı
Bazargan ve Vasigh 2003	Amerika Birleşik Devletleri	45 tane Havaalanı (1996-2000)	Veri Zarflama Analizi	Faaliyet Giderleri Faaliyet dışı giderler Pist sayısı Kapı sayısı Çalışan sayısı	Havacılık gelirleri Havacılık dışı gelirler
Pacheco ve Fernandes 2003	Brezilya	35 tane Havaalanı (1998)	Veri Zarflama Analizi	Apron alanı Bekleme salonu alanı Check-in kontuar sayısı Otopark alanı	Toplam yolcu sayısı
Oum, Yu ve Fu	Dünya'daki Büyük Havaalanları	50 tane Havaalanı	Toplam Faktör Verimliliği Analizi	Çalışan sayısı Pist sayısı Kapı sayısı Terminal Alanı	Toplam yolcu sayısı Toplam uçuş sayısı Toplam yük miktarı Havacılık dışı gelirler
Oum ve Yu 2004	Dünya'daki Büyük Havaalanları	76 tane Havaalanı (2000-2001)	Değişken Faktör Verimliliği Analizi	Çalışan sayısı Faaliyet giderleri	Toplam yolcu sayısı Toplam uçuş sayısı Toplam yük miktarı

					Havacılık dışı gelirler
Sarkis ve Talluri 2004	Amerika Birleşik Devletleri	44 tane Havaalanı (1990-94)	Veri Zarflama Analizi		Toplam uçuş sayısı Toplam yolcu sayısı Toplam yük miktarı Faaliyet gelirleri
Yoshida 2004	Japonya	30 tane Havaalanı (2000)	Toplam Faktör Verimliliği Analizi	Terminal alanı Toplam pist uzunluğu	Toplam uçuş sayısı Toplam yolcu sayısı Toplam yük miktarı
Yoshida ve Fujimoto (2004)	Japonya	67 tane Havaalanı (2000)	Toplam Faktör Verimliliği Analizi ve Veri Zarflama Analizi	Toplam pist uzunluğu Terminal alanı Çalışan sayısı	Toplam uçuş sayısı Toplam yolcu sayısı Toplam yük miktarı
Yu 2004	Tayvan	14 tane Havaalanı (1994-2000)	Veri Zarflama Analizi	Toplam pist uzunluğu Terminal alanı	Toplam uçuş sayısı Toplam yolcu sayısı Toplam uçak gürültü miktarı
Lin ve Hong (2006)	Dünya'daki Büyük Havaalanları	20 tane Havaalanı (2003)	Veri Zarflama Analizi	Çalışan sayısı Check-in kontuar sayısı Pist sayısı Apron sayısı Terminal alanı	Toplam uçuş sayısı Toplam yolcu sayısı Toplam yük miktarı
Martin ve Roman (2006)	İspanya	34 tane Havaalanı (1997)	Veri Zarflama Analizi	İş gücü maliyeti Sermaye miktarı Diğer giderler	Toplam uçuş sayısı Toplam yolcu sayısı Toplam yük miktarı Havacılık gelirleri Havacılık dışı gelirler
Oum, Adler ve Yu (2006)	Dünya'daki Havaalanları	116 tane Havaalanı (2003-2005)	Değişken Faktör Verimliliği Analizi	Çalışan sayısı Faaliyet giderleri	Toplam yolcu sayısı Toplam uçuş sayısı

					Havacılık dışı gelirler
Vasigh ve Gorjidoz	Avrupa'daki Büyük Havaalanları	22 tane Havaalanı (2000-2004)	Toplam Faktör Verimliliği Analizi ve Regresyon analizi	Faaliyet giderleri Toplam kaynaklar Toplam pist uzunluğu	Faaliyet gelirleri Faaliyet dışı gelirler Toplam yolcu sayısı Toplam uçuş sayısı
Kıyıldı ve Karaşahin 2006	Türkiye	32 tane Havaalanı (1996-2002)	Veri Zarflama Analizi	Check-in kontuar sayısı Otopark kapasitesi Terminal alanı Pist uzunluğu Apron büyüklüğü Taksi yolu uçak kapasitesi	Toplam uçuş sayısı
Barros ve Dieke 2007	İtalya	31 tane Havaalanı (2001-2003)	Veri Zarflama Analizi	İş gücü maliyeti Sermaye miktarı Diğer giderler	Toplam yolcu sayısı Toplam uçuş sayısı Toplam yük miktarı Havacılık gelirleri Havacılık dışı gelirler
Barros 2008	Arjantin	32 tane Havaalanı (2003-2006)	Veri Zarflama Analizi	Çalışan sayısı Pist sayısı Apron alanı Terminal alanı	Toplam yolcu sayısı Toplam uçuş sayısı Toplam yük miktarı
Barros 2008	Birleşik Krallık	27 tane Havaalanı (2000-2004)	Stokastik Sınır Analizi	Faaliyet giderleri Personel giderleri Sermaye Miktarı	Toplam yolcu sayısı Toplam uçuş sayısı Toplam yük miktarı Yatırım gelirleri
Fung vd. 2008	Çin	27 tane Havaalanı (2000-2004)	Veri Zarflama Analizi ve Toplam Faktör Verimliliği Analizi	Pist uzunluğu Terminal alanı	Toplam yolcu sayısı Toplam uçuş sayısı Toplam yük miktarı

Oum, Yan ve Yu 2008	Dünya'daki Havaalanları	109 tane Havaalanı (2007)	Stokastik Sınır Analizi	Çalışan sayısı Pist sayısı Terminal alanı Personel giderleri Diğer giderler	Toplam yolcu sayısı Toplam uçuş sayısı Toplam yük miktarı Havacılık dışı gelirler
Pathomisiri 2008	Amerika Birleşik Devletleri	56 tane Havaalanı (2000-2003)	Toplam Faktör Verimliliği Analizi	Pist sayısı Terminal alanı Toplam pist (Ülkü, 2015)uzunluğu	Toplam yolcu sayısı Toplam uçuş sayısı Toplam yük miktarı
Yu vd. 2008	Tayvan	4 tane Havaalanı (1995-1999)	Veri Zarflama Analizi	Çalışan sayısı Faaliyet giderleri	Toplam yolcu sayısı
Peker ve Baki 2009	Türkiye	45 tane Havaalanı (2007)	Veri Zarflama Analizi	Otopark Alanı Pist sayısı Havalimanı Büyüklüğü Çalışan Sayısı	Toplam yolcu sayısı Toplam yük miktarı
Barros 2009	Birleşik Krallık	27 tane Havaalanı (2000-2006)	Veri Zarflama Analizi	Personel gideri Faaliyet giderleri Sermaye miktarı	Toplam yolcu sayısı Toplam uçuş sayısı Toplam yük miktarı Yatırım gelirleri
Chi-Lok ve Zhang 2009	Çin	25 tane Havaalanı (1995-2006)	Veri Zarflama Analizi	Terminal alanı Pist uzunluğu	Toplam yolcu sayısı Toplam uçuş sayısı Toplam yük miktarı
Lam, Low ve Tang 2009	Asya-Pasifik Bölgesi	11 tane Havaalanı (2001-2005)	Veri Zarflama Analizi	Çalışan sayısı Sermaye miktarı	Toplam yolcu sayısı Toplam uçuş sayısı Toplam yük miktarı
Martin, Roman ve Voltes- Dorta 2009	İspanya	37 tane Havaalanı (1991-1997)	Stokastik Sınır Analizi	Çalışan sayısı Sermaye miktarı	Toplam uçuş sayısı Toplam yük miktarı

Ablanedo-Rosas ve Gemoets 2010	Meksika	37 tane Havaalanı (2009)	Veri Zarflama Analizi	Saatlik ortalama yolcu sayısı Saatlik ortalama uçuş sayısı	Toplam yolcu sayısı Toplam uçuş sayısı Toplam yük miktarı
Assaf 2010	Birleşik Krallık	27 tane Havaalanı (2007)	Veri Zarflama Analizi	Pist sayısı Havaalanı büyüklüğü	Toplam yolcu sayısı Toplam uçuş sayısı Toplam yük miktarı
Tovar ve Martin-Cejas 2010	İspanya	26 tane Havaalanı (1993-1999)	Stokastik Sınır Analizi ve Toplam Faktör Verimliliği analizi	Çalışan sayısı Kapı sayısı Havaalanı büyüklüğü	Toplam uçuş sayısı Ortalama uçak büyüklüğü Havacılık dışı gelirlerin toplam gelirler içindeki payı
Yang 2010	Asya-Pasifik Bölgesi	12 tane Havaalanı (1998-2006)	Veri Zarflama Analizi ve Stokastik Sınır Analizi	Çalışan sayısı Pist sayısı Faaliyet giderleri	Faaliyet gelirleri
Yu 2010	Tayvan	15 tane Havaalanı (2006)	Aylak Tabanlı Veri Zarflama Analizi modeli	Çalışan sayısı Pist uzunluğu Apron Alanı Terminal alanı	Toplam uçuş sayısı Toplam yolcu sayısı Toplam yük miktarı
Koçak 2011	Türkiye	40 tane Havaalanı (2008)	Veri Zarflama Analizi	Operasyon giderleri Personel sayısı Uçak trafiği Yolcu sayısı	Toplam yolcu sayısı Pist başına uçak Kargo trafiği Operasyon gelirleri
Assaf 2011	Avustralya	13 tane Havaalanı (2002-2007)	Toplam Faktör Verimliliği analizi	Faaliyet giderleri Terminal alanı büyüklüğü Çalışan sayısı	Toplam yolcu sayısı Toplam uçuş sayısı Toplam yük miktarı
Barros 2011	Angola ve Mozambik	17 tane Havaalanı (2000-2010)	Stokastik Sınır Analizi	Faaliyet giderleri Personel giderleri	Toplam yolcu sayısı Toplam uçuş sayısı

				Sermaye miktarı	Toplam yük miktarı Yatırım gelirleri
Curi vd. 2011	İtalya	18 tane Havaalanı (2000-2004)	Veri Zarflama Analizi	Çalışan sayısı Pist sayısı Apron büyüklüğü	Toplam yolcu sayısı Toplam uçuş sayısı Toplam yük miktarı
Lozano ve Gutierrez 2011	İspanya	41 tane Havaalanı (2006)	Veri Zarflama Analizi	Pist uzunluğu Apron büyüklüğü Terminal alanı Check-in kontuar sayısı Kapı sayısı	Toplam yolcu sayısı Toplam uçuş sayısı Toplam yük miktarı
Ar 2012	Türkiye	43 tane Havaalanı (2007-2011)	Toplam Faktör Verimliliği analizi	Personel sayısı Alan başına yolcu kapasitesi Havaalanı uçak kapasitesi	Toplam yolcu sayısı Toplam uçuş sayısı Toplam yük miktarı
Karkacier ve Yazgan 2015	Türkiye	37 tane Havaalanı (2008-2011)	Veri Zarflama Analizi	Çalışan Sayısı İşletme Gideri Terminal Alanı Pist sayısı	Toplam yolcu sayısı Toplam uçuş sayısı Toplam yük miktarı
Ülkü 2015	Türkiye/İspanya	73 tane Havaalanı (2009-2011)	Veri Zarflama Analizi	Personel giderleri Pist sayısı Pist uzunluğu	Toplam yolcu sayısı Toplam uçuş sayısı Toplam yük miktarı Ticari gelir
Örkcü vd. 2016	Türkiye	21 tane Havaalanı (2009-2014)	Toplam Faktör Verimliliği analizi	Pist sayısı Pist uzunluğu Terminal Alanı	Toplam yolcu sayısı Toplam uçuş sayısı Toplam yük miktarı

3. Veri Zarflama Analizi

Günümüzde teknolojinin gelişmesi ile beraber birçok sektörde rekabet artmıştır. Bununla beraber ilgili sektörlerde faaliyet gösteren birçok işletme mevcut durumlarını değerlendirmek, etkinliklerini ölçmek ve faaliyet gösterdikleri sektörlerdeki rakiplerinin durumları ile kendi durumlarını karşılaştırmak için birçok ölçüm yöntemi kullanmaktadır. Bu ölçüm yöntemlerinden biri olan veri zarflama analizi işletmelere faaliyet gösterdikleri alanlarda birçok avantaj sağlamaktadır.

3.1. Veri Zarflama Analizinin Tanımı ve Genel Özellikleri

Veri zarflama analizi, üretilen mal ya da hizmet açısından birbirlerine benzeyen karar verme unsurlarının etkinliklerinin ölçülme ve değerlendirilme aşamalarında kullanılan matematiksel tabanlı bir analiz yöntemidir. Veri Zarflama Analizi son dönemlerde yönetim bilimleri ve yöneylem araştırmalarında yaygın bir biçimde kullanılmaktadır (Kocakoç, 2003: 1). Yapılan bir diğer tanıma göre; Veri Zarflama Analizi, benzer alanlarda faaliyet gösteren birçok girdi ve çıktıya sahip birimlerin göreceli etkinliklerini ölçmeye yardımcı olan doğrusal programlama tabanlı bir ölçüm yöntemidir. Veri Zarflama Analizi yöneylem araştırması teknikleri içerisinde kullanım alanı en geniş olan ve gerçek hayatta kolay uygulanabilen bir yöntemdir (Ulucan, 2002: 186-187).

Veri zarflama analizi, diğer parametrik olmayan ölçüm yöntemlerinden farklı olarak birden fazla girdi veya çıktının olması durumunda değerlendirme yapılabilmesine olanak vermektedir. Veri zarflama analizi sonucunda belirlenmiş olan her karar biriminin etkinlik oranları, etkin olmayan karar birimlerinin etkinliklerini nasıl arttıracakları ve hangi karar birimlerini örnek alacaklarına dair bilgilere ulaşılabilir (Yılmaz ve Karakadılar, 2010: 506-507). Veri zarflama analizi karmaşık bir yapıya sahip olan, girdi veya çıktı ilişkisini tam olarak ifade edemeyen analiz yöntemlerinin aksine eldeki az sayıdaki veri ile çözüm üretebilen bir analiz yöntemidir (Cooper vd., 2011: 7). Bunun yanında son dönemlerde birçok farklı alanda ve farklı ülkede verimlilik ve etkinlik ölçüm yöntemi olarak veri zarflama analizinin kullanıldığı görülmektedir (Yılmaz ve Karakadılar, 2010: 507).

Veri zarflama analizi, regresyon analizi yönteminin doğrudan uygulanamadığı çoklu girdi ve çıktılara sahip üretim faaliyetlerinde finansal ya da operasyonel performansı ölçmek için kullanılan bir yöntemdir. Bunun yanında birçok değişkenin değerlendirilmeye tabi tutulamadığı, doğrusal programlama tekniklerinin kullanılmadığı ve birçok girdi ve çıktının birlikte değerlendirilmesine imkân vermeyen ve karar mekanizmasının çalışmasını engelleyen diğer yöntemlere nazaran kullanımı oldukça kolay olan bir analiz yöntemidir (Akan ve Çalmaşur, 2011: 16-17).

Veri zarflama analizi ile ilgili alan yazına bakıldığında farklı tanımlama şekilleri görülmektedir. Bunlardan bazıları şunlardır:

Veri zarflama analizi, her karar unsurunun göreceli olarak etkinliğini değerlendirebilmek için çok sayıda girdi ve çıktının kullanıldığı bir analiz çeşididir (Lang vd., 1995: 473).

Veri zarflama analizi, homojen olduğu kabul edilen üretim faktörlerinin kendi aralarında karşılaştırılması sonucunda elde edilen en iyi gözlem değerini etkinlik sınırı kabul ederek elde edilen diğer gözlemleri bu en iyi gözleme göre değerlendirmektir (Seyrek ve Ata, 2010: 70).

Veri zarflama analizi, farklı birimlere ait birden çok girdi ve çıktının olduğu ve bu girdi ve çıktıların ortak bir ölçütte değerlendirilemediği durumlarda göreceli toplam faktör etkinliğini ölçebilme olanağı sunan, üretim ekonomisine uyumlu ve parametrik olmayan bir yöntemdir (Güran ve Cingi, 2002: 64).

Veri zarflama analizi birden fazla girdi ve çıktıyı nicel bir etkinlik kıstasına dönüştürebilen matematiksel programlama tabanlı bir analiz türüdür. Analizin en temel özelliği benzer özelliklere sahip karar unsurlarının üretim aşamasındaki etkinliklerinin değerlendirilmesidir. Analize konu olan karar birimlerinin benzer amaçlara yönelik aynı işlevi görmesi, aynı piyasa şartlarında faaliyet göstermesi ve grup içerisindeki tüm unsurların verimliliklerini açıklayan faktörlerin, yoğunluk durumları ve büyüklük miktarlarındaki farklılıklar dışında birbirine çok yakın olması beklenir (Karsak ve İşcan, 2000: 3).

Veri zarflama analizi matematiksel programlama teorisini temel alan karar verme unsurlarının göreceli verimliliği hakkında tahmin yürütebilmek için oluşturulmuş parametrik olmayan bir analiz yöntemidir (Kutlar ve Kartal, 2004: 53). Bunun yanında veri zarflama analizindeki temel beklenti, bütün karar verme unsurlarının aynı stratejik hedefleri benimsemesi ve aynı türden girdi kullanılarak aynı türden çıktı elde edilmesidir (Golany & Roll, 1989: 237).

3.2. Veri Zarflama Analizi İle İlgili Temel Kavramlar

Veri zarflama analizine özgü olarak kullanılan bazı terimler bulunmaktadır. Bunlar; karar verme birimi, teknik etkinlik, etkinlik sınırı, referans kümesi, ölçeğe göre sabit getiri, ölçeğe göre değişken getiri, etkinlik değeri ve etkin birim gibi terimlerdir. Bu terimler sırası ile aşağıda açıklanmıştır:

Karar Verme Birimi: Aynı türden olan girdilerin kullanılarak benzer türde çıktıların elde edilmesinden sorumlu organizasyonlara karar verme birimi adı verilmektedir (Yağcı, 2012: 51).

Teknik Etkinlik: Sisteme dair bileşimlerin en doğru biçimde kullanılarak optimum seviyede en fazla çıktının elde edilmesi olayına teknik etkinlik adı verilmektedir (Özden, 2008: 168).

Etkinlik Sınırı: En başarılı performansı gösteren girdi-çıkıtı kümesine sahip karar verme birimlerinin oluşturduğu sınırdır. Etkinlik sınırını oluşturan karar verme birimleri % 100 etkinlik oranına ulaşabilirken etkin olamayan karar verme birimleri ise % 100'ün altında kalmaktadırlar (Budak, 2011: 96).

Referans Kümesi: Uygulanan etkinlik analizinin sonucunda etkinlik sınırının altında kalan karar verme birimlerinin etkin hale geçebilmesi için örnek almaları gereken etkinlik sınırına ulaşmış karar verme birimlerinin oluşturmuş olduğu kümeye referans kümesi adı verilmektedir (Budak, 2011: 97).

Ölçeğe Göre Sabit Getiri: Üretim aşamasında kullanılmış olan tüm üretim faktörleri hep birlikte ve aynı seviyede değiştiğinde üretim miktarındaki artış oranı da aynı seviyede olursa bu üretim fonksiyonun “ölçeğe göre sabit getiri” sağladığı söylenebilmektedir (Arıcan vd., 2011: 12).

Ölçeğe Göre Değişken Getiri: Üretim aşamasında kullanılmış olan tüm üretim faktörleri hep birlikte ve aynı seviyede değiştiğinde üretim miktarındaki artış oranı daha fazla olursa bu üretim fonksiyonun “ölçeğe göre değişken getiri” sağladığı söylenebilmektedir (Arıcan vd., 2011: 12).

Etkinlik Değeri: Veri zarflama analizinde yer alan her bir karar verme birimi için bir etkinlik oranı belirlenir. Bu oran 0 ile 1 arasında değer alır. Yöntemde % 100’ün karşılığı 1 olarak ifade edilir. 1’den düşük olan değerler etkin olarak kabul edilmemektedir (Kaya ve Doğan, 2005: 4).

Etkin Birim: Veri zarflama analizinde karar verme birimleri içerisinde etkinlik oranı % 100 olan birimlere etkin birim denir (Behdioğlu ve Özcan, 2009: 304).

3.3. Veri Zarflama Analizinin Tarihsel Gelişimi

Parametrik olmayan ölçüm yöntemlerinden biri olan veri zarflama analizi ilk defa, 1957 yılında Farrell’in yapmış olduğu çalışmadan esinlenerek Cooper, Charnes ve Rhodes tarafından 1978 yılında yazılan makalenin bir dergide yayınlaması ve ardından bugün CCR adıyla anılan modelin kullanılması ile başlamıştır. İlgili çalışmada Cooper ve arkadaşları “ölçeğe göre sabit getiri” varsayımını temel almışlardır. Daha sonra Banker, Cooper ve Charnes yapmış oldukları çalışmalarda “ölçeğe göre değişken getiri” varsayımını temel almışlardır. Bu model de literatüre BCC modeli olarak geçmiştir. BCC ve CCR modellerinin her birinde hem girdi için hem de çıktı için iki farklı uygulama şekli bulunmaktadır. Uygulama şeklinin birden fazla olmasından dolayı veri zarflama analizi ile yapılan araştırmaların sonuçlarının daha iyi bir şekilde değerlendirilebildiği görülmektedir (Yeşilyurt ve Alan, 2003: 94).

Etkinlik analizindeki engelleri ortadan kaldırmak için geliştirilmiş bir yöntem olan veri zarflama analizi ilk zamanlarda kâr amacı olmayan kuruluşların kendi aralarında karşılaştırmalı olarak etkinliklerinin ölçülmesinde kullanılmıştır. Daha sonraki dönemlerde ise kâr amacı ile çalışan üretim sektörlerinde kullanılmaya başlanmıştır (Yolalan, 1993: 27). Bununla birlikte günümüzde alan yazına bakıldığında veri zarflama analizinin bankalar, oteller, sigorta şirketleri, hastaneler, imalathaneler gibi birçok yerde kullanıldığı görülmektedir. Analizin uygulama aşamasında ise ilgili kuruluşlar faaliyette

bulundukları sektör içerisindeki diğer kuruluşlarla karşılaştırılarak göreceli verimlilikleri tespit edilmeye çalışılmaktadır (Tetik, 2003: 222).

Veri zarflama analizinde ilk kullanılan ve “ölçeğe göre sabit getiri” varsayımına dayanan CCR modeli ilk olarak kamu sektöründe verimlilik ölçümü amacı ile kullanılmıştır. Daha sonraları ise birbirinden farklı alanlarda kullanılmaya başlanmıştır. Veri zarflama analizinde kullanılan bir diğer yöntem olan ve “ölçeğe göre değişken getiri” varsayımına dayanan BCC modeli de ilk olarak 1984 yılında kullanıldıktan sonra birçok farklı sektörde uygulanmaya başlanmıştır (Coelli vd., 2005: 162).

CCR ve BCC modellerinin geliştirilmesi ile veri zarflama analizinin kullanımı her geçen gün artmıştır. Veri zarflama analizinin kullanılmaya başlanmasından bu yana yapılan çalışmalar şu şekilde sınıflandırılabilir (Yolalan, 1993: 67-68):

- Analiz tekniğine dair genel bir çatının oluşturulması ile ilgili çalışmalar,
- Ölçek verimliliğinin ölçülmesinin geliştirilmesi ile ilgili çalışmalar,
- Azalan oranlar ifadesinin ölçülmesi ile ilgili çalışmalar,
- Pareto etkinliğinin ölçümü ile ilgili yapılan çalışmalar,
- Kontrol edilen ve edilemeyen çıktı ve girdiler ile ilgili yapılan çalışmalar,
- Stokastik(raslantısal) bir yapı oluşturma çalışmaları,
- Veri zarflama analizinin parametrelili yöntemlerle karşılaştırıldığı çalışmalar,
- Firmaların süreç içerisindeki göreceli etkinliklerinin hesaplanması ile ilgili çalışmalar,
- Çarpımsal veri zarflama analizi modellerinin uygulandığı çalışmalar,
- Girdilerin ve çıktıların ayrı ayrı veya toplam ağırlıklarının sınırlandırıldığı çalışmalar,
- Normal şartlarda veri zarflama analizi ile ölçülemeyen karar verme birimlerinin ölçülebilmesi ilgili yapılmış çalışmalardır.

Günümüzde birçok alanda kullanılan veri zarflama analizi çok eski bir geçmişe sahip olmamasına rağmen kullanım alanı her geçen gün artan bir analiz tekniği halini almıştır. Bunun yanında somut problemlerin çözümünde de kullanılan veri zarflama analizi,

algoritma, oyun teorisi, tamsayılı ve doğrusal olmayan programlama, lineer programlama ve çok değişkene sahip karar verme yöntemleri gibi birçok yöntemle birlikte kullanılmaktadır (Reisman, 2004: 115). Bununla birlikte veri zarflama analizi tekniği, finans, spor eğitim, sağlık, turizm, tarım, pazarlama, taşımacılık, reklam ve havaalanları gibi birçok alanda kullanılmaktadır. Ayrıca bilişim teknolojisindeki gelişmelerle birlikte veri zarflama analizindeki modellerin çözümü için birden fazla yazılım programı (IDEAS, EMS, DEA-Frontier, DEAP) geliştirilmiştir. Yazılım alanındaki bu gelişmelerin sonucunda veri zarflama analizinin uygulanması daha kolay bir hale gelmiştir. (Lorcu, 2008: 57-58).

3.4. Veri Zarflama Analizinin Matematiksel Yöntemle Gösterilmesi

Veri zarflama analizinde bir adet karar verme biriminin girdileri ve çıktıları bilindiğinde, karar verme biriminin gerçek girdisi, girdilerin toplam ağırlığı olarak kabul edilir. Veri zarflama analizinin temelinde yer alan mantıksal ifade kesirli doğrusal programlama modeli yardımı ile matematiksel olarak şu şekilde ifade edilebilir (Güler, 2014: 43):

Amaçlanan Fonksiyon

$$\text{Maksimum } e_k = \frac{\sum_{r=1}^s u_{rk} y_{rk}}{\sum_{i=1}^m v_{ik} x_{ik}}$$

Sınırlandırılmış Koşullar

$$0 \leq \frac{\sum_{r=1}^s u_{rk} y_{rk}}{\sum_{i=1}^m v_{ik} x_{ij}} \leq 1;$$

$$u_{rk} \geq 0$$

$$v_{ik} \geq 0$$

Yukarıdaki modele göre;

e_k : (k)'ya ait karar verme biriminin etkinlik durumu

u_{rk} : (k)'ya ait karar verme biriminden (r)' ye ait çıktıya verilen ağırlık oranı

v_{ik} : (m)'ye ait karar verme biriminden girdiye verilen ağırlık oranı

y_{rk} : (k) karar verme birimi aracılığı ile üretilmiş olan (r) tane çıktı

x_{ik} : (k)'ya ait karar verme birimi aracılığı ile üretilmiş olan (i) adet girdi
 y_{rj} : (J)' ye ait karar verme birimi aracılığı ile üretilmiş olan (r) tane çıktı
 x_{ij} : (J)' ye ait karar verme birimi aracılığı ile üretilmiş olan (i) adet girdi

Yukarıda ifade edilen matematiksel fonksiyonun amacı, ilgili karar biriminin “0” olan etkinliğini en çok arttıracak “u” ve “v” değerlerine ait ağırlıkların bulunmasıdır. Sınırlandırılmış şartlara bakıldığında ise her bir karar verme biriminin ağırlıklı olarak çıktı/girdi oranının 1’i geçmeyecek şekilde sınırlandırıldığı görülmektedir. Bu durum etkinlik oranın 0 ile 1 arasında değer aldığını göstermektedir (Kocakoç, 2003: 3).

3.5. Veri Zarflama Analizinde Kullanılan Modeller

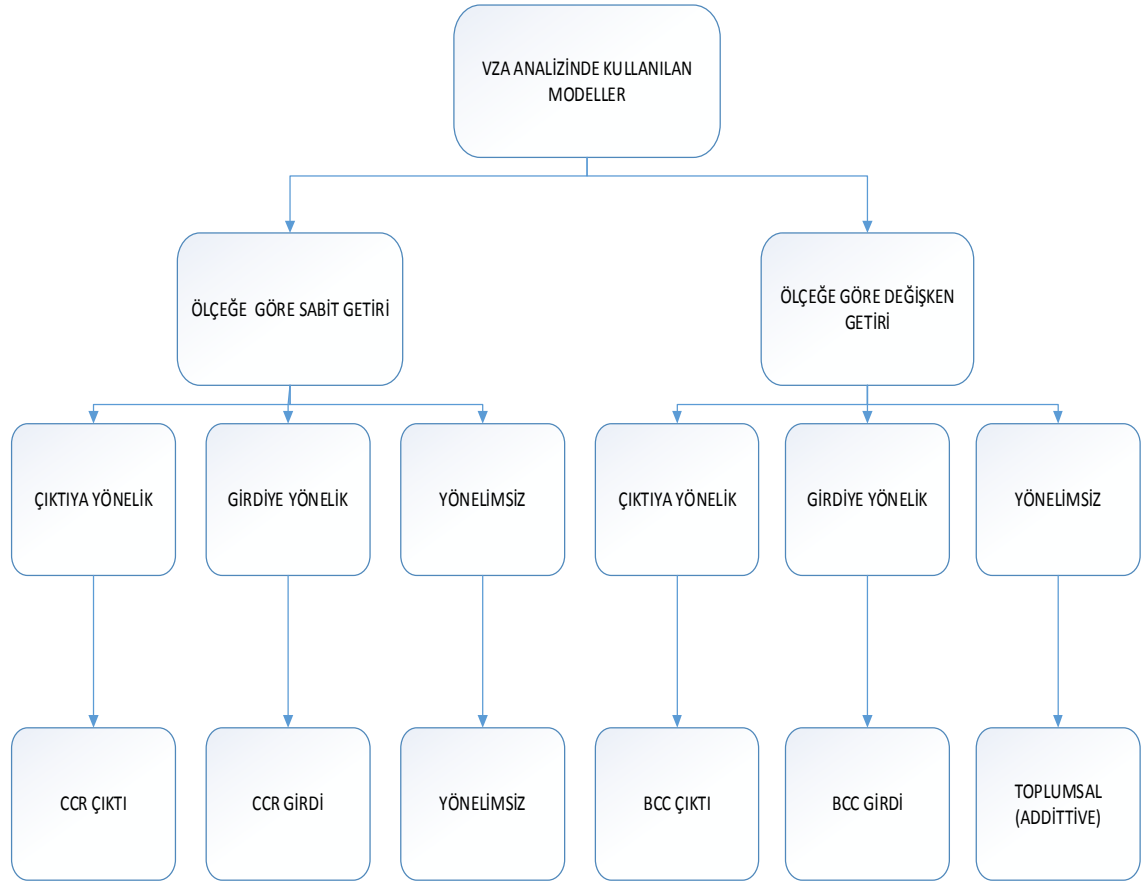
Veri zarflama analizinde kullanılan modeller, birbirinden farklı kriterlerin temel alınması ile kendi içerisinde farklı şekillerde sınıflandırılabilmektedir. İlk ortaya çıktığı dönemlerde “ölçeğe göre sabit getiri” varsayımını temel alarak, girdilere ve çıktılara yönelik olarak kesirli ve ağırlıklı zarflama modellerini kapsayan CCR modelleri kullanılmıştır. Daha sonra “ölçeğe göre değişken getiri” varsayımını temel alan BCC modelleri kullanılmaya başlanmıştır. Bununla birlikte veri zarflama analizi tekniğinin geliştirilmesi ile günümüzde birçok farklı model ve farklı sınıflandırma şekilleri ile karşılaşılabilmektedir (Lovell ve Pastor, 1997: 291). Tablo 2’de söz konusu modeller görülmektedir.

Tablo 2. Veri Zarflama Analizi Modelleri

Uygulanan Model	Kabul Edilen Varsayım	Yönelim Durumu
CCR	Ölçeğe Göre Sabit Getiri	Girdi ve Çıktı yönlü
BCC	Ölçeğe göre Değişken Getiri	Girdi ve Çıktı yönlü
Toplamsal Model (Additive)	Ölçeğe Göre Sabit Getiri ya da Ölçeğe göre Değişken Getiri	Hiçbiri

Kaynak: A.Y. Lewin, L.M Seiford Extending The Frontiers of DEA, Annals of operations Research, Vol: 73, issue: 1,1997, s.2

Charnes ve diğerleri tarafından ölçek türlerinin temel alınması ile oluşturulmuş olan sınıflandırma Şekil 1’de gösterilmektedir.



Şekil 1. Veri Zarflama Analizinde Kullanılan Modellerin Gösterimi¹

Organizasyonlarda hangi modelin kullanılması gerektiği sorusunun cevabına bakıldığında, firmaların içinde bulundukları sektörün genel yapısı ile birlikte firmanın mevcut durumunun göz önünde bulundurularak karar verilmesi gerektiği görülmektedir. Karar alma sürecini birincil derece de etkileyen faktörün genel olarak girdi kullanımı olması, veri zarflama analizini kullanan araştırmacıların yapmış oldukları çalışmaların birçoğunda girdiye yönelik olan modelleri kullanmalarına neden olmuştur. Bununla

¹ A. Charnes, W.W Cooper, A. Y. Lewin, L. M. Seiford, (2000) Data Envelopment Analysis, Theory, Methodology and Applications. Massachusetts: Kluwer Academic Publishers, s 66’den aktaran F. Lorcü (2008). Veri Zarflama Analizi ile Türkiye ve Avrupa Birliği Ülkelerinin Sağlık Alanındaki Etkinliklerinin Değerlendirilmesi. (Yayınlanmamış Doktora Tezi). İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi, s. 69.

birlikte bazı sektörlerde işletmeler faaliyet süreçlerinde sabit üretim birimleri kullandıkları için, bu tip işletmeler en az girdi ile mümkün olan en fazla çıktıyı üretmeye çalışmaktadırlar. Bundan dolayı çıktıya yönelik modelleri kullanmaları gerekmektedir. Ancak, işletme yöneticilerinin üretim faktörleri üzerindeki tecrübeleri ve güvenilir bilgi kaynaklarının ölçüm yönteminin seçiminde önemli bir rol oynaması çıktıya yönelik modellerin ikinci planda kalmasına neden olmuştur (Coelli vd., 2005: 163).

CCR modeli ile karar verme birimlerinin toplam etkinlik sonuçlarına dair bilgiler elde edilebilirken, BCC modeli ile karar verme birimlerinin teknik etkinliğine ulaşılabilmektedir. Bununla birlikte hem zarflama modellerinde hem de ağırlıklı modellerde etkinlik ölçüleri ve etkin olmayan karar verme birimleri gösterilirken, zarflama modelinde etkinlik sınırına ulaşmak için gerekli olan hedef girdi ve çıktı seviyeleri gösterilmektedir. Ağırlıklı modelde ise etkinlik ölçümünün güçlü yanları ile ilgili bilgilere ulaşılabilmektedir (Lorcu, 2008: 70).

Veri zarflama analizi ilk kullanıldığı dönemlerde ölçeğe göre sabit getiri varsayımına dayalı bir şekilde geliştirilmiştir. Ölçeğe göre sabit getiri varsayımına göre, girdi miktarındaki artış oranı ile çıktı miktarındaki artış oranı aynı olmaktadır. CCR modeli aracılığı ile elde edilen toplam etkinlik sonuçları, hem ölçek etkinliğini hem de teknik etkinliği kapsamaktadır. Takip eden yıllarda ise ölçek etkinliğinin ve teknik etkinliğin birbirinden ayrı olarak ölçülebilmesine olanak sağlayan, konvekslik kısıtının kullanılabildiği ve ölçeğe göre değişken getiri varsayımına dayanan BCC modeli geliştirilmiştir. BCC modeli aracılığı ile karar birimlerinin etkin sınır üzerinde yer alıp almadığını diğer bir ifade ile karar birimlerinin teknik etkinliğe ulaşp ulaşmadığını tespit etmekle kalmayıp ölçeğe göre getirinin yönünü de göstermektedir. Bunun yanında üretim aşamasında girdi miktarı arttırıldığı zaman, çıktı miktarındaki artış oranı girdi miktarındaki artış oranından fazla ise “ölçeğe göre artan getiri”, çıktı miktarındaki artış oranı girdi miktarındaki artış oranından az ise “ölçeğe göre azalan getiri” durumu söz konusudur. Diğer bir ifade ile şayet karar verme birimleri teknik etkinliklerini korumak kaydı ile ölçeklerini büyüttüklerinde verimlilikleri artıyor ise bu durumda ölçeğe artan getiri, teknik etkinliklerini korumak kaydı ile ölçeklerini küçülttüklerinde verimlilikleri

artıyor ise bu durumda ölçeğe azalan getiriden söz etmek mümkündür (Kazançoğlu, 2008: 141).

3.5.1. CCR (Charnes, Cooper, Rhodes) modelleri

1978 yılında ilk defa Charnes, Cooper ve Rhodes'un bir araya gelerek oluşturmuş olduğu CCR modeli ölçeğe göre sabit getiri varsayımına dayanmaktadır. Model adını modeli oluşturan kişilerin baş harflerinden (CCR) almaktadır (Lorcu, 2008: 71).

CCR modeli, firmaların optimum seviyede faaliyet gösterdikleri zamanlarda etkinlik ölçümü için kullanımı uygun olan bir modelidir (Tone, 2001: 32). Bununla birlikte CCR modeli karar verme unsurlarının etkinliklerini hem ayrı ayrı hem toplu bir şekilde ölçeğe göre sabit getiri varsayımına dayanarak değerlendirip ölçmektedir (Weng vd., 2009: 41).

CCR modeli aracılığı ile karar verme birimlerinin toplam etkinlikleri ölçülebilmekte ve karar verme birimlerinin CCR modelinde etkin olabilmesi için hem ölçek açısından hem de teknik açıdan etkin olması gerekmektedir. Ayrıca CCR modelleri hem girdi hem de çıktı odaklı olarak incelenebilmekte ve modeller kendi içerisinde kesirli, değer tabanlı ve zarflama modeli olmak üzere üçe ayrılmaktadır (Lorcu, 2008: 71).

3.5.1.1. Girdiye yönelik CCR modeli

Girdiye yönelik CCR modellerinde bir çıktı kümesinin maksimum etkinlikte elde edilebilmesi için gerekli olan girdi kümesinin hangi şekillerde elde edilebileceği araştırılmaktadır. Başka bir ifade ile girdiye yönelik veri zarflama analizi modelinde belirli bir çıktı düzeyine ulaşıldıktan sonra girdi düzeyini azaltmak amaçlanmaktadır. Ayrıca girdiye yönelik veri zarflama analizi modeli, çıktı miktarında bir değişiklik yapmadan, etkin olarak aynı çıktı seviyesini elde edebilmek için girdilerin hangi oranda azaltılması gerektiğini gösteren girdiye yönelik bir modeldir (Matthews ve Ismail, 2006: 7). Girdiye yönelik CCR modelinin matematiksel gösterimi şu şekildedir (Chen ve Ali, 2002: 477):

$$E_0 = \max \left(\sum_{r=1}^s u_r y_{r0} / \sum_{i=1}^m v_i x_{i0} \right)$$

Kısıtlar,

$$E_0 = \max \sum_{r=1}^s u_r y_{rj} / \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \leq 1$$

$$u_r \geq \epsilon \quad r = 1, \dots, p$$

$$v_i \geq \epsilon \quad i = 1, \dots, m$$

Modelde;

u_r : “k” karar biriminin “r” adet çıktıya vermiş olduğu ağırlık oranı,

v_i : “k” karar biriminin “i” adet girdiye vermiş olduğu ağırlık oranı,

Y_{rk} : “k” karar birimi aracılığı ile üretilen “r” adet çıktı,

X_{ik} : “k” karar birimi tarafından kullanılan “i” adet girdi,

Y_{rj} : “j” karar birimi aracılığı ile üretilen “r” adet çıktı,

X_{ij} : “j” karar birimi tarafından kullanılan “i” adet girdi

ϵ : Yeteri kadar küçük pozitif bir sayı

Girdiye yönelik Ağırlıklı CCR Modeli: Yapılan hesaplamaların daha kolay gerçekleşmesi için girdiye yönelik oransal CCR modelinin doğrusal programlamaya dönüşmüş şeklidir. Modelin matematiksel ifade ile gösterimi şu şekildedir (Coelli vd., 2005: 163):

$$Q_k = \max \left(\sum_{r=1}^p u_r Y_{rk} \right)$$

Kısıtlar,

$$\sum_{i=1}^m v_i X_{ik} = 1$$

$$\sum_{i=1}^p u_r Y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i X_{ij} \leq 0 \quad j = 1, \dots, n$$

$$u_r \geq \epsilon \quad r = 1, \dots, p$$

$$v_i \geq \epsilon \quad i = 1, \dots, m$$

Diğer girdiye yönelik CCR modellerinde olduğu gibi bu modelde de yapılan işlemler sonucunda elde edilen göreceli etkinlik ölçümlerinin değerinin 1’e eşit olması halinde analize katılan karar verme biriminin etkin olduğu, 1’den küçük olması durumunda ise

karar verme birimlerinin etkin olmadığı kabul edilir. Etkin olmayan karar verme birimleri, referans kümesinde bulunan etkin karar verme birimlerine benzetilerek etkin hale getirilebilirler. Ağırlıklı modelde referans kümelerinin oluşturulması oldukça zor olduğundan dolayı zarflama modelinin geliştirilmesine karar verilmiştir (Kazançoğlu, 2008: 144).

Girdiye Yönelik Zarflama CCR modeli: Doğrusal programlama modeli ile ilgili iki tür problem bulunmaktadır. Bu problemlerden birine primal adı verilirken bir diğerine dual adı verilmiştir. Primal ve dual problemlerin optimum çözüm kümeleri aynı olmaktadır. Doğrusal programlama modelinde dual modelin kullanılması daha az hesaplama gerektirdiğinden dolayı daha çok tercih edilmektedir (Öztürk, 2002: 128). Bununla birlikte veri zarflama analizinde dual model kullanımı ile etkin olmayan karar verme birimlerinin etkin hale getirilmesi için nasıl bir yol izlenmesi gerektiği hakkında bilgi verilmektedir. Girdiye yönelik zarflama CCR modelinin matematiksel gösterimi şu şekildedir (Banker v.d, 2004: 349):

$$E_0 = \min \theta - \varepsilon \left(\sum_{i=1}^m S_i^- + \sum_{r=1}^s S_r^+ \right)$$

Kısıtlar,

$$\sum_{j=1}^n X_{ij} \tau_j - \theta X_{i0} + S_i^- = 0 \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$$\sum_{j=1}^n Y_{rj} \tau_j - y_{r0} - S_r^+ = 0 \quad r = 1, 2, \dots, s$$

$$\tau_j, S_i^-, S_i^+ \geq 0 \quad r = 1, 2, \dots, s \quad i = 1, 2, \dots, m \quad j = 1, 2, \dots, n$$

Modelde,

θ : Göreceli etkinliği ölçülmüş olan karar verme birimlerine ait girdilerin hangi oranda azaltılabileceğini gösteren daraltma katsayısı,

τ_j : Girdi odaklı modellerde j'ye ait karar biriminin almış olduğu yoğunluk değeri,

S_i^- : Karar verme biriminin “i” girdisine ait atıl (aylak) değer,

S_i^+ : Karar verme biriminin “r” çıktısına ait atıl (aylak) değer,

CCR Etkinliği: Primal modelde yer alan $\sum_{r=1}^s u_r y_{ro}$ amaç fonksiyonun değeri 1’e eşit olduğunda karar verme birimin etkin olduğu, bunun dışında kalan durumlarda ise karar verme biriminin etkin olmadığı anlamına gelmektedir. Dual model ise $\theta = 1$ ile $S_i^- = 0$, $S_i^+ = 0$ olduğu durumlarda karar verme birimi etkin olduğu bunun dışında kalan durumlarda ise karar verme biriminin etkin olmadığı kabul edilmektedir (Yun vd., 2004: 89).

3.5.1.2. Çıktıya yönelik CCR modeli

Girdi miktarını değiştirmeden, var olan girdiler ile karar verme birimini etkin hale getirmek için analiz sonucunda elde edilen çıktıların hangi oranda arttırılması gerektiğini gösteren çıktıya yönelik bir modeldir (Matthews ve Ismail, 2006: 7). Çıktı odaklı VZA modellerinin girdi odaklı VZA modellerinden farkı, ağırlıklandırılmış olan girdi miktarı/ağırlıklandırılmış olan çıktı miktarının en aza indirilmesidir (Yolalan, 1993: 43). Çıktıya yönelik CCR modelinin matematiksel gösterimi şu şekildedir (Oruç, 2008: 27):

$$E_0 = \min \left(\sum_{i=1}^m V_i X_{io} / \sum_{r=1}^s u_r y_{ro} \right)$$

Kısıtlar,

$$\sum_{i=1}^m V_i X_{ij} / \sum_{r=1}^s u_r y_{rj} \geq 1, \quad j = 1, 2, \dots, n$$

$$V_i, u_r \geq \varepsilon \quad r = 1, 2, \dots, s \quad i = 1, 2, \dots, m$$

Yukarıda ifade edilen kesirsel programlama modelinin doğrusal programlama modeline dönüştürülmesi ile çıktıya yönelik ağırlıklı CCR modeli oluşmaktadır. Çıktıya yönelik ağırlıklı CCR modelinin matematiksel gösterimi şu şekildedir (Cooper vd., 2006: 61):

$$Q = \min \left(\sum_{i=1}^m v_i X_{ik} \right)$$

Kısıtlar:

$$\sum_{r=1}^p u_r Y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i X_{ij} \leq 0 \quad j = 1, \dots, n$$

$$\sum_{r=1}^p u_r Y_{rk} = 1$$

$$V_i, u_r \geq \varepsilon \quad r = 1, 2, \dots, p \quad i = 1, 2, \dots, m$$

Yukarıda ifade edilen doğrusal programlama modelinin çıktı odaklı dual CCR modeli şeklindeki matematiksel gösterimi aşağıda verilmiştir. (Yolalan, 1993: 46):

$$Q_k = \max(\theta + \varepsilon \sum_{i=1}^m S_i^- + \varepsilon \sum_{r=1}^s S_r^+)$$

Kısıtlar,

$$\sum_{j=1}^n X_{ij} \beta_j + S_i^- - X_{ik} = 0 \quad i = 1, \dots, m$$

$$\sum_{j=1}^n Y_{rj} \beta_j - S_i^- - \beta Y_k = 0 \quad r = 1, \dots, p \quad j = 1, \dots, n \quad i = 1, \dots, m$$

$$\beta_j \geq 0 \quad S_i^- \geq 0 \quad S_r^+ \geq 0$$

Modelde,

θ : Göreceli etkinliği ölçülmüş olan karar verme birimine ait çıktı miktarının ne kadar arttırması gerektiğini belirleyen genişleme katsayısı,

β_j : Çıktı odaklı modellerde j'ye ait karar biriminin almış olduğu yoğunluk değeri,

3.5.2. BCC (Banker, Charnes, Cooper) modelleri

1984 yılında ilk defa Banker, Charnes ve Cooper'ın bir araya gelerek oluşturmuş olduğu BCC modeli ölçeğe göre değişken getiri varsayımına dayanmaktadır. Model adını modeli oluşturan kişilerin baş harflerinden (BCC) almaktadır. BCC modelleri CCR modellerinden farklı olarak belirli bir ölçekte üretim yapan karar verme birimlerinin etkinliğini değişken getiri varsayımına dayanarak ölçmektedir (İşbilen Yücel, 2010: 71).

3.5.2.1 Girdiye yönelik BCC modeli

Girdi odaklı BCC modelleri, girdi odaklı CCR modellerinde olduğu gibi belirli bir çıktı kümesini en etkin bir şekilde elde edebilmek için kullanılması gereken en uygun girdi kümesinin ne şekilde oluşturulması gerektiğini gösteren modellerdir (Kazançoğlu, 2008: 151). Girdiye yönelik olan BBC modellerinin matematiksel gösterimi şu şekildedir (Yun vd., 2004: 91):

$$E_o = \max\left(\sum_{r=1}^s u_r y_{ro} - u_o / \sum_{i=1}^m V_i X_{io}\right)$$

Kısıtlar,

$$\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - u_o / \sum_{i=1}^m V_i X_{ij} \leq 1, \quad j = 1, 2, \dots, n$$

$$V_i, u_r \geq \varepsilon \quad r = 1, 2, \dots, s \quad i = 1, 2, \dots, m$$

Modelde,

u_o : Karar verme birimine ait serbest değişken,

Yukarıda kesirsel programlama modeli ile ifade edilen girdiye yönelik BCC modelinin doğrusal programlama modeli şeklindeki gösterimi aşağıda verilmiştir (Oruç, 2008: 30):

$$E_o = \max \sum_{r=1}^s u_r y_{ro} - u_o$$

Kısıtlar,

$$\sum_{i=1}^m V_i X_{io} = 1$$

$$\sum_r^s u_r y_{rj} - u_0 \leq \sum_{i=1}^m v_i X_{ij} \quad j = 1, 2, \dots, n$$

$$v_i, u_r \geq \varepsilon \quad r = 1, 2, \dots, s \quad i = 1, 2, \dots, m$$

Ağırlıklı CCR modellerinde olduğu gibi ağırlıklı BCC modellerinde de referans kümesinin oluşturulması uzun sürdüğünden dolayı ağırlıklı BCC modelinin duali oluşturularak zarflama modeli oluşturulmuştur. Girdi odaklı zarflama ya da diğer bir ifade ile dual BCC modelinin matematiksel gösterimi şu şekildedir (Banker vd., 2004: 346):

$$Q_k = \text{Min}(\theta - \varepsilon \sum_{i=1}^m S_i^- - \varepsilon \sum_{r=1}^p S_r^+)$$

Kısıtlar,

$$\sum_{j=1}^n X_{ij} \beta_j + S_i^- - \theta X_{ik} = 0 \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$$\sum_{j=1}^n X_{ij} \beta_j - S_i^+ - Y_{rk} = 0 \quad r = 1, 2, \dots, p$$

$$\sum_{j=1}^n \beta_j = 1 \quad \beta_j \geq 0 \quad S_i^- \geq 0 \quad S_i^+ \geq 0 \quad j = 1, 2, \dots, n \quad i = 1, 2, \dots, m \quad r = 1, 2, \dots, p$$

BCC Etkinliği: Primal modelde yer alan $\sum_{r=1}^s u_r y_{ro} - u_0$ amaç fonksiyonunun değeri 1'e eşit olduğunda karar verme biriminin etkin olduğu, bunun dışında kalan durumlarda ise karar verme biriminin etkin olmadığı anlamına gelmektedir. Dual model ise $\theta = 1$ ile $S_i^- = 0$, $S_i^+ = 0$ olduğu durumlarda karar verme biriminin etkin olduğu, bunun dışında kalan durumlarda ise karar verme biriminin etkin olmadığı şeklinde yorumlanmaktadır (Banker vd., 2004: 347).

3.5.2.2 Çıktıya yönelik BCC modeli

Çıktıya yönelik BCC modelinde, çıktıya yönelik CCR modelinde olduğu gibi belirli bir girdi kümesinin en verimli bir şekilde kullanılması ile en çok ne kadar çıktı miktarı üretilebileceği araştırılmaktadır (Cooper vd., 2006: 89). Çıktıya yönelik BCC modelinin matematiksel gösterimi aşağıda verilmiştir (Chen ve Ali, 2002: 477):

$$E_0 = \min \left(\sum_{i=1}^m V_i X_{io} - V_o / \sum_{r=1}^s u_r y_{ro} \right)$$

Kısıtlar,

$$\sum_{i=1}^m V_i X_{ij} - V_o / \sum_{r=1}^s u_r y_{rj} \geq 1, \quad j = 1, 2, \dots, n$$

$$v_i, u_r \geq \varepsilon \quad r = 1, 2, \dots, s \quad i = 1, 2, \dots, m$$

V_o : Karar verme birimine ait serbest değişken

Yukarıda kesirsel programlama modeli ile ifade edilen çıktıya yönelik BCC modelinin doğrusal programlama modeli şeklindeki gösterimi şu şekildedir (Cooper vd., 2006: 90):

$$E_0 = \min \sum_{i=1}^m V_i X_{io} - V_o$$

$$\sum_{r=1}^s u_r y_{ro} = 1$$

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

$$v_i, u_r \geq \varepsilon \quad r = 1, 2, \dots, s \quad i = 1, 2, \dots, m$$

Çıktıya yönelik ağırlıklı BBC modelinin duali oluşturularak çıktıya yönelik zarflama modeli oluşturulur. Çıktıya yönelik zarflama modelinin matematiksel gösterimi aşağıda verilmiştir (Gürgeç ve Norsworthy, 2001: 413) :

$$E_o = \text{Max}(\theta + \varepsilon \sum_{i=1}^m S_i^- + \varepsilon \sum_{r=1}^p S_r^+)$$

Kısıtlar,

$$\sum_{j=1}^n X_{ij} \beta_j + S_i^- - X_{ik} = 0 \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$$\sum_{j=1}^n y_{rj} \beta_j - \theta Y_{rk} - S_r^+ = 0 \quad r = 1, 2, \dots, p$$

$$\sum_{j=1}^n \beta_j = 1 \quad \beta_j \geq 0 \quad S_i^- \geq 0 \quad S_r^+ \geq 0 \quad j = 1, 2, \dots, n \quad i = 1, 2, \dots, m \quad r = 1, 2, \dots, p$$

3.5.3. Toplamsal (Additive) model

Veri zarflama analizde kullanılan modeller kendi içerisinde ölçeğe göre sabit ve değişken getiri olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Daha sonra ölçeğe göre sabit ve değişken getirili modeller de kendi içerisinde girdi ya da çıktı odaklı olmak üzere sınıflandırılmıştır. Girdi odaklı modeller, çıktı kümesini sabit tutmak koşulu ile girdi miktarında uygulanabilecek en fazla daralmayı amaçlamaktadır. Çıktı odaklı modeller ise var olan girdi miktarı ile en büyük çıktı kümesini elde etmeyi amaçlamaktadır. Toplamsal model, girdi ve çıktı odaklı olan modellerin tek bir model altında birleştirilerek ifade edilmesidir (Cooper vd., 2006: 151). Diğer bir ifade ile toplamsal modelde karar verme biriminin etkin bir hale getirilmesi için girdi miktarındaki mümkün olan en büyük azalma ile çıktı miktarındaki en büyük artışın aynı anda gerçekleşmesi gerekmektedir (Sowlati, 2001: 52).

Toplamsal model CCR ve BCC modellerinden farklı olarak etkinlik göstergesini ifade eden radyal uzaklık kavramını kullanmamakla birlikte bu kavramı girdi ya da çıktı odaklı olarak sınıflandırmamaktadır. Modelin bir başka özelliği yeteri kadar küçük pozitif bir sayı olarak ifade edilen " ε " değerinin kullanılmamasıdır. Bununla birlikte girdi ya da çıktı miktarına ait matematiksel ifadelerin negatif değer alabilmesi modelin bir diğer

özelliklerinden biridir. Modelin matematiksel gösterimi aşağıda verilmiştir (Sueyoshi, 1999: 566):

$$mak = \sum_{i=1}^k S_j^+ + \sum_{r=1}^m S_r^-$$

Kısıtlar

$$\sum_{j=1}^n X_{ij} \beta_j + S_i^+ = X_{ik} \quad i = 1, 2, \dots, k$$

$$\sum_{j=1}^n X_{ij} \beta_j + S_i^- = y_{rk}, \quad r = 1, 2, \dots, m$$

$$\sum_{j=1}^n \beta_j = 1 \quad \beta_j \geq 0 \quad S_i^- \geq 0 \quad S_i^+ \geq 0 \quad i = 1, 2, \dots, k \quad r = 1, 2, \dots, m \quad j = 1, 2, \dots, n$$

3.5.4. Aylak tabanlı(Slack Based) model

Toplamsal model dışındaki veri zarflama modellerinde karar verme birimlerinin etkinlik değeri 0'dan büyük ve 1'den küçük olmaktadır. Modelde kullanılan nicel değerler, lineer programlama modelleri yardımı ile çözülmektedir. Bu tür modellerde aylak değişkenlerin, genişletme ve daraltma katsayılarının kontrolünün yapılmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Her ne kadar bu eksiklik toplamsal model ile giderilmiş olsa da Pastor, Russell, Tongerson, Cooper gibi araştırmacılar, nicel ölçümleri geliştirerek bu alanda birden fazla çalışma yapıp bir dizi formül geliştirmişlerdir. Yapılan ölçümler sonucunda tespit edilen önemli özellikler aşağıda sıralanmaktadır (Tone, 2001: 499):

Birimlerin Değişmezliği: Ölçümler, veri setlerine bağlı olarak değişmez olmalıdırlar.

Monotonluk Durumu: Ölçümler, her bir aylak girdi ve çıktı için durağan bir şekilde azalmalıdır.

Dönüşümün Değişmezliği: Koordinat sistemi uygulamasında paralel dönüşüm işlemi altında ölçümler değişmemelidir.

Referans kümesine olan bağımlılık: Yapılan ölçümler, ilgili karar verme biriminin referans kümesi ile uyumlu olmalıdır.

Aylak tabanlı modelin matematiksel gösterimi şu şekildedir (Cooper vd., 2007: 100):

$$\theta = 1 - \left[\left(\frac{1}{m} \right) \sum_{i=1}^m S_i^- / X_{io} \right] / \left[1 \sum_{r=1}^s S_r^+ / y_{ro} \right] \quad x_o = X\beta + S^- + \left(\frac{1}{s} \right)$$

$$x_o = X\beta + S^- \quad y_o = Y\beta - S^+ \quad \beta, S^-, S^+ \geq 0$$

3.5.5. Süper aylak tabanlı(Super Slack Based) model

Veri zarflama analizinde incelenmiş olan birçok modelde karar verme birimlerinin etkinlik değeri 0'dan büyük ve 1'den küçük olmaktadır. Bununla birlikte etkin olarak ifade edilen karar verme birimlerinin etkinlik değerleri 1'e eşit olmaktadır. Bundan dolayı ilk geliştirilen veri zarflama analizi modellerinde sıralama imkânı bulunamamıştır. Daha sonra yapılan birçok farklı çalışmada etkin olan karar verme birimleri kendi içerisinde sıralanmıştır. Konu ile ilgili geliştirilmiş ilk modelin matematiksel gösterimi aşağıda verilmiştir (Jablonsky, 2014: 368):

$$\theta^* = \text{Min } \theta$$

Kısıtlar,

$$\theta X_p = \sum_{j=1}^s X_{ij} \beta_j + S_i^-$$

$$y_p = \sum_{j=1}^s \beta_j X_{ij} - S_i^+ \quad \beta, S^-, S^+ \geq 0$$

Formülde yer alan θ^* kavramı, “süper etkinlik değeri” olarak ifade edilmektedir.

3.6. Veri Zarflama Analizinin Güçlü ve Zayıf Yönleri

Birçok geleneksel etkinlik ölçüm yöntemi, sadece verimlik durumunu dikkate almakla birlikte girdiler ile çıktılar arasındaki ilişkinin açık bir şekilde ifade edilmesine ihtiyaç duymaktadır (Golany ve Roll, 1989: 237). Veri zarflama analizinde ise elde edilen çıktı miktarı, girdi miktarına nazaran daha önemli olmakla birlikte üretim fonksiyonunun yapısı

ile ilgili varsayımlara gerek duymaktadır(Kaynar vd., 2005: 38). Bu açıdan bakıldığında veri zarflama analizinin önce güçlü yönleri sıralanacaktır:

- Veri zarflama analizi, etkin olmayan bir karar verme biriminin etkin bir hale getirilmesi ve ilgili kümedeki etkin karar verme birimlerinin düzeyine çıkabilmesi için gerekli tek çözüm yolu değildir. Bunun yanında karar verme birimlerine göre iyileştirme seçenekleri sunmaktadır (Rouyendegh, 2009: 52).
- Veri zarflama analizi, girdi ve çıktı değerleri ile ilgili optimum ağırlık miktarını matematiksel işlemler sonucunda tespit etmektedir. Daha fazla tahmin yapmaya ihtiyaç duymamaktadır (Easton vd., 2002: 131).
- Veri zarflama analizi birden fazla girdi ve çıktıyı aynı süre içerisinde değerlendirmeye tabi tutarak etkinlik sınırına ulaşan karar verme birimlerini tespit edebilir (Nyhan ve Martin , 1999: 360).
- Veri zarflama analizi tekniği, birden fazla girdinin kullanılıp çok sayıda çıktının elde edildiği durumlarda kullanılan bir yöntemdir (Yılmaz vd., 2002: 176).
- Girdi ve çıktı miktarı ile ilgili varsayıma ihtiyaç duymamaktadır (Yılmaz vd., 2002: 176).
- Veri zarflama analizi, kendi içerisinde uyumlu ya da birbirlerine denk üreticiler veya işletmelerin karşılaştırılması için kullanılmaktadır (Yılmaz vd., 2002: 176).
- Analize konu olan girdi ve çıktıların aynı türden olması gerekmemektedir (Yılmaz vd., 2002: 176).
- Veri zarflama analizinde kullanılan girdi ve çıktılar arasında, fonksiyonel açıdan bir ilişkinin olup olmamasına gerek yoktur (Kazançoğlu, 2008: 134).
- Veri zarflama analizi, incelenen veriler açısından parametrik olmayan doğrusal bir sınır oluşturmak için lineer programlamayı kullanmaktadır (Arnade, 1994: 10).

Veri zarflama analizinin güçlü yönleri olduğu kadar bir takım zayıf yönleri de bulunmaktadır. Veri zarflama analizinin zayıf yönleri aşağıda sırlanmaktadır:

- Veri zarflama analizi istatistiksel bir tabana sahip olmadığından dolayı karar verici konumunda olan araştırmacının tercih etmiş olduğu modelin ne derece uygun olduğu konusunda kesin bir sonuç üretmemektedir (Smith, 1997: 239).

- Veri zarflama analizi tekniği, zarflama yöntemi ile analiz yapmanın mümkün olmadığı durumlarda uygulama açısından yetersiz kalmaktadır. Bu durumda da karar verme birimi yeterince anlamlı olmamaktadır (Yolalan, 1993: 87).
- Veri zarflama analizinde, analize katılmayan ve sonuca etkisi olabilecek nitel faktörlerin değeriendirme ve yorumlama sürecinde dikkate alınması gereklidir (Easton vd., 2002: 131).
- Veri zarflama analizi uygulandığı çevredeki karar verme birimleri içinden en uygun birimi seçen ve göreceli olarak etkinlik ölçümü yapan bir analiz yöntemidir. Yalnız analiz sonucunda elde edilen en iyi çıktı kesin olarak en iyi çıktı değildir (Easton vd., 2002: 131).
- İncelenen karar verme biriminin etkinlik durumu, en iyi etkinliğe sahip karar verme birimi ile arasındaki orana bağlanmakta ve bu durum verimsizlik diye yorumlanmaktadır. Bunula birlikte ölçüm hataları önemsenmemektedir (Oruç, 2008: 35).
- Veri zarflama analizinde karar verme birimleri için ayrı ayrı doğrusal programlama modelinin oluşturulması çok büyük boyutlu işlemler için gerekli olan modellerin kurulmasını zorlaştırmakta ve süreci uzatmaktadır (Kazancıoğlu, 2010: 79).
- Analizde kullanılan girdi ve çıktı miktarının çok küçük veya çok büyük olduğu durumlarda etkinlik sınırının tespit edilmesi problem oluşturmaktadır (Öztürk Y. E., 2009: 154).
- Veri zarflama analizinde kullanılan girdi ya da çıktıların genelde fiziksel açıdan değeriendirilmeye tabi tutulması teknik açıdan girdi ve çıktı verimliliğini kısıtlamaktadır (Rouyendegh, 2009: 53).
- Veri zarflama analizi, statik bir analiz olduğu için sadece bir döneme ait karar verme birimleri arasındaki etkinliği değeriendirmektedir (Kazancıoğlu, 2010: 79).

3.7. Veri Zarflama analizinin Uygulama Aşamaları

Veri zarflama analizinin uygulama aşamaları temelde üçe ayrılmaktadır (Golany ve Roll, 1989: 238):

- Analize dâhil olacak karar verme birimlerinin tespit edilmesi,
- Belirlenmiş olan karar verme birimlerinin göreceli etkinliklerinin değerlendirilebilmesi için en uygun girdi ve çıktı değişkenlerinin belirlenmesi,
- Veri zarflama analizine ait modellerin kullanılması ile birlikte elde edilen sonuçların değerlendirilmesi,

Yukarıda sıralanan aşamaların her biri kendi içerisinde birkaç adımdan oluşmaktadır.

3.7.1. Karar verme birimlerinin belirlenmesi

Veri zarflama analizi ile yapılan etkinlik ölçümünde ilk aşama, analizde değerlendirilmeye tabi tutulacak birimlerin belirlenmesidir. Değerlendirilmeye tabi tutulacak birimler, aynı türden olan diğer birimlerle karşılaştırılacak olan birimlerdir. Bu tür birimler genellikle benzer girdi kullanarak benzer çıktı üretmektedirler. Veri zarflama analizinde bu birimlere karar verme birimi (KVB) adı verilmektedir (Cooper vd., 2007: 22).

Veri zarflama analizi, birbirleri ile karşılaştırılabilir karar verme birimlerinin etkinliklerinin artırılması amacı ile kullanılan bir analiz tekniğidir. Bundan dolayı birimler arasındaki karşılaştırmanın anlamlı ve tutarlı olabilmesi için aynı amaca odaklanmış benzer hizmetler veren homojen karar verme birimlerinin karşılaştırılması gereklidir (Golany ve Roll, 1989: 239). Bununla birlikte karar verme birimlerinin homojen olması, benzer girdi ve çıktı kümelerine sahip olduğu anlamına gelmektedir (Kazançoğlu, 2008: 135).

Analize dâhil olacak karar verme birimlerinin kaç adet olacağının belirlenmesi analizin geçerliliği açısından oldukça önemli olmakla birlikte karar verme birimlerinin sayısal açıdan çok olması etkinlik sınırına ulaşacak karar verme biriminin fazla olacağı anlamına gelmektedir (Lorcu, 2008, s. 64).

Yapılan çalışmalara bakıldığında karar verme birimlerinin sayısı ile ilgili iki farklı görüş bulunmaktadır. Birinci görüş; karar verme birimlerinin sayısal olarak girdi ve çıktı

sayısının minimum iki katı olmasıdır (Dyson vd., 2001: 246). İkinci görüş ise; N tane karar verme birimi “ m ” adet girdiye ve “ s ” adet çıktıya sahip ise, $N \geq \max [m \times s, 3(m + s)]$ formülü geçerlidir (Cooper vd., 2001: 219). Bununla birlikte karar verme birimi sayısının çok olması homojenlik durumunun bozulup analiz ile ilgisi olmayan dışsal faktörlerin devreye girmesine neden olacaktır. Ayrıca karar verme birimlerinin genel yapısına uymayacak birimlerin ve süreçlerin elenmesi gereklidir. Ancak bu eleme işlemi ilgili uzmanların görüşleri alınarak yapılmalıdır (Lorcu, 2008: 64-65).

3.7.2. Girdi ve çıktıların belirlenmesi

Veri zarflama analizinin ikinci aşaması girdi ve çıktıların tespit edilmesidir. Veri zarflama analizi ile yapılan etkinlik ölçümünün doğru ve tutarlı sonuçlar verebilmesi için girdi ve çıktıların kendi içerisinde anlamlı olması gerekmektedir. Bununla birlikte etkinlik ölçümü yapmadan önce girdi ve çıktı seçimine dair uzman görüşü alınmalı ve ön matematiksel yöntemler aracılığı ile doğrudan analize etkisi olmayacak faktörler analize dâhil edilmemelidir (Kazançoğlu, 2008: 135).

Veri zarflama analizinde kullanılacak girdi ve çıktı sayısı mümkün olduğu kadar az olmalıdır. Ayrıca analizde kullanılacak girdiler arasında pozitif bir ilişki olması durumunda değişkenlerden biri analizin sonucunu etkilemeyecek şekilde analize dâhil edilmeyebilir (Rouyendegh, 2009: 50).

Veri zarflama analizinde kullanılan verilerde oluşabilecek ölçüm hatalarının engellenmesi için analize dâhil olan girdi ve çıktıların ilgili işletmenin üretim yapısını en uygun şekilde temsil ettiği belirlenmeye çalışılmalıdır. Değerlendirilen sistemi iyi bir şekilde temsil edemeyen girdi ve çıktı kümesinin kullanılması yapılan etkinlik ölçümünün tutarsız ve anlamsız olmasına neden olmaktadır (Yolalan, 1993: 65). Bununla birlikte analizde kullanılan verilerin eksik ya da yanlış olması yapılacak analiz sonucunda etkinlik ölçümünün yanlış hesaplanmasına neden olacaktır (Özata, 2004: 101).

3.7.3. Uygun modelin seçilmesi, uygulanması ve sonuçların analiz edilmesi

Analize dâhil olacak olan karar verme birimleri ile girdi-çıktı grupları belirlendikten sonra ilgili işletmenin üretim yapısına uygun olacak veri zarflama analizi modeli, analizi gerçekleştirecek olan uzman tarafında seçilir. Karar verme birilerinin her biri için doğrusal programlama modeli oluşturularak çözülür (Yolalan, 1993: 65).

Veri zarflama analizinde kullanılan modeller birbirinden farklı sonuçlar verebilmektedir. Bir kısmı girdi miktarını azaltmayı önerirken diğer bir kısmı çıktı miktarını azaltmayı önermektedir. Bu açıdan analize girecek girdi ve çıktıların yapısına uygun modelin seçilmesi analizin tutarlı olması için oldukça önemlidir (Golany ve Roll, 1989: 242).

Analiz sonucunda ortaya çıkan çözüm kümeleri aracılığı ile etkinlik sınırının altında kalan karar verme birimlerinin etkin bir hale gelmesi için ne gibi çalışmalar yapılması gerektiği tespit edilebilmektedir. Bunun yanında etkin olmayan karar verme birimlerinin örnek alacakları etkin karar verme birimlerinin göreceli etkinlikleri ile girdi ve çıktı kümelerinin almış olduğu ağırlıklar belirlenmektedir (Tarım, 2001: 120).

Veri zarflama analizi sonucunda oluşturulan çözüm kümesi ile etkin ve etkin olmayan karar verme birimleri belirlenmektedir. Bunun yanında etkin olmayan karar verme birimlerinin kullanmış olduğu atıl kaynak miktarı, kullanmış oldukları girdi miktarları ile üretmeleri gereken çıktı miktarları ve örnek almaları gereken referans kümesi belirlenip gereken değerlendirmeler yapılmaktadır (Ulucan, 2002: 188).

3.8. Veri Zarflama Analizinin Uygulama Alanları

Veri zarflama analizi ilk olarak kâr amacı taşımayan kuruluşlarda uygulanmaya başlanmış ardından araştırma-geliştirme çalışmalarında, uluslararası işletmelerin veya birden fazla şubesi olan işletmelerin göreceli etkinlik ölçümünde kullanılmıştır. (Karsak ve İşcan, 2000: 3). Bununla birlikte veri zarflama analizi üretim, finans ve hizmet gibi birçok sektörde bulunan işletmelerin kaynak kullanım durumu ve buna bağlı olarak işletme performansının değerlendirilmesi amacı ile yaygın bir şekilde kullanılmaktadır

(Ata ve Yakut, 2009: 90). Seiford, veri zarflama analizinin geliştirildiği 1978 yılından 1996 yılına kadar veri zarflama analizi tekniğinin kullanıldığı çalışmaları bir araya getirerek 800 makaleden oluşan bir literatür biyografisi ortaya koymuştur. Yapılan çalışmalarda yöntemin daha çok eğitim, sağlık ve bankacılık alanlarında kullanıldığı görülmüştür (Seiford, 1997: 393). Veri zarflama analizi günlük hayatta tıp, eğitim, bankacılık, üretim ve giyim sektörler ile askeri alanlarda kullanılmaktadır (Behdioğlu ve Özcan, 2009: 303).

Veri zarflama analizi dünya genelinde çok geniş bir kullanım alanına sahip iken ülkemizde genel anlamda bilgilerin kolayca elde edilebildiği bankacılık ve sağlık gibi alanlarda kullanılmaktadır. Bunun nedeni yöntemin karmaşık bir görünüme sahip olması, analiz için gerekli olan bilgilere ulaşmanın güç olması ve kamu alanında veri toplamanın güçlüğü ile performans ölçümü anlayışının oturmamış olmasıdır. Ancak son zamanlarda teknolojinin gelişmesi ile beraber yöntemin kullanımı yaygınlaşmıştır (Babacan ve Özcan, 2009: 178). Veri zarflama analizi ile ilgili farklı alanlarda yapılan birkaç çalışma aşağıda verilmiştir:

Abbott ve Doucouliagos parametresiz yöntemlerle Avusturya'daki üniversitelerin etkinliklerini kullanılan girdi ve çıktı miktarı ile ölçmeye çalışmışlardır. Analiz sonucunda Avusturalya'daki birçok üniversitenin etkin ve verimli olduğu tespit edilmiştir (Abbott ve Doucouliagos, 2003: 89). Aynı alanda Ulucan tarafından Türkiye'de bulunan 50 tane üniversitenin etkinlik analizi yapılmış ve analiz sonucunda birçok üniversitenin etkin olduğu kabul edilmiştir (Ulucan, 2011: 181).

Hwang ve Chang, veri zarflama analizi tekniğini kullanarak Tayvan'daki 45 tane otelin 1994-1998 yılları arasındaki etkinliğini ölçmüşlerdir. Analiz sonucunda elde edilen verilerin otel yöneticilerinin strateji geliştirmelerine yardımcı olabilecek yararlı bilgiler içerdiği belirtilmiştir (Hwang ve Chang, 2003: 357). Aynı şekilde Uyar ve Alış, Alanya'da faaliyet gösteren 37 tane konaklama işletmesinin 2013 yılındaki faaliyet etkinliğini ölçmek amacı ile veri zarflama analizi tekniğini kullanmışlardır (Uyar ve Alış, 2014: 136). Bunun yanında Cummins vd. İspanyadaki sigortacılık sektörünün etkinliğini ölçmek amacı ile veri zarflama analizi tekniğini kullanmışlardır (Cummins vd., 2004: 3113).

3.9. Havalimanlarında Veri Zarflama Analizi İle İlgili Yapılmış Çalışmalar

Dünya da ve ülkemizde teknolojinin gelişmesi ile beraber her geçen gün büyüyen havacılık sektörünün en önemli unsurlarında biri olan havalimanlarının etkin bir şekilde kullanılıp kullanılmadıkları sorusunun cevabını aramak için veri zarflama analizi tekniği kullanılarak yapılmış olan birçok çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalardan bazıları aşağıda verilmiştir:

Gillen ve Lall, Amerika’da bulunan 21 havaalanının ekonomik serbestleşme sonrasındaki etkinliğini ölçmek amacı ile girdi olarak; pist sayısı, kapı sayısı, terminal alanı, çalışan sayısı, otopark alanı ve bagaj toplama bant sayısını ele almış, çıktı olarak ise; toplam yolcu ve uçuş sayısı ile toplam yük miktarını baz almışlardır. Yapılan analiz sonucunda özelleştirilmiş olan havalimanlarının daha etkin bir hale geldikleri tespit edilmiştir (Gillen ve Lall, 1997: 261).

Sarkis, Amerika’da bulunan 44 havalimanının 1990-1994 yılları arasındaki etkinliğini ölçmek amacı ile girdi olarak; pist sayısı, kapı sayısı, çalışan sayısı ve operasyon maliyetlerini ele almış çıktı olarak ise; toplam yolcu ve uçuş sayısı, operasyon ve genel havacılık gelirleri ile toplam yük miktarını almıştır. Analiz sonucunda etkin olmayan havalimanlarının etkin hale getirilmesi için yapılması gerekli olan çalışmalar belirtilmiştir (Sarkis , 2000: 335).

Martin ve Roman, İspanya’da bulunan 37 tane havaalanının özelleştirme öncesindeki etkinliğini ölçmek amacı ile girdi olarak; çalışan sayısı, yatırılan sermaye miktarı ve cihaz sayısı çıktı olarak ise; toplam yolcu ve uçuş sayısı ile toplam yük miktarını almıştır. Analiz sonucunda bazı havalimanlarının etkin olmadıkları tespit edilmiş ve bu tip havalimanlarının etkin hale geçebilmeleri için bir takım öneriler sunulmuştur (Martin ve Roman, 2001: 149).

Adler ve Brechman, 26 tane havalimanının etkinliğini ölçmek amacı ile bir model geliştirerek havayolu işletmelerinin hub seçimini etkileyen faktörlerin havalimanı etkinliği ile olan ilişkisini incelemişlerdir. Analiz sonucunda Milan, Münih ve Cenova

gibi havalimanlarının etkin oldukları ancak Charles De Gaulle, Atina ve Manchester gibi büyük havalimanlarının etkin olmadıkları belirtilmiştir (Adler ve Brechman, 2001: 171).

Fernandes ve Pacheco, Brezilya'daki 35 tane havalimanının etkinliğini veri zarflama analizinin BCC modelini kullanarak ölçmeye çalışmışlardır. Girdi olarak; havalimanının büyüklüğü, check-in kontuar sayısı, bekleme salonun büyüklüğü, otopark alanın büyüklüğü, bagaj alanın büyüklüğü gibi faktörler ele alınmış, çıktı olarak ise; sadece toplam yolcu sayısı baz alınmıştır. Analiz sonucunda havalimanı terminal kapasitesinin daha verimli bir şekilde kullanılması gerektiği hakkında öneriler sunulmuştur (Fernandes ve Pacheco, 2002: 225).

Yoshida ve Fujimoto, Japonya'da bulunan 67 tane havalimanının etkinliğini veri zarflama analizi yöntemi ile ölçmüşlerdir. Analizde girdi olarak; pist sayısı, terminal alanı ve çalışan sayısı ele alınmış çıktı olarak ise; toplam yolcu ve uçuş sayısı ile toplam yük miktarı ele alınmıştır. Analiz sonucunda Japonya anakarasında bulunan havalimanlarının etkin olmadıkları tespit edilmiştir. Ayrıca bazı bölgesel havaalanlarına gereğinden fazla yatırım yapıldığı belirtilmiştir (Yoshida ve Fujimoto, 2004: 533).

Bazargan ve Vasigh, Amerika'da bulunan büyük, orta ve küçük olarak sınıflandırılmış 45 tane havalimanının 1996-2000 yılları arasındaki etkinliğini veri zarflama analizi tekniği aracılığı ile ölçmüşlerdir. Analizde girdi olarak; operasyonla ilgili olan ve olmayan harcamalar, kapı sayısı ile pist sayısı ele alınmış çıktı olarak ise; toplam yolcu sayısı, ticari ve ticari olmayan uçuş sayısı, havacılık ve havacılık dışı gelirler baz alınmıştır. Analiz sonucunda büyük olarak kabul edilen havalimanlarının etkin olduğu görülmüştür (Bazargan ve Vasigh, 2003: 187).

Yu, Tayvan'da bulunan 14 tane havalimanının 1994-2000 yılları arasındaki etkinliğini çıktıya yönelik veri zarflama analizi modeli ile ölçmüş ve havalimanlarının çevresel etkileri üzerinde durmuştur. Bu amaçla girdi olarak; pist uzunluğu, apron büyüklüğü, terminal alanı ve her havaalanından yapılan bağlantılı uçuş sayısı ele alınmış çıktı olarak ise toplam uçuş ve yolcu sayısı baz alınmıştır. Bununla birlikte iniş ve kalkış yapan uçakların yapmış olduğu gürültü miktarı da istenmeyen çıktı olarak ele alınmıştır. Analiz

sonucunda birkaç havalimanı dışında diğer havalimanlarının etkin olduğu belirtilmiştir (Yu, 2004: 295).

Türkiye'deki havalimanlarının operasyonel etkinliğini ölçmek amacı yapılmış olan birçok çalışma bulunmaktadır. Bunlardan bazıları aşağıda verilmiştir:

Peker ve Baki, Türkiye'de bulunan 37 tane havalimanının 2007 yılındaki etkinliğini ölçmek amacı ile girdi olarak; otopark kapasitesi, pist sayısı, havalimanı büyüklüğü ve çalışan sayısını ele almış, çıktı olarak ise; toplam yolcu sayısı ve toplam yük miktarını kullanmışlardır. Analiz sonucunda büyük havalimanlarından Atatürk, Antalya, Adana, Trabzon ve Kayserinin etkin olduğu küçük havalimanlarından ise Malatya ve Çardak havaalanlarının etkin olduğu belirtilmiştir (Peker ve Baki, 2009: 72).

Kıyıldı ve Karaşahin, Türkiye'de bulunan 32 havaalanının 1996-2002 yılları arasındaki operasyonel etkinliğini ölçmek amacı ile otopark araç kapasitesi, check-in kontuar sayısı, x-ray cihazı sayısı, pist uzunluğu, apron büyüklüğü ve uçak kapasitesi gibi unsurları girdi olarak kullanmış çıktı olarak ise; sadece toplam uçuş sayısını baz almışlardır. Analiz sonucunda kamu tarafından büyük miktarda yatırım yapılarak inşa edilen havalimanlarının büyük bir kısmının etkin olmadığı gözlemlenmiştir (Kıyıldı ve Karaşahin, 2006: 391).

Ömürbek vd., Türkiye'de bulunan 40 havalimanının yolcu sayısına göre büyük, orta ve küçük havalimanı olarak sınıflandırmış ve 2007-2010 yılları arasındaki performansını ölçmek amacı ile girdi olarak; otopark, yolcu ve uçak kapasitesi, bilgi işlem ve kurtarma cihaz sayısı ve personel sayısını kullanmış, çıktı olarak ise; toplam yolcu ve uçuş sayısı ile toplam yük miktarını ele almışlardır. Analiz sonucunda büyük havalimanlarından Dalaman havalimanı ile orta ve küçük büyüklükteki havalimanlarının birçoğunun etkin olmadığı gözlemlenmiştir (Ömürbek vd., 2013: 21).

Karkacier ve Yazgan, Türkiye'de bulunan 37 havalimanının 2008-2001 yılları arasındaki etkinliğini ölçmek amacı ile girdi olarak; çalışan sayısı, terminal alanı, pist ve apron sayısı ve işletme giderini kullanmış, çıktı olarak ise toplam yolcu ve uçuş sayısı, toplam yük miktarı ile işletme gelirlerini ele almıştır. Analiz sonucunda Atatürk, Antalya, Bodrum,

Adana gibi havalimanlarının etkin olduğu gözlemlenmiştir (Karkacier ve Yazgan, 2015: 15).

Koçak, Türkiye’de bulunan 40 havaalanının 2008 yılındaki etkinliğini ölçmüştür. Bu doğrultuda girdi olarak; çalışan sayısı, operasyon harcamaları, toplam yolcu ve uçuş sayısı kullanılmış çıktı olarak ise; pist başına düşen uçak sayısı, alan başına düşen yolcu sayısı, operasyon gelirleri ile toplam yük miktarı ele alınmıştır. Analiz sonucunda İstanbul ve Antalya gibi büyük havalimanlarının etkin oldukları gözlemlenmiştir (Koçak, 2011: 204)

4. Seçilmiş Havalimanlarının Veri Zarflama Analizi Yöntemi İle Etkinlik Ölçümünün Yapılması

Bu bölümde araştırmanın önemi, amaçları, sınırlılıkları ve yöntemi hakkında bilgi verilecektir. Bununla birlikte araştırmada kullanılacak olan veri zarflama analizi tekniğinin uygulama aşamalarından bahsedilecektir. Bununla birlikte 20 havalimanının etkinlik ölçümü veri zarflama analizi yardımı ile yapılacaktır. Analiz sonucunda ortaya çıkan bulgular değerlendirilip yorumlanacaktır.

4.1. Araştırmanın Önemi

Teknolojinin gelişmesine paralel olarak hızlı bir şekilde büyüyen hava taşımacılığı modu günümüzde en fazla tercih edilen taşıma modu haline gelmiştir. Bununla birlikte hava taşımacılığı sektöründeki işletme sayısı artmıştır. Bunun sonucunda hava taşımacılığı sektörünün en önemli paydaşlarından biri olan havalimanlarının kullanım oranı artmıştır. Havalimanlarının belirli bir aşamadan sonra mevcut talebi karşılayamaması ile beraber havalimanı yöneticileri tarafından havalimanlarının daha etkin ve verimli bir şekilde çalışması için bir takım araştırmalar yapılmıştır. Havalimanlarının etkinlik ve verimliliklerini ölçen yöntemler yardımı ile havalimanlarının mevcut durumu tespit edilerek gerekli olan iyileştirmelerin yapılabilmesi için hassas ve güvenilir performans ölçümlerinin kullanılması gerekmektedir. Bunun yanında havalimanı sektöründe rekabetin artması ile birlikte performans ölçümünün sürekli yapılması ve sonuçlarının değerlendirilmesi gerekmektedir.

Alan yazında havalimanlarının etkinlik ölçümü ile ilgili yapılmış olan çalışmalara bakıldığında bu çalışmaların sadece belirli bir ülkede bulunan havalimanları ile sınırlı kaldığı görülmüştür (Gillen ve Lall, 1997; Parker, 1999; Sarkis, 2000; Martin ve Roman, 2001; Fernandes ve Pacheco, 2002; Bazargan ve Vasigh, 2003; Oum vd., 2006; Barros ve Dieke, 2007; Peker ve Baki, 2009; Assaf, 2010; Koçak, 2011; Kargacier ve Yazgan, 2015). Bu açıdan bakıldığında yolcu sayısı bakımından dünyanın en büyük havalimanlarının etkinliğinin ölçüldüğü bu çalışmanın ilk olma özelliği taşıdığı söylenebilmektedir.

4.2. Araştırmanın Amacı

Bu çalışmanın temel amacı dünyada en fazla yolcu trafiğine sahip ilk 25 havalimanı içerisinde verilerine ulaşılan 20 havalimanının etkinlik ve verimlilik derecelerini tespit etmektir. Bununla birlikte araştırmanın alt amaçları şu şekilde sıralanabilir:

- Etkinlik ve verimlilik ölçümünde en çok kullanılan yöntem olan veri zarflama analizi yardımı ile ilgili havalimanlarının 2014 yılına ait verileri temel alınarak performans ölçümünün yapılması,
- İlgili havalimanlarının göreceli etkinliklerinin birbirleri ile karşılaştırılması,
- Analize dâhil olan havalimanlarının etkinlik seviyeleri temel alınarak kapasite durumlarının belirlenmesi,
- Analizde kullanılan girdi ve çıktılar temel alınarak etkin olmayan havalimanlarının etkin olabilmeleri için arttırmaları veya azaltmaları gereken kaynakların tespit edilmesi ve bunun sonucunda kaynak dağılımının daha dengeli bir şekilde yapılması,
- Veri zarflama analizi yardımı ile ilgili havalimanlarının teknik etkinlik, toplam etkinlik ve ölçek etkinliğinin hesaplanması,

4.3. Araştırmanın Sınırlılıkları

Araştırmaya konu olan havalimanlarının sayısı verilerine ulaşılabilen 20 havalimanı ile sınırlandırılmıştır. Araştırmada kullanılan etkinlik ölçüm yöntemi veri zarflama analizi ile sınırlandırılmıştır. Uygulanan analiz yöntemi kullanılan 4 adet girdi ve 3 adet çıktı ile sınırlandırılmıştır.

4.4. Araştırmanın Yöntemi

Araştırmanın başarılı bir şekilde sonuçlandırılabilmesi için uygulanan araştırma yönteminin aşamaları Şekil 2’de belirtilmiştir. Bu açıdan ilk olarak araştırmaya dâhil olacak havalimanlarının tespit edilmesi ile başlanmıştır. Araştırmada havalimanları karar verme birimlerini temsil etmektedirler. Karar verme birimleri tespit edildikten sonra

araştırmada kullanılacak olan veri zarflama analizi modeli kurulmuştur. Bir sonraki aşamada ise karar verme birimini temsil eden havalimanlarına ait girdi ve çıktı değişkenleri tespit edilmiştir. Daha sonra analizin başarılı bir şekilde uygulanabilmesi için gerekli olan havalimanlarına ait veriler elde edilmiştir. Ardından veri zarflama analizi yönteminin uygulanacağı yazılım programı belirlenmiş ve havalimanlarının etkinlik düzeyleri veri zarflama analizi yöntemi ile ölçülmüştür. Analiz sonucunda etkin ve etkin olmayan havalimanları tespit edilerek etkin olmayan havalimanlarının referans alması gereken havalimanları belirtilmiştir. Son aşamada ise analiz sonucunda ortaya çıkan bulgular doğrultusunda değerlendirmeler yapılmıştır.



Şekil 2. Araştırmada Uygulanacak Yöntemin Aşamaları

4.4.1. Araştırmaya dâhil olacak havalimanlarının belirlenmesi

Etkinlik ölçümünde kullanılan veri zarflama analizinin ilk aşaması birbirleri ile karşılaştırılacak olan karar birimlerinin tespit edilmesi ile başlamaktadır. İlgili birimlerin

yani gözlem kümelerinin homojen olması analiz sonucunda ortaya çıkacak sonuçların güvenilir ve anlamlı olması açısından oldukça önemlidir. Gözlem kümesinin homojen olması, gözlem kümesini oluşturan karar verme birimlerinin aynı girdi-çıkıtlı gruplarına sahip olduğu anlamına gelmektedir. Bunun yanında karar verme birimi sayısının artması gözlem kümesinin homojen yapısını bozmakta gereksiz olan faktörlerin analize dâhil olmasına neden olmaktadır. Bu açıdan etkinlik ölçümünün güvenilir ve anlamlı olabilmesi için karar verme birimlerinin seçimde dikkatli davranılması gerekmektedir (Yolalan, 1993: 89). Bu açıdan bakıldığında araştırmaya dâhil olan havalimanları yönetim, büyüklük ve gelir yapıları açısından birbirleri ile benzer özellikler göstermektedir. Bununla birlikte araştırmada karar verme birimlerini (gözlem kümelerini) temsil eden havalimanlarının birçok açıdan homojen yapıya sahip olduğu söylenebilmektedir.

Araştırmaya dünyanın farklı yerlerinde bulunan ve 2014 yılında ACI (Airport Council International) tarafından yapılan sıralamada yolcu trafiği açısından dünyanın en büyük 25 havalimanı içerisinde verilerine ulaşılabilen 20 tane havalimanı analize dâhil edilmiştir. 2014 yılında yapılan sıralamada yolcu trafiği açısından dünyanın en büyük dördüncü havalimanı olan Tokyo Havalimanı, on beşinci sırada bulunan Guangzhou Havalimanı, yirminci sırada yer alan Kuala Lumpur havalimanı ile yirmi üçüncü sırada yer alan Seul Havalimanının verilerine ulaşamadığından dolayı araştırmaya dâhil edilmemiştir. Araştırmaya dâhil olan havalimanlarının benzer girdi ve çıktılarına sahip olması uygulanacak olan analizin güvenilirliğini arttırmaktadır. Araştırmaya dâhil olan havalimanları Tablo 3’de verilmiştir.

Tablo 3. Araştırmada Kullanılan Karar Verme Birimleri

1. Hartsfield- Jackson Atlanta Uluslararası Havalimanı (Amerika Birleşik Devletleri)
2. Beijing Uluslararası Havalimanı (Çin)
3. Heathrow Uluslararası Havalimanı (İngiltere)
4. Los Angeles Uluslararası Havalimanı (Amerika Birleşik Devletleri)
5. Dubai Uluslararası Havalimanı (Birleşik Arap Emirliği)
6. Chicago O’Hare Uluslararası Havalimanı (Amerika Birleşik Devletleri)

7. Paris Charles De Gaulle Uluslararası Havalimanı (Fransa)
8. Dallas/Fort Worth Uluslararası Havalimanı (Amerika Birleşik Devletleri)
9. Hong Kong Uluslararası Havalimanı (Hong Kong)
10. Frankfurt Uluslararası Havalimanı (Almanya)
11. Jakarta Uluslararası Havalimanı (Endonezya)
12. İstanbul Atatürk Uluslararası Havalimanı (Türkiye)
13. Amsterdam Schiphol Uluslararası Havalimanı (Hollanda)
14. Singapur Uluslararası Havalimanı (Singapur)
15. Denver Uluslararası Havalimanı (Amerika Birleşik Devletleri)
16. John F. Kennedy Uluslararası Havalimanı (Amerika Birleşik Devletleri)
17. Shangai Pudong Uluslararası Havalimanı (Çin)
18. San Francisco Uluslararası Havalimanı (Amerika Birleşik Devletleri)
19. Bangkok Suvarnabhumi Uluslararası Havalimanı (Tayland)
20. Charlotte Douglas Uluslararası Havalimanı (Amerika Birleşik Devletleri)

4.4.2. Veri zarflama analizi modelinin oluşturulması

Etkinlik ölçümü ile yapılmış çalışmalarda veri zarflama analizi ile ilgili model oluşturulurken dikkat edilmesi gereken üç önemli unsur bulunmaktadır. Bunlardan ilki daha önceki bölümlerde de bahsedilmiş olan seçilmiş olan karar verme birimlerinin homojen bir yapıya sahip olması, ikincisi kullanılacak olan veri zarflama analizi modelinin girdiye yönelik mi yoksa çıktıya yönelik mi olacağının belirlenmesi, üçüncü ve son aşama ise analize dâhil olacak girdi ve çıktı değişkenlerinin belirlenmesidir. Veri zarflama analizinde uygulanacak olan modelinin seçimi yapılırken ilgili modelin karar verme birimlerine uygun olmasına ve analizi yapacak olan analistin alanında uzman olmasına dikkat edilmesi gerektiği alan yazında yer alan birçok çalışmada belirtilmiştir.

Havalimanlarının etkinlik ölçümü ile ilgili yapılmış olan çalışmalara bakıldığında iki farklı görüş ile karşılaşılmaktadır. Yapılan çalışmaların bir kısmı analize dâhil edilen çıktılar üzerinde ilgili otoritenin bir etkisinin olmadığını ancak girdi miktarı üzerinde bir etkisinin olduğunu savunarak girdi odaklı veri zarflama analizi modelinin kullanılması

gerektiğini savunmaktırlar (Bazargan ve Vasigh, 2003; Yoshida ve Fujimoto, 2004; Lin ve Hong, 2006; Marques ve Simons, 2010). Diğer bir kısmı ise çıktı miktarının maksimize edilmesi gerektiğini iddia ederek çıktı odaklı veri zarflama analizi modelini savunmaktadırlar (Sarkis, 2000; Martin ve Roman, 2001; Barros ve Dieke, 2008; Chi-Lok ve Zang, 2009). Bunun dışında az sayıda da olsa hem girdi hem de çıktı odaklı modellerin kullanıldığı çalışmalar bulunmaktadır (Pacheco ve Fernandes 2003) . Bununla birlikte yapılan çalışmaların birçoğunda veri zarflama analizinin temel modelleri olan ölçeğe göre sabit getiri varsayımına dayanan (CCR) modeli ile ölçeğe göre değişken getiri varsayımına dayanan (BCC) modeli kullanılmıştır. Bu açıdan bu çalışmada ilgili havalimanlarının etkinlik ölçümünün güvenilir bir şekilde yapılabilmesi ve karşılaştırmaların açık bir şekilde ortaya konabilmesi için sabit getiri varsayımına dayanan CCR modeli ile ölçeğe göre değişken getiri varsayımına dayanan BCC modeli kullanılmıştır. Bununla birlikte ilgili havalimanlarının daha ayrıntılı bir şekilde karşılaştırılabilmesi için hem girdi odaklı veri zarflama analizi modeli hem de çıktı odaklı veri zarflama analizi modeli kullanılmıştır.

4.4.3. Girdi ve çıktı değişkenlerinin seçimi

Veri zarflama analizinin verileri temel alan bir ölçüm tekniği olmasından dolayı analize dâhil olacak girdi ve çıktıların kendi içerisinde anlamlı olması gerekmektedir. Bununla birlikte analizin güvenilir ve anlamlı sonuçlar vermesi için oluşturulan girdi ve çıktı kümelerinin birbirleri ile ilişkili olması beklenmektedir. Ayrıca seçilen girdi ve çıktıların araştırma sürecini en iyi şekilde yansıtması beklenmektedir. Alan yazına bakıldığında havalimanları ile ilgili yapılmış çalışmalarda kullanılan girdi ve çıktı değişkenlerinin finansal ve operasyonel olarak ikiye ayrıldığı görülmüştür (Gillen ve Lall, 1997; Parker, 1999; Sarkis, 2000; Martin ve Roman, 2001; Fernandes ve Pacheco, 2002; Bazargan ve Vasigh, 2003; Oum vd., 2006; Barros ve Dieke, 2007; Peker ve Baki, 2009; Assaf, 2010; Koçak, 2011; Kargacier ve Yazgan, 2015). Pist sayısı, kapı sayısı, çalışan sayısı, toplam pist uzunluğu, terminal alanı, otopark alanı, havalimanının toplam büyüklüğü, uçak park sayısı, check-in kontuar sayısı, bekleme salonu alanı, apron sayısı ve büyüklüğü, saatlik ortalama yolcu sayısı ve saatlik ortalama uçuş sayısı gibi değişkenlerin operasyonel etkinliği ölçmek amacı ile kullanılan girdiler olduğu tespit edilmiştir. Faaliyet giderleri,

personel giderleri, diğer giderler, sermaye giderleri, faaliyet dışı giderler ve toplam kaynaklar gibi değişkenlerin finansal etkinliği ölçmek amacı ile kullanılan girdiler olduğu tespit edilmiştir. Toplam yolcu sayısı, toplam yük miktarı ve toplam uçuş sayısı gibi değişkenlerin operasyonel etkinliği ölçmek amacı ile kullanılan çıktılar olduğu görülmüştür. Toplam gelir miktarı, havacılık ve havacılık dışı gelirler, faaliyet ve faaliyet dışı gelirler, yatırım gelirleri ve ticari gelirlerin finansal etkinliği ölçmek amacı ile kullanılan çıktılar olduğu görülmüştür.

Bu çalışmada ilgili havalimanlarına ait pist sayısı, uçak park sayısı, kapı sayısı ile terminal alanı büyüklüğü olmak üzere dört adet girdi değişkenine ait veriler analize dâhil edilmiştir. Bununla birlikte ilgili havalimanlarına ait toplam yolcu sayısı, toplam yük miktarı ve toplam uçuş sayısı olmak üzere üç adet çıktı değişkenine ait veriler analize dâhil edilmiştir. Bu açıdan bakıldığında bu çalışmada ilgili havalimanlarının operasyonel açıdan etkinliği ölçülmek istenmektedir.

4.4.4. Havalimanlarına ait verilerin elde edilmesi

İlgili havalimanlarına ait girdi ve çıktı değişkenleri belirlendikten sonra uçak park sayısı, kapı sayısı ve terminal alanı büyüklüğü gibi girdi değişkenlerine ait veriler ilgili havalimanlarının internet sitesinden, master planlarından, yetkili otoritelerin yayınlamış oldukları raporlardan veya ilgili havalimanlarının yetkilileri tarafından e-mail yolu ile elde edilmiştir. Toplam yolcu sayısı, toplam uçuş sayısı ve toplam yük miktarı gibi çıktı değişkenleri ise aylık olarak yayınlanan Airline Business dergisinden elde edilmiştir. Airline Business dergisinin ilgili havalimanlarına ait verileri ACI (Airport Council International) kuruluşu tarafından temin ettiği tespit edilmiştir. Tablo 4’te analize dâhil edilecek havalimanlarına ait girdi değişkenleri verilmektedir.

Tablo 4. Analizde Dâhil Edilecek Havalimanlarına Ait Girdi Değişkenleri (2014)

Havalimanları	Pist sayısı	Uçak Park Sayısı	Kapı Sayısı	Terminal Alanı Büyüklüğü m^2
Hartsfield-Jackson Atlanta	5	172	207	526091

Beijing (Pekin)	3	172	150	2109000
Heathrow	2	186	231	631500
Los Angeles	4	163	119	1378000
Dubai	2	273	64	1972474
Chicago O'Hare	9	189	188	687482
Paris CDG	4	170	202	2070000
Dallas\ Fort Worth	7	174	176	1116000
Hong Kong	2	182	66	710000
Frankfurt	4	203	145	401000
Jakarta	2	84	45	445000
İstanbul Atatürk	3	128	61	349270
Amsterdam Schiphol	6	95	165	650000
Singapur	3	134	184	1046000
Denver	6	150	141	1858060
New York JFK	4	65	128	410000
Shanghai Pudong	5	135	76	840000
San Francisco	4	77	97	1672255
Bangkok Suvarnabhumi	2	120	120	563000
Charlotte Douglas	4	65	96	199000

Tablo 5’te analize dâhil edilecek havalimanlarına ait çıktı değişkenleri her bir havalimanı için ayrı ayrı verilmektedir.

Tablo 5. Analize Dâhil Edilecek Havalimanlarına Ait Çıktı Değişkenleri (2014)

Havalimanları	Toplam Uçuş Sayısı	Toplam Yük Miktarı (ton)	Toplam Yolcu Sayısı
Hartsfield-Jackson Atlanta	868.359	601.270	96.179.000
Beijing (Pekin)	581.950	1.740.000	86.128.000
Heathrow	472.802	1.499.000	73.408.000
Los Angeles	636.706	1.744.000	70.663.000
Dubai	357.340	2.368.000	70.476.000
Chicago O’Hare	881.933	1.308.000	69.999.000
Paris CDG	471.318	1.896.000	63.814.000
Dallas\ Fort Worth	679.820	617.000	63.554.000
Hong Kong	401.861	4.376.000	63.122.000
Frankfurt	469.026	2.051.000	59.566.000
Jakarta	382.287	626.000	57.221.000
İstanbul Atatürk	439.549	728.000	56.767.000
Amsterdam Schiphol	452.687	1.633.000	54.978.000
Singapur	341.386	1.844.000	54.093.000
Denver	565.525	260.000	53.473.000
New York JFK	422.912	1.223.000	53.255.000
Shanghai Pudong	402.105	3.102.000	51.688.000
San Francisco	431.966	400.000	47.115.000
Bangkok Suvarnabhumi	289.568	1.233.000	46.423.000
Charlotte Douglas	580.000	132.350	44.280.000

4.4.5. Havalimanlarının etkinlik düzeyinin hesaplanması

İlgili havalimanlarının etkinlik ölçümünün veri zarflama analizi ile yapılabilmesi için matematiksel programlama temelli problemlerin çözümünde kullanılan yazılımlara ihtiyaç duyulmaktadır. Bu programlar içerisinde en çok kullanılanlar; Dea Frontier, Deap ve Frontier Analyst gibi programlardır. Bu çalışmada karar verme birimi sayısının fazla olmasından dolayı Deap programının kullanılması uygun görülmüştür.

Deap yazılım programı, Windows işletim sisteminde rahatlıkla kullanılabilen bir programdır. Bu program; çalıştırma dosyası, başlangıç dosyası, veri dosyası, komut dosyası ve çıktı dosyası olmak üzere beş adet dosyadan oluşmaktadır. Programın kullanım aşamasında sırası ile önce çıktı değişkenlerine ait veriler ardından girdi değişkenlerine ait veriler programa girilmektedir. Ardından analizin girdi yönelimli mi yoksa çıktı yönelimli mi olacağı tespit edildikten sonra ölçeğe göre sabit getiri (CCR) modeli veya ölçeğe göre değişken getiri (BCC) modellerinden hangisinin kullanılacağı tespit edilmektedir. Son aşamada ise uygulama dosyası aracılığı ile çıktı dosyası elde edilmekte ve analiz sonuçlandırılmaktadır.

Bu çalışmada, ilgili havalimanlarının etkinlik düzeyi hesaplanırken ölçeğe göre sabit getiri varsayımına dayanan CCR modeli ile ölçeğe göre değişken getiri varsayımına dayanan BCC modeli kullanılmıştır. Bununla birlikte analizin daha ayrıntılı bir şekilde ortaya konabilmesi için girdi ve çıktı odaklı veri zarflama analizi modelleri kullanılmıştır. Analiz aşamasında ilk olarak ilgili havalimanlarının CCR modeli ile ölçek etkinliği hesaplanmış ardından BCC modeli ile teknik etkinliği hesaplanmıştır. Son aşamada ise ölçek etkinliğinin teknik etkinliğe bölünmesi ile elde edilen toplam etkinlik hesaplanmıştır.

Tablo 6. Analize Dâhil Olan Havalimanların CCR Modeli İle Etkinlik Değerleri

Havalimanları	CCR Etkinlik Değeri (Ölçek Etkinliği)	Sonuç
Hartsfield- Jackson Atlanta	1.000	Etkin
Beijing (Pekin)	0.965	Etkin
Heathrow	1.000	Etkin
Los Angeles	0.894	Etkin
Dubai	1.000	Etkin
Chicago O'Hare	0.749	Etkin
Paris CDG	0.706	Etkin
Dallas\ Fort Worth	0.609	Etkin Değil
Hong Kong	1.000	Etkin
Frankfurt	1.000	Etkin
Jakarta	1.000	Etkin
İstanbul Atatürk	1.000	Etkin
Amsterdam Schiphol	0.860	Etkin
Singapur	0.771	Etkin Değil
Denver	0.587	Etkin Değil
New York JFK	1.000	Etkin
Shanghai Pudong	1.000	Etkin
San Francisco	0.850	Etkin Değil
Bangkok Suvarnabhumi	0.765	Etkin
Charlotte Douglas	1.000	Etkin

Tablo 6’da etkinlik değeri 1 olan havalimanları etkinlik değerleri açısından en iyi gözlem kümesini oluşturmaktadırlar. CCR modeline göre yapılan analiz sonucunda ilgili havalimanları içerisinde 10 havalimanının etkin çıktığı 10 tanesinin ise etkin çıkmadığı görülmüştür.

Tablo 7. Analize Dâhil Olan Havalimanlarının Girdi Odaklı BCC Modeli ile Etkinlik Değerleri

Havalimanları	CCR Etkinlik Değeri (Ölçek Etkinliği)	BCC Etkinlik Değeri (Teknik Etkinlik)	Toplam Etkinlik
Hartsfield-Jackson Atlanta	1.000	1.000	1.000
Beijing (Pekin)	0.965	1.000	0.965
Heathrow	1.000	1.000	1.000
Los Angeles	0.894	1.000	0.894
Dubai	1.000	1.000	1.000
Chicago O'Hare	0.749	1.000	0.749
Paris CDG	0.706	0.723	0.976
Dallas\ Fort Worth	0.609	0.746	0.817
Hong Kong	1.000	1.000	1.000
Frankfurt	1.000	1.000	1.000
Jakarta	1.000	1.000	1.000
İstanbul Atatürk	1.000	1.000	1.000
Amsterdam Schiphol	0.860	0.934	0.920
Singapur	0.771	0.809	0.952
Denver	0.587	0.671	0.875
New York JFK	1.000	1.000	1.000
Shanghai Pudong	1.000	1.000	1.000
San Francisco	0.850	0.905	0.940
Bangkok Suvarnabhumi	0.765	1.000	0.765
Charlotte Douglas	1.000	1.000	1.000

Tablo 7'ye göre, BCC modeli ile ilgili havalimanlarının teknik etkinliğinin yanı sıra toplam etkinliği de ölçülebilmektedir. Girdi odaklı BCC modeline göre yapılan etkinlik ölçümü sonucundan analize dâhil olan havalimanları içerisinde 14 tanesinin etkin çıktığı, 6 tanesinin ise etkin çıkmadığı görülmüştür. Toplam etkinlik açısından yapılan ölçümde ise 10 havalimanının etkin çıktığı diğer havalimanlarının etkin çıkmadığı görülmüştür. BCC modelinin teknik verimliliği ölçmesinden dolayı karar verme birimine ait etkinlik değerleri CCR modeline göre daha büyük çıkmaktadır. Karar verme biriminin BCC

modeline göre etkin CCR modeline göre etkin çıkmaması durumunda ilgili birimin yerel anlamda verimli genel anlamda ise verimsiz çalıştığı söylenebilmektedir.

Tablo 8. Analize Dâhil Olan Havalimanlarının Çıktı Odaklı BCC Modeli ile Etkinlik Değerleri

Havalimanları	CCR Etkinlik Değeri (Ölçek Etkinliği)	BCC Etkinlik Değeri (Teknik Etkinlik)	Toplam Etkinlik
Hartsfield- Jackson Atlanta	1.000	1.000	1.000
Beijing (Pekin)	0.965	1.000	0.965
Heathrow	1.000	1.000	1.000
Los Angeles	0.894	1.000	0.894
Dubai	1.000	1.000	1.000
Chicago O'Hare	0.749	1.000	0.749
Paris CDG	0.706	0.808	0.873
Dallas\ Fort Worth	0.609	0.832	0.733
Hong Kong	1.000	1.000	1.000
Frankfurt	1.000	1.000	1.000
Jakarta	1.000	1.000	1.000
İstanbul Atatürk	1.000	1.000	1.000
Amsterdam Schiphol	0.860	0.968	0.888
Singapur	0.771	0.810	0.951
Denver	0.587	0.794	0.739
New York JFK	1.000	1.000	1.000
Shanghai Pudong	1.000	1.000	1.000
San Francisco	0.850	0.876	0.971
Bangkok Suvarnabhumi	0.765	0.765	1.000
Charlotte Douglas	1.000	1.000	1.000

Tablo 8'deki veriler doğrultusunda, çıktı odaklı BCC modeline göre yapılan etkinlik ölçümünde 13 havalimanının etkin çıktığı 7 havalimanının ise etkin çıkmadığı

görülmüştür. Çıktı odaklı BCC modelinde girdi odaklı BCC modelinden farklı olarak ilgili havalimanlarının etkinlik değerinin ve etkinlik sayısının değiştiği görülmektedir. Bunun sonucunda da toplam etkinlik değerinin değiştiği tespit edilmiştir.

4.4.6. Referans olan havalimanlarının belirlenmesi ve etkin olmayan havalimanları ile karşılaştırılması

Veri zarflama analizi modelinde etkin çıkmayan karar verme birimlerinin referans alması gereken karar verme birimleri tespit edilerek bir referans kümesi oluşturulmaktadır. Bu referans kümesi Deap yazılım programı aracılığı ile yapılan etkinlik ölçümünde tespit edilmiştir. Bu açıdan etkin çıkmayan havalimanlarının referans alması gereken havalimanları ve bu havalimanlarına ait referans değerleri Tablo 9’da verilmiştir.

Tablo 9. Etkin Olmayan Havalimanları ve Referans Değerleri Kümesi

CCR Modeli		Girdi Odaklı BCC Modeli		Çıktı Odaklı BCC Modeli	
Etkin Olmayan Havalimanları	Referans Kümesi	Etkin Olmayan Havalimanları	Referans Kümesi	Etkin Olmayan Havalimanları	Referans Kümesi
Beijing	Jakarta (1.043)	Beijing		Beijing	
	Hong Kong (0.162)				
	Heathrow (0.295)				
Los Angeles	Charlotte Douglas (0.315)	Los Angeles		Los Angeles	
	Hong Kong (0.280)				
	Jakarta (1.089)				
Chicago O’Hare	Hong Kong (0.297)	Chicago O’Hare		Chicago O’Hare	

	Charlotte Douglas (1.575)				
	İstanbul Atatürk (0.028)				
	Jakarta (0.344)				
Paris CDG	New York (0.196)	Paris CDG	New York (0.212)	Paris CDG	Hartsfield-Jackson (0.252)
			Charlotte Douglas (0.012)		Beijing (0.348)
	Jakarta (0.743)		Jakarta (0.320)		New York (0.051)
	Charlotte Douglas (0.209)		Hong Kong (0.307)		Hong Kong (0.349)
	Jakarta (0.743)		Hartsfield-Jackson (0.148)		
Dallas\ Fort Worth	Jakarta (1.034)	Dallas\ Fort Worth	Charlotte Douglas (0.389)	Dallas\ Fort Worth	Charlotte Douglas (0.041)
	Hong Kong (0.047)		Los Angeles (0.338)		Hartsfield-Jackson (0.281)
	Charlotte Douglas (1.210)		Hartsfield-Jackson (0.127)		Chicago O'Hare (0.481)
			Chicago O'Hare (0.145)		Los Angeles (0.196)
Amsterdam Schiphol	New York (1.133)	Amsterdam Schiphol	Hong Kong (0.128)	Amsterdam Schiphol	Hartsfield-Jackson (0.013)
	Hong Kong (0.117)		Chicago O'Hare (0.071)		Chicago O'Hare (0.092)
			New York (0.801)		New York (0.801)
Singapur	Jakarta (0.524)	Singapur	Jakarta (0.495)	Singapur	Hong Kong (0.147)
	New York (0.293)		Hong Kong (0.291)		Beijing (0.317)
	Hong Kong (0.390)		New York (0.214)		Hong Kong (0.291)
					Jakarta (0.050)
Denver	Charlotte Douglas (0.990)		Jakarta (0.152)		New York (0.341)
					Hartsfield-Jackson (0.097)

	Jakarta (1.019)		Charlotte Douglas (0.574)		Los Angeles (0.425)
			Los Angeles (0.274)		Charlotte Douglas (0.212)
					Los Angeles (0.425)
San Francisco	New York (0.331)	San Francisco	Charlotte Douglas (0.620)	San Francisco	Hartsfield- Jackson (0.060)
	Charlotte Douglas (0.407)		Jakarta (0.246)		New York (0.292)
	Jakarta (0.346)		New York (0.134)		Jakarta (0.294)
					Charlotte Douglas (0.355)
Bangkok Suvarnabhumi	Heathrow (0.129)	Bangkok Suvarnabhumi	Jakarta (0.838)	Bangkok Suvarnabhumi	Heathrow (0.129)
	Hong Kong (0.233)		Hong Kong (0.162)		Jakarta (0.638)
	Jakarta (0.638)				Hong Kong (0.233)

Araştırmaya dâhil olan havalimanları içerisinde etkin olan havalimanlarının etkin çıkmayan havalimanları tarafından kaç defa referans gösterildiği Tablo 10'da gösterilmiştir:

Tablo 10. Etkin Havalimanları ve Referans Sayıları

Etkin Havalimanları	CCR Modeli	Girdi Odaklı BCC Modeli	Çıktı Odaklı BCC Modeli
New York	4	4	4
Hong Kong	8	4	4
Jakarta	9	5	3
Los Angeles	-----	2	2
Hartsfield- Jackson	-----	2	5
İstanbul Atatürk	1	-----	-----
Beijing	-----	-----	2
Heathrow	-----	-----	1
Chicago O'Hare	-----	2	3
Charlotte Douglas	6	4	3

4.4.7. Etkin olmayan havalimanlarının etkin duruma geçebilmesi için gerekli olan değerlerin tespit edilmesi

Veri zarflama analizi tekniğinin CCR modeline göre etkin olmayan havalimanlarının etkinliğe ulaşabilmeleri için mevcut girdi ve çıktı değerlerini arttırmaları veya azaltmaları gerekmektedir. Bu açıdan CCR modeline göre etkinlik sınırının altında kalan havalimanlarının etkinliğe ulaşabilmeleri için gerekli olan hedef girdi değişkenleri Tablo 11’de verilmiştir.

Tablo 11. CCR Modeline göre Etkin Olmayan Havalimanlarının Mevcut Değerleri ile Etkinliğe Ulaşabilmeleri İçin Gerekli Olan Hedef Girdi Değişkenleri

Havalimanı	Pist Sayısı		Uçak Park Sayısı	
	Mevcut	Hedef (CCR)	Mevcut	Hedef (CCR)
Beijing	3	3	172	172
Los Angeles	4	4	163	163
Chicago O’Hare	9	7	189	189
Paris CDG	4	4	170	170
Dallas\ Fort Worth	7	7	174	174
Amsterdam Schiphol	6	4	95	95
Singapur	3	3	134	134
Denver	6	4	150	150
San Francisco	4	3	77	77
Bangkok Suvarnabhumi	2	2	120	120

Tablo 11’de CCR modeline göre etkin çıkmayan havalimanlarının etkinliğe ulaşabilmeleri için pist sayısı ile uçak park sayısı gibi girdi değişkenlerini ne kadar azaltmaları gerektiği gösterilmiştir.

Tablo 12. CCR Modeline göre Etkin Olmayan Havalimanlarının Mevcut Değerleri ile Etkinliğe Ulaşabilmeleri İçin Gerekli Olan Hedef Girdi Değişkenleri (Devamı)

Havalimanı	Kapı Sayısı		Terminal Alanı Büyüklüğü (m ²)	
	Mevcut	Hedef (CCR)	Mevcut	Hedef (CCR)
Beijing	150	125	2.109.000	765498
Los Angeles	119	97	1.378.000	746485
Chicago O’Hare	188	188	687482	687482
Paris CDG	202	108	2.070.000	769636
Dallas\ Fort Worth	176	165	1.116.000	734032
Amsterdam Schiphol	165	152	650000	547899
Singapur	184	86	1.046.000	630038
Denver	141	140	1.858.060	650708
San Francisco	97	97	1.672.255	370507
Bangkok Suvarnabhumi	120	73	563000	530801

Tablo 11’in devamı olan Tablo 12’de ise CCR modeline göre etkin çıkmayan havalimanlarının etkinliğe ulaşabilmeleri için kapı sayısı ile terminal alanı büyüklüğü gibi girdi değişkenlerini ne kadar azaltmaları gerektiği gösterilmiştir.

Tablo 13. CCR Modeline göre Etkin Olmayan Havalimanlarının Mevcut Değerleri ile Etkinliğe Ulaşabilmeleri İçin Gerekli Olan Hedef Çıktı Değişkenleri

Havalimanı	Toplam Uçuş Sayısı		Toplam Yük Miktarı		Toplam Yolcu Sayısı	
	Mevcut	Hedef (CCR)	Mevcut (ton)	Hedef (CCR)	Mevcut	Hedef (CCR)
Beijing	581950	603342	1.740.000	1.803.961	86.128.000	91.569.232
Los Angeles	636706	711889	1.744.000	1.949.335	70.663.000	93.983.715
Chicago O'Hare	881933	1.176.782	1.308.000	1.745.292	69.999.000	109.794.510
Paris CDG	471318	667696	1.896.000	2.685.982	63.814.000	90.402.580
Dallas\ Fort Worth	679820	1.115.643	617000	1.012.550	63.554.000	115.675.342
Amsterdam Schiphol	452687	526421	1.633.000	1.898.984	54.978.000	67.756.368
Singapur	341386	480852	1.844.000	2.392.606	54.093.000	70.186.152
Denver	565525	964078	260000	769220	53.473.000	102.182.184
San Francisco	431966	508161	400000	675128	47.115.000	55.425.752
Bangkok Suvarnabhumi	289568	398544	1.233.000	1.611.859	46.423.000	60.687.234

Tablo 13'te CCR modeline göre etkin çıkmayan havalimanlarının etkinliğe ulaşabilmeleri için toplam uçuş sayısı, toplam yük miktarı ve toplam yolcu sayısı gibi çıktı değişkenlerini ne kadar arttırmaları gerektiği gösterilmiştir.

Tablo 14. Girdi Odaklı BCC Modeline göre Etkin Olmayan Havalimanlarının Mevcut Değerleri ile Etkinliğe Ulaşabilmeleri İçin Gerekli Olan Hedef Girdi Değişkenleri

Havalimanı	Pist Sayısı		Uçak Park Sayısı	
	Mevcut	Hedef Girdi Odaklı (BCC)	Mevcut	Hedef Girdi Odaklı (BCC)

Paris CDG	4	3	170	122
Dallas\ Fort Worth	7	4	174	129
Amsterdam Schiphol	6	4	95	88
Singapur	3	2	134	108
Denver	6	4	150	94
San Francisco	4	3	77	69
Bangkok Suvarnabhumi	2	2	120	99

Tablo 14’te girdi odaklı BCC modeline göre etkin çıkmayan havalimanlarının etkinliğe ulaşabilmeleri için pist sayısı ile uçak park sayısı gibi girdi değişkenlerini ne kadar azaltmaları gerektiği gösterilmiştir.

Tablo 15. Girdi Odaklı BCC Modeline göre Etkin Olmayan Havalimanlarının Mevcut Değerleri ile Etkinliğe Ulaşabilmeleri İçin Gerekli Olan Hedef Girdi Değişkenleri (Devamı)

Havalimanı	Kapı Sayısı		Terminal Alanı Büyüklüğü (m²)	
	Mevcut	Hedef Girdi Odaklı (BCC)	Mevcut	Hedef Girdi Odaklı (BCC)
Paris CDG	202	93	2.070.000	528142
Dallas\ Fort Worth	176	131	1.116.000	710427
Amsterdam Schiphol	165	124	650000	468068
Singapur	184	68	1.046.000	514569
Denver	141	94	1.858.060	559373

San Francisco	97	87	1.672.255	287756
Bangkok Suvarnabhumi	120		563000	487894

Tablo 15’te girdi odaklı BCC modeline göre etkin çıkmayan havalimanlarının etkinliğe ulaşabilmeleri için kapı sayısı ile terminal büyüklüğü gibi girdi değişkenlerini ne kadar azaltmaları gerektiği gösterilmiştir.

Tablo 16. Girdi Odaklı BCC Modeline göre Etkin Olmayan Havalimanlarının Mevcut Değerleri ile Etkinliğe Ulaşabilmeleri İçin Gerekli Olan Hedef Çıktı Değişkenleri

Havalimanı	Toplam Uçuş Sayısı		Toplam Yük Miktarı (ton)		Toplam Yolcu Sayısı	
	Mevcut	Hedef Girdi Odaklı (BCC)	Mevcut (ton)	Hedef Girdi Odaklı (BCC)	Mevcut	Hedef Girdi Odaklı (BCC)
Paris CDG	471318	471318	1.896.000	1.896.000	63.814.000	63.814.000
Dallas\ Fort Worth	679820	679820	617000	908092	63.554.000	63.554.000
Amsterdam Schiphol	452687	452687	1.633.000	1.633.000	54.978.000	55.703.746
Singapur	341386	396663	1.844.000	1.844.000	54.093.000	58.088.870
Denver	565525	565525	260000	648856	53.473.000	53.473.000
San Francisco	431966	510342	400000	400000	47.115.000	48.663.966
Bangkok Suvarnabhu mi	289568	385455	1.233.000	1.233.000	46.423.000	58.176.175

Tablo 16’da girdi odaklı BCC modeline göre etkin çıkmayan 7 havalimanının etkinliğe ulaşabilmeleri için toplam uçuş sayısı, toplam yük miktarı ve toplam yolcu sayısı gibi çıktı değişkenlerini ne kadar arttırmaları gerektiği gösterilmiştir.

Tablo 17. Çıktı Odaklı BCC Modeline göre Etkin Olmayan Havalimanlarının Mevcut Değerleri ile Etkinliğe Ulaşabilmeleri İçin Gerekli Olan Hedef Girdi Değişkenleri

Havalimanı	Pist Sayısı		Uçak Park Sayısı	
	Mevcut	Hedef Çıktı Odaklı (BCC)	Mevcut	Hedef Çıktı Odaklı (BCC)
Paris CDG	4	3	170	170
Dallas\ Fort Worth	7	6	174	174
Amsterdam Schiphol	6	4	95	95
Singapur	3	3	134	134
Denver	6	5	150	150
San Francisco	4	3	77	77
Bangkok Suvarnabhumi	2	2	120	120

Tablo 17’de çıktı odaklı BCC modeline göre etkin çıkmayan havalimanlarının etkinliğe ulaşabilmeleri için pist sayısı ile uçak park sayısı gibi girdi değişkenlerini ne kadar azaltmaları gerektiği gösterilmiştir.

Tablo 18. Çıktı Odaklı BCC Modeline göre Etkin Olmayan Havalimanlarının Mevcut Değerleri ile Etkinliğe Ulaşabilmeleri İçin Gerekli Olan Hedef Girdi Değişkenleri (Devamı)

Havalimanı	Kapı Sayısı		Terminal Alanı Büyüklüğü (m ²)	
	Mevcut	Hedef Çıktı Odaklı (BCC)	Mevcut	Hedef Çıktı Odaklı (BCC)
Paris CDG	202	133	2.070.000	1.135.545
Dallas\ Fort Worth	176	176	1.116.000	757494

Amsterdam Schiphol	165	125	650000	481155
Singapur	184	112	1.046.000	1.038.447
Denver	141	141	1.858.060	861646
San Francisco	97	97	1.672.255	352445
Bangkok Suvarnabhumi	120	73	563000	530801

Tablo 18’de çıktı odaklı BCC modeline göre etkin çıkmayan 7 havalimanının etkinliğe ulaşabilmeleri için kapı sayısı ile terminal alanı büyüklüğü gibi çıktı değişkenlerini ne kadar azaltmaları gerektiği gösterilmiştir.

Tablo 19. Çıktı Odaklı BCC Modeline göre Etkin Olmayan Havalimanlarının Mevcut Değerleri ile Etkinliğe Ulaşabilmeleri İçin Gerekli Olan Hedef Çıktı Değişkenleri

Havalimanı	Toplam Uçuş Sayısı		Toplam Yük Miktarı (ton)		Toplam Yolcu Sayısı	
	Mevcut	Hedef Çıktı Odaklı (BCC)	Mevcut (ton)	Hedef Çıktı Odaklı (BCC)	Mevcut	Hedef Çıktı Odaklı (BCC)
Paris CDG	471318	583127	1.896.000	2.345.781	63.814.000	78.952.386
Dallas\ Fort Worth	679820	817520	617000	1.146.396	63.554.000	76.427.145
Amsterdam Schiphol	452687	467706	1.633.000	1.687.178	54.978.000	56.802.031
Singapur	341386	465231	1.844.000	2.275.889	54.093.000	66.762.314
Denver	565525	712361	260000	1.175.475	53.473.000	67.357.032
San Francisco	431966	493372	400000	623619	47.115.000	53.812.707
Bangkok Suvarnabhumi	289568	398544	1.233.000	1.611.859	46.423.000	60.687.234

Tablo 19’da çıktı odaklı BCC modeline göre etkin çıkmayan havalimanlarının etkinliğe ulaşabilmeleri için toplam uçuş sayısı, toplam yük miktarı ve toplam yolcu sayısı gibi girdi değişkenlerini ne kadar arttırmaları gerektiği gösterilmiştir.

5. Sonuçların Yorumlanması ve Önerilerin Sunulması

Günümüzde rekabetin artması ile birlikte Dünya’da var olan kıt kaynakların verimli bir şekilde kullanılabilmesi için mümkün olan en az sayıda girdi miktarı kullanılarak en fazla çıktının elde edilmesi oldukça önemli bir hal almıştır. Verimlilik ve etkinliğin öneminin zamanla tüm sektörler tarafından fark edilmesi ile birlikte verimlilik ve etkinliğin nasıl ölçülmesi gerektiği üzerine araştırmalar yapılmıştır. Bu araştırmalar sonucunda birçok yöntem ve analiz tekniği geliştirilmiştir. Son yıllarda özellikle benzer özellikleri olan karar verme birimlerine sahip kurum ve işletmelerin göreceli etkinlik ölçümünün belirlenmesi ve diğer kurum ve işletmelerle karşılaştırılabilmesi için en çok kullanılan yöntemin veri zarflama analizi (VZA) tekniği olduğu belirlenmiştir.

Veri zarflama analizi tekniği, matematiksel programlama temeline dayanan ve birden fazla çıktının birden fazla girdiye oranlanması ile elde edilen sonuçların yorumlanabildiği bir yöntemdir. Veri zarflama analizi tekniğinin karmaşık gibi görünen yapısına rağmen uygulaması oldukça kolaydır. Veri zarflama analizi tekniğinin en büyük avantajı ilgili kurum veya işletmenin verimlilik ve etkinlik açısından ne durumda olduğunu göstermekle birlikte ileriye dönük olarak etkinliğe ulaşabilmesi için mevcut girdi ve çıktı değişkenlerini ne oranda azaltması veya ne oranda arttırması gerektiğini göstererek geleceğe dönük planlama yapılabilmesine yardımcı olmaktadır.

Bu çalışmada 2014 yılında ACI (Airport Council International) tarafından yapılan sıralamada yolcu trafiği açısından dünyanın en büyük 25 havalimanı içerisinde verilerine ulaşılabilen 20 havalimanının göreceli etkinliğinin ölçülebilmesi amacı ile pist sayısı, uçak park sayısı, kapı sayısı ile terminal alanı büyüklüğü gibi girdi değişkenleri esas alınmıştır. Aynı şekilde toplam uçuş sayısı, toplam yük miktarı ve toplam yolcu sayısı gibi çıktı değişkenleri de baz alınmıştır.

Araştırmaya dâhil edilen havalimanları ile ilgili yapılan etkinlik ölçümünde Veri zarflama analizinin ölçeğe göre sabit getiri varsayımına dayanan (CCR) modeli ile ölçeğe göre değişken getiri varsayımına dayanan (BCC) modeli kullanılmıştır. Analizin daha güvenilir ve anlaşılabilir olması için hem girdi odaklı hem de çıktı odaklı veri zarflama

analizi modeli kullanılmıştır. Bununla birlikte ilgili havalimanlarına ait verilerin bir kısmı havalimanı yetkilileri tarafından e-mail yolu ile diğer bir kısmı ise aylık olarak yayınlanan Airline Business dergisinden elde edilmiştir. İlgili havalimanlarının etkinlik ölçümünün veri zarflama analizi aracılığı ile yapılabilmesi için Deap yazılım programı kullanılmıştır.

Sabit getiri varsayımına dayanan CCR modelinde sadece ölçek etkinliği ölçülebilenken değişken getiri varsayımına dayanan BCC modelinde ise teknik etkinliğin yanı sıra toplam etkinlik de ölçülebilmektedir. İlgili havalimanlarının CCR modeli ile yapılan etkinlik ölçümünde 20 havalimanı içerisinde 10 havalimanının etkin çıktığı diğer havalimanlarının ise etkinlik değerinin altında kaldığı görülmüştür. Girdi odaklı BCC modeline göre yapılan etkinlik ölçümünde ise 20 havalimanı içerisinde 14 havalimanının etkin çıktığı 6 havalimanının ise etkin çıkmadığı tespit edilmiştir. Çıktı odaklı BBC modelinde ise 13 havalimanının etkin çıktığı 7 havalimanının ise etkin çıkmadığı görülmüştür. Toplam etkinlik ölçümünde ise girdi odaklı BCC modelinde 10 havalimanının, çıktı odaklı BCC modelinde ise 9 havalimanının etkin çıktığı görülmüştür.

Veri zarflama analizi tekniği ile yapılan etkinlik ölçümünde etkin olmayan havalimanlarının etkin duruma geçebilmeleri için mevcut girdi ve çıktı değerlerini ne kadar arttırıp veya ne kadar azaltmaları gerektiği tespit edilmiştir. Bu açıdan CCR modeline göre Etkin çıkmayan havalimanları içerisinde yer alan Beijing, Los Angeles, Chicago O'hare, Paris CDG, Dallas Fort Worth, Amsterdam Schiphol, Singapur, Denver, San Francisco, Bangkok Suvarnabhumi gibi Havalimanlarının etkin duruma geçebilmesi için pist sayısı, uçak park sayısı, kapı sayısı ile terminal alanı büyüklüğü gibi girdi değişkenlerini ne kadar azaltmaları gerektiği, toplam uçuş sayısı, toplam yük miktarı ile toplam yolcu sayısı gibi çıktı değişkenlerini ne kadar arttırmaları gerektiği Tablo 11-13'te ayrıntılı bir şekilde gösterilmiştir.

Girdi odaklı BCC modeline göre etkin çıkmayan havalimanları içerisinde bulunan Paris CDG, Dallas Fort Worth, Amsterdam Schiphol, Singapur, Denver, San Francisco gibi Havalimanlarının etkin duruma geçebilmesi için pist sayısı, uçak park sayısı, kapı sayısı ile terminal alanı büyüklüğü gibi girdi değişkenlerini ne kadar azaltması gerektiği toplam yük miktarı ile toplam yolcu sayısı gibi çıktı değişkenlerini ise ne kadar arttırması

gerektiği Tablo 14-16’da ayrıntılı bir şekilde gösterilmiştir. Bangkok Suvarnabhumi Havalimanının girdi odaklı BCC modelinde etkin çıkmasına rağmen toplam etkinlik açısından etkinlik değerinin altında kaldığından dolayı etkinliğe ulaşabilmesi için girdi miktarını ne kadar azaltması ve çıktı miktarını ne kadar arttırması gerektiği Deap programı tarafından tespit edilmiştir.

ıktı odaklı BCC modeline göre etkin çıkmayan havalimanları içerisinde bulunan Paris CDG, Dallas Fort Worth, Amsterdam Schiphol, Singapur, Denver, San Francisco, Bangkok Suvarnabhumi gibi Havalimanlarının etkin duruma geçebilmesi için girdi değerkenlerini ne kadar azaltması ve çıktı değerkenlerini ne kadar arttırması gerektiği Tablo 17-19’da ayrıntılı bir şekilde belirtilmiştir.

Analiz sonucunda etkin çıkmayan havalimanlarının yetkili otoritelerine ve yöneticilerine şu öneriler sunulabilir:

- Havalimanlarının var olan kapasitesinin arttırılmadan önce toplam uçuş sayısı gibi çıktı değerkenlerinin arttırılmasına yönelik çalışmaların yapılması,
- Havalimanını kullanan hava yolu işletmeleri ile anlaşmalar yaparak toplam uçuş sayısı, toplam yük miktarı ile toplam yolcu sayısı gibi çıktı değerkenlerinin arttırılması,
- Havalimanlarına ulaşımın kolaylaştırılması ile ilgili çalışmaların yapılması,
- Hava yolu işletmelerinden alınan ücretlerin azaltılmasına yönelik çalışmaların yapılması,
- Havalimanlarının yoğun olarak kullanılmadığı saatlerde havalimanına gelen havayolu işletmelerine indirim yaparak belirli saatlerdeki yoğunluğu azaltılması,
- Havalimanlarında bekleme sresinin azaltılması ve uçuş şartlarının iyileştirilmesi gibi konularda ilgili havayolu işletmeleri ve yer hizmeti işletmeleri ile ortak çalışmaların yürütülmesi gerekmektedir.

Kaynakça

- Abbott, M., & Wu, S. (2002). Total factor productivity and efficiency of australian airports. *The Australian Economic Review*, 35(03), 244-260.
- Ablanedo- Rosas, J., & Gemoets, G. (2010). Measuring the efficiency of mexican airports. *Journal of Air Transport Management*, 16(6), 343-345.
- Adler, N., & Brechman, J. (2001). Measuring airport quality from the airlines' viewpoint: application of data envelopment analysis. *Transport Policy*, 8, 171-181.
- Ağca, V., & Tunçer, E. (2006). Çok boyutlu performans değerlendirme modelleri ve bir balance scorecard uygulaması. *Afyon Kocatepe Üniversitesi, İ.İ.B.F. Dergisi*, 173-193.
- Akal, Z. (2005). *İşletmelerde performans ölçüm ve denetimi*. Ankara: Bizim Büro.
- Akan, Y., & Çalmaşur, G. (2011). Etkinliğin hesaplanmasında veri zarflama analizi ve stokastik sınır yaklaşımı yöntemlerinin karşılaştırılması. *Atatürk Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Dergisi*, 13-32.
- Akdemir, A. (2004). *İşletmeciliğin temel bilgileri*. Çanakkale.
- Akdeniz, A., & Durmaz, F. (1998). Verimliliğin genel performans üzerindeki yansımalarının uygulaması. *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Dergisi*, 85-99.
- Aktan, B., & Bodur, B. (2006). Oranlar aracılığı ile finansal durumunuzu nasıl çözümlersiniz ? . *Journal Of Yaşar University*, 49-67.
- Amaratunga, D., & Baldry, D. (2002). *Moving From Performance measurment to performance management*. *Facilities*, 20(5/6), 217-223.
- Ar, İ. M. (2012). Türkiye'deki havalimanlarının etkinliklerindeki değişimin incelenmesi: 2007-2011 dönemi için malmquist-tfv endeksi uygulaması. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 26(3-4), 143-160.
- Archibugi, D., & Lanmarino, S. (2002). The globalization of technological innovation: definition and evidence. *Review of International Political Economy*, 9(1), 98-122.
- Arıcan, E., Yücememiş, B., Karabay, M., & Işıl, G. (2011). *Türk bankacılık sektöründe ölçek ekonomileri, pazar hâkimiyeti ve rekabet gücü, maliyet etkinliği ve ölçek ekonomilerine ilişkin ekonometrik bir uygulama*. İstanbul: Türkiye Bankalar Birliği.

- Armstrong, M. (2015). *Handbook of performance management an evidence-based guide to delivering high performance*. Londra: CPI Group.
- Arnade, C. A. (1994). *Using data envelopment analysis to measure international agricultural efficeincy and productivity*. Washington: Economic Research Service.
- Ashford, N., Stanton, M., & Moore, C. (1997). *Airport operation*. New York: McGraw-Hill.
- Assaf, A. (2010). The cost efficiency of australian airports post privatisation: a bayesian methodology. *Tourism Management*, 31(2), 267-273.
- Assaf, A. (2011). Bootstrapped malmquist indices of australian airports. *The Service Industries Journal*, 31(5), 829-846.
- Ata, A., & Yakut, E. (2009). Finansal performanssa dayalı etkinlik ölçümü: imalat sektörü uygulaması. *Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 18(2), 80-100.
- Babacan, A., & Özcan, S. (2009). Alanya bölgesi otellerinin görelî etkinliğinin belirlenmesi: bir veri zarflama analizi tekniği uygulaması. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 6(12), 176-189.
- Banker, R., Cooper, W. W., Seiford, L. M., Thrall, R. M., & Zhu, J. (2004). Returns to scale in different DEA models. *European Journal of Operational Research*, 154, 345-362.
- Baregheh, A., Rowley, J., & Sambrook, S. (2009). Towards a multidisciplinary definition of innovation. *Management Decision*, 47(8), 1323-1339.
- 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.
- Barros, C. P. (2008). Technical efficiency of UK airports. *Journal of Air Transport Management*, 14(4), 175-178.
- Barros, C. (2009). The measurement of efficiency of uk airports, using a stochastic latent class frontier model. *Transport Reviews*, 29(4), 479-498.
- Barros, C. (2011). Cost efficiency of african airports using a finite mixture model. *Transport Policy*, 18(6), 807-803.
- Barros, C. P., & Dieke, P. (2007). Performance evaluation of italian airports: a data envelopment analysis. *Journal of Air Transport Management*, 13(4), 184-191.

- Barutçugil, İ. (2002). *Performans yönetimi*. İstanbul: Kariyer Yayıncılık.
- Baş, M., & Artar, A. (1991). *İşletmelerde verimlilik denetimi : ölçme ve değerlendirme modelleri*. Ankara: Milli Prodüktivite Merkezi.
- Başaran, İ. E. (1992). *Yönetimde insan ilişkileri*. Ankara: Kadioğlu Matbaası.
- Bazargan, M., & Vasigh, B. (2003). Size versus efficiency: a case study of US commercial airports. *Journal of Air Transport Management*, 187-193.
- Behdioğlu, S., & Özcan, G. (2009). Veri zarflama analizi ve bankacılık sektöründe bir uygulama. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 301-326.
- Bektaş, H. (2013). Türk bankacılık sektöründe etkinlik analizi. *Sosyoekonomi*, 1, 280.
- Benligiray, S. (1999). *İnsan kaynakları açısından otellerde performans yönetimi*. Yayımlanmamış Doktora Tezi Eskişehir: Anadolu Üniversitesi yayınları.
- Biazzo, S., & Garengo, P. (2012). *Performance measurement with the balanced scorecard a practical approach to implementation within SMEs*. New York: Springer.
- Bitici, Ü., S., A., & Mcdevitt, C. L. (1997). Integrated performance measurement systems: a development guide. *International Journal of Operations & Production Management*, 17(5), 522-534.
- Bitici, U., Suwignjo, P., & Carrie, A. (2001). Strategy management through quantitative modelling of performance measurement systems. *International Journal Of Production Economics*, 69, 15-22.
- Budak, H. (2011). Veri zarflama analizi ve türk bankacılık sektöründe uygulaması. *Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 23(03), 95-110.
- Chen, Y., & Ali, A. I. (2002). Continuous optimization output–input ratio analysis and dea frontier. *European Journal of Operational Research*, 142, 476-479.
- Chi-Lok, A., & Zhang, A. (2009). Effects of competition and policy changes on chinese airport productivity: an empirical investigation. *Journal of Air Transport Management*, 15(4), 166-174.
- Chow, G., Heaver, T., & Herrikson, L. (1994). Logistics performance: definition and measurement. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 24, 17.

- Coelli, T., Rao, P., O'Donnell, C., & Battese, G. (2005). *An introduction to efficiency and productivity analysis*. Australia: Springer.
- Cooper, W., Seiford, L., & Tone, K. (2007). *Data envelopment analysis a comprehensive text with models, applications, references and dea- solver software*. Newyork: Springer.
- Cooper, W. W., Li, S., Seiford, L. M., Tone, K., Thrall, R. M., & Zhu, J. (2001). Sensitivity and stability analysis in dea: some recent developments. *Journal of Productivity Analysis*, 15, 217-246.
- Cooper, W. W., Seiford, L. M., & Tone, K. (2006). *Introduction to data envelopment analysis and it uses*. Newyork: Springer.
- Cooper, W. W., Seiford, L. M., & Zhu, J. (2011). *Data envelopment analysis: history, models, and interpretations*. Texas: Springer.
- Corton, R. B., & Hofer, C. (2006). *Measuring organizational performance. metrics for entrepreneurship and strategic management research*. Nouthampton: Edward Elgar Publishing.
- Cummins, j. D., Misas, M. R., & Zi, H. (2004). The effect of organizational structure on efficiency: evidence from the spanish insurance industry. *Journal of Banking & Finance*, 3113- 3150.
- Curi, C., Gitto, S., & Mancuso, P. (2011). New evidence on the efficiency of italian airports: a bootstrapped dea analysis. *Socio-Economic Planning Sciences*, 45(2), 84-93.
- Çağlar, V., & Oral, E. Z. (2011). Liman verimlilik ve etkinlik ölçme yöntemlerinin analizi. i. m. odası (Dü.), 7. Kıyı Mühendisliği Sempozyumu içinde (s. 665-676). Trabzon: İnşaat Mühendisleri Odası.
- Dinçer, Ö. (2007). *Stratejik yönetim ve işletme politikası*. İstanbul: Alfa Yayınları.
- Doganis, R. (1992). *The airport business*. London: Routledge.
- Doğan, B., & Albeni, M. (2015). Türk imalat sanayisinde firma düzeyine yeniliğin belirleyicileri üzerine bir araştırma. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 20(287), 287-298.
- Düren, A. Z. (2002). *2000'li yıllarda yönetim: sürekli değişim ve belirsizlik ortamında gelişen yönetsel yaklaşımlar*. İstanbul: Alfa.

- Dyson, R. G., Allen, R., Camanho, A. S., Padinovski, V. V., Sarrico, C. S., & Shale, E. A. (2001). Pitfalls and protocols in DEA. *European Journal Of Operational Research*, 132, 245-259.
- Easton, L., Murphy, D. J., & Pearson, J. N. (2002). *Purchasing performance evaluation: with data envelopment analysis*. 123 -134.
- Elitaş, C., & Ağca, V. (2006). Firmalarda çok boyutlu performans yaklaşımları: kavramsal bir çerçeve. *Sosyal Bilimler Dergisi*, 343-370.
- envelopment analysis. *Economics of Education Review*, 89-97.
- Erüz, e., dilmen , h., demirhan , s., oral , e., & yenice , e. (2004). *Maliye bakanlığı bütçe kontrol genel müdürlüğü performans esaslı bütçeleme rehberi*. Ankara: Maliye Bakanlığı Bütçe Kontrol Genel Müdürlüğü.
- Fernandes, E., & Pacheco, R. (2002). Efficient use of airport capacity. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 36(3), 225-238.
- Francis, O., & Duffy, A. (2002). Modelling design development performance. *International Journal of Operations & Production Management*, 22, 1198 - 1221.
- Fung , M., Wan, K. K., Hui, Y. V., & Law , J. (2008). Productivity changes in Chinese airports 1995–2004. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 44(03), 521-542.
- Ghalayini , A. M., & Noble, J. S. (1996). The changing basis of performance measurement. *International Journal of Operations & Production Management*, 16(8), 63-80.
- Ghalayini, A. M., Noble, J. S., & Crowe , T. J. (1997). An integrated dynamic performance measurement system for improving manufacturing competitiveness. *International Journal of Production Economics*, 48, 207-225.
- Gillen, D., & Lall, A. (1997). Developing measures of airport productivity and performance: an application of data envelopment analysis. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 261-273.
- Gillen, D., & Lall, A. (2001). Non-parametric measures of efficiency of u.s. airports. *International Journal of Transport Economics*, 28(3), 283-306.
- Golany, B., & Roll, Y. (1989). An application procedure for DEA. *Omega*, 17(3), 237-250.
- Graham, A. (2008). *Managing airports* (3 b.). Burlington: Elsevier.

- Güler, M. (2014). *Sağlık kuruluşları performansının veri zarflama analizi ile incelenmesi ve bir uygulama*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi.
- Güran, M. C., & Cingi, S. (2002). Devletin ekonomik müdahalelerinin etkinliği. *Akdeniz İ.İ.B.F. Dergisi*, 56-59.
- Gürgen, E., & Norsworthy, J. R. (2001). *Effeciency and stock market performance in electric power generating companies. International Engineering Management Conference*, (s. 412-420). Newyork.
- Hooper, P. (2002). Privatization of airports in Asia. *Journal of Air Transport Management*, 8(5), 289-300.
- Hooper, P. G., & Hensher, D. A. (1997). Measuring total factor productivity of airports—an index number approach. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 33(4), 249-259.
- Horngren , C., Datar, S., & Rajan, M. (2012). *Cost accounting a managerial emphasis*. New Jersey: Pearson Education,.
- Hwang, S.-N., & Chang, T.-Y. (2003). Using data envelopment analysis to measure hotel managerial efficiency change in Taiwan. *Tourism Management*, 24, 357-369.
- ICAO. (2010).
- ICAO. (2013). *Airport economics manual* . Montreal: ICAO .
- İşbilen Yücel, L. (2010). *Portföy Etkinliğinin Veri Zarflama Analizi İle Ölçülmesi ve Portföy Etkinleştirilmesine Yönelik Bir Uygulama*. Yayınlanmamış Doktora Tezi İstanbul: İstanbul Üniversitesi.
- Jablonsky, J. (2014). *Data envelopment analysis models with network structure. 30th International Conference Mathematical Methods in Economics* (s. 367-372). Prag: 30th International Conference Mathematical Methods in Economics.
- Kabadayı, E. (2002). İşletmelerdeki Üretim Performans Ölçütlerinin Gelişimi, Özellikleri ve Sürekli İyileştirme İle İlişkisi. *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 6, 61-75.
- Kaighobadi, S., Esteghlal, A., & Mohebbi, S. (2014). The Relationship between Quality of Work Life and Performance of the Managers of smes of Shiraz Industrial Town: Case study in Iran. *European Journal of Business and Management*, 6(23), 220-227.

- Kaplan, R. S., & Norton, D. P. (1999). *Balanced scorecard = şirket stratejisini eyleme dönüştürmek.* (S. Egeli, Çev.) İstanbul: Siistem.
- Karkacier, O., & Yazgan, A. E. (2015). Veri zarflama analizi ile etkinlik ölçümleri ve havalimanı işletmeciliği sektöründe bir uygulama. *Uluslararası Alanya İşletme Fakültesi Dergisi*, 7(2), 15-28.
- Karsak, E., & Işcan, F. (2000). Çimento sektöründe görelî faaliyet performanslarının ağırlık kısıtlamaları ve çapraz etkinlik kullanılarak veri zarflama analizi ile değerlendirilmesi. *Endüstri Mühendisliği Dergisi*, 2-10.
- Kaya, E. (2000). *Havaalanlarında fiyatlandırma açısından muhasebe bilgi sistemi.* Eskişehir: Anadolu Üniversitesi yayımları.
- Kaya, E., Başar, M., Gerede, E., Kuyucak, F., & Sürmeli, A. (2005). *Havaalanlarında yap işlet devret uygulamaları: antalya ve atatürk havalimanlarındaki uygulamaların değerlendirilmesi.* Eskişehir: Anadolu Üniversitesi.
- Kaya, T. (2008). *Temel performans göstergeleri ve işgücü performansının ölçülmesine yönelik olarak geliştirilen bir model.*
- Kaya, Y., & Doğan, E. (2005). *Dezenflasyon sürecinde türk bankacılık sektöründe etkinliğin gelişimi.* Ankara: Bankacılık Düzenleme ve Denetleme Kurumu.
- Kayabaşı, A. (2010). *Rekabet gücü perspektifinde lojistik faaliyetlerde performans geliştirme.* İstanbul: Altınoluk.
- Kaynar, O., Zontul, M., & Bircan, H. (2005). Veri zarflama analizi ile oecd ülkelerinin telekomünikasyon sektörlerinin etkinliğinin ölçülmesi. *C.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 6(1), 37-57.
- Kazancıoğlu, F. Ş. (2010). *Türkiye enerji sektöründe toplam faktör verimliliği ve uluslararası konum analizi.* Yayınlanmamış Doktora Tezi Ankara: Gazi Üniversitesi.
- Kazançoğlu, Y. (2008). *Lojistik yönetim sürecinde tedarikçi seçimi ve performans değerlendirilmesinin yöneylem araştırması teknikleri ile gerçekleştirilmesi.* Yayınlanmamış Doktora Tezi İzmir: Ege Üniversitesi.
- Kıyıldı, R. K., & Karaşahin, M. (2006). Türkiye'deki hava alanlarının veri zarflama analizi ile altyapı performansının değerlendirilmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 10(3), 391-397.

- Kocakoç, İ. (2003). Veri zarflama analizi'ndeki ağırlık kısıtlamalarının belirlenmesinde analitik hiyerarşi sürecinin kullanımı. *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 18, 1-12.
- Koçak, H. (2011). Efficiency examination of turkish airports with dea approach. *International Business Research*, 4(2), 204-212.
- Koçel, T. (2010). *İşletme yöneticiliği*. İstanbul: Beta Yayıncılık Dağıtım.
- Korkmaz, S., Emeç, A., & Yücedağ, N. (2009). İşletmelerin yenilikçi kabiliyetleri ve ihracat performanslarına etkileri. *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 9(2), 83-104.
- Kutlar, A., & Kartal, M. (2004). Cumhuriyet üniversitesinin verimlilik analizi: fakülteler düzeyinde veri zarflama yöntemiyle bir uygulama. *Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 8(2), 49-79.
- Lai, P.-I., Potter, A., & Beynon, M. (2012). The development of benchmarking techniques in airport performance evaluation research. *Transportation Journal*, 51(03), 305-337.
- Lam, S. W., Low, J. M., & Tang, L. C. (2009). Operational efficiencies across asia pacific airports. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 45(4), 654-665.
- Lang, P., Yolalan, R., & Kettani, O. (1995). Controlled envelopment by face extension. *Journal of the Operational Research Societ*, 473-491.
- Lau, R. (2000). Quality of work life and performance – An ad hoc investigation of two key elements in the service profit chain model. *International Journal of Service Industry Management*, 11(5), 422-437.
- Lin, L., & Hong, C. H. (2006). Operational performance evaluation of international major airports: An application of data envelopment analysis. *Journal of Air Transport Management*, 342-351.
- Lorcu, F. (2008). *Veri zarflama analizi (dea) ile türkiye ve avrupa birliği ülkelerinin sağlık alanındaki etkinliklerinin değerlendirilmesi*. Yayınlanmamış Doktora Tezi.
- Lovell, C., & Pastor, J. (1997). Target setting: an application to a bank branch network. *European Journal of Operational Research*, 98(2), 290-299.
- Lozano, S., & Gutierrez, E. (2011). Efficiency analysis and target setting of spanish airport. *Netw Spat Economic*, 139-157.

- Martel, J.-P., & Dupuis, G. (2006). Quality of work life: theoretical and methodological problems, and presentation of a new model and measuring instrument. *Social Indicators Research*, 77, 333-368.
- Martin, J. C., & 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.
- Martin, J. C., & Roman, C. (2006). A benchmarking analysis of spanish commercial airports. a comparison between smop and dea ranking methods. *Networks and Spatial Economics*, 111-134.
- Martin, J. C., Roman, C., & Voltes-Dorta, A. (2009). A stochastic frontier analysis to estimate the relative efficiency of spanish airports. *J Prod Anal*, 163-176.
- Matthews, K., & Ismail, M. (2006). Efficiency and productivity growth of domestic and foreign commercial banks in malaysia. *Cardiff Business School Working Papers Series*, 1-24.
- Mwita, J. I. (2000). Performance management model. *International Journal of Public Sector Management*, 13(1), 21.
- Neely, A. (1999). The performance measurement revolution: why now and what next. *International Journal of Operations & Production Management*, 19(2), 205-228.
- Neely, A., Adams, C., & Crowe, P. (2001). *The performance prism in practice. Measuring Business Excellence*, 5(2), 6-13.
- Neely, A., Gregory, M., & Platts, K. (1995). Performance measurement system design A literature review and research agenda. *International Journal of Operations & Production Management*, 15, 80-116.
- Neely, A., Mills, J., Platts, K., Gregory, M., & Richard, H. (1996). Performance measurement system design: should process based approaches be adopted. *International journal of production Economics*, 46-47, 425.
- Nyhan, R. C., & Martin, L. L. (1999). Comparative performance measurement a primer on data envelopment analysis. *Public Productivity & Management Review*, 22(3), 348-364.
- Oruç, K. O. (2008). *Veri Zarflama Analizi İle Bulanık Ortamda Etkinlik Ölçümleri ve Üniversitelerde Bir Uygulama*. Yayınlanmamış Doktora Tezi Isparta: Süleyman Üniversitesi.

- Osborne, R., & Cowen, S. (2002). High Performance companies: the distinguishing profile. *Management Decision*, 40(3), 227.
- Oum, T. H., & Yu, C. (2004). Measuring airports' operating efficiency: a summary of the 2003 ATRS global airport benchmarking report. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 40(6), 515-532.
- Oum, T. H., Adler, N., & Yu, C. (2006). Privatization, corporatization, ownership forms and their effects on the performance of the world's major airports. *Journal of Air Transport Management*, 12(3), 109-121.
- Oum, T. H., Yan, J., & Yu, C. (2008). Ownership forms matter for airport efficiency: A stochastic frontier investigation of worldwide airports. *Journal of Urban Economics*, 64(2), 422-435.
- Oum, T., Yu, C., & Fu, X. (2003). A comparative analysis of productivity performance of the world's major airports: summary report of the ATRS global airport benchmarking research report—2002. *Journal of Air Transport Management*, 9(5), 285-297.
- Ömürbek, N., Demirgubuz, M. Ö., & 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.
- Örkcü, H., Balıkcı, C., Doğan, M. İ., & Genç, A. (2016). An evaluation of the operational efficiency of turkish airports using data envelopment analysis and the malmquist productivity index: 2009-2014 case. *Transport Policy*, 48, 92-104.
- Özata, M. (2004). *Sağlık Bilişim Sistemlerinin Hastane Etkinliğinin Arttırılmasında Yeri ve Önemi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Konya: Selçuk Üniversitesi.
- Özden, Ü. H. (2008). Veri Zarflama Analizi İle Türkiye'deki Vakıf Üniversitelerinin Etkinliğinin Ölçülmesi. *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi*, 37(2), 167-185.
- Öztürk, A. (2002). *Yöneylem Araştırması* (13 b.). Bursa: Ekin Basım Yayın Dağıtım.
- Öztürk, Y. E. (2009). *Türk sağlık sektörü içerisindeki üniversite hastanelerinin etkinliklerinin arttırılmasında dış kaynak kullanımı uygulamasının etkisi üzerine veri zarflama analizine dayalı bir araştırma*. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Konya: Selçuk Üniversitesi.

- Pacheco, R. R., & Fernandes, E. (2003). Managerial efficiency of Brazilian airports. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 37(08), 667-680.
- Packova, V., & Karacsony, P. (2010). *Designing and Implementing performance management systems*. (s. 242). Newyork: Springer.
- Parker, D. (1999). The performance of BAA before and after privatisation: A DEA Study. *Journal of Transport Economics and Policy*, 33(2), 133-145.
- Pathomisiri, S., Haghani, A., Dresner, M., & Windle, R. (2008). Impact of undesirable outputs on the productivity of US airports. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 44(2), 235-259.
- Peker, İ., & Baki, B. (2009). Veri zarflama analizi ile türkiye havalimanlarında bir etkinlik ölçümü uygulaması. *Çukurova Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 15(2), 72-88.
- Pels, E., Nijkamp, P., & Rietveld, P. (2001). Relative efficiency of European airports. *Transport Policy*, 8(3), 183-192.
- Purbey, S., Mukherjee, K., & Bhar, C. (2007). Performance measurment system for healthcare process. *İnternational Journal of Productivity and peformance managment*, 241-251.
- Ramsay, M. (2008). *İşletme verimliliği ölçümü ve uluslararası işgücü verimliliği el kitabı*. (İ. Yavuz, Çev.) Ankara: Milli Prodüktivite Merkezi.
- Reisman, A. (2004). Preface. *Socio- Economic Planning Sciences*, 38(2-3), 115-121.
- Rolstadås, A. (1998). Enterprise performance measurement. *International Journal of Operations & Production Management*, 18(9/10), 989-999.
- Rouyendegh, B. D. (2009). *Çok Ölçütlü Karar Verme süreci İçin VZA- AAS SIRALI Hibrit Algoritması ve Bir Uygulama*. Yayınlanmaış Doktora Tezi. Ankara: Gazi Üniversitesi.
- Sarkis, J. (2000). An analysis of the operational efficiency of major airports in the United States. *Journal of Operations Management*, 18, 335-351.
- Sarkis, J., & Talluri, S. (2004). Performance based clustering for benchmarking of US airports. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 38(5), 329-346.
- Seiford, L. (1997). A bibliography for Data Envelopment Analysis. *Annals of Operations Research*, 73, 393-438.

- Seyrek, İ. H., & Ata, A. (2010). Veri zarflama analizi ve veri madenciliği ile mevduat bankalarında etkinlik ölçümü. *BDDK Bankacılık ve Finansal Piyasalar*, 4(2), 67-84.
- Sinclair, D., & Zairi, M. (2000). Performance measurement: a critical analysis of the literature with respect to total quality management. *International Journal of Management Reviews*, 2(2), 145-168.
- Smith, P. (1997). Model misspecification in data envelopment analysis. *Annals of Operations Research*, 73, 233-252.
- Sowlati, T. (2001). *Establishing the practical frontier in data establishing the practical frontier*. Toronto: University of Toronto.
- Sueyoshi, T. (1999). DEA-discriminant analysis in the view of goal programming. *European Journal of Operational Research*, 118, 564-582.
- Sureshchandar, G., & Leisten, R. (2005). Insights from research Holistic scorecard: strategic performance measurement and management in the software industry. *Measuring Business Excellence*, 9(2), 12-29.
- Şimşek, A. (2013). *Kalkınma ajanslarının performans ölçümü* Uzmanlık Tezi. 45.
- Tangen, S. (2004). Performance measurement: from philosophy to practice. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 53(8), 726-737.
- Tarım, A. (2001). *Veri zarflama analizi: matematiksel programlama tabanlı göreceli etkinlik ölçüm yaklaşımı*. Ankara: Sayıştay Yayınları.
- Tetik, S. (2003). İşletme performansını belirlemede veri zarflama analizi. *Celal Bayar Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi*, 10(2), 221-229.
- Thakkar, J., Deshmukh, S. G., Gupta, A. D., & Shankar, R. (2006). Development of a balanced scorecard. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 56(01), 25-59.
- Tone, K. (2001). A slacks- based measure of efficiency in data envelopment analysis. *European Journal of Operational Research*, 130, 498-509.
- Tone, K. (2001). On Returns to Scale Under Weight Restrictions in Data Envelopment Analysis. *Journal of Productivity Analysis*, 16, 32.
- Tovar, B., & Martin- Cejas, R. R. (2010). Technical efficiency and productivity changes in Spanish airports: A parametric distance functions approach. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 46(2), 249-260.

- Ulucan, A. (2002). İSO500 şirketlerinin etkiliklerinin ölçülmesinde veri zarflama analiz yaklaşımı: Farklı Girdi Çıktı Bileşenleri ve Ölçeğe Getiri Yaklaşımları İle Değerlendirmeler. *Ankara Üniversitesi SBF Dergisi*, 57(2), 185-202.
- Ulucan, A. (2011). Measuring the efficeincy of turkish universities using measure-specific data envelopment analysis. *Sosyo Ekonomi*, 181-196.
- Uyar, S., & Alış, M. (2014). Konaklama işletmelerinde veri zarflama analizi yöntemiyle faaliyet denetimi uygulaması. *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 29(02), 107-136.
- Ülkü, T. (2015). A comparative efficiency analysis of Spanish and Turkish airports. *Journal of Air Transport Management*, 46, 56-68.
- Ünsalan , E., & Şimşeker, B. (2011). *Temel işletmecilik bilgileri*. Ankara: Detay Yayıncılık.
- Vasigh, B., & Gorjidoz, J. (2006). Productivity analysis of public and private airports a casual investigation. *Journal of Air Transportation*, 144-163.
- Vernero, S., Nabitz, U., Bragonzi, G., Rebelli , A., & Molinar, R. (2007). A two-level EFQM self-assessment in an Italian hospital. *International Journal of Health Care Quality Assurance*, 20(03), 215-231.
- Verweire, K., & Van den Berghe, L. (2003). İntegrated Performance management Adding a new Dimension. *Management Decision*, 41, 782-790.
- Verweire, K., & Van Den Berghe, L. (2004). *Integrated Performance Management, A Guideto Strategy Implementation*. London: Sage Publication.
- Vickery, S., & Droge, C. (1996). The contribution of quality to business performance. *International Journal of Operations & Production Management*, 16(8), 44-62.
- Wells, A. (2004). *Airport planning & management*. Newyork.: McGraw.
- Weng , S. J., Wu, T., Blackhurst, J., & Mackulak, G. (2009). An extended DEA model for hospital performance evaluation and improvement. *Health Service Outcomes Research Method*, 39-53.
- Wyman, O. (2012). *Guide to airport performance measures*. Montreal: Airports Council International(ACI).
- Yağcı, H. (2012). 2008 yılı ekonomik krizi sonrasında türk bankacılık sektörünün veri zarflama analizi ile etkinliğinin incelenmesi. Yayınlanmamış Yüksek lisans Tezi İstanbul: Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

- Yang, H.-H. (2010). Measuring the efficiencies of Asia-Pacific international airports – Parametric and non-parametric evidence. *Computers & Industrial Engineering*, 59(4), 697-702.
- Yenice, E. (2006). Kamu kesimindeki performans ölçümü ve bütçe ilişkisi. *Sayıştay Dergisi*, 59.
- Yeşilyurt, C., & Alan, M. A. (2003). Fen Liselerinin 2002 Yılı Göreceli Etkinliğinin Veri Zarflama Analizi Yöntemi İle Ölçülmesi. *Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 4(2), 91-104.
- Yılmaz, C., Özdi, T., & Akdoğan, G. (2002). Seçilmiş işletmelerin toplam etkinliklerinin veri zarflama yöntemi ile ölçülmesi. *Sosyal Bilimler Dergisi*, 174-183.
- Yılmaz, H. (2010). Bilgi yönetimi sürecinde performans yönetim modellerinin uygulanması. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 59-76.
- Yılmaz, N., & Karakadılar, İ. S. (2010). Türk otomobil pazarında yerli üretim ve ithal araçların verimliliklerinin veri zarflama analizi ile değerlendirilmesi. *Marmara Üniversitesi İ.İ.B.F Dergisi*, 28(1), 499-521.
- yolalan, r. (1993). *İşletmelerarası göreceli etkinlik ölçümü*. ankara: milli prodüktivite Merkezi yayınları.
- yoshida, y. (2004). Endogenous-weight tfp measurement: methodology and its application to japanese-airport benchmarking. *Transportation Research Part E: logistics and transportation review*, 40(2), 151-182.
- Yoshida, Y., & Fujimoto, H. (2004). Japanese-airport benchmarking with the DEA and endogenous-weight TFP methods: testing the criticism of overinvestment in Japanese regional airports. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 40(6), 533-546.
- Yu, M. M. (2004). Measuring physical efficiency of domestic airports in Taiwan with undesirable outputs and environmental factors. *Journal of Air Transport Management*, 10, 295-303.
- Yu, M.-M. (2010). Assessment of airport performance using the SBM-NDEA model. *Omega*, 38(6), 440-452.
- Yu, M.-M., Hsu, S.-h., Chang, C.-C., & Lee, D.-H. (2008). Productivity growth of Taiwan's major domestic airports in the presence of aircraft noise. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 44(3), 543-554.

- Yun, Y., Nakayama, H., & Tanino, T. (2004). A Generalized Model for Data Envelopment Analysis. *European Journal of Operational Research*, 157, 87-105.
- Yükçü, S., & Atağan, G. (2009). Etkinlik, etkililik ve verimlilik kavramlarının yarattığı karışıklık. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 23(04), 1-10.
- Zairi, M. (1994). *Measuring performance for business results*. London: Chapman&Hal.
- Zerenler, M. (2005). Performans ölçüm sistemlerinin tasarımı ve üretim sistemlerinin performansının ölçümüne yönelik bir araştırma. *Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 1-36.
- Zhang, A., & Zhang, Y. (1997). Concession revenue and optimal airport pricing. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 33(4), 287-296.
- Zong Chang, T., & Jane chen, S. (1998). Market orientation, service quality and business profitability: a conceptual model. *Journal of Services Marketing*, 12(4), 246-264.