



T.C.
GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

VERİ ZARFLAMA ANALİZİ İLE ETKİNLİK ÖLÇÜMLERİ VE HAVACILIK
SEKTÖRÜNDE BİR UYGULAMA

Hazırlayan
Ayşe Elif YAZGAN

İşletme Ana Bilim Dalı
Sayısal Yöntemler Bilim Dalı
Doktora Tezi

Danışman
Prof.Dr. Osman KARKACIER

TOKAT – 2012

**VERİ ZARFLAMA ANALİZİ İLE ETKİNLİK ÖLÇÜMLERİ VE HAVACILIK
SEKTÖRÜNDE BİR UYGULAMA**

Tezin Kabul Ediliş Tarihi: 16.11.2012

Jüri Üyeleri (Unvanı, Adı Soyadı)

Başkan: Prof.Dr. Osman KARKACIER

Üye : Prof.Dr. Osman ÇEVİK

Üye : Doç.Dr. Cumhuri ERDEM

Üye : Doç.Dr. Z.Gökalp GÖKTOLGA

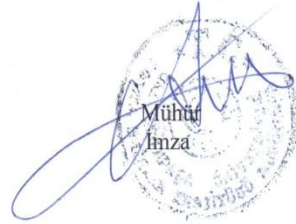
Üye : Yrd. Doç.Dr. Rüştü YAYAR

İmzası



Bu tez, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yönetim Kurulunun 19.11.2012 tarih ve 36/04 sayılı oturumunda belirlenen jüri tarafından kabul edilmiştir.

Enstitü Müdürü:Prof.Dr. Ali AÇIKEL
Enstitü Müdürü



T.C.
GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ'NE

Bu belge ile bu tezdeki bütün bilgilerin akademik kurallara ve etik ilkelere uygun olarak toplanıp sunulduğunu, bu kural ve ilkelerin gereği olarak, çalışmada bana ait olmayan tüm veri, düşünce ve sonuçlara atıf yaptığımı ve kaynağını gösterdiğimi beyan ederim.



16.11.2012

Ayşe Elif YAZGAN

TEŞEKKÜR

Tez çalışmasının her aşamasında yaptığı katkılarla beni yönlendiren değerli hocalarım Sayın Prof.Dr. Osman KARKACIER, Sayın Prof.Dr. Osman ÇEVİK, Sayın Yrd.Doç.Dr. Rüştü YAYAR, çok değerli meslektaşım Sayın Arş.Gör. İsmail ŞENTÜRK'e, ayrıca araştırmanın yürütülmesi sırasında desteğini esirgemeyen aileme teşekkür ederim.

Veri toplama aşamasında gösterdikleri yakın ilgi ve yardımlarından ötürü Sayın Turan Özyanık'a ayrıca teşekkür ederim.

Kasım, 2012

Ayşe Elif YAZGAN

ÖZET

Bu çalışmada Veri Zarflama Analizi(VZA) yöntemi kullanılarak Türkiye'de bulunan 37 havalimanının 2008-2011 yılları arasında etkinliklerinin ölçümü ele alınmıştır. Bu amaçla, girdi olarak; çalışan sayısı, işletme gideri, terminal alanı, pist sayısı ve apron sayısı, çıktı olarak ise yolcu trafiği, işletme geliri, uçak trafiği ve yük trafiği kullanılmıştır. Yapılan analiz sonuçlarına göre, 37 havalimanı içerisinde İstanbul Atatürk, Antalya, Muğla Milas Bodrum, Adana, Tekirdağ Çorlu havalimanlarının incelenen her yıl için etkin olduğu gözlemlenmiştir. Daha sonra, bu havaalanları etkin olmayan diğerleri için referans olarak alınarak, girdi ve çıktılarda hedeflenen ve gerçekleşen değerler her yıl verileri için tartışılmıştır. Son olarak etkinlik üzerinde etkili olan çeşitli açıklayıcı değişkenlerin etkilerini belirlemek amacıyla VZA'dan elde edilen etkinlik skorları bağımlı değişken olarak alınarak Tobit modeli kullanılmış ve sonuçlar yorumlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Veri Zarflama Analizi, Türkiye Havalimanları, Etkinlik, Tobit Model

ABSTRACT

In this study it was aimed to measure the efficiency of Turkey's Airports by using Data Envelopment Analysis (DEA) between 2008-2011. For this reason, the number of employess, operation costs, the number of runways, the number of aprons and size of airports were taken into account as inputs, the number of passengers, operation revenues, load traffic and cargo traffic were considered as outputs. According to efficiency results, Atatürk, Antalya, Muğla Milas Bodrum, Adana, Tekirdağ Çorlu airports were determined as efficient in large airport category. Later, actions that should have done in order to achieve the efficient frontier by inefficiency airport were analysed using sensitivity analysis. Finally, the efficiency scores obtained from VZA, Tobit model is used and the results are interpreted based on the dependent variable.

Keywords: Data Envelopment Analysis, Turkish Airports, Efficiency, Tobit Model

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	iii
ÖZET	iv
KISALTMALAR LİSTESİ	7
GİRİŞ.....	8
BİRİNCİ BÖLÜM.....	10
1. PERFORMANS İLE İLGİLİ TEMEL KAVRAMLAR.....	10
1.1. Performans Kavramı.....	10
1.2. Performans İle İlgili Kavramlar.....	10
1.2.1. <i>Etkinlik</i>	10
1.2.2. <i>Etkililik</i>	12
1.2.3. <i>Verim</i>	13
1.2.4. <i>Verimlilik</i>	14
1.2.5. <i>Kalite</i>	18
1.2.6. <i>Yenilik</i>	20
1.2.7. <i>Çalışma Hayatının Kalitesi</i>	22
1.2.8. <i>Kârlılık</i>	23
1.2.9. <i>Bütçeye Uygunluk</i>	23
1.2.10. <i>Kamusal Sorumluluk</i>	24
1.3. Performans Ölçümü ve Performans Ölçüm Modelleri	25
1.3.1. <i>Performans Ölçümü</i>	25
1.3.2. <i>Performans Ölçümünün Önemi</i>	26
1.3.3. <i>Performans Yönetimi</i>	31
1.3.4. <i>Performans Denetimi</i>	34
1.3.5. <i>Performans Ölçüm Modelleri</i>	36
1.3.5.1. <i>Oran Analizi</i>	38
1.3.5.2. <i>Parametrik Yöntemler</i>	40
1.3.5.3. <i>Parametrik Olmayan Yöntemler</i>	41
1.3.6. <i>Performans Ölçüm Modellerinin Karşılaştırılması</i>	43
İKİNCİ BÖLÜM.....	45
2. VERİ ZARFLAMA ANALİZİ(DATA ENVELOPMENT ANALYSIS).....	45
2.1. Veri Zarflama Analizinin Tanımı	45
2.2. Veri Zarflama Analizinin Tarihsel Gelişimi.....	46
2.3. Veri Zarflama Analizinin Uygulama Alanları	48
2.4. Veri Zarflama Analizi Yönteminde Kullanılan Terimler	49
2.5. Veri Zarflama Analizinin Grafıksel Gösterimi.....	53

2.6. Veri Zarflama Analizinin Matematiksel Yapısı	55
2.6.1. Kesirli Programlama İle Veri Zarflama Analizi.....	56
2.6.2. Doğrusal Programlama İle Veri Zarflama Analizi.....	58
2.6.3. Dualite Yöntemi İle Veri Zarflama Analizi	61
2.7. Veri Zarflama Analizinin Sistematik Yapısı	63
2.7.1. Tek Girdi ve Tek Çıktıdan Oluşan Sistemler	63
2.7.2. İki Girdi ve Bir Çıktıdan Oluşan Sistemler.....	67
2.7.3. Bir Girdi ve İki Çıktıdan Oluşan Sistemler.....	70
2.7.4. Çok Girdili ve Çok Çıktılı Sistemler	74
2.8. Veri Zarflama Analizinin Uygulama Aşamaları.....	77
2.8.1. Analize Alınacak Karar Verme Birimlerinin Seçimi.....	77
2.8.2. Analizde Kullanılacak Girdi ve Çıktı Kümelerinin Seçimi	78
2.8.3. Verilerin Elde Edilebilirliği ve Güvenilirliği.....	78
2.8.5. Etkinlik Değerleri- Etkinlik Skorları.....	79
2.8.7. Etkin Olmayan Karar Verme Birimleri İçin Hedef Belirlenmesi	80
2.8.8. Sonuçların Değerlendirilmesi.....	81
2.9. Temel Veri Zarflama Analizi Modelleri.....	81
2.9.1. CCR (Charnes-Cooper-Rhodes) Modeli.....	82
2.9.1.1. Girdiye Yönelik CCR Modeli.....	85
2.9.1.1.2. Pareto-Koopmans Etkinliği	89
2.9.1.1.3. Referans Kümesi ve Etkinlikte İyileşme	90
2.9.1.2. Çıktıya Yönelik CCR Modeli	91
2.9.2. BCC Modelleri	93
2.9.2.1.1. BBC Etkinliği	98
2.9.2.1.2. Referans Kümesi.....	99
2.9.2.2. Çıktıya Yönelik BBC Modeli	99
2.9.3. Diğer Veri Zarflama Analizi Modelleri	101
2.9.3.1. Toplamsal Model(Additive Model)	101
2.9.3.3. Aylak Tabanlı Ölçüm Modeli(Slacks-Based Measurement Model)....	102
2.9.3.4. Süper Aylak Tabanlı Ölçüm Modeli(Super Slacks-Based Model).....	103
2.10. Ölçeğe Göre Getiri (Return to Scale)	104
2.10.1. Ölçeğin Getirisi ve Teknik Etkinlik.....	109
2.10.2. Ölçeğin Getirisi ve Tahsis Etkinliği.....	112
2.10.2.1. Maliyet Minimizasyonu	112
2.10.2.2. Gelir Maksimizasyonu	113
2.11. Veri Zarflama Analizinde Serbestlik Sorunu	114

2.12. Veri Zarflama Analizinin Değerlendirilmesi.....	115
2.12.1. <i>Veri Zarflama Analizinin Güçlü Yönleri</i>	115
2.12.2. <i>Zayıf Yönleri</i>	117
ÜÇÜNCÜ BÖLÜM	119
3. HAVACILIK SEKTÖRÜNDE VERİ ZARFLAMA ANALİZİ İLE ETKİNLİK ÖLÇÜMLERİ	119
3.1. Giriş	119
3.2. Literatür Özeti.....	119
3.3. Araştırmanın Amacı.....	129
3.4. Araştırmanın Önemi	129
3.4.1. <i>Devlet Hava Meydanları İşletmesi Genel Müdürlüğü(DHMI)</i>	130
3.4.2. <i>DHMI Misyonu</i>	131
3.4.3. <i>DHMI Vizyonu</i>	132
3.4.4. <i>Kuruluşun Temel İlke ve Değerleri</i>	132
3.5. Yöntem.....	132
3.6. Uygulamanın Değerlendirilmesi.....	133
3.6.1. <i>Analize Alınacak Karar Verme Birimlerinin Seçimi</i>	133
3.6.2. <i>Çalışmaya Dahil Edilen Havalimanlarının Tanıtımı</i>	133
3.6.3. <i>Analizde Kullanılacak Girdi ve Çıktı Kümelerinin Seçimi</i>	135
3.6.4. <i>Uygun VZA Modelinin Seçilmesi ve Görelî Etkinliğin Ölçülmesi</i>	138
3.6.5. <i>Referans Gruplarının Belirlenmesi</i>	141
3.6.6. <i>Etkin Olmayan Karar Verme Birimleri İçin Hedef Belirlenmesi</i>	143
3.7. Tobit Modelin Uygulanması	157
SONUÇ VE ÖNERİLER.....	167
KAYNAKÇA.....	171
EKLER.....	194
ÖZGEÇMİŞ	228

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1.1. Performans Ölçüm Modellerinin Karşılaştırılması.....	44
Tablo 2.1. Tek Girdi ve Tek Çıktıdan Oluşan Sistemler.....	64
Tablo 2.2. İşyerlerine Ait Etkinlik Değerleri.....	66
Tablo 2.3. İki Girdi ve Bir Çıktıdan Oluşan Sistemler.....	68
Tablo 2.4. Bir Girdi ve İki Çıktıdan Oluşan Sistemler.....	71
Tablo 2.5. Hastane Örneği.....	74
Tablo 2.6. Sabit Ağırlıklar İle Hastanelere Ait Etkinlik Değerleri.....	75
Tablo 2.7. Sabit ve Değişken Ağırlık Değerleri.....	76
Tablo 2.8. BCC Modeli Primal-Dual Formülasyonda Değişken ve Kısıt Karşılıkları...98	98
Tablo3.1. Havalimanlarına İlişkin Bilgiler.....	134
Tablo 3.2. Havaalanı Etkinliğinin Belirlenmesinde Veri Zarflama Analizine Dayalı Çalışmalar.....	135
Tablo3.3. Araştırmada Kullanılan Girdi ve Çıktı Değişkenleri.....	137
Tablo 3.4. 2008-2011 Yılları Arasında Havalimanlarının Görelî Etkinlik Skorları.....	139
Tablo 3.5. Karar Verme Birimlerinin Referans Olma Durumu.....	141
Tablo 3.6. 2011 Yılı Etkin Olmayan Firmaların Referans Alabileceği Firmalar.....	142
Tablo 3.7. 2011 Yılı Etkin Olmayan Karar Verme Birimlerinin İyileştirme Oranları..	145
Tablo3.8. Analizde Kullanılan Değişkenlerin 2008 Yılı İçin Tanımlayıcı İstatistikler	160
Tablo3.9. 2008 Yılı Tobit Model Sonuçları.....	161
Tablo3.10. Analizde Kullanılan Değişkenlerin 2009 Yılı İçin Tanımlayıcı İstatistikler.....	162
Tablo3.11. 2009 Yılı Tobit Model Sonuçları.....	162

Tablo3.12. Analizde Kullanılan Değişkenlerin 2010 Yılı İçin Tanımlayıcı İstatistikleri.....	163
Tablo3.13. 2010 Yılı Tobit Model Sonuçları.....	164
Tablo3.14. Analizde Kullanılan Değişkenlerin 2011 Yılı İçin Tanımlayıcı İstatistikleri.....	165
Tablo3.15. 2011 Yılı Tobit Model Sonuçları.....	165



ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1. Verimlilik, Etkinlik ve Etkililik ilişkileri.....	17
Şekil 2.1. Veri Zarflama Analizinin Grafikselsel Yapısı.....	53
Şekil 2.2. Tek Girdi/Çıktılı Mağaza Örneklerinin Karşılaştırılması.....	64
Şekil 2.3. Regresyon Çizgisi ve Etkinlik Sınır Çizgisi	65
Şekil 2.4. A Firması İçin Etkinlik İyileştirme.....	67
Şekil 2.5 İki Girdi ve Bir Çıktıdan Oluşan Sistemler.....	68
Şekil 2.6. A Mağazasına Ait Etkinlik İyileştirmesi.....	70
Şekil 2.7. Bir Girdi ve İki Çıktıdan Oluşan Sistemler.....	71
Şekil 2.8. Bir Girdi ve İki Çıktıdan Oluşan Sistemlerde İyileştirme.....	72
Şekil 2.9. CCR Modeli İçin Üretim Sınırı.....	93
Şekil 2.10. BCC Modeli İçin Üretim Sınırı.....	94
Şekil 2.11. BCC Modeli ve Etkinlik Sınırı.....	95
Şekil 2.12. Ölçeğe Göre Getiri, Ortalama Etkinlik, Marjinal Etkinlik.....	105
Şekil 2.13. Ölçek Etkinliğinin Grafik Gösterimi.....	110
Şekil 3.1. Bazı Havalimanlarının 2008-2011 Yılları Arasında Etkinlik Değişimleri....	140

KISALTMALAR LİSTESİ

- BCC- Banker- Charnes-Cooper Modeli
- CCR- Charnes-Cooper-Rhodes Modeli
- VZA- Veri Zarflama Analizi
- DHMI- Devlet Hava Meydanları İşletmesi
- IRS- Ölçeğe Göre Artan Getiri
- DRS- Ölçeğe Göre Azalan Getiri
- CRS- Ölçeğe Göre Sabit Getiri
- KVB- Karar Verme Birimi
- EMS- Efficiency Measurement System
- YİD- Yap İşlet Devret
- ML- Maksimum Olabilirlik
- MPSS- En Verimli Ölçek Büyüklüğü
- GTE- Genel Teknik Etkinlik
- LTE- Lokal Teknik Etkinlik

GİRİŞ

Küreselleşme ve teknolojik gelişmelere paralel olarak bugün dünyada pek çok sektörde olduğu gibi havacılık sektöründe de büyük gelişmeler yaşanmaktadır. Yaşanan tüm bu gelişmeler, Türkiye’de de sektörün hızla büyümesini beraberinde getirmiştir. Sektörün özellikle ulaşırmada sağladığı hız sayesinde yolcu ve kargo taşımacılığında önemli bir ilerleme olmuştur. Sanayileşmenin gelişmesi, nüfus artışı ve yerleşim merkezlerinin yaygınlaşması hem ülkelerin ekonomik ilişkilerinin artmasına neden olmuş hem de kişilerin turistik amaçlı seyahat etmelerini yaygınlaştırmıştır. Tüm bu faktörler ulaşırmaya olan talebin artmasına neden olmaktadır.

Günümüzde her şey bilgi ve teknolojiye dayanmaktadır ve belirli amaçlar doğrultusunda kurulan işletmelerin faaliyetlerine devam edebilmeleri ve varlıklarını sürdürebilmeleri ancak rekabet edebilme güçlerine bağlıdır. Bu güç, teknolojiyenilikleri takip edebilme, kaliteli mal ve hizmet üretme gibi unsurların yanında kaynakları etkin bir şekilde kullanabilen, etkinliği işletme kültürünün bir parçası haline getirmiş bir yönetim sayesinde artacaktır.

Günümüzde etkinlik kavramı ekonomik anlamda kaynakların sınırlı olmasından dolayı önemini her zaman korumuş ve korumaya devam edecektir. Var olan rekabet ortamında firmaların kaynaklarını optimal, başka bir ifadeyle en etkin bir şekilde kullanmaları gerekliliğini ortaya çıkarmaktadır. Firmaların, dönem dönem hedeflenen planlarından sapmalarını belirleyebilmeleri, rakiplerine karşı piyasadaki konumlarını görebilmeleri için faaliyet gösterdikleri sektör içinde etkinliklerini görel olarak değerlendirmeleri gerekmektedir. İşte performans analizi, bir yönetim aracı olarak, kaynaklarını daha etkin ve verimli bir şekilde kullanılmasını olanaklı kılabilen ve çağdaş yönetim anlayışını benimsemiş her işletmenin vazgeçemeyeceği bir unsurdur.

İşletmeler performansı ölçmeden neyin iyi olduğuna, ne kadar iyi olduğuna ya da hangi kıstasa göre iyi olduğuna karar veremezler. İşletmelerin çalışanları ile ilgili doğru kararlar verebilmesi ve onların istenilen performans düzeyine çıkarması için etkinliklerini ölçmeleri gerekmektedir.

İşte bu doğrultuda etkinlik ölçümünde son yıllarda oldukça yaygın olarak kullanılan Veri Zarflama Analizi(VZA) yöneticilere önemli bir yardımcı araç olarak ortaya çıkmaktadır. VZA, aynı tür girdiler kullanarak aynı tür çıktıları üreten ve birbirlerine benzer ekonomik karar birimlerinin karşılaştırmalı "etkinliklerinin" ölçülmesi amacıyla geliştirilmiş parametresiz bir yöntemdir.

Bu çalışmanın amacı da, Türkiye'deki havaalanlarının göreceli etkinliklerinin Veri Zarflama Analizi(VZA) yöntemi kullanılarak incelenmesi ve elde edilen analiz sonuçlarının söz konusu sektörde anlamlı ve faydalı olacak şekilde yorumlanmasıdır.

Bu amaçlar doğrultusunda çalışma üç bölüm halinde ele alınmıştır. Birinci bölümde performans ile ilgili temel kavramlar, performans ölçümü, performans ölçüm modelleri ve bu modellerin karşılaştırılması açıklanmıştır. İkinci bölümde parametrik olmayan performans ölçüm yöntemlerinden biri olan Veri Zarflama Analizi'ne yer verilmiştir. Bu bölümde VZA'ya ilişkin genel açıklama, tarihsel gelişimi, VZA'nın uygulama aşamaları, matematiksel-sistemik yapısı, VZA modelleri ve VZA'nın güçlü ve zayıf yönleri ayrıntılı olarak ele alınmıştır. Üçüncü bölümde ise ülkemizdeki havalimanlarının 2008-2011 yılları arasındaki göreceli etkinlikleri Veri Zarflama Analizi (VZA) yöntemi kullanılarak incelenmiş ve elde edilen analiz sonuçları yorumlanmıştır. Analizden sonra etkinlik üzerinde etkili olan çeşitli açıklayıcı değişkenlerin etkilerini belirlemek amacıyla VZA'dan elde edilen etkinlik skorları bağımlı değişken alınarak Tobit modeli kullanılmış, sonuçlar yorumlanmıştır.

BİRİNCİ BÖLÜM

1. PERFORMANS İLE İLGİLİ TEMEL KAVRAMLAR

1.1. Performans Kavramı

Bireysel ve toplumsal yaşamın neredeyse bütün alanlarını kapsayan performansın ortak bir tanımına rastlanılmaz. Ancak Türk Dil ve Tarih Kurumu, performansı “başarım” olarak tanımlamaktadır(<http://tdkterim.gov.tr/bts/>).

Genel anlamda performans; planlanmış ve amaçlanmış olacak şekilde bir etkinlik sonucunda elde edilen ürünü, sayı ya da kalite olarak tanımlayan bir kavramdır. Ortaya çıkan sonuçlar mutlak ve görelidir. Performans, bir atletin müsabakadaki bireysel derecesi veya diğer atletler ile sıralaması, bir üretim birimindeki üretim miktarı veya gerçekleşen üretimin planlanan üretime oranına göre tanımlanabilir. Bu da bize performansın belirlenebilmesi için öncelikle çıktının yorumlanması gerekliliğini gösterir. Çıktının yorumlanmasında ise verimlilik, kalite, etkinlik boyutları söz konusudur(Akal, 2000, s.16).

1.2. Performans İle İlgili Kavramlar

Performansla ilgili olduğu bilinen kavramlar aşağıda sıralanmıştır.

1.2.1. Etkinlik

Etkinlik, temeli üretim ekonomisi olan amaçlara yönelik bir performans bileşenidir. Müşteriye ulaşacak mal ve hizmetlerin üretilmesi için kullanılan girdilerin fiili kullanımının belirli tekniklerle saptanmış standartlar kullanılarak karşılaştırılmasıyla bulunan bir derecelemedir. Etkinlik, girdilerin iyi kullanılma derecesini göstermesi yönü ile performansın kaynaklara yönelik boyutunun bir parçasıdır(Yavuz, 2003, s.12).

İşletme açısından etkinlik; işçilik, hammadde, malzeme ve diğer girdilerin işletme için saptanan amaçlar doğrultusunda ne derece etkin yeterli kullanıldığını gösteren bir değerlendirme kriteridir. Etkinlik, bir işletmenin üretim faktörleri ya da üretimin kendisi için önceden saptadığı programın gerçekleştirilme derecesini gösterir. Bir başka deyişle, fiili(gerçekleşen) performans, önceden saptanan standart(olması gereken) performans ile karşılaştırıldığında gerçekleşen performansın standart performansa ne derece yaklaşmış yaklaşmadığını gösterir. Etkinlik derecesi aşağıdaki şekilinde belirlenebilir(Yükçü ve Atağan, 2009, s.3).

$$\text{Etkinlik} = \text{Standart Performans} / \text{Gerçekleşen(fiili) Performans}$$

Örneğin; bir işin standart süresi 3 saat fakat uygulamada bu iş 5 saatte gerçekleşiyorsa:

$$\text{Etkinlik} = 3 / 5 = 0,6 \text{’dir.}$$

Bu durum işin yeteri kadar etkin olmadığını gösterir.

Etkinlik derecesinin “1” olması istenir. “1” değerine sahip olan karar verme birimlerinin performansları diğerlerinden daha iyidir ve “etkin karar verme birimi” olarak nitelendirilir. Derecenin “1” değerine ulaşamaması durumunda, söz konusu faaliyetin gerçekleştirilmesinde hedefin üzerinde veya altında bir performans sergilediği düşünülür. Bu sonuç aynı zamanda, işletmenin davranışsal amaçlarına ulaşamadığını da gösterir. Performansı diğerlerine göre iyi olmayan karar verme birimlerinin her biri ise “etkin olmayan karar verme birimi” olarak tanımlanmaktadır. Sonuçta etkinlik ölçümünün konusu, kullanılan kaynakların belirli bir zamanda ve biçimde kullanımı ile gerçekleşen sonuçların, hedeflenen sonuçlara göre değerlendirilmesidir(Helfand, 2003, s.16).

1.2.2. Etkililik

Etkililik kavramı öncelikle, İkinci Dünya Savaşı'ndan sonra yönetim bilimlerinde kullanılmaya başlanmış ve daha sonra bu kavram ekonomi biliminden diğer bilim dallarına da yayılmıştır(Yükçü ve Atağan, 2009, s.2).

Etkililik, örgütlerin varlığını koruması ve devam ettirebilmesi için vazgeçilmez bir unsurdur. Bu nedenle yöneticiler örgütlerin toplum ve insan üzerinde etkili olmasını ve söz konusu bu etkinin sürdürülmesi gerekliliği üzerinde durmuşlardır. Bundan dolayı örgütler üzerinde yapılan çalışmalar etkililik üzerine yapılan çalışmalarla paralel gitmiştir(Gülcü, Tutar ve Yeşilyurt, 2004, s.61). Etkililik firma ya da işletmelerin daha önceden tanımlanmış hedeflerine ulaşmak amacıyla gerçekleştirdikleri faaliyetlerinin sonunda, bu hedeflere ulaşma derecesini belirlemektedir(Çağlar, 2003, s.10).

Etkililik, gerçekleşmesi mümkün olana kıyasla gerçekleşendir. Elde edilen çıktıların, belirlenen hedefe ne kadar yaklaştığını ifade eder ve

Etkililik = Gerçekleşen Çıktı / Planlanan Çıktı ile tanımlanır(Prokopenko, 2003, s.23).

Eğer planlanan çıktı 100 birim ve gerçekleşen çıktı 90 birim ise bu durumda etkililik şöyle hesaplanacaktır.

$$\text{Etkililik} = 90 \text{ birim} / 100 \text{ birim} = \%90 \text{ dır.}$$

Pfeffer ve Salancik(1978, s.11)'e göre örgütsel etkililik, örgütün çeşitli grupların taleplerini ne ölçüde iyi karşıladığının “dışsal bir standardı” olduğudur. Yazarlar aynı zamanda, örgütün yaptığı işin yararlılığını, bu işin yapılması sırasında kaynakların ne ölçüde iyi değerlendirildiğini de bu kavramın içerisine dahil etmişlerdir. Örgütsel etkililik literatürde farklılıklara rağmen genelde, örgütün ulaşmayı amaçladığı “sonucu”

elde etme düzeyi olarak görülmektedir (http://dergiler.ankara.edu.tr/dergiler/42/468/5390.pdf.erişim:16.08.2011).

Etkililik kavramı daha çok örgütün istediği sonuçlara ulaşma düzeyini ve derecesini ifade etmektedir. Sonuç fiziksel değerlerle edilen çıktıdan daha farklı bir anlam taşımaktadır. Örneğin; bir işletmenin araştırma ve geliştirme bölümünün geliştirdiği yeni ürün sayısı çıktıdır, ancak bu ürünler içinde talebi ya da pazarı hazır olanların sayısı da sonuçtur. Ya da bir işletmenin bilgi işlem merkezinde hazırlanan programların sayısı çıktıyı belirler, ancak bu programlar içinde uygulanabilir nitelikte olanlar ve gereksinimlere cevap verenler sonuçtur(Akal, 2005, s.37).

1.2.3. Verim

Verim; amaçlara değil araçlara yönelik, işletmenin çıktıları ile değil girdileri ile yani kaynak tüketimi ile ilgilidir. Diğer bir ifadeyle, işletmenin hedef ve amaçlarıyla ilgili değildir. Örgüte yapılanlar ne olursa olsun, verim boyutu ile değerlendirilen, yapılanların en iyi ve en doğru biçimde, en düşük kaynak tüketimi, en düşük maliyet, en az israf ile gerçekleştirilmiş olup olmadığıdır(Akal, 1994, s.20).

Verim yararlı çıktıların üretilmesi için kullanılan girdilerin(işçilik, hammadde ve malzeme, dışarıdan sağlanan fayda ve hizmetler) ne derece etkin kullanıldığını gösteren bir kavramdır. Diğer bir ifadeyle verim kaynak maliyetine ilişkin hedefe yönelik başarının ölçüsü olarak değerlendirilmektedir(Yeşilyurt, 2004, s.61).

Verim oranı:

$$\text{Verim} = \frac{\text{Tüketilmesi Beklenen Kaynaklar (Yararlı Girdi)}}{\text{Tüketilen (Kullanılan) Kaynaklar}} * 100$$

eşitliği ile ölçülmektedir. Bu oran birden büyük olamaz.

Verimin etkinliğe bağımlılığını açıklayan Drucker'a göre etkinlik, başarı ile verimin temelidir ve başarıya ulaşıldıktan sonra hayatta kalabilmenin minimum şartıdır. Verim, tüm aktivite alanları içinde girdiler ile ilgilenir. Etkinlik, işletme içindeki olaylar(ürünler, siparişler, müşteriler, marketler veya insanlar) ile %10-15 gerçekleşme oranı ile ilgili iken işletmenin sonuçlarını %80-90 oranında etkiler. Kalan % 85-90 oranındaki etkiler, verimi içerir ancak önemsizdirler. Verim, maliyetler üzerine etkili olduğundan bu yüzdeler verimin önemini azaltmaz. Bir işletme en büyük etkinlikle ve zayıf verim ile daimi sağlıklı bir yapıda bulunabilir. Fakat işletme; eğer etkinliğini kaybetmiş, yanlış işler yapmakta ise tek başına veriminin yüksek olması ile hayatta kalması mümkün değildir(Babacan, 2006, s.10).

1.2.4. Verimlilik

“Productivite” kelimesinin doğuşu, çok eski zamanlara kadar uzanır. Kavram literatürde ilk defa hümanist Agricola'nın De Re metallice 1530 adlı eserinde kullanılmıştır. Fizyokratların XVIII. asırda çalışmaları ile kelime, açık bir anlam kazanmaya başlamış ve Le Litre (1833), verimliliği “üretim hassası” şeklinde tanımlamıştır. Larousse'nin 1948-1949 tarihli baskısında bu tanım yer almıştır(Kök, 1991, s.36).

En genel anlatımıyla verimlilik, üretim sürecine sokulan çeşitli faktörlerle (girdiler) bu sürecin sonunda elde edilen ürünler (çıktılar) arasındaki ilişkiyi ifade eder ve savurganlıktan uzak, kaynakları en iyi biçimde değerlendirerek üretmek demektir. Bundan dolayı teknik anlamda verimlilik, “üretilen mal ve hizmet miktarı ile bu mal ve hizmet miktarının üretilmesinde kullanılan girdiler arasındaki oran” olarak tanımlanır ve genellikle bu ölçü, çıktı/girdi olarak formüle edilir(Prokopenko, 2005, s.19).

Ancak ekonominin dışındaki alanların da giderek daha çok incelemeye tabi tutulması ve ülkelerin gündemlerinin ön sıralarında yer alır hale gelmesiyle verimlilik tanımında da değişiklik gözlenmeye başlanmıştır. Verimlilik denince artık, elde edilen ürün ve hizmetin kalitesini yükseltme, çevreyi ve doğal yapıyı koruma, çalışanlara en iyi yaşam ve çalışma koşullarını sağlama ve bu arada birim girdi başına üretim miktarını artırma çabaları birlikte düşünülmektedir. Toplam verimlilik anlayışı içinde ise verimliliği, çeşitli üretim ve çevre faktörleriyle teknolojik, ekonomik ve örgütsel yeteneklerin bir bileşimi olarak tanımlamak mümkündür(Yükçü ve Atağan, 2009, s.4).

Verimlilik ilk başta sadece işletmelerle ilgili görünse de bireyden topluma kadar her düzeyde yaşamsal öneme sahiptir. Maddi ve beşeri kaynakları yeterli olmayan ülkelerin emek, sermaye, makine, malzeme, zaman, bilgi ve teknoloji gibi üretim için gerekli olan kaynakları en verimli ve etkili kullanmaları, içinde buldukları kısır döngüyü kırmak için vazgeçilmez bir yoldur(Uysal, 2003, s.6).

Verimlilik farklı bilim dalları tarafından çeşitli şekillerde algılanmaktadır. Bu görüşlerin bazıları aşağıdaki şekildedir(Ramsay, 2008, s.17).

- İktisatçılara verimliliği çıktı ve girdi fiziksel miktar olarak ifade edildiğinde, çıktı ve bunu üretmek için kullanılan girdiler arasındaki ilişki olarak tanımlamaktadır.
- Mühendisler göre verimlilik; bir makinenin etkin çalışmasıdır.
- Muhasebeciler, finansal rasyolar ve finansal tabloların analizi yoluyla işletmelerin performansı ile ilgilenirler
- Yöneticiler verimlilik kavramına farklı açılardan bakmaktadırlar. Kalite ve miktar, saat başı çıktı, etkinlik, işe devamsızlık, işten ayrılma, iş tatmini, kâr, rekabet düzeyi, hükümet, teşvikler vb.

Dinamik, değişken ve karmaşık çevre şartlarında kâr etmenin ve ekonomik fırsatları değerlendirmenin çok zor olduğu rekabet ortamında işletmeler için dış faktörlerden çok işletme içi faktörlerin denetimi daha kolaydır. Bu nedenle işletmeler, üretim girdilerini en etkili kullanarak verimliliği artırmalı, maliyetleri düşürmek ve kaliteyi yükseltmek arasında iyi bir denge kurarak piyasada tutunmanın yollarını aramalıdır(Tatlises, 1994: 6). Verimlilik, dünyanın geleceği ile de ilgilidir. Her bir ülkede tüketilen kaynakların en verimli biçimde kullanılması dünyanın geleceğini de ilgilendirir. Bu nedenle yapılan işlerin verimlilik ilkelerine göre yapılması gerekir. İnsanların verimliliği günlük yaşamlarına taşınmaları ve uygulamaları gerekmektedir(Demirci, 2004, s.19).

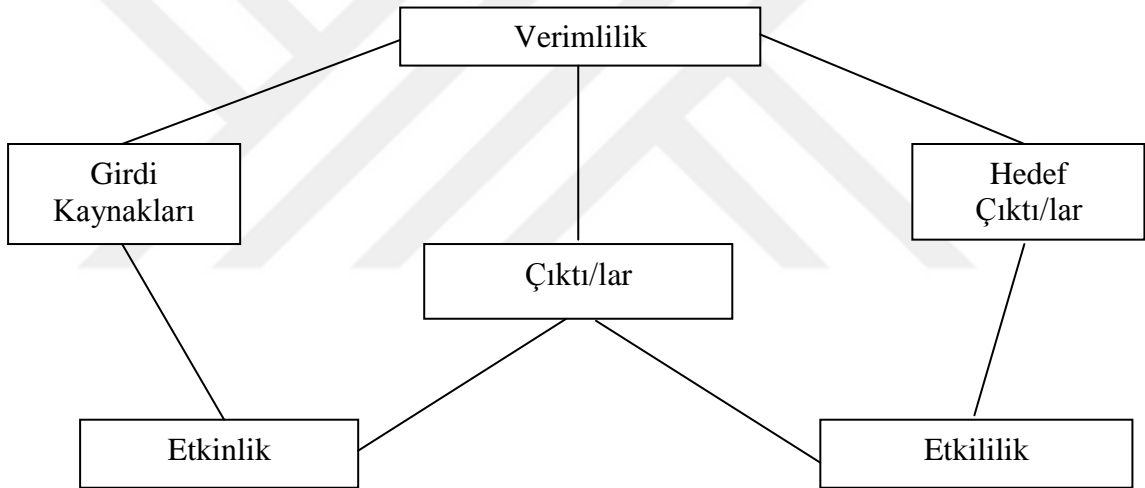
Performans göstergeleri olarak ele alınan etkinlik, etkililik ve verimlilik kavramlarının tanımlarının yapılmasından sonra bu kavramların karşılaştırılmasında da yarar bulunmaktadır. Bu kavramlar farklı şeyler ifade etmelerine rağmen sonuç olarak hepsi birer performans göstergesidir ve ortak paydada yer almaktadırlar.

- Etkililik başarı için temeldir, etkinlik ise bu başarıyı sağlamlaştıran bir etmendir. Örgütün amacı, tüm faaliyetlerin etkinliğini sağlamak, etkili olmayan tüm faaliyetleri etkinliği ne kadar yüksek olursa olsun azaltmak ya da elemek olmalıdır.
- Çoğunlukla etkinlik ve verimlilik kavramları birbirleriyle eş anlamlı kullanılmaktadır. Verimlilik daha çok teknik bir durumu vurgular. Verimlilik çok genel anlamıyla, çıktı/girdi olarak tanımlanmaktadır. En az kaynak(maliyet) ile en çok çıktıyı(kazancı) elde etmek biçiminde de ifade edilebilir. Etkinlik; doğru işleri yapmaktır.(doing the right things) Verimlilik

ise, işleri doğru yapmaktır.(doing things right) Görev, amaç ve hedeflere kıt kaynakları en iyi biçimde kullanarak ulaşma derecesini belirtir.

- Etkinlik, işletmenin mevcut kaynak potansiyeli ile bu potansiyelin kullanılan bölümü arasındaki ilişkiyi inceler ancak verimlilik, kullanılan kaynaklarla elde edilen çıktı arasındaki ilişkiyi yani kaynakların üretim gücünü değerlendirir.

Verimlilik, etkinlik ve etkililik arasındaki ilişki aşağıdaki şekil yardımıyla daha net açıklanabilir(Büyüklılıç, 2004, s.42).



Şekil 1.1. Verimlilik, Etkinlik ve Etkililik İlişkileri

1.2.5. Kalite

Kalite sözcüğü Latince Qualitas kökenli bir terimden gelmekte olup, Fransızcaya *qualité* olarak yerleşmiş ve Fransızcadan Türkçeye çevirisinde sözcük aynen Fransızca okunuşu olan kalite olarak geçmiştir. Kalitenin sözcük anlamı niteliktir. Avrupa Kalite Kontrol Birliği'ne (EQQC) göre kalite kavramı; bir mal veya hizmetin belirli bir ihtiyacı karşılayabilmesi için yeterliklerini ortaya koyan özelliklerin bütünüdür. Bu özelliklerin bazıları dayanıklılık, şekil, boyut, biçim, ömür, kimyasal ve fiziksel özellikler, güvenilirliktir. Bazı kalite tanımları ise kullanıcı tabanlıdır. Bu tanımlar, kalitenin kullanıcının bakış açısına, algılamasına bağlı olduğunu ifade eder. Müşteri kaliteyi ihtiyaçlarının karşılaması olarak algılar. Kalite bu boyutta müşteri ihtiyaçlarının doğrudan karşılanmasıdır. Bir diğer boyutta kalite, geliştirilmeye müsait her şey demektir. Geliştirilmeye müsait şeylerin başında insan gelmektedir. Kalite, nasıl tanımlanırsa tanımlansın kalite ve müşteri tatmini sadece müşterinin kendisine sunulan ürün ve hizmetlerinden nasıl algıladıklarına göre belirlenir. Diğer bir ifade ile müşterinin ürünlerin arasındaki farkları nasıl algıladığı ile ilgilidir. Özetlenirse, kalite tanımı, gerek dış ve gerekse iç müşteriye esas alan müşteri odaklılık prensibi, sürekli gelişimi esas alan gelişim ve geliştirme prensibi ve temel süreçlerle teması birleştiren süreç odaklılık prensipleri esas alınarak yapılmaktadır. Kalite kavramı, genel hatları ile iki şekilde özetlenebilir:

- Birincisi, şartnamelere uygunluk,
- İkincisi ise müşteri isteklerinin karşılanmasıdır(Top, 2009, s.12).

Kalite, ürün veya hizmetin müşteri isteklerine uygunluğudur. Bu sebeple çok boyutludur. Garvin, tüketicinin algıladığı kaliteyi sekiz boyutta incelemektedir(Garvin,1998, s.217):

- Performans: Bir ürünün temel işlev özellikleri anlamına gelen performans, örneğin bir otomobil için hız, konfor; bir televizyon için renk, ses, görüntü vb. özellikler olabilmektedir. Hizmet işletmelerinde ise performans servis hızı ve bekleme zamanının azlığı ile ölçülebilir.
- Özellikler: “Özellik” kelimesi bir ürünün temel fonksiyonunu tanımlayan kavram olarak nitelendirilebilir. Kalitenin bu boyutu için, havayolu şirketinin uçuşlarda verdiği ücretsiz ikramlar; çamaşır makinesinin pamuklu ya da yünlü programı örnek olarak sayılabilir.
- Güvenilirlik: Ürünün kullanım ömrü içerisinde kendisinden beklenen tüm fonksiyonları tam olarak yerine getirip getirmediğinin ölçütüdür. Ölçülebilen bir özellik olan güvenilirlik, ortalama ilk bozulma zamanı, bozulma süreleri arasındaki dönem vb. olabilir.
- Uygunluk: Uygunluk ürünün tasarımının ve işleyiş özelliklerinin önceden belirlenmiş standartlara uyup uymama derecesidir. Uygunluk, kalitenin teknik boyutu hakkında tüketici veya kullanıcıya fikir vermektedir.
- Dayanıklılık: Bir ürün veya hizmetin kullanım ömrünün uzunluğudur. Genellikle alıcılar ürün dayanıklılığının belli koşullarda test edilerek yazılı olarak onaylanmasını istemektedirler. Teknolojik açıdan dayanıklılık, bir ürünün deformasyona uğrayıncaya kadar olan kullanım süresini ifade etmektedir.

- Hizmet Görme Yeteneği: Kalitenin altıncı boyutu hizmet görme yeteneği, yani hız, çabukluk, nezaket, yeterlilik, ehliyet ve tamir edebilme kolaylığı olarak ifade edilmektedir.
- Estetik: Estetik, tüketicilerin beş duyusuna hitap eden ürün özellikleridir. Başka bir deyişle, ürünün kullanıcının beklentilerine uygun estetik yapıyı sağlayabilmesidir. Renk, ambalaj, biçim gibi özellikler ürünün performansını doğrudan etkilememekle beraber, tüketici beğenilerine yönelik estetik özellikler olarak nitelendirilebilir.
- Algılanan Kalite: Tüketiciler her zaman ürünün tüm özellikleri ile ilgili ayrıntılı bilgi sahibi değildirler ve böyle durumlarda dolaylı bir takım ölçütler karar vermelerinde önemli rol oynamaktadır. Reklam faaliyetlerinde yaratılan ürün imajı, marka imajı gibi faktörler ürün kalitesinin tüketici tarafından olumlu veya olumsuz algılanmasında oldukça önemlidir.

1.2.6. Yenilik

Yenilik, önceki ihtiyaçları daha iyi karşılayabilme ve yeni ihtiyaçlara cevap verebilme olarak tanımlanabilir. Diğer bir ifadeyle yenilik, insan ve maddesel kaynaklara yeni ve daha çok değer yaratmak kapasitesi sağlama görevi şeklinde tanımlanmaktadır. Yenilik; iç ve dış çevrelerden kaynaklanan her türlü baskı, tehdit, istek ve olanaklara teknoloji, ürünler, hizmetler, yöntemler, politikalar açısından başarılı olarak yanıt vermek için yapılan değişimleri içeren yaratıcı bir süreçtir(Kaygın, 2006, s.24).

İşletme düzeyindeki yenilikler şöyle sıralanabilir(Uysal, 2003, s.11):

- Ürün ve Hizmet Yenilikleri: Bu tür yenilikler yeni bir doyum yaratır ya da yeni bir gereksinim yaratır. Genellikle teknolojik değişimlerden kaynaklanabilir. Örneğin siyah beyaz televizyondan renkli televizyona, teksir makinelerinden Xerox çoğaltıcılara, hesap makinelerinden bilgisayarlara geçiş bu tür bir yeniliktir.
- Üretim Süreci Ya Da Üretim Yönetimlerinde Yenilik: Bu tür yenilikler, bilgi ve beceri değişimlerinden kaynaklanır.
- Kullanım Yenilikleri: Bu tür yenilikler mevcut teknolojinin yeni bir ürünü kullanmak amacıyla ya da eski ürünler için yeni kullanım alanları bulmak biçiminde olabilir. Eskimolara yiyecekleri donmaktan kurtarmak için buzdolabı satmayı beceren bir satıcı işletme açısından ekonomik bir yenilik gerçekleştirmiş sayılır.
- Pazar Yenilikleri: Bu tür yenilikler yerleşme alanlarında nüfus değişimlerinden, ürünlerin yeni kullanım olanaklarından, ekonomik ve sosyal koşullarda kültürel değerlerde toplumlar ve ülkeler arasındaki ilişkilerdeki değişimlerden kaynaklanır.

Günümüzde rekabetin çok şiddetli olması, işletmelerin yeniliğe önem vermesini bir zorunluluk haline getirmiştir. Yeniliği önemsemeyen bir işletme değişimlere ayak uyduramaz ve gereksinimlere cevap veremez.

1.2.7. *Çalışma Hayatının Kalitesi*

Çalışma yaşamının kalitesi, örgüt çalışanlarının ücret, fiziksel çalışma koşulları, örgüt kültürü, liderlik, işbirliği ortamı, iletişim, bağımsızlık, bilgi ve beceri geliştirme, işle bütünleşme, tanınma, takdir ve planlama, sorun çözme, karar almaya katılım gibi çok çeşitli sistem olgularına karşı oluşan davranış biçimlerini ve düşüncelerini açıklayan bir kavramdır(Akal, 2005, s.35).

Çalışanların bu yöndeki davranış ve düşünceleri işletme performansını önemli düzeyde etkileyen bir etmendir. Çalışma yaşamının kalitesi ile performans arasındaki bu ilişki çok karmaşıktır. Bunun tek sebebi de insan ile ilgili bir boyutun olmasıdır. İnsanlar sosyal hayatta olduğu gibi çalışma hayatlarında da kendi dünyalarında yaşarlar, şartlardan ve olaylardan farklı bir biçimde etkilenirler ve farklı tepkiler gösterirler. Kişisel emelleri ve istekleri, duruma göre sürekli değişim içindedir. Örgüt yönetimi de iyi bir çalışma ortamı hazırlamak için bu istekleri olabildiğince karşılamak durumundadır. Örgüt yönetimi aynı zamanda örgütün hedef ve amaçlarına ulaşmak için çalışanların davranışlarını ve beklentilerini bu yöne yönlendirmek ve çalışanlarla örgütün ortak emeller ve amaçlar çerçevesinde birleştirmek zorundadırlar(Babacan, 2006, s.15).

Çalışma yaşamının kalitesinin, işletmenin amaçlarının yönetimle ve çalışanlarla beraber belirlendiği, bölüm ve toplam performans ölçümleriyle çalışanları geliştirmenin ve yönlendirmenin olanaklı olduğu bir performans boyutu olduğu söylenebilir.

1.2.8. *Kârlılık*

Kârlılık, işletmenin belirli bir dönemde elde ettiği kârın, o dönemde işletmede kullanılan sermayeye oranıdır. Kârlılık aşağıdaki şekilde formüle edilebilir:

$$\begin{aligned} \text{Kârlılık} &= \text{Kâr} / \text{Sermaye} \\ &= ((\text{Üretim Miktarı} \times \text{Fiyat}) - (\text{Üretim Maliyeti})) / (\text{Sermaye}) \end{aligned}$$

Kârlılığın yüksek olması için üretim maliyeti ve sermaye düşük olmalı, buna karşılık da üretim miktarı ve fiyat yüksek olmalıdır(Şimşek, 2001, s.166). Kâr ve kârlılık, toplam gelirler ve giderler arasında kurulan bir ilişkidir. Sadece kâr artışı kârlılık değildir. Kâr, bir işletmenin temel amacı değildir, ama işletme çabalarının sonucunu gösterir ve işletmenin gelecek garantisidir. Kâr yatırımcının belirsizlik riskini karşılayan bir ödül olarak sermaye payının karşılığıdır ve işletmelerin topluma katkı sağlama aracıdır. Kolay ölçülen ve anlaşılabilen bir göstergedir. İşletme etkin ve etkili ise zaten kârlılık elde edilmiş demektir(Sarı, 2011, s.27).

1.2.9. *Bütçeye Uygunluk*

Bütçeye uygunluk, kârlılığın bir performans göstergesi olarak kabul edilmediği amacı kâr olmayan kamu örgütlerinde, kârlılığın yerine kullanılabilen bir performans göstergesidir. Planlanmış değerlerle gerçekleşen finansal değerler arasındaki sapma ne kadar az ise işletmenin bütçeye uygunluk açısından gösterdiği performansın da o kadar yüksek olduğu kabul edilir(Dağdelen, 1997, s.49).

Bütçeye uygunluk değerlendirmeleri, performansın geliştirilmesi için önlemlerin alınmasına ve gelecek dönemlerin performans planlamasına katkı sağlamaktadır.

1.2.10. Kamusal Sorumluluk

Sağlıklı, demokratik bir toplumda etkili olan her işletme topluma karşı hem sorumluluk üstlenmekte, hem de hesap vermekle yükümlü olmaktadır. Sosyal sorumluluk kavramı 1960'lı yılların başından beri radikal bir şekilde değişime uğramıştır. Bugün işletmelerin kendi amaçlarını gerçekleştirmesinin ötesinde, topluma karşı önemli bir yükümlülüğe sahip olması düşüncesi yaygınlaşmaktadır. Sosyal sorumluluk; herhangi bir işletmenin, toplu yaşamda faaliyetlerinden dolayı çevresinde yarattığı olumlu veya olumsuz etkileri bilinçli bir şekilde değerlendirip, olumsuz etkilere karşı önlem alması olarak tanımlanabilir.

İşletmelerin kamu sorumluluğu konusundaki performansları dolaylı yollardan ölçülebilmektedir. İşletmelerin antitröst uygulamalar, çıkar çatışmaları, çevrecilik gibi konulardaki yaklaşımları, ticari ve ekonomik ilişkilerde buldukları kurumlar, müşteriler ve kamuoyu üzerinde yarattıkları imaj ve prestiji ile ilgili değerlendirmeler bu yöndeki performansın ölçüsünü belirleyebilmektedir. Bu değerlendirmeler sözlü ve yazılı anketlerle de yapılabilmektedir. Bu amaçla geliştirilmiş oldukça nesnel teknikler olduğu gibi bu tür çalışmaları özel araştırma firmaları ile uygulayabilme olanakları da fazladır(Akal, 2005, s.42). Ekonomik, sosyal, yasal, kültürel, siyasal ve dinsel bütün kurumlara danışan, çoğulcu yaklaşım ve yönetim anlayışını hakim kılan; toplumsal mutluluğu kültürünün maddi ve manevi yönlerinin dengesinde bulacağını bilen; sınıflar arası farklılıkların azaldığı, insani değerlere ve eşitliğe yönelen; verimlilik ve yüksek performansa bağlı olarak, üretim artışının sağladığı hayat standardına sahip olan iyimser, verimliliği yüksek, aktif bir toplum yaratmak sosyal sorumluluk anlayışının fonksiyonları arasında yer alır(Eren, 1991, s.114). Bu nedenle, işletmeler sorumluluklarını bilerek ve kavrayarak, toplum açısından sosyal alanlarda daha geniş

sorumluluklar üstlenmelidir. İşletmelerin hissedarlar, işgörenler, müşteriler, tedarikçiler, yerel topluluklar, genel toplum ve devletin ekonomik ve sosyal beklentilerine cevap verecek kalitede personel, organizasyon yapısı ve politikalara sahip olması gerekmektedir. Kamu politikası ve sosyal konularla ilgili olarak işletmelerin organizasyon yapılarında, istihdam politikalarında, işletme faaliyetlerinde ve davranışlarında gerekli değişiklikler yapılarak, işletmenin topluma karşı olan sorumluluğu konusunda duyarlılığın halka etkin şekilde hissettirilmesi önem arz etmektedir. İşletmelerin bu konudaki performansını çok basit göstergelerle yüzeysel olarak ölçme olanağı da vardır(örneğin yerel örgütlere ve sosyal derneklere katkı).

Sonuç itibariyle yüksek performansa ulaşılabilmesi için etkililik, etkinlik, verimlilik, kalite, yenilik, çalışma yaşamının kalitesi, kârlılık, bütçeye uygunluk ve kamusal sorumluluğun beraber gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Bu sayede; gereksinim duyulan doğru ürünleri ve hizmeti, mümkün olan en kısa sürede, en düşük maliyete ve gereken miktarda üreten işletmeler ortaya çıkacaktır.

1.3. Performans Ölçümü ve Performans Ölçüm Modelleri

1.3.1. *Performans Ölçümü*

Performans ölçümü; bir bireyin, grubun veya kurumun amaçladığı işi ne kadar gerçekleştirebildiğinin nicelik ve nitelik olarak ifadesidir. Performansın ölçümü, belirli bir dönem boyunca bir kurum tarafından veya bir program altında yürütülen faaliyetlerin rakamlarla ifade edilmesidir. Sağlıklı bir performans ölçümü, program faaliyetlerinin arzulanan sonuçları ne derece yerine getirdiği hakkında bir değerlendirme yapmaya imkân verir(Aral, 2001, s9). Genel anlamda performans ölçümü; faaliyetin/eylemin etkinliğini ve etkililiğini belirleme süreci olarak tanımlanır.

Performans ölçüm sistemi ise, faaliyetin etkinliğini ve etkililiğini belirlemek için kullanılan ölçüler kümesidir(Tangen, 2003, s348).

Performans ölçümü, örgütün amaçlarına ulaşabilmesi için gösterdiği tüm çabanın bir bütün olarak değerlendirilmesidir. Başka bir ifadeyle, performans ölçümü; ürünlerin, hizmetlerin veya işlemlerin yerine getirilmesinde, görevlerin nasıl gerçekleştiğinin bir program dahilinde tarafsız olarak ölçülmesi yöntemidir(Demirkaya, 2000, s.3). Performansın ölçülebilmesi için verilen hizmet sonuçlarının sayısal olarak değerlendirilebilmesi ve temel alınan performans göstergelerine göre bu hizmetin göreceli olarak yerinin saptanması gerekmektedir.

Performansın ölçümü, kuruluşun performans düzeyinin belirlenmesi; yani örgütün faaliyetlerinde ve kaynak kullanımında ekonomiklik, etkenlik, verimlilik vb. ilkelere ne düzeyde ulaşabildiğinin ölçülmesi, sorunların tespiti ve iyileştirme için gerekli önlemlerin alınmasına temel oluşturan kapsamlı bir yaklaşımdır(Akal, 2005, s.14).

1.3.2. Performans Ölçümünün Önemi

21. yüzyıla girerken organizasyonların mükemmeli arayış çabaları bütün hızıyla devam etmekte, gerek organizasyon yapılarında gerekse yönetim metotlarında hızlı değişimler gözlemlenmektedir. Bu hızlı değişime ayak uydurabilmek, rekabet ortamında ayakta kalabilmek, stratejileri tanımlayabilmek ve organizasyonların gelecekte nerede olabileceklerini anlama konularında, performans ölçümü ve değerlendirmesi, tüm organizasyonlarda önem kazanmıştır(Berk vd., 2004, s.2).

Ölçme, bir bilgi sağlama yolu olup, nesnelere, olayların ve sonuçların gözle görülen özelliklerini temsil eden sembelleri bulma sürecidir. Bu sembeller nitel ya da nicel olup sabit tutarlı ve karşılaştırılabilir özellikler taşıyan ölçü birimleridir. Ölçümler

toplumun her kesiminde olduğu gibi işletmeler için de büyük önem taşımaktadır. Büyük, küçük, özel, kamu, kâr amaçlı veya kamusal amaçlı her işletmede ölçümler yapılır, veriler toplanır, işlenir ve bilgi olarak kullanılır. Modern yönetim anlayışında “ölçülen yapılmıştır” ve “ölçemediğinizi yönetemezsiniz” ilkeleriyle ölçümlerin işletmeler için önemi vurgulanmaktadır(Kenger, 2001, s.19).

Bir organizasyonun amaçlarını ne ölçüde gerçekleştirip gerçekleştirmediğini tespit etmek için “performans değerlendirme ve ölçme” adı verilen çalışmaların yapılması gerekir. Performans ölçme ve değerlendirme konusunda yapılacak olan ilk işlerden birisi organizasyonun hangi kriterler ve boyutlar açısından değerlendirileceği meselesidir.<http://www.canaktan.org>.

Performans ölçümü ve denetimi bir işletmede aşağıdaki soruları yanıtlamayı amaçlamaktadır(Songur, 1995, s.36):

- İşler/hizmetler ne kadar iyi yapılıyor?
- İşler/hizmetler nasıl daha iyi yapılabilir?
- Beklenen sonuçlara ne düzeyde ulaşılmıştır?
- Gerçekleştirilen işlerin amaçlara katkısı olmuş mudur?
- Bu işlerin örgüt performansına etkisi nedir?
- Hedef ve stratejilere uygunluk sağlanmış mıdır?
- Temel ilkelere sapma var mıdır?
- Doğru yönde iyiye doğru mu gidiliyor?
- Hizmetler onlardan yararlananların gereksinimlerini daha ne ölçüde iyi karşılar?
- Sağlanan hizmetler, toplumun kurumdan beklediği performansla tutarlı mıdır?

Performans ölçüm ve denetim sistemlerinin arzulanan amaçları gerçekleştirebilmesi için uygun ölçütlerin seçimi de oldukça önemlidir. Bu ölçütlerin seçimindeki temel etmenleri aşağıdaki gibi sıralamak mümkündür(Kenger, 2001, s.24):

- İşletmenin stratejik hedefleri,
- Stratejik hedef ve amaçlara yönelik olarak belirlenen anahtar performans alanları,
- Performans ölçümlerinde öncelik alan performans boyutları,
- Performans ölçüm sisteminin uygulanacağı analiz birimlerinin yapı ve nitelikleri,
- Belli bir yaklaşım modellerini savunan seçilmiş performans ölçüm modelleri,
- Performans ölçüm modelleri ve denetim sistemlerinin hedeflediği kullanıcılar grubu

Sonuç olarak, performans bilgisine kurum içi ve dışı amaçlar bakımından ihtiyaç duyulur. Bu türden bilginin zamanında elde edilebilirliği, performansın nasıl geliştirileceği hakkında, bilgiye dayalı kararların alınmasını sağlar(Özeren ve Aral, 2002, s.3).

Performans ölçüm ve denetim sistemlerinin başarıyla kullanılabilmesi için sistemin taşıması gereken nitelikler şunlardır(Akal, 2000, s.69):

- Sistem, işletmenin hem iç hem dış çevresi ile ilgili performans durumları hakkında bilgi vermelidir.
- Sistem, işletmenin mevcut durumunda gelişmeyi sağlayan bir güdü yaratmalıdır. Yöneticilerin davranışlarını, karar almalarını yönlendirici

olmalı, yönetim sürecinde amaçlar ve işlevler arasındaki ilişkiyi açıklayabilmelidir.

- Sistem, yanlış anlamaya ya da önemli konuları gözden kaçırmaya neden olabilecek fazla veya az bilgi içermemelidir.
- Sistemin sağladığı bilgi kullanacaklar tarafından kolayca anlaşılmalı ve kabul edilebilir olmalıdır.
- Sistem ortaya çıkan ters ya da beklenmeyen sonuçlar karşısında savunma ve karşı savları çürütebilme gücüne sahip olmalıdır.
- Sistem, bilgiyi zamanında sağlamalı; bilginin sunuluşu, kararların alınması ve uygulanması arasındaki vakit yeterli olmalıdır.
- Seçilen göstergeler gerçekten ölçülmek istenen performans alanlarına uygun olmalıdır. Göstergelerin çoğu, verimlilik göstergeleri gibi kısmi ölçümlere olanak verir. Bu ise tek yönlü eksik değerlendirmelere sebep olur. Bu nedenle ya çok çeşitli göstergeler bütünleşik olarak kullanılmalı ya da toplam performans ölçüm yöntemleri kullanılmalıdır.
- Ölçümlerde çok fazla kesinlik aranması sistemi zorlayabildiği gibi ortalamalarla da çalışmak bazen gelişmelerin gözden kaçmasına sebep olabilir.
- Ölçüm sistemleri iç ve dış koşullardaki değişimlere duyarlı, esnek ve dinamik bir yapı taşınmalıdır.
- Tanımlarda birlik olmalıdır.
- Ölçümlerle veri sağlamanın gerektirdiği zaman, para, emek; bu verilerin geçerliliği ve yararları ile karşılaştırılabilir olmalıdır.
- Ölçümü yapılacak birimin sınırları belirlenmiş olmalıdır.

- Ne kadar yetkin bir ölçüm sistemi kullanılırsa kullanılsın performansın tüm yönleri ile ölçümü imkânsızdır. Değerlendirmelerde öznel yargılar olabilir. Yani performans ölçüm sistemlerinin tam anlamıyla mükemmel olmayacağını kabul etmek gerekir.
- İyi bir ölçüm sistemine ulaşmanın yolu denemelerdedir. Önce basit sistemlerden başlamalı, uygulama sonuçlarına göre sistem geliştirilmelidir.

Ölçüm ve denetim sistemleri yararlarına rağmen bazı yönetici ve çalışanlar tarafından kabul görmezler. Örneğin Memursen(<http://www.memursen.org.tr/>) memurlar sendikası hükümetin memurlar hakkındaki performansa dayalı ücret politikası uzantısı olan Kamu Personel Tasarısına internet sitesinde “Ayrıca yeni yasa tasarısında kamu personeline uygulanan maaş ve ücret sisteminde performans değerlendirmesine tabi tutulması memurlar tarafından endişeyle karşılanıyor” diyerek karşı çıkmaktadır. Bu olgunun göz ardı edilmemesi gereken sebepleri vardır. Bu nedenleri bilmek tasarlanacak ölçüm sistemlerinin başarısını artıracaktır. Bu nedenlerden bazıları şöyledir(Akal, 2000, s.71):

- Yönetim ve çalışanların performanslarının ortaya çıkarılmasındaki korku ve çekingenlikleri: Çalışanlar bu ölçümlerin bir yıldırma ve cezalandırma aracı gibi yanlış yönde kullanılacağını zannederlerse daha da olumsuzlaşırlar. Sorunun çözümü ise ölçüm sonuçlarının adil olacağı ve kötüye kullanılmayacağı hakkında çalışanların ikna edilmesidir.
- Bilgi yönünden zayıf veri yönünden zengin ölçüm sistemlerini kullanma: Değerli değersiz bir sürü kayıt ve her türlü bulguya zaman ayırma sistemden yararlanma düzeyini azaltır.

- Ölçümleri yapılacak göstergelerin işletmenin özelliklerine uygun olmaması, stratejilere uyum sağlamaması.
- Ölçüm sistemlerinin belli amaçlara yönelik olarak hazırlanmaması: Ücret bordroları, sipariş listeleri, üretim raporları, muhasebe kayıtları gibi alt sistemlerden yararlanarak kurulan sistemler gereksinimlere tam anlamıyla yanıt vermezler.
- Yönetici, çalışan ve ölçüm sisteminin tasarımcıları arasında amaç, araç birliği ve ortak anlayışın olmaması,
- Ölçümlerin genelde bir ya da birkaç ölçüte göre yürütülmesinde ısrar edilmesi,
- Ölçümlerin çok kesin sonuçlar vermesi ilkesine sıkı bağlılık: bu durumda uygulama zorlaşır, zaman, para ve emek kaybına yol açar.
- Ölçüm sistemlerinin sınırlı olarak uygulanması: Sistem tüm işletme düzeyine yayılarak daha sağlıklı bir yapıya kavuşturulmalıdır.
- Ölçümlerin çok sıkı olarak yapılması: Fazla zaman, para ve emek gerektiren bir uygulamadır.

1.3.3. *Performans Yönetimi*

Performans yönetimi, örgütler tarafından değişik amaçlar için kullanılır. Bazı örgütler performans yönetimini; çalışanlarının gelişimi için, bazıları çalışanlarının performanslarını belirlemek için yaparlar(Gülcü, Tutar ve Yeşilyurt, 2004, s.26).

Performans yönetimi örgütlerde tüm çalışanların performansının sürekli gelişimini hedefleyen ortak amaçlarda birleştirmeyi ve bu amaçlara ulaşmak için gerekli olan planlama, ölçme, yönlendirme ve kontrol işlerini yönetimin diğer işlevleri ile eşgüdümlü olarak yürütmeyi öngören bir yönetim biçimidir(Yeşilyurt, 2004, s.17).

Performans yönetimi anlayışında yönetim görevleri üç ana başlıkta özetlenebilir:

- Örgütün ortak amacını, örgütü oluşturan en alt sistemlere kadar, bu sistemlerin özel amaçlarını da içerecek şekilde tüm örgüte yaymak ve benimsetmek,
- Örgüt içinde yukarıdan aşağıya ve aşağıdan yukarıya bilgi akışını sağlayacak bir iletişimi gerçekleştirmek,
- Yönetilen birimlerin performansını sürekli geliştirmek, bu amaçla işletmenin tümü ya da istenen birimleri için özellikle çalışanlar için bir performans ölçüm ve denetim sistemi uygulamak.

Performans yönetiminde bu görevler, klasik görevlerinde olduğu gibi planlama, yöneltme ve kontrol işlevlerinin kapsamında gerçekleştirilir. Planlar, performans yönetiminin temel bilgi kaynaklarıdır. Performans yönetimi planlardan yola çıkarak işletmenin amaçlarına uygun olarak, örgütün performansını sürekli maksimize etmek için planlanan etkinliklerin gerçekleştirilmesini izler, kontrol altında tutar ve sistemde ve çevresel koşullarda oluşan değişimler nedeniyle planlardan sapmalara ya da planlarda yapılması gereken değişikliklere yönetimin dikkatini çeker(Üte, 2002, s.20).

Kurumsal performans yönetim sistemi oluşturulurken verimlilik, etkinlik, tutumluluk, kârlılık, yenilik, çalışma hayatının kalitesi gibi performans göstergeleri incelemeye alınabilir. Performans yönetimi uygulamasında üst yönetim; çalışanlarının motivasyonunun sağlanması, ekip çalışması yapılması, çalışanlarının faaliyetlerinin her aşamasında görüşlerinin alınarak katılımcılığın artırılması, gerektiğinde kalite güvence sisteminin oluşturulması, iş tanımlarının yapılması, bu tanıma uygun nitelikteki personelin atanması gibi konulardan sorumlu olmalıdır(Büyükkılıç, 2004, s.67).

Performans yönetim sistemleri, performansı geliştirmek veya gelişen performansı değerlendirebilmek için toplam prosesin devam etmesi, uygulanması ve geliştirilmesi süreci içinde açık ve objektif bir şekilde değerlendirebileceği ve uygun bir iletişimin sağlanmış olduğu bir ortama ihtiyaç duyar. Yöneticiler performans ölçümü sonuçlarından ne beklentileri varsa ya da en azından ne umuyorlarsa o oranda belirli bir yatırımı yüklenmiş olmalıdırlar.

Performans planlanmasında genel ilkeler yanında;

- Performansı geliştirme amacına,
- Planların performans ölçüm ve denetim sistemleri ile uyumlu olarak hazırlanmasına,
- Planlamanın işletmenin tüm birimlerini ve çalışanlarını ortak hedef ve amaçlara yöneltebilme niteliğine, özel bir ağırlık vermektedir(Uygur, 2002, s.30).

Kuruluşlar performans yönetimi sistemi oluşturarak:

- Şeffaf ve hesap verebilir,
- Katılımcı,
- Etkin ve etkili, yani verimlilik ilkelerine göre işletilen,
- İyi yönetilen,
- Bilgi üreten, toplayan ve yayan,
- Kurumsallaşabilen,
- Sorunlara el atan projelendirilebilir hale gelebilirler(Büyükkılıç ve Çoşkun, 2002, s.62).

1.3.4. Performans Denetimi

Performans denetimi, ölçme ve değerlendirme sistemleriyle ifade edilir. Performans ölçüm sistemlerinden beklenen yararların sağlanabilmesi, sistem tasarımından uygulanmalarına kadar olan süreçteki etmenlere bağlıdır. Bunlardan en önemlisi ölçüm ve değerlendirme sistemlerinin ağırlıklı olarak işletme performansının yönetimini ve gelişimini hedefleyerek tasarlanması ve uygulanmasıdır. Bir diğeri ise tasarımlarda sistem yaklaşımının izlenmesidir. Bu ikisini de gerçekleştirecek bir yaklaşım ana çizgileriyle öyle açıklanabilir(Akal, 2005, s.73):

- Örgütsel Sistemin Tanımlanması: Bu süreçte yönetilen sisteme ve bu sistemde neyin ölçülmesi gerektiğine ilişkin ön bilgiler toplanır.
- Ölçüm Sisteminin Uygulanacağı Birimde Performansı Geliştirmek İçin Mevcut ve Geleceğe Yönelik Olan Girişimlerin Belirlenmesi: Bu süreçte mevcut durumun saptanması yanında stratejiler ve planlar belirlenir. Bunlar programlara dökülür. Elde edilen bilgiler performans yönetiminde öncelik verilen alanların belirlenmesine dolayısıyla ölçümlerin yönünün saptanmasına yardımcı olacaktır.
- Ölçüm ve Denetim Sisteminin Tasarlanması ve Uygulamaya Geçilmesi: Bu süreçte işletme performansının belirlenebilmesi için nasıl ölçüleceği karşılaştırılır ve uygulanır.
- Performans Geliştirme Planı ve Ölçüm Sistemlerinin Sürekli Denetlenerek İzlenmesi ve Geliştirilmesi: Bu süreçte işletmede yürütülen tüm çalışmaların devamlı güncel tutulması amaçlanır.

İdeal bir ölçüm ve denetim sistemi, örgütün tüm ana bileşenlerinin ve her önemli girdinin verimliliğini izlemeye yarayan araçları sağlamalı, sistemler işletmenin yapısına ve kullanım amaçlarına göre biçimlenmelidir.

Üzerinde önemle durulması gereken başka bir nokta da ölçümlerin kendi başına bir sonuç değil sadece bir araç olduğunun bilinmesidir. Çok iyi bir ölçüm sistemi, ulaşılabilir olmalıdır. Yapılması mutlaka gerekli olan, ölçümlerle ilgili temel kararların verimlilik planlama sürecinin en başında alınması ve böylece geçerli, güvenilir bir dizi ölçütler belirleyerek, sürecin başlangıcından itibaren sağlanan sonuçların eğilimini görebilmeyi sağlamaktır. Verimlilik yönetim süreci yerleştikçe ve geliştikçe ölçüm sistemleri yaygınlaşıp genişleyecek, belirgin ve sistemli bir biçimde hesaplanacak ve iyileşecektir(Akal, 1994, s.24).

Bir işletmede performansın anlamı o işletme yönetiminin performans anlayışı ile eş değerdir. Bu nedenle performansın tüm boyutları iyice algılanarak neyin ölçüleceğinin kararının verilmesi gerekir. Her bir boyutun (etkinlik, verimlilik, kalite vs.) ölçülebilmesi için doğrudan ya da dolaylı yoldan kullanılacak göstergeleri vardır. Ölçüm sistemlerinin tasarım aşamasında en çok zaman ve çaba isteyen çalışma ölçüleceklerin ne ile nasıl ölçüleceği, hangi göstergelerin kullanılacağıdır. Göstergelerin seçiminde göz önüne alınması gereken ilkeler:

- Grup dışında danışmanlardan yararlanma,
- Benzer işletmelerde kullanılan göstergelerden yararlanma,
- Paket programlar olarak hazırlanmış ölçüm modelleri kullanmadır(Uygur, 2002, s.34).

1.3.5. Performans Ölçüm Modelleri

Ölçme işlemi, herhangi bir varlığın veya olayın ölçülmek istenen özelliğinin, bu özelliğin ölçülmesine yarayan bir ölçek ile aslına uygun olarak belirlenmesidir(Işığışık, 2005: 1). Performans ölçümü ise; bir kurumun önceden belirlenen amaçlara ve hedeflere göre ortaya çıkan ürünleri, hizmetleri ve/veya sonuçları birlikte değerlendirmesine yönelik analitik bir süreç olup; bir kurumun kullandığı kaynakları, ürettiği ürün veya hizmetleri, elde ettiği sonuçları takip etmesi için düzenli ve sistematik biçimde veri toplaması, analiz etmesi ve raporlaması basamaklarını içermektedir. Uygulayıcılar açısından bakıldığında ise, bir kurum tarafından veya bir program içerisinde yürütülen faaliyetlerin rakamsal olarak ifade edilmesi anlamını taşımaktadır(Yörüker vd., 2003, s.9).

Performans ölçümü, işletme sahipleri, yöneticiler, yatırımcılar ve kredi verenler gibi işletme içinden ve dışından birçok pay sahibinin işletme ile ilgili verdiği kararları etkilemektedir. Bu nedenle, ister tam olarak sistematik bir şekilde olsun, isterse de geçici bir süre veya belirli bir amaç için olsun, her işletme performans ölçümü yapmaktadır(Çoşkun, 2006, s.134).

Performans ölçümü kendi başına bir amaç olmayıp gerektiğinde karar alma sürecinde yararlanmaya elverişli ve güvenilir bilgileri sağlamaya yönelik bir faaliyettir. Performans ölçümü genel anlamda bir kuruluşun (bir programın, bir hizmetin ve bir bölümün) yaptığı işleri daha iyi anlamasına ve performansını geliştirmesine yardımcı olur. Performans ölçümünün yararları şu şekilde sıralanabilir(Yörüker vd., 2003, s.10).

- Yöneticilere kurumlarını daha iyi yönetmeleri için elverişli bilgiler sağlar.
- Yönetim uygulamalarının gelişmesini, başka bir deyişle yöneticilerin önceden belirlenmiş sonuçlara ulaşmak üzere programlarını daha etkili bir biçimde yürütmelerini sağlar.
- Planlar, programlar ve süreçlerde ortaya çıkan problemlere işaret etmek suretiyle yani çözümler geliştirmesine yani süreklilik temelinde bir gelişme sağlamasına yardımcı olur.
- Kamu çalışanları ile kurum performansı arasında bağlantı kurar ve onların hesap verme yükümlülüklerini yerine getirmede güven duymalarını sağlayarak onları motive eder.
- Bütçe hazırlama sürecine açıklık getirmek suretiyle, desteklenecek faaliyetler ihtiyaç duyulan kaynakların aktarılmasına ve ayrılacak fonların belirlenmesine yardım eder.
- Dışa dönük raporlama yoluyla kamuoyunun ilgisinin kurum hizmetlerine çevrilmesine, böylece kurum hizmet kalitesinin artmasına katkıda bulunur.
- Programların daha anlaşılır olmasına ve böylece vatandaşlara karşı hesap verme sorumluluğunun yerine getirilmesine zemin hazırlar.
- Politikaların, planların ve programların değerlendirilmesi bakımından politika belirleyenlere ve karar verenlere yardımcı olur.

Performansın ölçülmesi ve değerlendirilmesi birbirinden farklı olgulardır. Performans değerlendirme, bir kişinin, kendisinin ya da başka birinin nasıl bir performans gösterdiği ile ilgili olarak yapılan ve öznellik içeren yorumlardır. Buna karşılık performans ölçme, performansın nesnel kriterlere göre toplanan verilerle ve önceden

kararlaştırılmış bir metodolojiye göre llmesi anlamına gelmektedir(Kılınç ve Akkavuk, 2001, s.103-120).

Günümüzde değişimlerin hızlı ve sürekli bir şekilde meydana gelmesi ve işletmelerin karmaşık bir yapıya sahip olması sonucunda performans ölümünde birden çok model kullanılmaktadır.

Performans ölümüne ilişkin geliştirilen yöntemler üç ana başlık altında toplanabilirler(Yolalan, 1991, s.710):

1. İki değişken arasındaki ilişkiyi inceleyen ya da bir çıktı ile birçok girdinin bileşimi arasındaki ilişkiyi inceleyen "oransal" analizler,
2. Herhangi bir analitik üretim fonksiyonunun varlığını kabul ederek ölüm yapan "parametrelili" yöntemler,
3. Üretim fonksiyonu ile ilgili önceden belirlenmiş herhangi bir analitik formun varlığını öngörmeyen "parametresiz" yöntemler.

1.3.5.1. Oran Analizi

Performansın ölümünde kullanılan yöntemlerden en yaygın ve uygulaması kolay olanı oran analizidir. Tek girdinin tek çıktıya oranı olarak tanımlanan oran analizi (ya da rasyo analiz) yaklaşımında her bir oran, performansla ilgili boyutlardan sadece bir tanesini göz önüne alırken diğer boyutları göz ardı etmektedir. Örneğin; finansal analizlerde kullanılan oranlar (likidite, mali bünyeye, faaliyet, krlilik vs.) o faaliyet dönemi içindeki olayların yorumunu, yalnızca ilgili orana konu olan kalemler bazında yapabilirler. Oranlarla yapılan değerlendirmelerin bir başka zayıf yönü de; mutlaka bir şeylerle karşılaştırılmaya gereksinim duymalarıdır. Örneğin, oranla performans ölümü yapılan bir işletmedeki sayısal sonuçlar ya önceki yıllara ait kendi verileri ile ya da

diğer işletmelerin benzer verileri ile karşılaştırılabilir(Gülcü, Tutar ve Yeşilyurt, 2004, s.3).

Oran analizi ile yapılan ölçümlerde, bazı oranlar örgütü son derece verimli gösterirken bazı oranlar da örgütü oldukça başarısız gösterebilmektedir. Dolayısıyla, işletmenin etkinliği konusunda karar vermek güç olmakta ve yorumlanması olanaksız durumlar ortaya çıkmaktadır(Cingi ve Tarım, 2000, s.18). Bu olumsuzluğun giderilebilmesi için, tekil oranların tek boyutluluğunu dengeleyen "genişletilmiş oran kümeleri" geliştirilmiş ise de bunlar da tek boyutlu yapıdan kurtulamamıştır. Bu nedenle, performans ölçüm çalışmalarında değişik oranların en anlamlı bir şekilde ağırlıklandırılarak tek bir ölçütün türetilmesine fazlasıyla gereksinim duyulmaktadır(Yolalan, 1993, s.5).

Kısaca özetleyecek olursak oran analizinin avantajları şunlardır;

- Tek girdi ve tek çıktı ile sınırlı olduğundan kullanımı ve yorumlanması oldukça kolaydır.
- Çok az bilgiye ihtiyaç duyar.
- Oran analizi dezavantajları ise;
- Birden fazla girdi veya çıktının söz konusu olduğu durumlarda oran analizi performansı açıklamada yetersiz kalmaktadır.
- Oran analizindeki oranlama, göreceli de olsa en iyiye göre değil, var olan değerlerin birbirlerine bölümüyle elde edilir.
- Oran analizi ile elde edilen oranlar tek başlarına anlamlı değildir.

1.3.5.2. Parametrik Yöntemler

Bu yöntemlerde, verimlilik ölçümü gerçekleştirilecek olan endüstri dalına ilişkin üretim fonksiyonunun analitik bir yapıya sahip olduğu varsayımı yapılır ve bu fonksiyonun parametrelerinin belirlenmesine çalışılır. Verimlilikle ilgili literatürde çok yaygın bir şekilde kullanılan “Cobb-Douglas” tipi üretim fonksiyonuna ilişkin parametrelerin belirlenmesi bu tür yöntemlere örnek olarak gösterilebilir(Yolalan, 1993, s.5).

Parametrik yöntemlerle verimlilik ölçümünde, genel olarak regresyon teknikleri ile tahmin yapılmaktadır. Regresyon analizi sonucunda bulunan üretim fonksiyonunda ise, çoğunlukla bir tek çıktı ile birçok girdi ilişkilendirilerek tanımlanmaktadır. Bu bağlamda, üretim fonksiyonu parametrik olarak bulunmaktadır. Kullanılan yaklaşımların başında ise, en küçük kareler yöntemi gelmektedir. Parametrik olarak tanımlanan ve üretim sürecinin incelendiği endüstrinin tümü için geçerli olduğu düşünülen üretim fonksiyonu yardımıyla, bir üretim biriminin kullandığı girdi miktarları bilindiğinde elde edilecek çıktı miktarı öngörülebilmektedir. Gözlenen çıktının, regresyon analizi sonucunda bulunan üretim fonksiyonunun öngördüğü çıktıdan fazla olması durumunda, üretim biriminin verimliliğinin beklenenden yüksek olduğu, aksi halde verimsiz olduğu yorumu yapılmaktadır(Gözü, 2003, s.8).

Regresyon analizinde en büyük sorun ortalama ilişkilerin yani merkezi eğilimin tahmininde en küçük kareler yönteminin (fiili gözlemlerin doğrusal sapmalarının kareleri toplamının en küçük kılınması) kullanılmasının doğurduğu sonuçlardır. Regresyon teknikleri bütün gözlemlerin etkin olması durumunda etkin ilişkileri yansıtır(Uysal, 2003, s.17-18).

İkiden fazla değişkenle değerlendirme yapabilme bakımından oran analizine göre daha kapsamlı ve daha gerçeğçi olan regresyon tekniğiyle ölçüm yapmanın da temelde üç tane sakıncası vardır:

- Birincisi, bir tek eşitlik denklemine dayanan bir fonksiyonu kullanan birden çok bağımsız (girdi) değişkenine karşın ancak bir bağımlı (çıktı) değişkenin analizini yapabilmektedir.
- İkincisi, regresyon analizi en iyi performansa göre verimlilik analizi yerine ortalama performansa göre göreceli performansı ölçmektir. Bu ise, en iyi karar birimlerine göre iyileştirmeye olanak tanımaz ve hatta onları bir ortalamaya çekme gibi bir sonuca götürür. Bu da performans iyileştirme değil, en iyi performansı ortalama performans olarak kabul etmek anlamına gelir. Hiç şüphesiz bunun da akılcı ve yeterli bir yöntem olduğu söylenemez.
- Üçüncüsü ise, regresyon analizi, bir eşitlikle bulunan çıktılarla girdilerin nasıl ilişkilendirildiğine ilişkin parametrik bir üretim fonksiyonunun tanımlanmasını gerektirmekte ve verimsiz birimleri tanımlayamamaktadır. Özellikle yapısal üretim fonksiyonunun tanımlanmasının güç olduğu örgütlerde regresyon analizi performans ölçümünde oldukça yetersiz kalmaktadır(Yeşilyurt, 2004, s.57).

1.3.5.3. *Parametrik Olmayan Yöntemler*

Literatürde belli bir analitik formun varlığını varsayıp katsayı tahmini yapan parametrik yöntemlerin yanı sıra parametrik olmayan ve doğrusal programlama kökenli etkinlik sınırına (efficiency frontier) olan uzaklığı ölçen yöntemler de bulunmaktadır(Mercan ve Yolalan, 1997, s.9).

Parametrik yöntemlere bir alternatif olarak ortaya çıkan parametrik olmayan (non-parametric) yöntemler, genel olarak matematik programlamayı çözüm tekniği olarak benimsemişlerdir. Bu tür yöntemler, üretim fonksiyonunun ardında herhangi bir analitik formun varlığını öngörmezler. Bu özelliklerinden dolayı parametrelili yöntemlere göre daha esneklerdir. Ayrıca birçok girdili ve çıktılı üretim ortamlarında performans ölçümü için oldukça uygun bir yapıya sahiptirler(Gülcü, Tutar ve Yeşilyurt, 2004, s.88).

Parametrik olmayan etkinlik yöntemlerinin büyük çoğunluğu girdi ve çıktı birimlerinden bağımsızdır. Bu özellikleri ile işletmenin değişik boyutlarının aynı anda ölçülebilmesine imkân sağlamaktadır. Bu ölçütler, her bir üretim birimi için göreceli etkinliği hesaplar; amaç fonksiyonlarını ayrı ayrı optimize etmekte ve her üretim birimi için en uygun amaç kümesini belirlemektedir.

Etkin sınırdan sapmaları etkinsizlik olarak değerlendiren parametrik olmayan yöntemler, çok girdi ve çok çıktı bulunan bir üretim sürecini bütün olarak ele alabilmektedir. Parametrik olmayan yöntemlerin, farklı ölçü birimlerindeki üretim faktörlerini ortak bir paydada buluşturmak için ihtiyaç duyulan ağırlıklandırma işlemi ortadan kaldırması, bu yöntemlerin, diğer yöntemlerden üstünlüğünü sağlayan bir diğer özelliktir. Bu özelliklerine ek olarak, parametrik olmayan yöntemlerin göreceli etkinlik ölçümlerinde çok yaygın kullanılmasının temel nedenleri arasında farklı uzmanlıkları olan, fakat aynı ürünleri üreten veya servisleri sunan karar birimlerinin özelliklerini dikkate alması, üretim ekonomisinin teorik çevresiyle uyum içinde olması, etkinlik skorunu oluşturan etkinlik bileşenlerini belirleyebilmesi sayılabilir(Gözü, 2003, s.10).

Literatürdeki adıyla Data Envelopment Analysis (DEA) olan Veri Zarflama Analizi, parametrik olmayan performans ölçüm yöntemlerinden en yaygın olarak kullanılan ve matematik programlama tabanlı etkinlik ölçüm yöntemidir.

VZA, ilk olarak Charnes, Cooper ve Rhodes tarafından, ürettikleri mal ya da hizmet açısından birbirlerine benzer ekonomik karar birimlerinin görelî etkinliklerinin ölçülmesi amacıyla geliştirilmiştir. Bu yöntemin diğerlerine göre getirdiği yenilik birçok girdi kullanılarak birçok çıktının elde edildiği üretim ortamlarında, önceden belirlenmiş herhangi bir analitik fonksiyonun varlığını öngörülmesine gereksinim duymadan ölçüm yapabilmesidir(Mercan ve Yolalan, 1997, s.9).

Veri Zarflama Analizi ikinci bölümde ayrıntılı bir şekilde anlatılacaktır.

1.3.6. Performans Ölçüm Modellerinin Karşılaştırılması

Her modelin birbirine göre üstün ya da zayıf yönleri vardır. Modellerin her biri kendi içinde tutarlıyken, ölçümü yapılan birim için yetersiz ve hatta anlamsız kalabilir. Önemli olan ne ölçülmek isteniyorsa, ona ilişkin en uygun sonucu verecek modelin belirlenmesidir.

Performans ölçüm modellerinin karşılaştıracak olursak;

- Oran analizi, genel performans ölçümünde birçok yetersizlikleri olmasına karşın tek girdili ve çıktılı durumlar için basitliği ve sadeliği nedeniyle en uygun değerlendirme yöntemi olarak görülebilir. Ancak oran analizindeki oranlama, göreceli de olsa en iyiye göre değil, var olan değerlerin birbirlerine bölümüyle elde edilir. Bu ise, bir performans iyileştirilmesine yönelik bir teknik değil, yalnızca bir durum belirlemesidir (Yeşilyurt, 2004, s.289). Oran analizi tek girdi ve tek çıktılı durumlar için elverişlidir. Bu yaklaşımla her bir oran verimlilikle ilgili boyutlardan sadece bir tanesini dikkate alırken diğer boyutları dikkate almaz.
- Parametrik yöntemler ise, etkinliği ölçülecek olan birimin üretim fonksiyonunun analitik yapıya sahip olduğu varsayılarak bu fonksiyonun

parametreleri belirlenmeye çalışılır. Parametrelili yöntemlerle etkinlik ölçümünde genel olarak regresyon teknikleri ile tahmin yapılırken, burada da üretim fonksiyonu çoğunlukla bir tek çıktı ile birçok girdiyi ilişkilendirerek tanımlanmaktadır.

- Parametrik olmayan yöntemler ise, matematik programlamayı çözüm tekniği olarak kabul eder. Bu yöntemler, üretim fonksiyonunun ardından herhangi analitik formun varlığını ön görmezler. Çok girdili ve çok çıktılı üretim ortamlarında performans ölçümü yapabilmek için uygun yapıya sahiptirler.

Tablo 1.1. Performans Ölçüm Modellerinin Karşılaştırılması

Yöntem Sınıfı	Çözüm Tekniği	İçerik	Ön Hazırlık (Veri Temini)	Uygulama	Performans Ölçümüne Uygunluğu
Oran Analizi	Oranlamalar	Tek Girdi- Tek Çıktı (Tek Boyutlu)	Basit	Kolay	Kısıtlı
Parametrik Yöntemler	Regresyon	Çok Girdi- Tek Çıktı (Tek Boyutlu)	Basit	Kolay	Kısıtlı
Parametrik Olmayan Yöntemler	Matematik Programlama	Çok Girdi- Çok Çıktı (Çok Boyutlu)	Detaylı	Kolay	Geniş

Kaynak: Besen, 1994, s.78.

İKİNCİ BÖLÜM

2. VERİ ZARFLAMA ANALİZİ(DATA ENVELOPMENT ANALYSIS)

2.1. Veri Zarflama Analizinin Tanımı

VZA, kısa geçmişine rağmen çeşitli şekillerde tanımlanmıştır. Bunlardan bazıları şöyledir(Köksal, 2001, s.88):

- VZA, birden fazla girdi ve çıktıya sahip örgütler kümesinde, hem girdilerin, hem de çıktılarının nesnel biçimde bir verimlilik indeksi içinde birleştirilemediği durumlarda göreceli verimlilik ölçümü için kullanılan bir yöntemdir.
- VZA, bir karar verme biriminin verimliliği açısından matematiksel olarak ağırlıklandırılmış çıktılar toplamının ağırlıklandırılmış girdiler toplamına oranının en iyi performansı belirlediği sınıra göre pozisyonudur.
- VZA, birden çok ve farklı ölçeklerle ölçülmüş veya farklı ölçü birimlerine sahip girdi ve çıktılarının karşılaştırma yapmayı zorlaştırdığı durumlarda, karar birimlerinin göreceli performansını ölçmeyi amaçlayan, doğrusal programlama tabanlı bir tekniktir.
- VZA, Charnes, Cooper ve Rhodes tarafından 1978'de ve Banker Charnes ve Cooper tarafından da 1984'te geliştirilen, Farrell'in sınır metodolojisine dayanan doğrusal programlamanın özel bir uygulamasıdır.
- VZA, aynı tür girdiler kullanarak aynı tür çıktıları üreten ve birbirlerine benzer ekonomik karar birimlerinin karşılaştırmalı "etkinliklerinin" ölçülmesi amacıyla geliştirilmiş parametresiz bir yöntemdir.
- VZA, birçok girdi ve çıktının gözlemlendiği ve bu gözlenen girdi ve çıktıların tek bir toplam girdi ve çıktıya dönüştürülemeyeceği durumlarda üretim

verimliliğini ölçmek için kullanılan bir yöntemdir. VZA' da bir karar verme biriminin görece verimliliği, toplam ağırlıklı çıktıların toplam ağırlıklı girdilere oranı olarak tanımlanmaktadır. Bu yaklaşım ilk olarak Farrell tarafından ifade edilmiş ve daha sonra da Farrell ve Fieldhouse tarafından geliştirilmiştir.

Bu tanımlamalara Charnes ve Cooper'ın 1985 yılında yaptıkları etkinliğin formal tanımını da ekleyebiliriz. Tanım şu şekilde yapılmıştır(Norman, 1997, s.15):

- Bir birim için % 100 verimliliğe aşağıdaki koşullar sağlandığı zaman ulaşılabilir:
 - ✓ Çıktıların hiçbiri girdilerden birini veya daha fazlasını artırmadan veya diğer çıktıların bazılarını azaltmadan artırılmıyorsa,
 - ✓ Girdilerin hiçbiri çıktılarından bazıları azaltılmadan veya diğer girdilerin hiçbiri artırılmadan azaltılmıyorsa.

2.2. Veri Zarflama Analizinin Tarihsel Gelişimi

Ekonomi literatüründe etkinlik kavramı Koopsman'ın 1951'deki çalışmasına dayanır. Koopsman bu çalışmada teknik etkinlik kavramını tanımlamıştır. Daha sonra da Debreu ve Farrell çok girdili firmaların etkinlik ölçümüne çalışmalarında yer vermişlerdir. Farrell "The Measurement of Productive Efficiency" başlıklı makalesinde birden çok girdisi ve tek çıktısı olan işletmelerin etkinliklerini ölçmüştür(Farrell, 1957, s.258).

Bu çalışmaların sonrasında Charnes, Cooper ve Rhodes tarafından "Measuring the Efficiency of Decision Making Units" başlıklı makale ile ilk VZA (Data

Envelopment Analysis-DEA) modeli geliştirilmiştir(Charnes, Cooper ve Rhodes, 1978, s.430). Analizin öyküsü Edwardo Rhodes'in Carnegie Mellon Üniversitesindeki doktora çalışmasıyla başlar. W.W. Cooper yönetiminde Edwardo Rhodes, bir eğitim programının etkilerini, psikolojik testlerle yaparak, programa katılan ve katılmayanlar arasında göreceli ölçmeye çalışmıştır. Farrell'in 1957 deki tek girdi/çıktı teknik etkinlik ölçümünü çoklu girdi/çıktı göreceli etkinlik ölçümüne genişleten Charnes, Cooper ve Rhodes, CCR modeli olarak Veri Zarflama Analizini literatüre sokmuşlardır(Gülcü vd., 2004, s.95).

Charnes ve diğerlerinin geliştirdiği VZA yöntemi, matematiksel programlama teorisine dayanan ve her bir karar biriminin göreceli etkinliğini ayrı ayrı belirlemek amacıyla tasarlanmış doğrusal programlama tabanlı parametrik olmayan bir yöntemdir. Analizin amacı, belirli bir fonksiyona bağlı kalmaksızın sadece gözlem değerlerini kullanarak etkin bir sınır oluşturmak ve oluşturulan bu etkin sınır aracılığıyla homojen birimlerin (aynı faaliyeti aynı girdi ve çıktıyla yerine getiren) etkinliğini değerlendirmektir. Değerlendirme sonucunda, etkin olmayan birimler, alanında "en iyi" olan diğer karar birimleriyle karşılaştırılır ve en iyi karar birimlerinin oluşturduğu hipotetik (bileşik) birim gibi davranmaya çalışarak etkin hale getirilmeye çalışılır(Yıldız, 2006, s.213).

1978 yılından bu yana Veri Zarflama Analizi çok hızlı bir şekilde gelişme göstermiştir ki Seiford ve Gattoufi tarafından iki kez VZA biyografisi hazırlanmıştır. VZA tekniği yıllardan beri endüstri mühendisliğinin, ekonometrinin, yöneylem ve yönetim biliminin önemle üzerinde durduğu ilgi çeken bir teknik konumundadır(Kıran, 2008, s.15).

2.3. Veri Zarflama Analizinin Uygulama Alanları

Veri Zarflama Analizinin uygulama alanına, üretim, hizmet ve finans sektörlerinden iç ve dış rekabet koşullarında bulunan her ünite girer. Klasik verimlilik analizindeki tekli girdi-tekli çıktıdan farklı olarak çoklu girdi-çoklu çıktı temelinde harekete eden VZA, hızlı kuramsal gelişimi yanında uygulamada da hızlı bir süreç izlemiştir. Hastanelerde, postanelerde, bankacılıkta mahkemelerde, eczanelerde, taşımacılıkta, polis karakollarında ve eğitim kurumları gibi pek çok kamu hizmet alanlarında binlerce çalışma yapılmıştır. Başlangıçta kâr amacı gütmeyen kamu kuruluşlarında karşılaştırmalı verimliliği ölçen VZA, sonraları kâr amaçlı üretim ve hizmet sektörlerinde işletmeler arası teknik verimliliğin ölçülmesinde de yaygın biçimde kullanılmaya başlanmıştır(Gülcü, 2001, s.118).

VZA'nın uygulama bulduğu alanlar: tıp, eğitim, üretim, benchmarking, uzay çalışmaları, spor, işletme çözümleri, toptancı mağazaları, bankacılık, yer seçimi, silahlı kuvvetler, fast-food restoranlar, bölgesel kalkınma gibi alanlardır(Kıran, 2008, s.15).

Özetle; VZA bugüne kadar sağlık hizmetleri (hastaneler, doktorlar), eğitim (okullar, üniversiteler), bankalar, imalat sektörü, kıyaslama, yönetim performanslarının değerlendirilmesi, restoranlar, toptancılar, şehirler, kamu kurumları ve bölgesel gelişme alanlarında görece kaynak kullanımı verimliliği ölçümü yapmak amacıyla uygulanmıştır. Dünyada yaygınlaşan uygulamalara karşılık, ülkemizdeki çalışmalar genellikle ekonomi ve yöneylem araştırması kongrelerinde sunulan bildirilerle ve sadece sağlık ve bankacılık alanlarında yoğunlaşan uygulamalarla sınırlı kalmıştır(Aydemir, 2002, .s46).

Dünyada yaygınlaşan VZA uygulamalarına karşın, ülkemizdeki çalışmalar genellikle sağlık ve bankacılık alanlarında yoğunlaşmakta, ekonomi ve yöneylem kongrelerinde sunulan bildirilerle sınırlı kalmaktadır. VZA görece etkinlik sonuçları,

endüstri mühendisleri, yöneylem araştırması uzmanları ve yönetim bilimcilerin ilgisini şu özellikleri nedeni ile çekmektedir (Charnes, vd. 1994, s.396):

- Her karar verme biriminin tek bir göreceli etkinlik değeri ile özetlemesi,
- Etkin sınırın belirlenmesi sırasında en iyi karar verme biriminin belirlenmesi,
- VZA ile elde edilen sonuçların, parametre katsayıları analizi ve artıkların incelenmesine dayalı istatistiksel yöntemlerin sonuçlarını irdeleme imkânını sağlaması.

Son yıllarda geliştirilen paket programların (Warwick Windows DEA, BYU-DEA, IDEA, Pioneer, Frontier Analyst, SAS/DEA, vb.) modelin uygulanabilmesini göreceli olarak kolaylaştırmasıyla, yöntemin kullanılmasının yaygınlaşacağı tahmin edilmektedir(Aydemir, 2002, s.46).

2.4. Veri Zarflama Analizi Yönteminde Kullanılan Terimler

Bu kısımda, Veri Zarflama Analizi yönteminin daha kolay anlaşılabilmesi için bazı kavramların açıklanmasının yararlı olacağı düşünülmüştür. VZA literatüründe en çok karşılaşılan terimlerin açıklamaları şu şekildedir (Aydagün, 2003):

- Toplam Etkinlik (Aggregate Efficiency) : CCR modelinden gelen ve etkinliğin ölçüsünü tanımlamak için kullanılan bir terimdir.
- Tahsisli Etkinlik (Allocative Efficiency) : Üretim sürecinin verimliliği anlamına gelmekte olup üretim maliyetlerinde girdi fiyatlarının en aza indirilmesi hedeflenmektedir. Tahsisli etkinlik, teknik etkinliğin maliyet etkinliğe oranı ile hesaplanmaktadır

- Ölçeğe Göre Sabit Getiri (Constant Returns to Scale) : Eğer bir karar biriminin girdisindeki artış çıktısında eşit bir artışa denk geliyorsa bu ölçeğe göre sabit getiridir. Bu demektir ki karar biriminin ölçeği ne olursa olsun verimliliği değişmez.
- Kontrol Edilebilen Girdiler (Controlled-discretionary-Inputs) : Bir kontrol edilmiş girdinin, karar biriminin idaresi üzerinde kontrolü vardır. Bunun sonucunda kullanılmış olan miktarı karar birimi yönetimi belirleyebilir.
- Maliyet Etkinliği (Cost Efficiency) : Maliyet verimliliği (ekonomik verimlilik) minimum maliyetin gerçek (gözlemlenmiş) maliyete oranıdır.
- Etkin/Etkinlik Sınırı (Efficient/Efficiency Frontier) : Etkinlik sınırı, en iyi performansı temsil eden, girdi ve çıktıları en verimli şekilde birbirine dönüştüren veri kümesindeki karar birimlerinden oluşan sınırdır. Sınırı belirleyen karar birimleri %100 verimliliğe sahiptirler. Sınırdan olmayan herhangi bir karar birimi %100'ün altında bir verimliliğe sahiptir.
- Etkinlik Değeri (Efficiency Score) : VZA, her karar birimi için bir etkinlik değeri türetir. Bu skor 0 ve 1 arasındadır. %100 skora sahip birim etkindir. %100'den daha düşük değer alan birimler ise etkin değildir.
- Homojen (Homogeneous) : VZA çalışmaları homojen karar birimleri kümesini gerektirmektedir. Homojenlik, birimler arasında benzerlik derecesini ifade eder. Karar birimlerinin operasyonel amaçları karakterlerinde olduğu gibi benzer olmalıdır.

- Etkin Birim (Efficient Unit) : Etkin birim, analizlerdeki diğer karar birimleri tarafından başarıları gerçek performansla karşılaştırıldığında, aynı çıktıları daha az girdilerle üretebilen ya da daha yüksek seviyedeki çıktıları aynı miktardaki girdilerle üretebilen karar birimi olarak tanımlanmaktadır.
- Girdiler (Inputs) : Karar birimi tarafından çıktı üretmek için kullanılan herhangi bir kaynağa girdi denir (ürün ya da servisler). Bu, ürün olmayan fakat karar biriminin ürettiği kaynakları da içerebilir. Bunlar kontrol edilebilir ya da edilmeyebilir.
- Girdi Enküçükleme (Input Minimization) : Belirli çıktıların üretiminde kullanılan girdi miktarını küçültmeye çalışan analizlerde VZA adaptasyonuna girdi en küçükleme denir.
- Çıktı (Output) : Çıktı, girdilerin (kaynaklar) süreç ve tüketiminden sonuçlanan ürünlerdir. Çıktı, fiziksel ürün, servis ya da karar biriminin amacını nasıl başardığını gösteren ölçüm olabilir.
- Çıktı Enbüyükleme (Output Maximization) : Çıktı enbüyükleme, belirli girdi miktarıyla en fazla çıktı üretmeye çalışan analizlerde adapte edilmiş VZA'dır.
- Üretkenlik (Productivity) : Tek girdi ve çıktıdan oluşan süreçlerde üretkenlik, karar biriminin çıktıların girdilerine oranıdır. VZA üretkenliği ölçmez, üretim sürecinin verimliliğini ölçer.
- Referans Katkısı (Reference Contribution) : Referans katkısı, bir karar birimi için etkinlik değerinin hesaplanmasına, referans karar birimi katkısının derecesini belirtmesinde kullanılan bir terimdir.

- Ölçek Etkinliği (Scale Efficiency) : Bir karar biriminin işlem büyüklüğü en uygun olduğu zaman ölçek verimlidir. Eğer işlem büyüklüğü azaltılır ya da arttırılırsa verimliliği düşer. Ölçek verimliliği toplam verimliliği (CCR modelinden) teknik verimliliğe (BCC modelinden) bölerek hesaplanır.
- Bolluk (Slack) : Bolluk, az üretim çıktısını ya da fazla girdi kullanımını gösterir. Etkin olmayan karar birimini etkin hale getirmek için gerekli iyileştirmeyi gösterir. Bu iyileştirmeler girdi ve çıktıdaki artış ya da azalma şeklinde olabilir.
- Hedefler (Targets) : Etkin olmayan karar biriminin etkin olabilmesi için girdi ve çıktı değerleriyle ilgili gerekli düzenlemeleri ifade etmektedir.
- Teknik Etkinlik (Technical Efficiency) : Karar birimi, kullanılan girdi başına çıktısını enbüyükleyebilir hale getiriyorsa teknik olarak etkindir denir. Fiyat ve maliyetlerden bağımsız olarak hesaplanır.
- Değişken (Variable) : Karar birimlerinin işlemindeki önemini belirten girdi ve çıktı faktörleridir. Örneğin çalışan sayısı, satışlar, kira, kullanılan alan gibi girdi ve çıktı sınıflandırması ölçülen sürece ve karar birimlerinin ölçülmesine karşı olan hedeflere bağlıdır.
- Sanal Girdi ve Çıktılar (Virtual Input/Output) : Sanal girdiler, girdi değerini, asıl (primal) model çözümü olarak verilen karar birimi için karşılık gelen optimal ağırlıkla çarparak bulunur. Sanal girdi ve çıktılar her faktör için öngörülen değerini derecesini belirtir. Her karar biriminin sanal girdilerinin toplamı, girdiye yönelik modellerde daima 1'e eşittir. Sanal çıktıların toplamı ise birimin verimlilik skorunu gösterir.

oluşturmaktadır(Karacaer, 1998, s.18-19). Tümüyle kırık doğru ise nokta seti için etkin sınırı oluşturmaktadır. Şekil 2.1'de etkin sınır üzerinde yer alan karar verme birimleri (D, B, G, J, M,) etkin karar verme birimlerini ifade etmektedir. Bu sınırın altında yer alan karar verme birimleri ise (A, E, F, C, I, H) etkin olmayan karar verme birimleri olarak tanımlanmaktadır. Etkin sınırın analize dahil edilen tüm noktaları çevrelemesi ve bir zarf gibi içine alması nedeniyle yöntem "Veri Zarflama" adı verilmiştir. Etkin sınır üzerinde yer almayan karar verme birimlerinin etkinlik değerleri, etkin sınıra olan uzaklığına bağlı olarak değişmektedir. Örneğin C noktası ile etkinliğin en yüksek olduğu orijin arasında bir doğru parçası çizilmektedir. Bu doğru parçası etkin sınırı S noktasından kesmektedir. S ve C aynı doğru üzerinde bulduklarından aynı girdi miktarını göstermektedirler. Bu nedenle C'nin etkinliği C ve S noktalarının merkeze olana uzaklıklarının oranı şeklinde tanımlanabilir. Bu noktada toplam etkinlik, "Teknik Etkinlik" ve "Ölçek Etkinliği" oranlarından yola çıkarak hesaplanmaktadır. PP' maliyet minimizasyon eğrisini göstermek üzere, teknik etkinlik X noktasının merkeze olan radyal uzaklığı ve ölçek etkinliği de maliyet minimizasyon eğrisine olan uzaklığı şeklinde ölçülmektedir. Bu ölçümler;

$$\text{Teknik Etkinlik} = \frac{OS}{OC}$$

$$\text{Ölçek Etkinliği} = \frac{OP}{OS}$$

oranları ile hesaplanmaktadır. Sonuçta toplam etkinlik, teknik etkinlik ve ölçek etkinliği oranlarının çarpılması sonucu elde edilmektedir(Akdoğan, 2001, s.24-25);

$$\text{Toplam Etkinlik} = \frac{OS}{OC} * \frac{OP}{OS} = \frac{OP}{OC}$$

C noktasının etkinliği etkin sınır üzerinde yer alan diğer noktalar açısından da değerlendirilebilir. C noktası aynı girdi miktarını kullanarak etkin sınır üzerinde S noktasında yer aldığı takdirde etkinliği sağlayabilecektir. Ancak bu S noktası etkin sınır üzerinde yer alan D, B, G, J, M gibi noktaları ağrılıklı ortalaması olarak da değerlendirebilir. Dolayısıyla bu noktalar S noktası için ‘‘Etkin Referans Seti’’ oluşturmaktadır(Akdoğan, 2001, s.25).

Etkin sınır üzerinde yer alan M noktası değerlendirilirken farklı durumla karşılaşılmaktadır. M noktası etkin sınır üzerinde yer almasına rağmen etkin olarak değerlendirilemez; çünkü aynı çıktı miktarını girdilerden birini J noktasına kadar artırarak sağlayabilir. M noktası ise ‘‘ lek Etkin’’ olarak değerlendirilmektedir. Teknik etkinlik tanım olarak, tüm girdilerin ortak etkisinin çıktı üzerindeki bileşik etkisini belirtmektedir(Karacaer, 1998, s20). İki ve ikiden az olan girdi-çıktı kombinasyonuna ilişkin etkinliğin grafiksel gösterimi bir düzlem üzerinde mümkün olmaktadır. Ancak ten fazla boyutu geometri uzayında grafiksel olarak göstermek mümkün değildir. Bu nedenle ikiden fazla değişkenin analizinde grafiksel gösterim uygulanmamaktadır.

2.6. Veri Zarflama Analizinin Matematiksel Yapısı

Veri Zarflama Analizi, belli kısıtlar altında çok sayıda değişkeni bir arada değerlendirebilen ‘‘Matematiksel Programlama’’ tekniklerini kullandığı için, çok sayıda girdi ve çıktıyı bir arada değerlendiremeyen ve çok daha sınırlayıcı olan diğer tekniklere göre araştırmacının çok daha rahat çalışabilmesini sağlar. Çünkü gerçek hayatta karşılaşılan problemlere karşı daha iyi politikalar üretmek ve yönetim kararlarını almak, pek çok faktörün aynı anda değerlendirilmesini gerektirir. Bu açıdan Veri Zarflama Analizi, matematiksel programlamanın sahip olduğu geniş metodolojik yaklaşım sayesinde yol gösterici analizlerin ve yorumların daha iyi yapılabilmesine olanak

sağlamaktadır(Bakırcı, 2006, s126). Bu bağlamda Veri Zarflama Analizi için oluşturulacak matematiksel ifadenin genel olarak üç ayrı boyutu mevcuttur:

- Kesirli Programlama İle Veri Zarflama Analizi
- Doğrusal Programlama İle Veri Zarflama Analizi
- Dualite Yöntemi İle Veri Zarflama Analizi

2.6.1. Kesirli Programlama İle Veri Zarflama Analizi

Charnes, Cooper ve Rhodes tarafından geliştirilen kesirli programlama, Veri Zarflama Analizi matematiğinin temelini oluşturmaktadır. Matematiksel olarak sorumlu olan karar birimlerinin etkinlik ölçümü, bir karar biriminin ağırlıklandırılmış çıktılar toplamının, ağırlıklandırılmış girdiler toplamına oranı şeklindedir. Kesirli programlama etkinlik ölçüm sonucu veren bir süreçtir. Bu sürecin ölçüm modeli şu şekilde özetlenmektedir(Bal, 2010, s.39):

Amaç Fonksiyonu:

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

Sınırlayıcı Şartlar:

$$0 \leq \frac{\sum_{r=1}^s u_{rk} y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_{ik} x_{ij}} \leq 1 \quad j= 1, \dots, N$$

$$u_{rk} \geq 0 \quad r= 1, 2, \dots, s$$

$$v_{ik} \geq 0 \quad i= 1, 2, \dots, m$$

Modelde

e_k = k karar biriminin etkinliği

u_{rk} = k karar birimi tarafından r. çıktıya verilen ağırlık

v_{ik} = m karar birimi tarafından i. girdiye verilen ağırlık

y_{rk} = k karar birimi tarafından üretilen r. çıktı

x_{ik} = k karar birimi tarafından üretilen i. girdi

y_{rj} = j karar birimi tarafından üretilen r. Çıktı

x_{ij} = j karar birimi tarafından üretilen i. girdi

N = Karar birimi sayısı

s = Çıktı sayısı

m = Girdi sayısı

şeklinde ifade edilmektedir. Amaç fonksiyonu, karar biriminin etkinliğini maksimize edecek u ve v ağırlıkları setini bulmayı amaçlamaktadır. Sınırlayıcı şartlar ise her bir karar birimi için ağırlıklı çıktı/girdi oranının 1'i geçmemesini sağlamaktadır. Bu durumda etkinlik $[0,1]$ arasında değer alacaktır(Kocakoç, 2003, s.6).

Kesirli programlama seti ölçülme safhasında çözüm güçlükleri yaratmaktadır. Bu nedenle formülünün paydasının 1'e eşit olacağı varsayımı ile doğrusal programlama haline dönüştürülmekte ve bu şekilde etkinlik ölçümünü kolayca gerçekleştirmektedir. Kesirli programlama için doğrusal programlama modellerinin çözümünü veren simpleks algoritmasına benzer bir yöntem bulunmamaktadır(Kıllı, 2004, s.45).

Kısaca, kesirli programlama modeli ile doğrusal programlama modeli birbirine denktir denilmektedir. Bu durumu daha iyi analiz edebilmek için bir sonraki aşama olarak doğrusal programlama ile Veri Zarflama Analizini ele almak doğru olacaktır.

2.6.2. Doğrusal Programlama İle Veri Zarflama Analizi

Veri Zarflama Analizi yöntemi, doğrusal programlama yönteminin geliştirilmiş bir biçimi olduğu ve bir dönüşüm sınırı oluşturması gerektiği için bir dizi doğrusal program (DP) kullanılır. Yani her bir karar verme birimi için ayrı bir doğrusal program hesaplaması yapılır. Her bir karar verme birimi için kurulacak olan ve karar değişkenleri olarak girdi ve çıktı ağırlıklarını kontrol eden kesirli doğrusal program (fractional linear program), kolaylıkla aynı işlem sonucunu verebilecek olan DP modeline dönüştürülebilir. Bu model Simplex algoritması yolu ile çözülebilir. Her bir karar verme birimi için elde edilecek çözümler, modelin ilgili olduğu karar verme birimi için ağırlıklandırılmış değerleri ve modeldeki ilgili karar verme birimine ilişkin göreceli etkinliği verecektir. Veri Zarflama Analizi tekniğinin meydana getirilmesinde esin kaynağı olan DP, kısıtlar adı altındaki sınırlayıcı koşullar ile birlikte amaç fonksiyonunun optimize edilmesini içermektedir. Eşitlik ve eşitsizlikten oluşan kısıtlar amaç fonksiyonunun değerini sınırlarlar. Bu kısıtlar 2 grupta toplanırlar(Köksal, 2001, s.75-76):

- Kaynak kısıtlılığı ile, problem cümlesindeki mevcut kaynak sayısı kadar kısıtlılık getirir.
- Negatif olmama kısıtı ile, problem cümlesinde yer alan çarpanların negatif değerde olmamasını gerektirir.

Dolayısıyla negatif etkinlik ya da verimlilik söz konusu olamaz. Amaç fonksiyonunun optimize edilmesi iki şekilde olabilir:

- Maksimizasyon: Kârı maksimize etmek, ya da çıktı miktarını en çoklamak,
- Minimizasyon: Maliyeti ya da girdileri en aza indirmek.

İşletme bazında ele alındığında, maksimizasyon ya da minimizasyona dayalı olarak kurulan amaç fonksiyonlu problemlerdeki kısıtlar, mevcut dönem içerisinde işletmenin ekonomik davranışını sınırlayan şartlardır. Bu koşullar altında bir DP problemi aynı zamanda sınırlı kaynakların dağıtımını ile ilgili bir kaynak dağılımı problemi olacaktır.

Sınırlı kaynakların etkin kullanımı istenildiğinde bunu en iyi optimize edebilmek için DP ile ilgili bir takım koşulların yerine getirilmesi gerekir. Bu koşullar;

- Probleme konu teşkil eden değişkenler arasındaki sabit bir oransal ilişkiyi temsil eden doğrusallık varsayımı,
- Problem cümlesindeki kaynakların optimal dağılımını yapabilmek için sınırlı kaynak sayısını ve bunların ne oranda sınırlı kullanılacaklarının bilinmesi gerekir. Kaynak kullanımında keyfilik ya da kaynaklar arasındaki doğrusallığı bozabilecek oran değişiklikleri DP'nin anlamını yitirmesi demektir. Bu durumu sınırlandırma varsayımı olarak adlandırabiliriz.

Problem cümlesindeki değişkenlerin optimal bir biçimde dağıtımını gerçekleştirmek için katsayıların bölünebilir olması gerekir. Bu bölünme işlemi bazı durumlarda imkânsız ve değerler tam olarak alınmak durumundaysa tam sayı programlama tekniği söz konusudur. Diğer tüm çözümler kesirli olarak ifade edileceğinden bu duruma bölünebilirlik varsayımı denilir. Bir Veri Zarflama Analizi programı, doğrusal programlama yaklaşımıyla şöyle ifade edilebilir(Kıran, 2008, s.18): Veri Zarflama Analizi literatürü incelendiği zaman hemen hemen her çalışmanın kesikli

programlamaya değinmeden doğrusal programlama ile verileri analize tabi tuttuğu görülmektedir. Daha önce de bahsedildiği gibi bunun nedeni kesikli programlama modeli ile doğrusal programlamanın birbiriyle eşdeğer olması ve simpleks algoritması ile çözülebilen doğrusal programlama gibi başka bir modelin bulunmamasıdır.

Doğrusal programlama amaç fonksiyonunda verilen ifadeyi belirtilen kısıt altında maksimize eden bir mümkün çözüm u^* , v^* bulmakta ve optimal amaç değeri E^* , $i > 0$ olmak üzere amaç fonksiyonunu maksimize etmektedir. Kesirsel programlama modelinin dönüşümü ile sonsuz elemanlı çözüm kümesini temsil eden bir çözüm bulunur. Dönüşüm sonucu oluşturulan eşdeğer model şu şekildedir(Bal, 2010, s.41):

Amaç fonksiyonu:

$$\text{Maksimum } e_k = \sum_{r=1}^s u_{rk} y_{rj}$$

Sınırlayıcı Şartlar:

$$\sum_{i=1}^m v_{ik} x_{ik} = 1$$

$$\sum_{r=1}^s u_{rk} y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_{ik} x_{ik} \leq 0 \quad j= 1, \dots, N$$

$$u_{rk} \geq 0 \quad r= 1, 2, \dots, s$$

$$v_{ik} \geq 0 \quad r= 1, 2, \dots, m$$

Veri Zarflama Analizi modelinin çözümlenmesi için her bir karar biriminin kendine ait değerlerle çözümlenmesi gerekmektedir. Karar birimlerinin doğrusal programlama modeline göre amacı, ağırlığı belirlenmiş çıktılarını maksimize etmektir. Ağırlıklandırılmış çıktının alabileceği en büyük değer 1'dir ve bu değer karar biriminin etkin olduğunu ifade etmektedir. Göreceli olarak etkinlik ölçüm sonucuna ihtiyaç olunursa, karar birimi için ağırlıklandırılmış çıktılar ağırlıklandırılmış girdilere oranlanarak sonuç elde edilir. Bu sonuç etkin olmayan karar birimini yani amaç

fonksiyonu değeri birden küçük olan karar birimini, göreceli olarak etkin olanlara göre nitelendirmeye yardımcı olur. Bu şekilde hesaplanan verimlilik değerleri birbirinden bağımsızdır.

Doğrusal programlama modeli ile tespit edilen optimal çözüm, dualite yöntemi ile oluşturulacak yeni bir modelle, yani problemin ikincil formülasyonu ile daha kolay elde edilebilmektedir.

2.6.3. Dualite Yöntemi İle Veri Zarflama Analizi

Herhangi bir DP için, aynı veri kümesini kullanarak eş bir DP formülasyonu oluşturmak mümkündür. Özgün DP (primal) ya da eşi olan DP (dual)'e ilişkin çözüm, modellenen problem için aynı bilgiyi sağlar. Veri Zarflama Analizi de buna bir istisna oluşturmamaktadır(Boussofiane, Dyson, ve Thanassoulis, 1991, s.8).

Temel (primal) problemdeki amaç bir maksimizasyon durumu ise, aynı amaca problemi bir minimizasyon durumuna dönüştürmekle de ulaşılabilir. Tersine bir durum da söz konusudur. Yani, temel problem bir minimizasyonu amaçlıyorsa, aynı amaca problemi maksimize etmekle de ulaşabiliriz. Primal ve Dual problemlerinin arasındaki ilişkinin tanımından, birisi için olan çözümün aynı zamanda diğeri içinde optimal çözüm olacağı anlamını çıkartabiliriz. Dolayısıyla bir DP problemine aynı sonucu veren iki açıdan yaklaşılabilir.

Aynı amaca yönelik olan bu yöntemlerden dual olanının kullanılmasının sağladığı yararlar şunlardır(Köksal, 2001, s.79-81):

- Primal model, bazen dual modelden daha fazla sayıda kısıtlayıcıya sahip olabilir. Genelde doğrusal programlar ne kadar çok kısıt içerirlerse çözümleri de o oranda zorlaşmaktadır. Problemin boyutu büyüdükçe bu özellik dual yöntemi avantajlı kılmaktadır.

- DP teorisinden bilinmektedir ki bir dual problemin çözümündeki dual değişkenlerin değerleri primal modeldeki gölge fiyatları açıklayabilmektedir. Bir Veri Zarflama Analizi çözümlemesinde de bu özellikten yararlanılarak, dual değişkenleri, her bir karar verme biriminin etkinliğinin 1'den büyük olmasını engelleyen kısıtlara ilişkin gölge fiyatlar olarak değerlendirilebiliriz.

Kanonik formda verilen DP probleminin genel matematiksel modelindeki amaç fonksiyonu maksimizasyondur ve tüm kısıtların eşitsizliği ($<$) yönündedir. Bu eşitsizlik dual model haline dönüştürüldüğünde;

- Kanonik şekildeki maksimizasyon, minimizasyona ve kısıtlamanın yönü de ($>$) olur.
- Dual modelin değişkenlerinin amaç fonksiyonlarındaki katsayıları olarak, primal modelin kısıtlamalarının sağ tarafındaki sabitler alınır.
- Dual modelin kısıtlamalarının sağ tarafındaki sabitler, primal modelin amaç fonksiyonundaki katsayılarıdır. Primal modelin kısıtlamalarının sol tarafındaki teknolojik katsayılar, dual modelin kısıtlamalarının sütun katsayıları olur.
- Dual modeldeki kısıtlayıcı sayısı primal modelin değişken sayısına eşittir ve modellerdeki değişkenler negatif değerli değillerdir.

Bu durumda Veri Zarflama Analizi matematiğinde oluşturulan birincil formülasyonun dual modeli şu şekildedir(Kıran, 2008, s.20-21):

Amaç Fonksiyonu

$$\text{Min } w_k = q_k$$

Sınırlayıcı Şartlar

$$\sum_{j=1}^n \lambda_{kj} y_{rj} \geq Y_{rk} \quad r = 1, \dots, s$$

$$-\sum_{j=1}^n \lambda_{kj} X_{ij} + q_k X_{ik} \geq 0 \quad i= 1, \dots, m$$

$$\lambda_{kj} \geq 0 \quad j= 1, \dots, n$$

$$-\infty \leq q_k \leq +\infty$$

Yukarıda da görüldüğü üzere dualite yöntemi kullanılması ile birlikte, her bir karar birimi için ayrı bir X değişkeni ve bir de q değişkeni tanımlanmıştır. Dualitenin sonucu ile ilk modelin sonucu birbirine eşit olmalıdır. Sonuç olarak, maksimum ek ile qk birbirine eşit değerler almaktadırlar.

2.7. Veri Zarflama Analizinin Sistemik Yapısı

Veri Zarflama Analizinde karar birimlerinin kullandığı girdi sayısına ve üretim sonucunda elde ettikleri çıktı sayısına göre ayrı ayrı sistemik yapılar oluşturularak çözümler üretebildiği görülmektedir. Analiz sistemleri genellikle;

- Tek Girdi-Tek Çıktıdan Oluşan Sistemler
- İki Girdi ve Tek Çıktıdan Oluşan Sistemler
- Tek Girdi ve İki Çıktıdan Oluşan Sistemler
- Çok Girdili ve Çok Çıktılı Sistemler

şeklinde oluşmaktadır (Bakırcı, 2006, s.131).

2.7.1. Tek Girdi ve Tek Çıktıdan Oluşan Sistemler

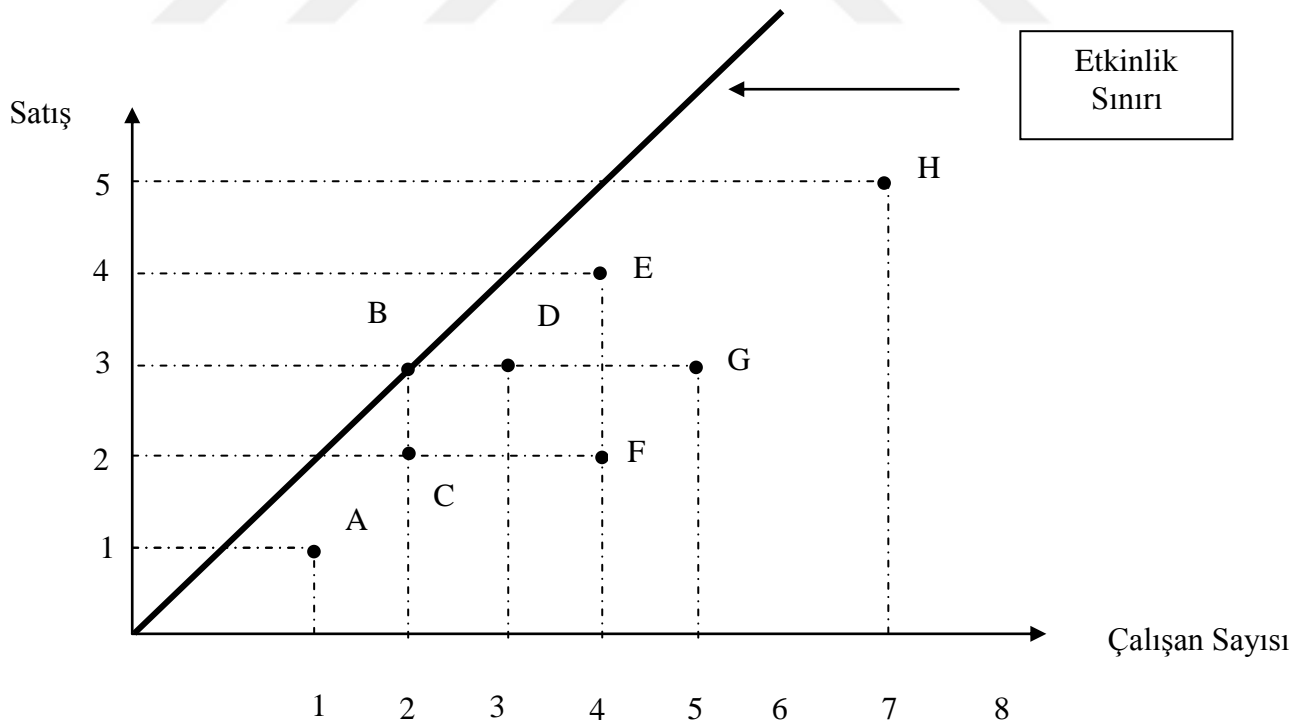
Böyle bir sistemde etkinlik, basitçe çıktı/girdi formülü ile ölçülebilir. Bunun için girdi-çıkıtı tablosu oluşturularak, sekiz ayrı mağazanın örnek bir etkinlik analizi aşağıdaki gibi yapılabilir.

Tablo 2.1. Tek Girdi ve Tek Çıktıdan Oluşan Sistemler

İşyeri	A	B	C	D	E	F	G	H
Çalışan Sayısı	2	3	3	4	5	5	6	8
Satış	1	3	2	3	4	2	3	5
Satış/Çalışan	0,500	1	0,667	0,75	0,8	0,4	0,5	0,625

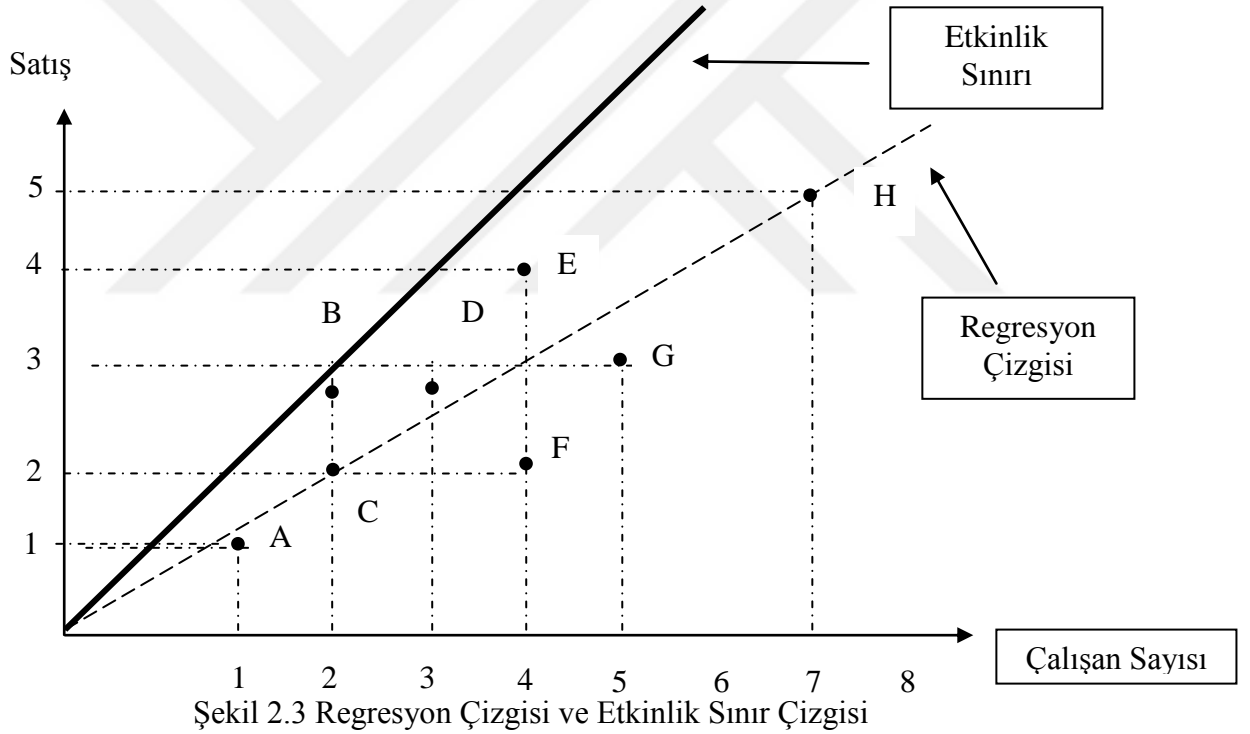
Kaynak: Cooper, Seiford, Tone, 2007, s.2.

Tablo 2.1'de en alt satır, çalışan başına düşen satış miktarını vermektedir. Bu miktar işletme ve yatırım analizi konularında sıklıkla kullanılan bir etkinlik ölçütüdür. Bu ölçüt yardımı ile B Mağazasının en etkin, F mağazasının ise en etkinsiz olduğu görülmektedir. Şekil 2.2.'de aynı verilerin grafiksel gösterimi verilmiştir(Cooper, Seiford, Tone, 2007, s.3.) Dikey ekseninde satışlar, yatay ekseninde çalışan sayısı gösterilmektedir.



Şekil 2.2 Tek Girdi/Çıktılı Mağaza Örneklerinin Karşılaştırılması

Her bir noktayı orijinle birleştiren doğrunun eğimi, o nokta için kişi başına düşen satış miktarını verir. Tüm noktalar arasında en büyük eğime sahip olanın B noktası olduğu görülmektedir. Bu doğru, etkinlik üst sınırı ya da üretim ufku eğrisi olarak adlandırılır. Tekniğin ismi, etkinlik üst sınırının örneklem kümesindeki en az bir noktadan geçmesi ve diğer tüm noktaların bu sınır eğrisi üzerinde ya da altında yer alması özelliğinden esinlenilerek verilmiştir. Matematik dilinde bu şekilde bir sınırın bu noktaları "zarfladığı" söylenilir. Bu verileri kullanarak, ekonomik tahminlerde bulunan regresyon çizgisi de çizilebilir ki, Şekil 2.3'de gösterildiği gibi bu çizgi veri noktalarının tam ortasından geçmektedir(Cooper, Seiford, Tone, 2007, s.4.).



Veri setinin sadece ortalamasını temsil eden bu çizginin üzerinde kalan noktaların mükemmel, altında kalanların ise zayıf olarak nitelendirilmesi hata olur. Diğer yandan, üst sınır çizgisi en iyi mağazanın performansını tanımlar ve diğer işyerlerinin etkinliğini, kendisine olan uzaklıkları ölçer. Bu noktadan hareketle,

istatistiksel regresyon analizi yaklaşımı ile Veri Zarflama Analizi yaklaşımı arasında çok temel bir fark olduğu görülebilmektedir. Regresyon analizi yaklaşımı, gözlemlerin ortalama ya da merkezi eğilim davranışını ortaya koyarken, Veri Zarflama Analizi yaklaşımı, en iyi performans ve diğer performansların üst sınır çizgisi ile olan uzaklıklarının değerlendirilmesiyle ilgilidir. Bu nedenle, sözü edilen iki görüş açısının, aynı sistem için değerlendirme amaçlı kullanılması durumunda çok farklı açılımlara yol açabileceği görülmektedir. Örneğin, Veri Zarflama Analizi mevcut gözlemlerin etkinliğinde iyileşme sağlamak için ileride incelenmek yada kıyaslama yapılmak üzere B gibi bir mağazayı belirlerken, istatistiksel yaklaşım B mağazasını, F ve diğerlerinin dahil olduğu bir sepet içerisinde eriterek bir ortalama belirler ve olası etkinlikte iyileşme önerilerini, bu ortalama baz alarak yapar. Diğer işyerleri, B ile karşılaştırıldığında, diğer işyerlerinin etkin olmadığı görülmektedir. B'ye göre diğer işyerlerinin etkinliği:

$$0 \leq \frac{\text{Diğer İşyerlerinin Çalışan Başına Düşen Satışı}}{\text{B İşyerinin Çalışan Başına Düşen Satışı}} \leq 1$$

Bu hesaplamının sonucunda oluşan mağaza etkinlik değerleri Tablo 2.2'de gösterilmiştir.

Tablo 2.2. İşyerlerine Ait Etkinlik Değerleri

İşyeri	A	B	C	D	E	F	G	H
Etkinlik	0,5	1	0,667	0,75	0,8	0,4	0,5	0,625

Kaynak: Cooper, Seiford, Tone, 2007, s.4.

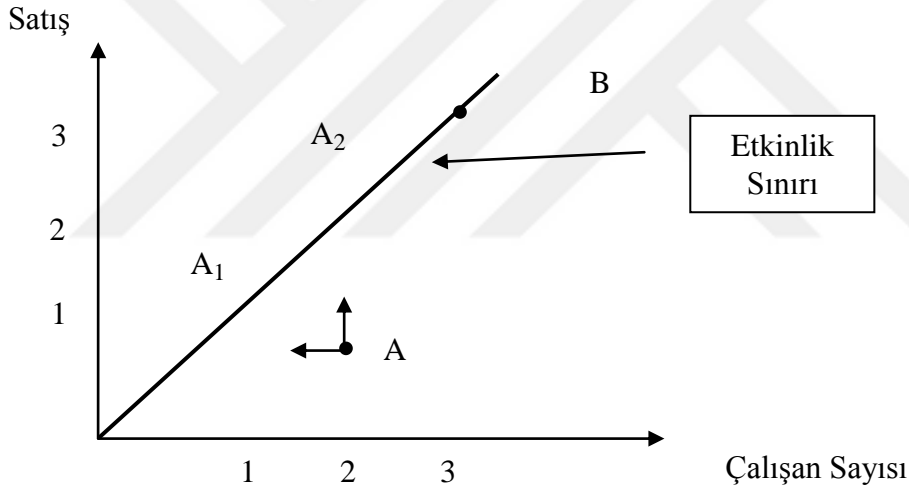
Bu işyerleri etkinliklerine göre sıralandığında:

$$1=B>E>D>C>H>A=G>F=0,4$$

En kötü olan mağaza (F), B mağazasının etkinliğinin $0,4 \times \%100 = \%40$ 'ına sahiptir.

Firmaların etkinliklerini belirledikten sonra şimdi etkin olmayan firmaları nasıl etkin hale getirebiliriz? Yani, etkin olmayan noktaları etkinlik sınırına nasıl yaklaştırılabilir? sorusuna yanıt aranabilir.

Örneğin etkin olmayan işyerlerinden A mağazasını verimli hale getirmek için grafik üzerindeki A noktasını zarflama eğrisi üzerine çekmek gerekmektedir. Bu da girdiyi (çalışan sayısı) (1,1) koordinatlarındaki A_1 seviyesine kadar azaltmak ya da çıktıyı (satış) (2,2) koordinatlarındaki A_2 seviyesine yükseltmekle olabilir. A_1 - A_2 doğru parçası, mevcut çıktı seviyesini azaltmayacak ve mevcut girdi seviyesini arttırmayacak şekilde, A mağazasına yönelik olası etkinlik iyileşme senaryolarının incelenmesini sağlar(Cooper, Seiford, Tone, 2007, s.5.)



Şekil 2.4. A Firması İçin Etkinlik İyileştirme

2.7.2. İki Girdi ve Bir Çıktıdan Oluşan Sistemler

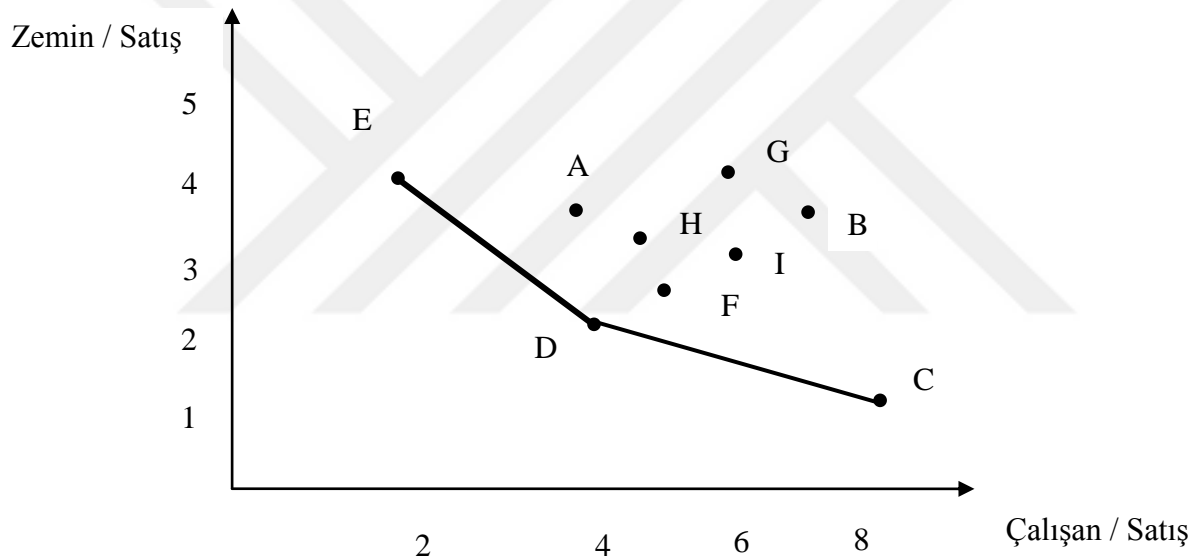
Çoklu girdi ve tek çıktı analizini göstermek için, iki girdi ve tek çıktıya sahip 9 mağazaya ait performans, girdi ve çıktıların listelendiği Tablo 2.3. incelenebilir. "Sabit Ölçekli Getiri" varsayımı altında, çıktılar 1'e indirgenmiş ve girdi değerleri 1 birim çıktı üretebilmek üzere normalize edilmiştir.

Tablo 2.3. İki Girdi ve Bir Çıktıdan Oluşan Sistemler

İşyeri	A	B	C	D	E	F	G	H	I
Çalışan(x10)	4	7	8	4	2	5	6	5,5	6
Zemin(100m ²)	3	3	1	2	4	2	4	2,5	2,5
Satış(100000YTL)	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Kaynak: Cooper, Seiford, Tone, 2007, s.6.

Örneğin grafiksel gösterimi ise şekil 2.5'te gösterilmiştir. Yatay eksen x_1/y , dikey eksen x_2/y değerleri gösterilmiştir(Cooper, Seiford, Tone, 2007, s.7.).



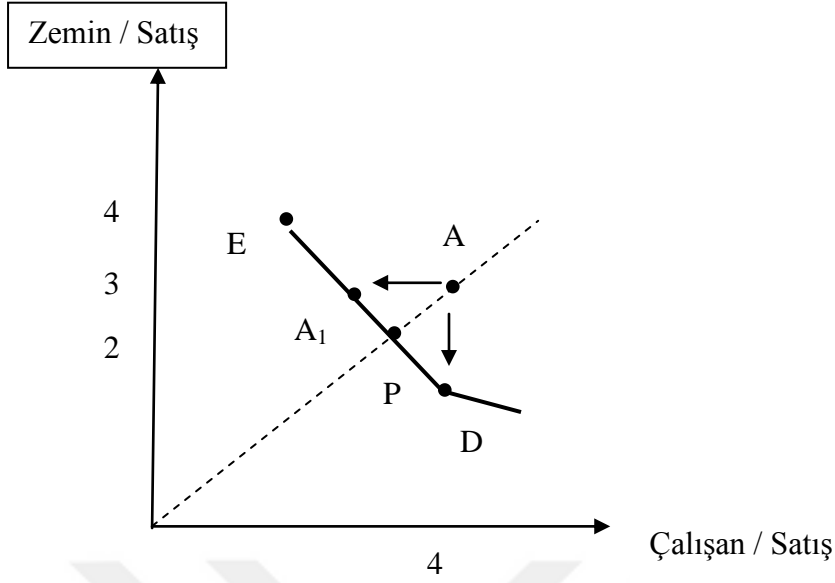
Şekil 2.5 İki Girdi ve Bir Çıktıdan Oluşan Sistemler

Etkinliğe bu açıdan bakıldığında, bir birim çıktı üretirken girdileri en az kullanan mağazaları daha verimli olarak nitelendirmek doğaldır. Bu sebeple orijine en yakın, E, D ve C noktalarının oluşturduğu parçalı çizgi etkinlik üst sınırını oluşturur. Bu çizginin üzerindeki tüm noktalar için, herhangi bir girdi değerinde bir iyileştirmeye gitmek (girdi azaltılması), diğer girdi değeri için kötü sonuçlar doğuracağından, bu noktalarda iyileştirme yapmak söz konusu değildir. Etkinlik üst sınır çizgisiyle zarflanmış olan

noktaların tamamı "Üretim Olanak Kümesi"ni oluşturur. Mevcut teknolojik imkânlarla gerçekleştirilmesi mümkün olan girdi-çıkıtı karışımı (x, y) 'lerin kümesi "Üretim Olanak Kümesi" olarak tanımlanmaktadır. Sınır çizgisinde olmayan mağazaların verimlilikleri, sınır çizgisi üzerinde bulunan mağazalara bağlı olarak hesaplanabilir. Örneğin etkin olmayan A noktasının etkinsizliğini ölçmek için, orijin noktasından A noktasına bir çizgi çizilmektedir. Bu çizgi sınır çizgisini P noktasında kesmekte ve A'nın etkinliği OP/OA olarak hesaplanabilmektedir.

Bu demektir ki, A'nın etkinsizliği, D ve E'nin kombinasyonu kullanılarak değerlendirilebilir. Çünkü P noktası D ve E'nin oluşturduğu çizginin üzerindedir. D ve E, A'nın referans (başvuru) grubu olarak adlandırılır.

Referans grubu etkin olmayan her nokta için farklılık arz eder. Örneğin B noktasının referans grubu, C ve D den oluşmaktadır. Bununla birlikte D noktası, etkin olmayan birçok mağazanın referans grupları içinde yer aldığından, gözlem grubunun bir temsilcisi olarak görülebilir. C ve E mağazaları da etkindir. Ancak bu mağazaların sahip olduğu bireysel özellikler, (bir girdiden çok yüksek oranda kullanmaları gibi) gözlem grubunun genelinden uzak düşmelerine sebep olmuştur(Cooper, Seiford, Tone, 2007, s.7).



Şekil 2.6. A Mağazasına Ait Etkinlik İyileştirmesi

Şekil 2.6. incelendiğinde, x_1 girdisini 3.4'e, x_2 girdisini de 2.6'ya düşürmek suretiyle P noktası üzerine gelerek etkin konuma ulaşabileceği söylenebilir. Çünkü P noktası orijine en yakın (etkin) firmaların oluşturduğu etkinlik sınırı ile etkin olmayan A firmasının orijine olan en kısa mesafesini temsil eden OA doğru parçasının kesişim noktasıdır. Bununla birlikte, DA₁ üzerindeki herhangi bir nokta da etkinlik iyileştirmesi için hedef alınabilir. D noktasına x_1 'in azaltılmasıyla, A₁ noktasına da x_2 'nin azaltılmasıyla ulaşılabilir. Muhtemel bir diğer iyileştirme imkânı ise; girdilerin mevcut durumu korunarak çıktıların artırılmasıdır.

2.7.3. Bir Girdi ve İki Çıktıdan Oluşan Sistemler

Tablo 2.4. yedi farklı mağazaya ait çalışan (satış elemanı) başına müşteri (10 kişi) ve satış miktarını (100.000 TL) göstermektedir.

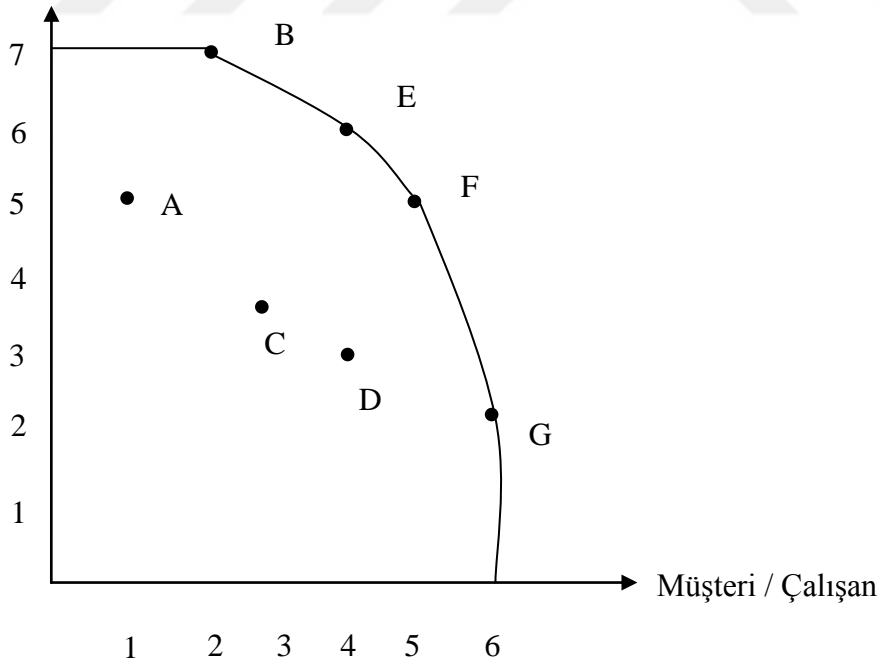
Tablo 2.4. Bir Girdi ve İki Çıktıdan Oluşan Sistemler

Mağaza		A	B	C	D	E	F	G
Çalışan	X	1	1	1	1	1	1	1
Müşteri(x10)	Y ₁	1	2	3	4	4	5	6
Satış(100.000YTL)	Y ₂	5	7	4	3	6	5	2

Kaynak Cooper, Seiford, Tone, 2007, s.8.

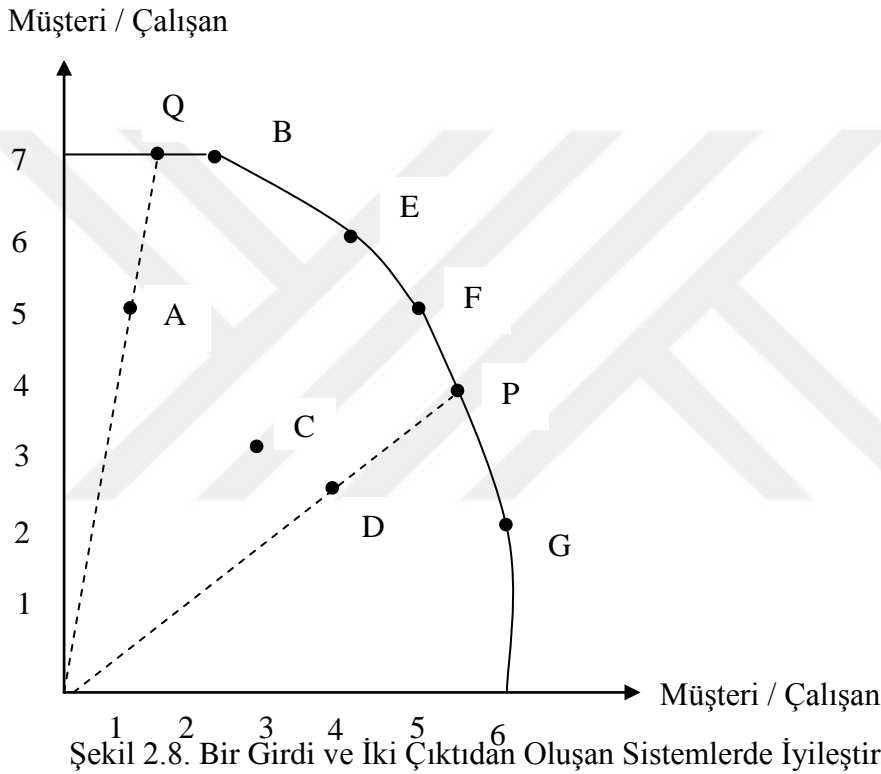
Anlatım kolaylığı açısından çalışan sayısı bire indirgenmiş böylece tablodaki değerler çalışan başına satış ve müşteri olarak yer alabilmiştir. Veriler doğrultusunda etkinlik üst sınırı B,E,F ve G mağazaları tarafından belirlenmiştir(Cooper, Seiford, Tone, 2007, s.9.).

Satış/Çalışan



Şekil 2.7. Bir Girdi ve İki Çıktıdan Oluşan Sistemler

Şekil 2.7'den da açık görülebileceği gibi, üretim imkanları kümesi etkinlik üst sınır çizgisi ve eksenlerle sınırlanmış bölgedir. A, C ve D mağazaları etkin değildir ve etkinlikleri sınır çizgisine göre hesaplanabilir. Örneğin D'nin etkinliği: $m(0,D)/m(0,P) = 0,75$ olarak hesaplanabilir. Burada $m(0,D)$ D noktasının orijine olan uzaklığı, $m(0,P)$ P noktasının orijine olan uzaklığıdır(Cooper, Seiford, Tone, 2007, s.9).



Şekil 2.8. Bir Girdi ve İki Çıktıdan Oluşan Sistemlerde İyileştirme

$m(0,D) / m(0,P)$ oranı "daireysel (radyal) ölçüt" olarak adlandırılır. Burada kullanılan mesafe ölçümü, öklidyen mesafesidir. Yani:

$$m(0, D) = \sqrt{4^2 + 3^2} = 5$$

$$m(0, P) = \sqrt{\left(\frac{16}{3}\right)^2 + 4^2} = \frac{20}{3}$$

$$m(0, D) = 5$$

$$m(0, P) = \frac{20}{3}$$

Buradan;

$$m(0,D)/m(0,P) = \frac{5}{\frac{20}{3}}$$

olarak hesaplanır.

Burada hesaplanan etkinlik çıktıya yöneliktir. D mağazasının ulaştığı çıktı seviyesinin ulaşabileceği çıktı seviyesine oranıdır ve tüm çıktılara ait olduğu için, etkinliğe ulaşmak için her iki çıktıda, birbirlerine oranları bozulmadan P noktasına varıncaya kadar arttırılmalıdır. Burada ifade edildiği gibi, çıktıların ya da girdilerin kendi aralarındaki oransal ilişkiyi değiştirmeden giderilen etkinsizliğe teknik etkinsizlik denir. Bir başka etkinsizlik türü ise çıktıların ya da girdilerin sadece bir kısmında etkinsizliğin gözlemlenmesiyle ortaya çıkar. Bu etkinsizlik türü, giderilmesi durumunda girdilerin ya da çıktıların karışımındaki oranı bozacağından, karışık etkinsizlik olarak adlandırılır. Teknik etkinsizlik kavramı D ve P noktaları ile anlatılabilirken, karışık etkinsizlik, A, Q ve B noktaları ile açıklanabilir. A mağazasına ait etkinsizliğin giderilmesi için A'nın teknik etkinsizliğinde yapılan iyileştirme, sonucu A noktası Q noktasına yaklaştırılarak teknik etkinsizliği giderilir. Ancak Q noktası B noktası ile karşılaştırılacak olursa, B noktasının birinci çıktı olan müşteri sayısında yetersiz kaldığı gözlemlenecektir. Bu demektir ki; müşteri sayısı çıktısı için diğer çıktı olan satış miktarını azaltmadan ya da girdi miktarı olan çalışan sayısını arttırmadan, iyileştirme yapılabilmesi söz konusudur. Böyle bir iyileştirme çıktıların birbirleriyle olan karışım oranlarını değiştirecektir.

2.7.4. Çok Girdili ve Çok Çıktılı Sistemler

Bu noktaya kadar değindiğimiz örnekler etkinlik kavramının grafiksel olarak ortaya koyulmasında yararlı olmakla beraber, gerçek hayattaki sistemler çoklu girdi ve çıktı yapısına sahip oldukları için daha farklı yöntemler geliştirilmesini gerekli kılmaktadır.

Tablo 2.5’de 12 farklı hastaneye ait doktor, hemşire, yatan ve taburcu olan hasta sayıları verilmiştir. Göreli etkinlikleri araştırılan 12 hastaneye ait verilerde doktor ve hemşire sayısı girdi, yatan hasta ve taburcu olup çıkan hasta sayısı çıktı olarak alınmıştır.

Tablo 2.5. Hastane Örneği

Hastane	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
Doktor	20	19	25	27	22	55	33	31	30	50	53	38
Hemşire	151	131	160	168	158	255	235	206	244	268	306	284
Taburcu	100	150	160	180	94	230	220	152	190	250	260	250
Yatan	90	50	55	72	66	90	88	80	100	100	147	120

Kaynak Cooper, Seiford, Tone, 2007, s.10.

Hesaplamayı sadeleştirecek bir yol olarak, girdi ve çıktılar önceden belirlenmiş ağırlıklarla ağırlıklandırılır. Sonuçta elde edilecek oran, etkinliğin değerlendirilmesi için bir indeks verecektir. Örnek olarak:

$$\frac{v_1 (\text{Doktor sayısının ağırlığı})}{v_2 (\text{Hemşire sayısının ağırlığı})} = \frac{5}{1}$$

$$\frac{u_1 (\text{taburcu hasta sayısının ağırlığı})}{u_2 (\text{Yatan hasta sayısının ağırlığı})} = \frac{1}{3}$$

Bu şekilde bir ağırlıklandırma, tablo 2.6'daki etkinlik skorlarını verecektir. Bu hesaplamadaki etkinlik sonuçları, en büyük etkinlik değeri 1 olacak şekilde normalize edilmiştir.

Tablo 2.6. Sabit Ağırlıklar İle Hastanelere Ait Etkinlik Değerleri

Hastane	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
Etkinlik(sa)	1	0,9	0,77	0,89	0,74	0,64	0,82	0,74	0,84	0,72	0,83	0,87

Kaynak Cooper, Seiford, Tone, 2007, s.11.

Etkinliğin hesaplanmasında kullanılan bu yaklaşım (sabit ağırlıklar verilmesi), hesaplama kolaylığı açısından yararlı görünmekle birlikte, ağırlıklandırma değerine ilişkin pek çok soruyu da gündeme getirecektir. Daha da önemlisi herhangi bir karar birimi için etkinlik sonucunun ne ölçüde kendisinden ya da ağırlıklandırmadaki varsayımdan etkilendiğine ilişkin belirsizlikler ortaya çıkacaktır.

Veri Zarflama Analizi bunun tam tersine, değişken ağırlıklar kullanır. VZA' da ağırlıklar, doğrudan veri setinin kendisinden üretilir ve böylece sabit ağırlık seçimindeki çok sayıda varsayım ve hesaplamadan kaçınılmış olunur. Daha da önemlisi; ağırlıklar, hastaneye en iyi ağırlık kümesini verecek şekilde seçilir. Burada kullanılan en iyi ifadesi, her bir hastanenin her bir girdi ve çıktısına ağırlıklar belirlerken, o hastanenin çıktı/girdi oranının diğer hastanelere göre maksimizasyonu anlamına gelmektedir. En iyi kavramı, tüm sonuçlar için aşağıdaki şartlar altında geçerlidir:

- Bütün veri ve ağırlıklar pozitif ya da sıfırdır.
- Sonuçta ortaya çıkan oran 0 ile 1 aralığında olmalıdır.
- Etkinliği maksimize edilen hedef birim için uygulanan tüm ağırlıklar, tüm birimlere uygulanmaktadır.

Bunun sonucunda; hedef birim, etkinlik hesaplaması sırasında elde edilen ağırlık kümesinden daha iyi bir ağırlık kümesi seçemez. Çünkü elde edilen ağırlık kümesi, o birimin diğer birimlere göre etkinliğini maksimize ederken seçebileceği en iyi ağırlıklardan oluşmaktadır. Bu yolla hesaplanmış etkinlik değerlerini tablo 2.7'de gösterecek olursak:

Tablo 2.7. Sabit ve Değişken Ağırlık Değerleri

Hastane	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
Etkinlik (sbt)	1	0,90	0,77	0,89	0,74	0,64	0,82	0,74	0,84	0,72	0,83	0,87
Etkinlik (CCR)	1	1,00	0,88	1	0,76	0,84	0,90	0,80	0,96	0,87	0,96	0,96

Kaynak Cooper, Seiford, Tone, 2007, s.11.

Buradaki CCR sonuçları yorumlanacak olursa, C hastanesi için, 0,88 çıkan etkinlik, aynı hastanenin, 0,12 etkin olmadığını gösterir. Bu da demektir ki; etkin başvuru grubunun üyeleriyle kıyaslandığında C hastanesi, bütün hastanelerin kendi etkinliklerini ölçmek için "en iyi" ağırlıklarını seçebildiği bir ortamda %12'lik bir etkinsizliği göstermektedir.

Veri Zarflama Analizi ile her bir birim için etkinsizliğin kaynakları ve miktarları ölçülebilmektedir. Daha da ötesi, bu etkinsizlikleri karşılaştırabilmek için referans grupları da belirlenebilmektedir. Bir diğer önemli nokta ise; bu sonuçların minimal varsayımlarla, girdi ve çıktılar arasındaki ilişkilerin fonksiyonel olarak tanımlanmasına ve bu ilişkilerin her bir farklı birim için aynı olduğunu kabul etmeksizin hesaplanabilmesidir.

2.8. Veri Zarflama Analizinin Uygulama Aşamaları

2.8.1. Analize Alınacak Karar Verme Birimlerinin Seçimi

Veri Zarflama Analizinde ilk aşama, birbirleriyle karşılaştırmalı etkinlik ölçümü yapılacak olan karar birimlerinin (KVB) seçimini içerir. Karar verme birimleri (KVB- Decision Making Units-DMU), benzer girdiler kullanarak benzer çıktılar üreten, yani üretimleri birbiriyle homojen bir yapıya sahip olan, girdileri çıktılarına dönüştürmekten sorumlu birimlere denir(Oruç, 2008, s.12). Bir KVB girdileri çıktılarına dönüştüren herhangi bir ekonomik oluşum olabilir. KVB'lerin seçiminde aşağıdaki hususlara dikkat etmek gerekir(Baysal ve Toklu, 2001, s.206):

- Göz önüne alınan birimler aynı görevleri benzer amaçlarla yerine getirmelidir.
- Tüm birimler aynı pazar şartlarında çalışmalıdır.
- Gruptaki tüm birimlerin performansı karakterize eden faktörler (hem girdi ve çıktı) yoğunluk ve büyüklükteki farklar dışında aynı olmalıdır.

Ahn, KVB iki seçim prensibi belirlemiştir:

- Her bir KVB kullandığı kaynaklarla ürettiği çıktılarından sorumlu herhangi bir birim olarak tanımlanmış olmalıdır.
- Etkinlik sınır ölçümü sonucunun anlamlı çıkabilmesi için üzerinde çalışılan KVB'lerin sayısı yeterince büyük olmalıdır (Ahn, 1987, s.132).

Vassiloglou'ya göre karar verme birimlerinin sayısı girdi ve çıktı sayısının en az üç katı olmalıdır (Vassiloglou, 1990, s591-597). Norman ise kullanılacak girdi ve çıktı sayısının çokluğuna bağlılığı ile beraber deneyimler sonucunda bu sayının en az 20

olması gerektiğini söylemiştir (Norman, 1991, s.130). Sherman ise sağlık sektöründe yaptığı çalışmalarda karar verme birimlerinin sayısının girdi ve çıktı sayısı toplamından fazla olması gerektirdiğini bildirmiştir (Sherman, 1984, s.35-53).

2.8.2. Analizde Kullanılacak Girdi ve Çıktı Kümelerinin Seçimi

VZA'da kullanılan girdi ve çıktılar çalışmadaki karar birimlerini karşılaştırmanın temelini oluşturduklarından büyük bir dikkatle seçilmelidir. Her ne kadar fonksiyonel bir varsayım bulunmasa da, aynı karar verme birimi için farklı girdi ve çıktılarının farklı etkinlik değerleri alacağı açıktır. Bu yüzden üretim sürecine nedensel olarak etki eden girdi ve çıktılarının belirlenmesi gereklidir.

Bununla birlikte, modele aşırı derecede çok fazla girdi ve çıktı eklenmesi, değişken toplanmasını zorlaştırmasının yanı sıra VZA'nin etkin ve etkisiz birimlerin birbirinden ayırma yeteneğini düşürmektedir. Girdi ve çıktı sayıları yukarıda belirtildiği gibi KVB sayısı ile ilişkilendirildiği için bu girdi çıktı sayılarının artırılabilmesi için, karar verme birimlerinin sayısının da artırılması gerekmektedir (Sherman, 1984, s.35-53).

$$N > M+S$$

N = Karar Verme Birimi Sayısı

M = Girdi Sayısı

S = Çıktı Sayısı

2.8.3. Verilerin Elde Edilebilirliği ve Güvenilirliği

Veri Zarflama Analizinde kullanılacak bütün girdi ve çıktılar tanımlandıktan sonra, bütün karar verme birimleri için bu girdi ve çıktı verilerinin toplanması gereklidir. Herhangi bir karar verme birimi için güvenilir verilerin elde edilememesi durumunda, hem söz konusu karar verme biriminin etkinlik skoru, hem de kurulan modelin içinde

yer alması sebebiyle görelî etkinlik hesaplaması sonucunda çıkan bütün karar verme birimlerinin etkinlik skorları tartışmalı hale gelir. Bu sebeple güvenilir bilgi elde edilemeyen karar verme birimleri çalışmadan çıkarılmalıdır. Bu birim mutlaka çalışmada kalacak ise güvenilir olmayan değişken modelden çıkarılmalıdır. Bu çıkarmalar analizde etkinlik ölçüm sonucunu zayıflatacaktır(Babacan, 2006, s.72).

2.8.4. Görelî Etkinliğin Ölçülmesi

Karar birimleri ile girdi ve çıktılar belirlendikten sonra sıra uygulamanın etkinlik değerlerinin hesaplanması aşamasına gelir. Uygulamacı, incelediği sektör için en uygun VZA modelini hesaplamada kullanır.

Görelî etkinlik ölçümü doğrusal programlama tabanlı olduğundan, optimizasyon programlarından (GAMS; LINDO vb.) ya da özel Veri Zarflama Analizi için tasarlanmış programlarından (Frontier Analyst, DEA Solver Pro; On Front; Warwick DEA ticari yazılımları ve ticari olmayan DEA Excel Solver; DEAP; EMS; Pioneer yazılımları vs.) yararlanılabilir(Babacan, 2006, s.72).

2.8.5. Etkinlik Değerleri- Etkinlik Skorları

Charnes ve Cooper, herhangi bir karar verme birimi için %100 etkinliğin ancak aşağıdaki durumlarda söz konusu olacağını belirtmişlerdir:

- Hiçbir çıktısı aşağıdaki durumlar haricinde artırılamaz.
 - ✓ Bir ya da birden fazla girdisinin artırılması veya
 - ✓ Diğer çıktılardan bazılarının azaltılması.
- Hiçbir girdisi aşağıdaki durumlar haricinde azaltılamaz
 - ✓ Çıktılardan bazılarının azaltılması veya
 - ✓ Diğer bazı girdilerinin artırılması.

Etkinlik hesaplamaları sonucunda her bir karar verme birimi için 0 - 1 arasında etkinlik skoru elde edilir. Skoru 1'e eşit olan karar verme birimleri “en iyi gözlem” kümesini oluştururlar. Etkinlik skoru 1'den küçük olan karar birimleri ise görel olarak etkinsizdir. Görel olarak etkinsiz çıkan karar verme birimlerinin 1 'den uzaklaşma oranı görel etkinsizlik ölçüsünü verir(Aydemir, 2002, s.90).

2.8.6. Referans Gruplarının Belirlenmesi

Veri Zarflama Analizi, etkin olmayan karar verme birimlerinin de görel olarak etkin karar verme birimlerinin uyguladığı yöntemleri uygulayarak aynı etkinlik derecesine ulaşabilecekleri söyler. Aynı girdi-çıkıtı kombinasyonları kullanan iki ayrı karar verme biriminden biri etkin diğeri etkin değilse, bu karar verme birimi de etkin karar verme birimi gibi gerekli iyileştirmelerden sonra daha iyi bir üretim performansı tutturulabilir. Etkin KVB'ler, etkin olmayan KVB'ler için benzemeye çalışacakları bir yol göstericidir. İşte kendilerini benzetmeye çalıştıkları bu etkin KVB'lerin oluşturduğu kümeye “referans kümesi” denir. Bir referans grubunda bulunan KVB'nin referans gücü, bu birimin toplam referans kümesi içindeki etkin olmayan birimlere ne kadar fazla sayıda referans olarak gösterildiğidir. Bu şekilde en iyi gözlemi oluşturan birimlerin kaç tane etkin olmayan birimin referans grubunda yer aldığı bir dökümü yapılarak yoğunluk araştırılabilir(Depren, 2008, s.28).

2.8.7. Etkin Olmayan Karar Verme Birimleri İçin Hedef Belirlenmesi

Veri Zarflama Analizi uygulamalarının en önemli özelliklerinden birisi de, etkin olmayan karar birimleri için performanslarını iyileştirebilecek, ulaşılabilir hedefleri belirleyebilmesidir. Hesaplamalarda etkin birimlerin elde edilebilir bir teknoloji kullandıkları varsayıldığı için, etkin birimlerin teknolojisi etkin olmayan birim için de ulaşılabilir kabul edilebilir.

Nispi olarak etkin ve etkin olmayan birimlerin belirlenmesi, prensipte kaynakların hangi yönde transfer edilmesi gerektiği konusunda bilgiler verir. Bunun yanı sıra, her bir karar biriminde kaynak koruma ve çıktı artırma potansiyelinin bilinmesi, yapılacak olan kaynak transferinin düzeyi konusunda da bilgi verir.

Benzer birimlerin karşılaştırmalı olarak analiz edilmesi sonucunda, doğrusal programlama tekniğine göre elde edilen amaç fonksiyonu 1'e eşit ise, etkinlik tespit edilir ve amaç fonksiyonu 1'e eşit olmayan birimler, etkin karar birimlerine benzetilmeye çalışılır. Literatürde bu işleme, potansiyel iyileştirme denilmektedir.

Analizler sonucunda etkin olarak belirlenen karar birimlerine ait aylak değişkenlerin değeri "sıfır" olmalıdır. Çünkü aylak değişkenler, girdi ve çıktılar açısından kullanılmayan kapasiteyi gösterir. Etkin birimin girdi ve çıktılar açısından kullanılmayan kapasitesi olmadığı için, aylak değişken değeri sıfır olacaktır (Bakırcı, 2006, s.171).

2.8.8. Sonuçların Değerlendirilmesi

Karar verme birimleri detaylı olarak incelendikten sonra, her bir KVB için bütün girdi ve çıktılar dikkate alındığı genel bir değerlendirmeye geçilir. Karar verici birimlere ait çeşitli tercihler nedeniyle, VZA ile belirlenen hedeflere (etkin olmayan kaynak kullanımının azaltılması, vb.), ulaşılamasa bile, elde edilen bilginin daha sonraki çalışmalarda değerlendirilebilmesi, iyileştirmelere açık olunması anlayışı önemli kazanımlardır (Aydemir, 2002, s.91).

2.9. Temel Veri Zarflama Analizi Modelleri

Bu bölümde bilimsel çalışmalarda en sık rastlanan ve Veri Zarflama Analizi modellerinin temelini oluşturan CCR (Charnes-Cooper-Rhodes) modeli ile BCC (Banker- Charnes-Cooper) modeli detaylı olarak ele alınacaktır.

2.9.1. CCR (Charnes-Cooper-Rhodes) Modeli

Charnes-Cooper-Rhodes tarafından 1978 yılında önerilen CCR modeli Veri Zarflama Analizi yaklaşımının gelişimine katkı sağlayan ilk basamaktır (Cooper, Seiford and Tone 2000, s.21-25).

Bu modelde, n tane KVB varlığı ve bu her bir KVB'nin m tane farklı girdisi ile s tane farklı çıktısı olduğu kabul edilir. KVB_j , i girdiden x_{ij} miktar girdi tüketerek r çıktıdan y_{rj} miktar çıktı üretir. Bir başka kabul $x_{ij} \geq 0$ ve $y_{rj} \geq 0$ 'dır. Ayrıca ana kabul olarak her bir KVB'nin en az bir girdi ve en az bir çıktısı pozitif değere sahiptir.

VZA, Charnes ve arkadaşlarının önerdiği bir oran formudur. Bu formda $KVB_j =$ KVB_o 'nin göreceli etkinliğinin ölçümünde kullanılan girdiler-çıktılar oranı vardır. Burada KVB_o , optimizasyon içinde ölçülmesine çalışılan KVB_j 'lere denilmiştir ve $o=1,2,\dots,n$; $j=1,2,\dots,n$ dir. CCR birçok girdi ve birçok çıktıyı tek sanal (ismin olmasa da fiilen var olan) girdi ve tek sanal çıktıya indirgeyen bir yapıdadır. Bir özel KVB için tek sanal girdi-çıkıtı oranı bir etkinlik ölçüsü sağlar. Öyleki bu çoklu (multiple) bir fonksiyondur. Matematiksel programlama dilinde bu oran özel bir KVB'nin amaç fonksiyonunun maksimize edilmiş şeklidir. Bu sembolik olarak aşağıdaki şekilde yazılır:

$$\max h_o(u, v) = \frac{\sum_r u_r y_{ro}}{\sum_i v_i x_{io}}$$

Burada u_r ve v_i ler ağırlıklar ve y_{ro} ve x_{io} 'lar sırası ile gözlemlenmiş çıktılar ve girdilerdir. KVB_o ise değerlendirilmiş KVB'dir.

Normalize edilmiş kısıtların kümesi her KVB'nin sanal çıktı ve sanal girdi oranının 1'e eşit ya da daha az olacağını gösterir. Amaç fonksiyonu ise KVB_o için olan verimlilik oranını maksimize edecek olan v_i ve u_r ağırlıklarını elde etmektir. Ayrıca tüm

girdi ve çıktılar negatif değer alamazlar. Matematiksel programlama problemi de aşağıdaki gibi ifade edilebilir.

$$\frac{\sum_r u_r y_{rj}}{\sum_i v_i x_{ij}} \leq 1$$

$$u_1, u_2, \dots, u_r \geq 0$$

$$v_1, v_2, \dots, v_i \geq 0$$

Modelde kullanılan semboller aşağıda verildiği şekilde tanımlanır;

x_{i0} : Etkinliği ölçülen o'uncu karar verme birimine ait i'inci girdi miktarı,

y_{r0} : Etkinliği ölçülen o'uncu karar verme birimine ait r'inci çıktı miktarı,

x_j : j'inci karar verme biriminin kullandığı i'inci girdi miktarı,

y_{rj} : j'inci karar verme biriminin kullandığı r'inci çıktı miktarı,

u_r : o'uncu karar verme birimi tarafından r'inci çıktıya verilen faktör ağırlığı,

v_i : o'uncu karar birimi tarafından i'inci girdiye verilen faktör ağırlığı,

Amaç fonksiyonunun maksimizasyon denkleminde verilen kesirli programlama modeli her bir karar birimi ayrı ayrı çözülür. n adet optimizasyon probleminde kısıtlar aynı kalacak ama amaç fonksiyonu değişecektir. Problemin çözümü içerisinde, her bir karar birimi kendi toplam faktör verimliliğini maksimum yapacak ağırlıkları belirler ve bu ağırlıklar, girdiler için $v^*_{1k}, v^*_{2k}, \dots, v^*_{mk}$; çıktılar için $u^*_{1k}, u^*_{2k}, \dots, u^*_{sk}$ şeklinde gösterilebilir. Daha sonra bu ağırlık değerleri kullanılarak optimum etkinlik değeri olan θ^* elde edilir. θ^* optimum etkinlik değeri kısıtlardan dolayı 1 değerini geçemez. Eğer θ^* , 1 olarak hesaplanırsa ait olduğu karar

verme biriminin etkin olduğuna; 1'den küçük hesaplanırsa ait olduğu karar verme biriminin etkin olmadığına karar verilir.

Buraya kadar anlatılan kesirli programlama (fractional programming) modeline eşit olan aşağıda ifade edilecek olan doğrusal programlama (linear programming) modelidir. Doğrusal programlama kolaylıkla simplex algoritması yardımıyla çözülebilir. Bu nedenle kesirli programlamaya tercih edilir. Bu dönüşümde amaç fonksiyonun paydası olan

$$\sum_{i=1}^m v_i x_{i0} = 1$$

normalize edilerek kullanılmıştır. Bu bölüm aynı zamanda kısıtlar içinde de bulunmaktadır. İşlemler sonucunda doğrusal programlama aşağıdaki forma dönüşür.

$$\max z = \sum_{r=1}^s \mu_r y_{r0}$$

Kısıtlar

$$\sum_{i=1}^m v_i x_{i0} = 1$$

$$\sum_{r=1}^s \mu_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \leq 0 \quad j = 1, \dots, n$$

$$\mu_r, v_i \geq 0, \quad r = 1, \dots, s$$

$$i = 1, \dots, m$$

Eğer örneğin kısıt sayısı fazla ise verilen matematiksel modelde kısıt sayısını daha aza indiren olması sebebi ile dual formun da incelenmesi gerekli olur. Bu Dual model aşağıdaki gibidir.

$$\theta^* = \min \theta$$

Kısıtlar

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j \leq \theta x_{i0} \quad i = 1, \dots, m$$

$$\sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j \geq y_{r0} \quad r = 1, \dots, s$$

$$\lambda_j \geq 0 \quad j= 1, \dots, n$$

Bu son model "CCR Modeli" olarak da adlandırılır.

CCR modeli iki şekilde uygulanmaktadır.

- Birincisi girdi-odaklı model olarak adlandırılır ve en az gözlemlenmiş çıktı seviyesini karşılayabilecek şekilde girdileri minimize etmeyi amaçlar.
- İkincisi CCR'nin çıktı-odaklı model olarak adlandırılır ve gözlemlenmiş girdilerden daha fazlasını talep etmeyecek şekilde çıktıları maksimize eder.

2.9.1.1. Girdiye Yönelik CCR Modeli

Girdiye yönelik CCR modeli bir kesirli programlama modelidir ve toplam faktör verimliliği kavramı temelindedir. Bu model ölçeğe göre sabit getiri varsayımı altında toplam etkinlik ölçümü yapar.

Modelin temeli en etkin bir şekilde en fazla çıktıyı elde eden en uygun girdi bileşenini elde etmektir. Bunun içinde ağırlıkların belirlenmesi önemlidir. Daha önce matematiksel olarak ifade edilen şekli gösterimde kolaylık sağlamak için vektör formunda aşağıdaki gibi yazabiliriz (Cooper, Seiford and Tone, 1999, s.43).

$$\max h_o = u y_o$$

Kısıtlar

$$v x_o = 1$$

$$-vX + uY \leq 0$$

$$v \geq 0, u \geq 0$$

Formülasyonda

u: Çıktıların faktör ağırlığı vektörleri

y_0 = o karar verme biriminin ürettiği çıktı

Y= Bütün karar verme birimlerinin ürettiği çıktı

$$Y\lambda = \sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j$$

v: Girdilerin faktör ağırlığı vektörleri

x_0 = o karar verme biriminin tükettiği girdi

X= Bütün karar verme birimlerinin tükettiği girdileri göstermektedir

$$X\lambda = \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j$$

Satır sütun dönüşümü yapılarak primal modelden dual modele geçilirse model aşağıdaki gibi ifade edilir.

$$\min \theta$$

Kısıtlar

$$\theta x_0 - X\lambda \geq 0$$

$$Y\lambda \geq y_0$$

$$\lambda \geq 0$$

Bu dual model VZA literatüründe zarflama modeli olarak geçmektedir(Tarım, 2001, s.61).

Bu dual formülasyonda θ ve λ önemli bilgiler içerirler. θ 'nın negatif değer alamayacağı açıktır. Eğer θ sıfır olursa $\theta x_0 - X\lambda \geq 0$ kısıtında λ 'nın sıfır ya da negatif olması gerekir. Bu ise ikinci kısıt olan $Y\lambda \geq y_0$ gerçekleşmesini imkânsızlaştırır. Bundan dolayı $\theta=1$, $\lambda_0 =1$, $\lambda_j =0$ ($j \neq 0$) değerleri gerçekleşebilir bir çözüm kümesi oluşturmaktadır. Problem bir minimizasyon problemidir. Burada, θ^* ; θ 'nın optimal

değeridir ve minimizasyondan dolayı 1'den büyük olamaz. Diğer taraftan, girdi-çıkıtı vektörünün tüm bileşenlerinin sıfıra eşit- büyük değer alması varsayımı, λ değerini sıfırdan farklı kılar. λ sıfırdan farklı ise, θ değeri 0'dan büyük olur. Bütün bunlar sonucunda, θ^* , $(0, 1]$ aralığında tanımlıdır (Cooper, Seiford and Tone 2000, s.24).

Dual modeldeki diğer kısıtları elemanlarından θx_o ve y_o üretim olanak kümesine dahildir. Bu formülasyonunda, KVBo'nun çıkıtı seviyesinin en az y_o olması garantilenirken; x_o , girdi vektörünün mümkün olan en düşük seviyeye indirilmesine çalışılır. Üretim olanak kümesinin özellikleri altında, $\theta^* < 1$ olması durumunda, $(X\lambda, Y\lambda)$ vektörünün, $(\theta x_o, y_o)$ vektöründen daha üstün olacağı söylenilebilir. Bu özelliğin ışığı altında, girdi fazlalığı $s^- \in R^m$ ve çıkıtı eksikliği $s^+ \in R^s$ vektörleri tanımlanır ve bu vektörler, literatürde aylak vektörler (değişkenler) olarak adlandırılır:

$$s^- = \theta x_o - X\lambda$$

$$s^+ = Y\lambda - y_o$$

dual modelin bütün gerçekleştirilir (θ, λ) değerleri için $s^- \geq 0$, $s^+ \geq 0$ olduğu unutulmamalıdır.

KVBo 'da gözlemlenebilecek olası girdi fazlalığı ve çıkıtı eksikliği için, aşağıdaki 2- aşamalı doğrusal programlama problemi çözülür.

Aşama I:

Dual problem çözülür. Optimal amaç değeri θ^* olarak bulunur. Lineer programlamanın dualite teoremi gereği, θ^* doğrusal programlamanın optimal amaç değerine eşittir ve aynı zamanda CCR verimliliğidir. θ^* 'ın bu değeri aşağıdaki "Aşama II" problemine dahil edilir.

Aşama II:

θ^* 'a ait bilginin ışığında ve (λ, s^-, s^+) değişkenler olarak kullanılarak aşağıdaki doğrusal programlama problemi çözülür:

$$\max w = es^- + es^+$$

Kısıtlar

$$s^- = \theta^* x_0 - X\lambda$$

$$s^+ = Y\lambda - y_0$$

$$\lambda \geq 0$$

$e = (1, 1, \dots, 1)$ birim vektör

$$es^- = \sum_i^m s_i^-$$

$$es^+ = \sum_r^s s_r^+$$

Aşama II'nin amacı θ^* 'ı sabit tutarken girdideki fazlalıkların ve çıktıdaki eksikliklerin toplamını maksimize edecek bir çözüm bulmaktır. Maksimizasyon ise en büyük iyileşme getiren çözümü bulabilmek amacı ile yapılır (Cooper, Seiford and Tone, 1999, s.44).

2.9.1.1.1. *CCR Etkinliği*

Yukarıdaki Aşama II'nin optimal çözüm kümesi olan $(\lambda^*, s^{+*}, s^{-*}), \theta^* = 1$ durumunu sağlar ve girdide fazlalık ya da çıktıda eksiklik vermezse ($s^- = 0, s^+ = 0$) KVB_0 CCR-etkin, aksi durumda ise CCR-etkin olmayan durum olarak adlandırılır, çünkü tam etkinlik için

- $0^* = 1$
- Bütün aylak değişkenlerin 0 (sıfır) olması şartlarının sağlanması gerekmektedir.

Bu iki şarttan birinci şartın sağlanması haline, radyal etkinlik ya da teknik etkinlik olarak adlandırılır. Çünkü 0^* değeri 1'den küçük olabilir. Bunun anlamı tüm girdi bileşenlerinin oranları değiştirilmeden bütün girdilerin eşzamanlı azaltılabilmesidir. Çünkü $(1-\theta^*)$ değeri, üretim olanak kümesinin izin verdiği en büyük oransal azalma değeridir, daha öte bir azalma, sıfırdan farklı aylak değişken değerlerine bağlı olacak ve girdi karışımındaki girdilerin birbirleriyle olan oranlarının değişimi gerekli olacaktır. Bu sebeple, yukarıdaki iki aşamalı işlem sonucunda ortaya çıkan sıfırdan farklı aylak değişken değerlerine bağlı etkinsizlikler, karışım etkinsizliği olarak adlandırılır. Bu etkinsizliğin iki kaynağını ifade etmek için literatürde daha farklı isimler de kullanılmıştır. Örneğin zayıf etkinlik bunlardan birisidir. Eğer sadece $\theta^* = 1$ şartını sağlayan bir etkinlik “zayıf etkinlik” olarak adlandırılırken, her iki şartı birden sağlayan etkinliğe de “Pareto-Koopmans” etkinliği adı verilmektedir. Pareto-Koopmans etkinliği, aşağıdaki şekilde tanımlanmaktadır(Cooper, Seiford and Tone, 1999, s.45).

2.9.1.1.2. Pareto-Koopmans Etkinliği

Bir karar verme biriminde bazı girdi ya da çıktıların seviyesinin iyileştirilmesini, diğer girdi ve çıktıların seviyelerini kötüleştirmeden mümkün olamıyorsa bu karar verme birimi tam etkindir denir. Bu tanımlama Vilfredo Pareto ve Tjalling Koopmans tarafından yapılmıştır.

Yukarıdaki etkinlik kavramı, sonradan M.J. Farrell tarafından gözlemlenmiş veriye uygulanarak gerçekleştirilmiştir. Ancak Farrell, etkin olarak bulunduğu KVB'ler için sadece ilk şartı sağlayabilmiştir. Bir diğer deyişle, Farrell'in bulunduğu etkinlik zayıf etkinlik kavramı ile eşdeğerdir. Bu etkinlik Farrell etkinliği olarak da adlandırılır. Çünkü bu durum, herhangi bir girdi ya da çıktı için sıfırdan farklı çıkan serbest değişken değerleri, o girdi ya da çıktı için, başka girdi ve çıktıların durumlarını kötüleştirmeden ek iyileşmenin mümkün olacağını söylemektedir. Farrell'in fark ettiği yaklaşımın bu yetersizliği gidermek için çalışmalara girdi ama başlangıç formunu veremedi. Bu problem Charnes, Cooper ve Rhodes tarafından iki fazlı prosedürle sonlanacak bir matematiksel formülasyonla anlatılmıştır. Bu nedenle, yukarıdaki iki şartın her ikisinin birden sağlandığı bir çözüm, bize CCR etkinliğini vermektedir (Cooper, Seiford and Tone, 1999, s.46).

2.9.1.1.3. Referans Kümesi ve Etkinlikte İyileşme

Etkin olmayan karar verme birimi etkin olabilmek için etkinlik sınırının üzerine gelmeye çalışacaktır. Bir diğer deyişle kendisine bir etkin karar verme modelini model seçip ona benzemeye çalışacaktır. Benzemeye çalışacağı karar verme birimlerinin oluşturduğu kümeye referans kümesi adı verilir.

Etkin olmayan bir karar verme birimi için Max-Slack tabanında Aşama I ve Aşama II çözümler sonucunda karar verme birimi için etkinlik iyileşmesine esas olacak referans kümesi E_0 olsun. Bu küme

$$E_0 = \{j \mid \lambda_j^* > 0\} \quad (j \in \{1, \dots, n\})$$

olarak ifade edilir. Bu durumda optimal çözüm aşağıdaki şekilde oluşur;

$$\theta^* x_0 = \sum_{j \in E_0} x_j \lambda_j^* + s^{-*}$$

$$y_0 = \sum_{j \in E_0} y_j \lambda_j^* - s^{+*}$$

Bu eşitliklerden anlaşılacağı üzere, KVB_0 için etkinliğe, girdilerin dairesel olarak θ^* oranında azaltılmasıyla ve girdi seviyesinin girdi fazlalıkları olan s^{-*} miktarı kadar daha düşürülmesi sonucunda ulaşılabilir. Aynı şekilde çıktı miktarlarının çıktı eksikliği olan s^{+*} miktarı kadar desteklenmesiyle etkinliğe ulaşılabilir. Kısaca söylemek gerekirse, etkin olmayan karar verme biriminin iyileşmesi için CCR'nin dual problemin çözümünden toplam girdi iyileşmesi Δx_0 ve toplam çıktı iyileşmesi Δy_0 ile gösterilirse,

$$\Delta x_0 = x_0 - (\theta^* x_0 - s^{-*})$$

$$\Delta y_0 = s^{+*}$$

olur. Bu sebeple iyileşmenin formülasyonunu

$$\hat{x}_0 = x_0 - \Delta x_0 = (\theta^* x_0 - s^{-*}) \leq 0$$

$$\hat{y}_0 = y_0 + \Delta y_0 = y_0 + s^{+*} \geq y_0$$

Bu durumda iyileşme göstermiş girdi ve çıktı seviyesi (\hat{x}_0, \hat{y}_0) ile gösterilmektedir. (\hat{x}_0, \hat{y}_0) vektörü KVB_0 'ı başvuru grubu olan E_0 'a dönüştürür ve E_0 referans kümesi içerisindeki karar verme birimlerinin negatif olmayan tüm kombinasyonları etkindir (Cooper, Seiford and Tone, 1999, s.47).

2.9.1.2. Çıktıya Yönelik CCR Modeli

VZA'nın bir başka CCR modeli, veri girdi düzeyinde çıktıları maksimize etmeye yarayan bir modeldir ve literatürde çıktıya yönelik model olarak alınır. Formülasyonun dual formu aşağıdaki gibidir:

$$\max: \eta$$

Kısıtlar

$$x_0 - X\mu \geq 0$$

$$\eta y_0 - Y\mu \leq 0$$

$$\mu \geq 0$$

Bu problem için optimal çözüm, girdi yönelimli CCR modelinden doğrudan çıkarılabilir.

$$\lambda = \mu / \eta$$

$$\theta = 1 / \eta$$

olarak tanımlarsak, modelin son hali aşağıdaki gibi bir dönüşüm gösterir.

$$\min \theta$$

Kısıtlar

$$0x_0 - X\lambda \geq 0$$

$$y_0 - Y\lambda \leq 0$$

$$\lambda \geq 0$$

Bu yeni formulasyon, girdi yönelimli CCR modeli ile aynıdır. Bundan dolayı, çıktıya yönelik model ile girdiye yönelik model aşağıdaki şekilde birbiriyle ilişkilidir;

$$\eta^* = 1 / \theta^*,$$

$$\mu^* = \lambda^* / \theta^*$$

Çıktı odaklı modelde aylak değişkenler (t^- , t^+) aşağıdaki şekilde tanımlanırsa,

$$X\mu + t^- = x_0$$

$$Y\mu + t^+ = \eta y_0$$

Bu aylak değişkenler de girdi odaklı modelle aşağıdaki gibi ilişkilidirler,

$$t^{-*} = s^{-*} / \theta^*$$

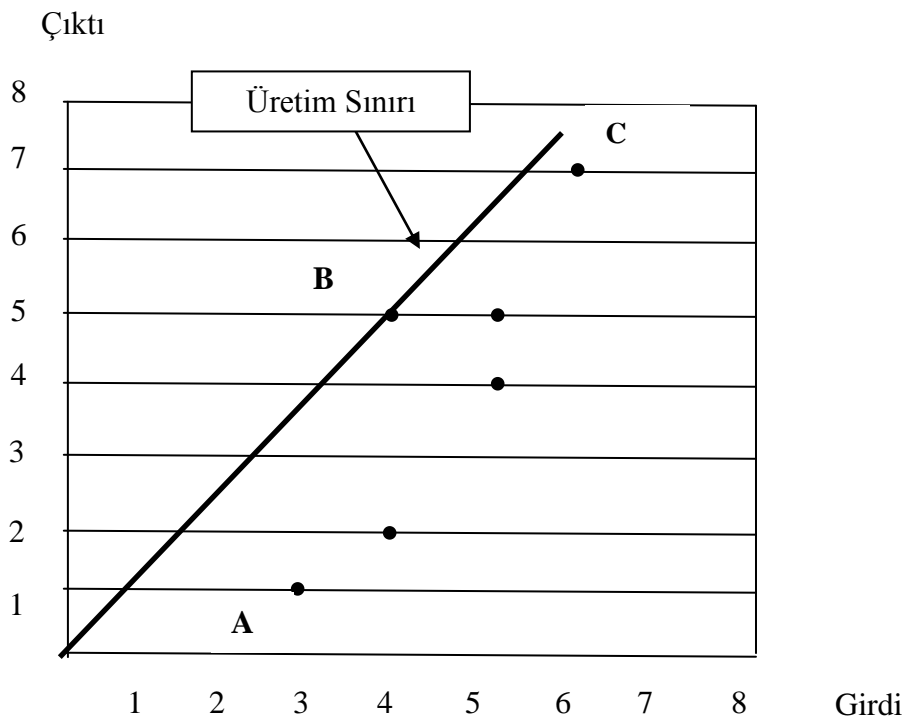
$$t^{+*} = s^{+*} / \theta^*$$

$\theta^* \leq 1$ olduğu için $\eta^* \geq 1$ olacaktır.

Bundan dolayı, η^* 'ın değeri yükseldikçe, karar verme birimi yükselmeye bağlı olarak etkinsiz olacaktır. θ^* girdi azaltma oranını anlatırken, η^* çıktı arttırma oranını tanımlar. Yukarıdaki ilişkilerden, denilebilir ki bir karar verme biriminin performansı değerlendirilirken eğer çıktı odaklı modelin etkin ise girdi odaklı CCR modeli de etkindir(Cooper, Seiford and Tone, 1999, s.47).

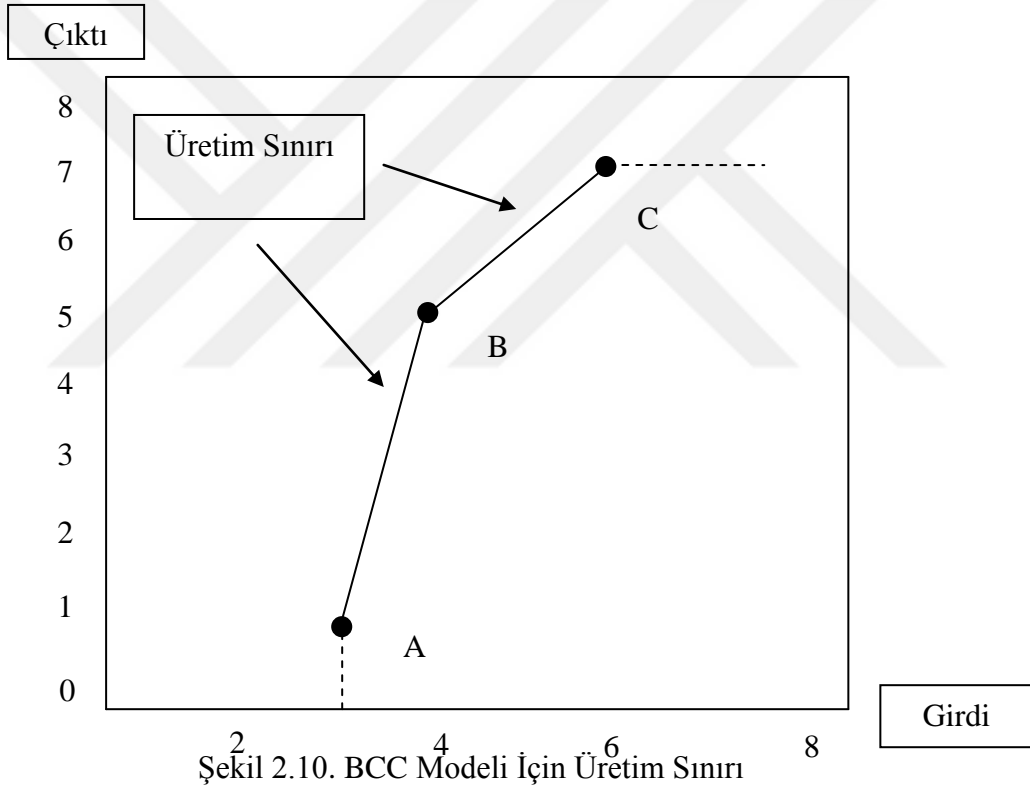
2.9.2. BCC Modelleri

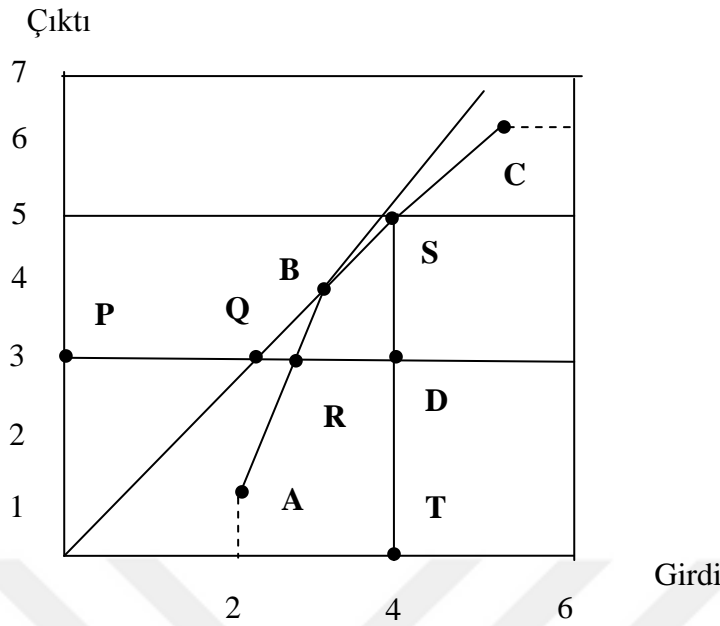
Şimdiye kadar ölçüğe göre sabit getirili varsayımı altında CCR modeli tartışıldı. Öyleki eğer bir (x,y) aktivitesi gerçekleşiyorsa sonra t pozitif bir skaler olmak üzere (tx,ty) aktivitesi de aynı zamanda gerçekleşebilir. Bunun anlamı (x,y) vektörü üretim imkân kümesi içinde ise (tx, ty) vektörü de üretim imkân kümesi içindedir. Böylece şekil 2.9'da görüldüğü gibi tek girdi ve tek çıktı durumunda etkin üretim sınırı ölçüğe göre sabit getirili karakteristiklerine sahiptir(Cooper, Seiford and Tone, 1999, s.86).



Şekil 2.9. CCR Modeli İçin Üretim Sınırı

Bununla birlikte bu varsayım, değişik üretim imkân kümeleri için modifiye edilebilir. VZA çalışmalarının başlangıcından beri, CCR modelinin farklı uzanımları araştırılmıştır. Bunlardan birisi de Banker-Charnes-Cooper tarafından örneklendirilen BCC modelidir. BCC modelinde üretim sınırı CCR'den farklı olarak, mevcut KVB'lerin oluşturduğu konveks zarf tarafından sınırlanır. Sınır parçalı doğrusaldır ve şekil 2.10'da görüldüğü gibi konkav karakteristikleri ile değişken getirili ölçek sergiler. Bu şekilde AB çizgisi artan getirili ölçek, BC çizgisi azalan getirili ölçek ve B noktasında sabit getirili ölçek özelliği gözlemlenir(Cooper, Seiford and Tone, 1999, s.87).





Şekil 2.11. BCC Modeli ve Etkinlik Sınırı

Basit bir örnekle BCC ve CCR etkinliklerini gösterelim. Bu örnekte A,B,C ve D gibi karar verme birimleri Şekil 2.11'de girdi ve çıktıları ile ele alalım(Cooper, Seiford and Tone, 1999, s.87).

Bu CCR ve BCC grafikleri incelenirse CCR modelinin etkinlik sınırı, B noktasından geçen ve B noktası ile orijini birleştiren kesikli çizgi ile gösterilen doğrudur. BCC modelinde ise etkinlik sınırı, A, B ve C noktalarını birleştiren doğru parçalarından oluşmaktadır.

Grafikten ilgili değerler okunduğunda, D karar verme biriminin BCC-etkinliği

$$\frac{PR}{PD} = \frac{2,6667}{4} = 0,6667$$

iken, CCR etkinliği

$$\frac{PQ}{PD} = \frac{2,25}{4} = 0,5625$$

ile daha küçük olmaktadır. Genellikle CCR-etkinliği BCC-etkinliğini geçemez. D karar verme biriminin çıktı odaklı BCC modelindeki etkinliği ise, şekil 2.11'deki dikey eksen değerleri okunarak hesaplanır.

$$\frac{ST}{DT} = \frac{5}{3} = 1,6667$$

Bunun anlamı; D karar verme birimi etkinliği başarmak için, gözlemlenen çıktı değerini üç kat artırarak $1,6667 \times 3 = 5$ birime artırmalıdır.

CCR modeli için benzer şekilde çıktı değeri artışı girdi etkinsizliğinin bir bölümüdür. Bu ise

$$\frac{1}{0,5625} = 1,7778$$

dir. Bu girdi etkinliği ve çıktı etkinliği arasındaki ters ilişki BBC'de yoktur.

Banker, Charnes ve Cooper (1984), BCC modeline göre, üretim olanak kümesini aşağıdaki şekilde tanımlanır.

$$P_B = \{(x, y) \mid x \geq X\lambda, y \leq Y\lambda, e\lambda = 1, \lambda \geq 0\}$$

Burada

$$X = (x_j) \in \mathbb{R}^{m \times n}$$

$$Y = (y_j) \in \mathbb{R}^{s \times n}$$

$$\lambda \in \mathbb{R}^n$$

e: Bütün elemanları 1'e eşit olan bir satır vektörüdür.

Yukarıdaki tanımlamaya göre, BCC modelini CCR modelinden ayıran fark sadece,

$$e\lambda = \lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_n = 1$$

kısıtının CCR modeline ilavesidir. Bu kısıt tüm $\lambda_j \geq 0$ kısıtı ile birlikte, n adet KVB'nin çeşitli şekillerdeki kombinasyonlarının ancak içbükey (konveks) bir etkinlik sınır çizgisi içerisinde olduğunu bildirir (Cooper, Seiford and Tone, 1999, s.87).

2.9.2.1. Girdiye Yönelik BBC Modeli

Girdiye yönelik BCC modelinde, n tane KVB_o (o = 1, ..., n) için etkinlik, aşağıdaki doğrusal programlama modeli ile çözülür.

$$\min \theta_B$$

Kısıtlar

$$\theta_B x_0 - X\lambda \geq 0$$

$$Y\lambda \geq y_0 e$$

$$e\lambda = 1$$

$$\lambda \geq 0$$

θ_B : Skalar değerdir.

Bu doğrusal programının dual çarpan formülasyonu aşağıdaki gibidir.

$$\max z = u y_0 - u_0$$

Kısıtlar

$$v x_0 = 1$$

$$-vX + uY - u_0 e \leq 0$$

$$v \geq 0, u \geq 0; u_0; \text{işaretsiz}$$

z ve u_0 skalar değerler ve pozitif, negatif, ya da sıfır değeri alabilirler. Dual formülasyonun sağlandığı kesirsel BCC modeli ise aşağıdaki gibidir.

$$\text{maks } \theta_B = \frac{\sum_i^m u y_0 - u_0}{v x_0}$$

Kısıtlar

$$\frac{\sum_i^m u y_j - u_0}{v x_j} \leq 1 \quad j=1, \dots, n$$

$$v \geq 0, u \geq 0, u_0; \text{ işaretli}$$

BCC modelinde primal ve dual değişkenler ve kısıtlar arasındaki karşılıklar aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 2.8. BCC Modeli Primal ve Dual Formülasyonda Değişken ve Kısıt Karşılıkları

Kısıt (LP ₀)	Dual Değişken (DLP ₀)	Kısıt (LP ₀)	Primal Değişken (DLP ₀)
$\theta_B x_0 - X\lambda \geq 0$	$v \geq 0$	$v x_0 = 1$	θ
$Y\lambda \geq y_0$	$u \geq 0$	$-vX + uY - u_0 e \leq 0$	$\lambda \geq 0$
$E\lambda = 1$	u_0		

Kaynak: Bakırcı, 2006, s.157.

CCR ve BCC modelleri arasındaki fark aylak değişken u_0 'dır. Öyleki dual değişken $e\lambda = 1$ kısıtı ile ilişkilidir. Bunlar CCR modelinde gözükmezler.

Çıktıya yönelik primal model, tıpkı CCR modeline benzer şekilde, iki aşamalı bir prosedür kullanarak çözülür. Bu prosedürde, birinci aşamada θ_B minimize edilir, ikinci aşamada ise θ_B değerini optimal amaç değeri olan θ_B^* 'da tutarak ($\theta_B = \theta_B^*$), girdi fazlalıklarının ve çıktı eksikliklerinin maksimize edilir (Cooper, Seiford and Tone, 1999: 88).

2.9.2.1.1. BBC Etkinliği

Eğer girdiye yönelik BCC modelinin $\theta_B^* = 1$ memnun edici durumu için bir optimal çözüm kümesi ($\theta_B^*, \lambda^*, s^{-*}, s^{+*}$) ise ve aylak değişkenler ($s^{-*} = 0, s^{+*} = 0$) yok

ise karar verme birimi BCC-etkin aksi takdirde BCC - etkinsizdir denir. Burada s^{-*} en fazla girdi fazlalığını, s^{+*} ise en fazla çıktı eksikliğini göstermektedir (Cooper, Seiford and Tone, 1999, s.89).

2.9.2.1.2. Referans Kümesi

Girdiye yönelik BCC-etkinsiz bir KVB'nin referans kümesi, λ^* optimal çözüm olacak şekilde,

$$E_0 = \{j \mid \lambda_j^* > 0\} \quad (j \in \{1, \dots, n\})$$

olarak tanımlanır.

Eğer birden daha fazla optimal çözüm varsa, referans kümesi bulmak için herhangi birini seçebiliriz.

$$\theta_B^* x_0 = \sum_{j \in E_0} \lambda_j^* x_j + s^{-*}$$

$$y_0 = \sum_{j \in E_0} \lambda_j^* y_j - s^{+*}$$

Böylece girdi fazlalıkları s^{-*} ve çıktı eksikliği s^{+*} olmak üzere KVB'de girdi ve çıktı miktarlarında iyileştirme yaparak karara verme birimini etkin hale getirebilmek için, BCC-projeksiyonu (x_0, y_0) noktasının etkinlik sınırına olan izdüşümü denilen aşağıdaki dönüşüm yapılır.

$$\hat{x}_0 = \theta_B^* x_0 - s^{-*}$$

$$\hat{y}_0 = y_0 + s^{+*}$$

Bu projeksiyon sonucu elde edilen (\hat{x}_0, \hat{y}_0) noktası, BCC-etkindir denir.

2.9.2.2.Çıktıya Yönelik BBC Modeli

Çıktıya yönelik BCC modelini aşağıdaki gibi yazabiliriz.

maks η_B

Kısıtlar

$$X\lambda \leq x_0$$

$$\eta_B y_0 - Y\lambda \leq 0;$$

$$e\lambda = 1$$

$$\lambda \geq 0$$

Bu formülasyon, modelinin birincil formülasyonu yada zarflama modeli olarak adlandırılır. Dual (çarpan) formülasyonu ise aşağıdaki gibi ifade edilir.

$$\min z = ux_0 - v_0$$

Kısıtlar

$$u y_0 = 1$$

$$vX - uY - v_0 e \geq 0$$

$$v \geq 0, u \geq 0$$

v_0 serbest işaretli değişken

Burada v_0 , zarflama modelindeki $e\lambda = 1$ ile ilişkili bir skalerdir. Sonuç olarak BCC'nin bu formülasyonunun eşiti olan kesirsel programlama formülasyonu ise aşağıdaki gibidir (Cooper, Seiford and Tone, 1999, s.90).

$$\min \frac{ux_0 - v_0}{uy_0}$$

Kısıtlar

$$\frac{ux_j - v_j}{uy_j} \geq 1 \quad (j=1, \dots, n)$$

$$v \geq 0, u \geq 0$$

v_0 : serbest işaretli değişken

2.9.3. Diğer Veri Zarflama Analizi Modelleri

Veri Zarflama Analizinin ilk olarak 1978'de Charnes-Cooper-Rhodes tarafından geliştirilmesinden sonra, yeni ve değişik gereksinimleri karşılamak üzere çeşitli modeller geliştirilmiştir. Literatürde karşılaşılan bu modellerden bazıları bu kısımda ele alınacaktır.

2.9.3.1. Toplamsal Model(Additive Model)

Charnes, Cooper, Golany, Seiford ve Stutz tarafından 1985 yılında geliştirilen bir modeldir. CCR ve BCC modelleri girdiye ve çıktıya yönelik olarak ayrı ayrı değerlendirme yapmaktadırlar. Toplamsal model ise bu iki tür yönlendirmeyi beraber değerlendirmektedir. Toplamsal modelin pek çok versiyonu vardır ancak temel olanı doğrusal programlama destekli olanıdır(Cook and Seiford, 2008, s.45). Formülasyonu ise şu şekildedir:

$$E_0 = \max \sum_i s_i^- + \sum_r s_r^+$$

Sınırlayıcı şartlar:

$$\sum_j \lambda_j x_{ij} + s_i^- = x_{i0}$$

$$\sum_j \lambda_j y_{rj} - s_r^+ = y_{r0}$$

$$\sum_j \lambda_j = 1$$

$$i=1, \dots, m;$$

$$j= 1, \dots, s;$$

$$\lambda_j, s_i^-, s_r^+ \geq 0$$

Burada asıl amaç girdi fazlası s^+ ve çıktı eksikliğini s^- beraber ala alıp etkinlik sınırı üzerinde etkinsiz olan karar birimine en uzak noktayı hesaplamaktır. Bu model sonucu etkinlik değeri elde edilmemekte ancak karar birimlerinin etkin olup olmadığı aylak değişken değerlerine bakılarak söylenmekte ve Pareto-Koopmans etkinliği yoktur şeklinde de ifade edilmektedir (Green, Cook and Doyle, 1997, s.446).

Her iki aylak değişken $s^+=0$ ve $s^-=0$ tespit edilirse o karar birimi toplamsal modele göre etkindir denilmektedir. Eğer herhangi biri veya ikisi sıfır değilse, sıfırdan farklı olanların değerlerinin kaynakları ve uygun girdi ve çıktılardaki etkin olmama miktarlarını tanımladığı söylenmektedir.

Kısaca toplamsal model, ölçeğe göre değişken getiriye dayanan ve veri zarflamayı Charnes- Cooper'ın etkin olmama analiziyle ilişkilendirilen bir modeldir.

2.9.3.2. Çarpımsal Model

Daha önce tartışılan modeller girdi ve çıktının bir toplamsal kombinasyonunu şart koştuklarıdır. Çarpımsal modelde ise diğer modeller gibi toplamsal bir kombinasyon yerine çarpımsal bir form sunulmaktadır.

Diğer bir ifade ile bu modelin diğer modellerden farkı sanal çıktı ve girdilerin toplamsal değil de çarpımsal olarak biçimlendirilmesidir. Yani, eşitliklerdeki toplam işaretinin (Σ), çarpım işareti (Π) ile yer değiştirmiş şeklindedir. Çıktı ve girdilerin y ve x faktörleri logaritmik yapıdadır. Toplamsal modele benzer şekilde, çarpımsal model de etkinsizlikleri sadece boş değerler vasıtasıyla belirler ve herhangi bir yoğunluk veya orantılı değişken göz önüne alınmaz (Banker, Cooper and Seiford, 2004, s.357).

2.9.3.3. Aylak Tabanlı Ölçüm Modeli (Slacks-Based Measurement Model)

Charnes, Cooper, Golany, Seiford ve Stutz tarafından geliştirilen toplamsal modelin sahip olduğu bir büyüklük ölçüsü yani etkinlik değeri bulunmamaktadır. Bu

model aylak değişkenlerin varlığı altında etkin ve etkin olmayan karar verici birimleri ayırt edebilen bir yapıda olmasına rağmen, etkinsizliğin derinliğini ölçmemektedir(Saen, 2005, .s1442). Bu soruna çözüm bulmak amacıyla 2001 yılında Tone tarafından aylak tabanlı ölçüm modelini geliştirmiştir. Model şu şekildedir:

Model SBM:

$$\min p = \frac{1 - \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m s_i^- / x_{i0}}{1 + \frac{1}{s} \sum_{r=1}^s s_r^+ / y_{r0}}$$

Sınırlayıcı Şartlar:

$$x_0 = X\lambda + s^-$$

$$y_0 = Y\lambda - s^+$$

$$\lambda \geq 0, s^-, s^+, \geq 0$$

Modelden de anlaşılabilceği gibi etkinlik değeri p birimlerden bağımsız olarak $0 \leq p \leq 1$ aralığında değer alacaktır. Optimal sonuç $(p^*, \lambda^*, s^{*-}, s^{*+})$ değerleri ile bulunmaktadır. Etkinliği karşılaştırılan karar birimleri için aylak değişkenler $s^{*-} = 0$ ve $s^{*+} = 0$ iken karar birimi etkin kabul edilmekte ve $p = 1$ olarak ifade edilmektedir. Aylak değişkenlerden herhangi biri sıfırdan farkı ise, karar birimi etkinsizdir(Saen, 2005, s.1443).

2.9.3.4. Süper Aylak Tabanlı Ölçüm Modeli(Super Slacks-Based Model)

İlerleyen yıllarda Tone yeni yaptığı bir araştırmada, etkin karar birimlerini aylak tabanlı ölçüm yöntemi ile ayırt ederek, süper aylak tabanlı model adı ile ifade ettiği yöntemi kullanarak etkin karar verme birimlerini sıralamıştır.

Karar verme birimlerinin(x_0, y_0) değerleri aylak tabanlı modele göre etkin değerlere sahip ve $p=1$ iken SupSBM modeli şu şekilde formüle edilmektedir:

$$\min \delta = \frac{\frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \bar{x}_i / x_{i0}}{\frac{1}{s} \sum_{r=1}^s \bar{y}_r}$$

Sınırlayıcı Şartlar:

$$\bar{x} \sum_{j=1, \neq 0}^n \lambda_j x_j$$

$$\bar{y} \sum_{j=1, \neq 0}^n \lambda_j y_j$$

$$\bar{x} \geq x_0 \text{ ve } \bar{y} \leq y_0$$

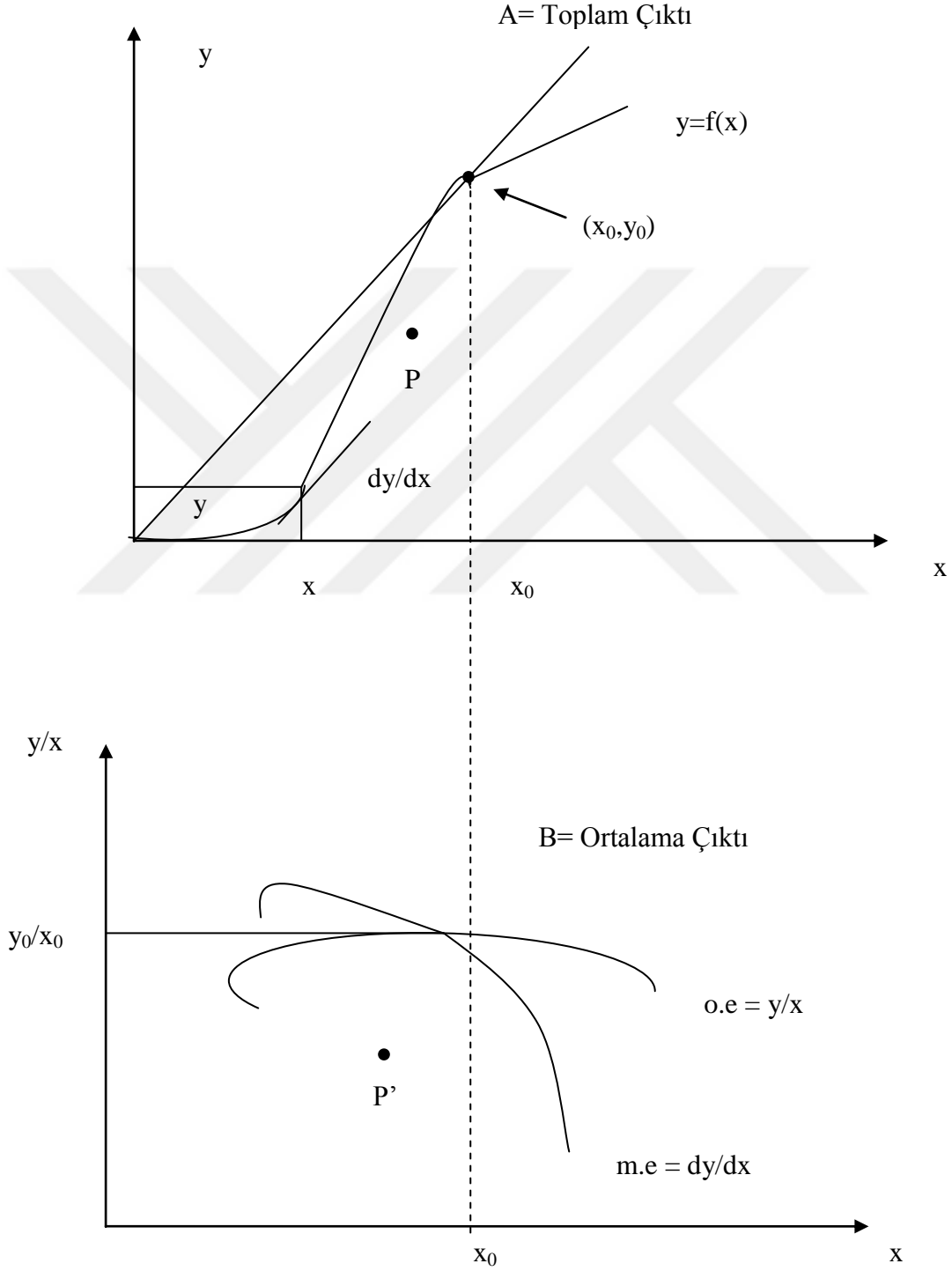
$$\lambda \geq 0$$

Karar verme birimlerinin çıktı değerinde etkinlik ölçümünü etkileyecek negatif değerlerin varlığını elimine eden bir model olan SupSBM, etkin şekilde kullanılmakta ve negatif çıktıları olan modeller için uygun bir metot olmaktadır(Düzakın ve Düzakın, 2007, s.1420).

2.10. Ölçeğe Göre Getiri (Return to Scale)

Ölçeğe göre getiri kavramı; en verimli ölçek büyüklüğünün (MPSS) belirlenmesi ile doğrudan ilişkilidir. Bir üretim sürecine ilişkin olarak ölçeğe göre artan getiri (IRS) durumunun var olması için tüm girdi miktarlarının artış oranından daha yüksek bir oranda çıktı miktarında artış gözlenmesi gerekir. Benzer şekilde, bir üretim sürecine ilişkin olarak ölçeğe göre azalan getiri (DRS) durumunun var olması için tüm girdi miktarlarının artış oranından daha düşük bir oranda çıktı miktarında artış gözlenmesi gerekir. Ölçeğe göre sabit getiri (CRS) durumunun var olması için tüm girdi miktarlarının artış oranına eşit bir oranda çıktı miktarında artış gözlenmesi gerekir.

Ölçeğe göre getiri kavramı, Şekil 2.12. üzerinde, kavramsal formülasyonlar yardımıyla ifade edilebilir. Şekil 2.12'de $y=f(x)$ üretim fonksiyonu her bir x girdisi için maksimum bir değerdedir(Cooper, Seiford and Tone, 1999, s.116).



Şekil 2.12. Ölçeğe Göre Getiri, Ortalama Etkinlik, Marjinal Etkinlik

Burada $y=f(x)$ ile tanımlanan sınır üzerinde olmayan P gibi noktalar ile ilgilenilmeyecektir. Alttaki grafikte marjinal etkinlik ($m.e=dy/dx$) ve ortalama etkinlik ($o.e=y/x$) resmedilmiştir. Ortalama etkinlik üst grafikteki orijinden y noktasına kadar çizilen doğrunun eğiminden ve marjinal etkinlik bir noktanın eğiminin türevi olarak hesaplanır.

Üstteki grafik incelenecek olursa, x'ten x_0 'a gelinceye kadar grafiğin eğimi artmakta x_0 'dan sonra ise gittikçe azalmaktadır. (x_0, y_0) noktası eğimdeki artmanın bittiği azalmanın başladığı noktadır. İki ayrı bölge gibi düşünersek ortalama etkinlik önce bir miktar artarken sonra bir miktar azalmaktadır. Benzer şekilde marjinal etkinlik (x_0, y_0) noktasına kadar olan kısmının ortalama etkinlik değerinden yüksek olduğu (eğim daha fazla), bu noktadan sonra ise ortalama etkinlik değerinin altına düştüğü gözlemlenir. Bunun anlamı, x_0 noktasına kadar; daha küçük girdiler için çıktının girdiye göre daha hızlı oransal olarak değiştiği, x_0 noktasından sonra daha büyük girdiler için ise çıktının girdiye göre oransal değişimin yavaşladığı şeklindedir.

Ortalama verimliliğin maksimum olduğu yerde bu kavram, aşağıdaki şekilde formülize edilebilir.

$$\frac{d(y/x)}{d(x)} = \frac{xdy/dx - y}{x^2} = 0$$

Eğer $x > 0$ ise;

$$e(x) = \frac{xd(y)}{yd(x)} = \frac{d \ln y}{d \ln x} = 1$$

olur.

Burada $e(x)$, oransal değişimlerin ifade edilebilir olması için logaritmik türev olarak tanımlanmıştır. Bu kavram ekonomide esneklik olarak tanımlanır ve girdideki göreceli değişimi ile ilgili olan, çıktıdaki göreceli değişimi ölçer. x_0 noktasında ortalama etkinlik maksimumdur ve $e(x)=1$ alırız. Bu noktada $\frac{dy}{dx} = \frac{y}{x}$ ve çıktıdaki değişimin girdilerdeki değişime oranı sabittir (Cooper, Cooper, Seiford and Tone, 1999, s.117).

Farklı bir şekilde ifade edilecek olursa, $e(x) = 1$ ($e\lambda=1$) ölçeğe göre sabit getiriyi ifade eder. Çünkü dy/y ile verilen y 'deki oransal azalma aynı şekilde dx/x ile verilen x 'deki azalmadır. x_0 noktasından önceki bölgede girdi miktarları için $\frac{dy}{dx} > \frac{y}{x}$ 'dir ve böylece $e(x)>1$ 'dir ve ölçeğe göre artan getiriye ifade eder. x_0 'dan sonraki bölgede girdi miktarları için $\frac{dy}{dx} < \frac{y}{x}$ 'dir. Böylece $e(x) < 1$ olup ölçeğe göre azalan getiriye ifade eder.

Ölçeğe göre getiri kavramını CCR ve BCC modellerinde birçok araştırmacı tarafından ele alınmıştır. Sonuçları aşağıdaki gibi sıralayabiliriz.

- BCC-etkinsiz (x_0, y_0) noktasındaki bir KVB₀'ın referans kümesi E_0 olsun.

Öyleki bu E_0 , BCC-verimli KVB kombinasyonlarından meydana gelmiştir.

- ✓ Bütün KVB'ler IRS (ölçeğe göre artan getiri) özelliği gösterirler.
- ✓ Bütün KVB'ler IRS ve CRS özelliği gösterirler.
- ✓ Bütün KVB'ler CRS (ölçeğe göre sabit getiri) özelliği gösterirler.
- ✓ Bütün KVB'ler CRS ve DRS özelliği gösterirler.
- ✓ Bütün KVB'ler DRS (ölçeğe göre azalan getiri) özelliği gösterirler.

- Bu sonuçlara göre ölçeğe göre getiri teorisi kurulmuştur. Bu teoriye göre:
 - (\hat{x}_0, \hat{y}_0) , BCC-etkinsiz olan KVB_0 'ın (x_0, y_0) etkinlik sınır çizgisindeki izdüşümü, E_0 ise referans kümesi ise olsun. Bu durumda;
 - ✓ Eğer E_0 , (i) ve (ii)'de tanımlanmış olan KVB'lerden oluşuyorsa (\hat{x}_0, \hat{y}_0) , IRS özelliğine sahiptir.
 - ✓ Eğer E_0 , (iii)'de tanımlanmış olan KVB'lerden oluşuyorsa (\hat{x}_0, \hat{y}_0) , CRS özelliğine sahiptir.
 - ✓ Eğer E_0 , (iv) ve (v) 'de tanımlanmış olan KVB'lerden oluşuyorsa (\hat{x}_0, \hat{y}_0) , DRS özelliğine sahiptir.
- Bu teoremin BCC modelindeki yansıması aşağıdaki şekildedir. Farz edelim ki (x_0, y_0) etkinlik sınır çizgisinde olsun. Bu noktanın ölçeğe göre getirisini belirleyelim.
 - ✓ Bütün optimal çözümler sonucunda, $u_0^* = 0$ ise CRS özelliği, $u_0^* < 0$ ise IRS özelliği, $u_0^* > 0$ ise DRS özelliği gösterir (Banker, 1996, s.583-585).
 - ✓ Eğer KVB_0 BCC-etkinsiz ise, KVB_0 'ın etkinlik sınır çizgisindeki projeksiyonu olan (x_0, y_0) olsun, referans kümesi olan E_0 'ın tamamının CRS özelliği taşıyan KVB'lerden oluşması durumunda CRS, tamamının IRS ya da CRS özelliklerini taşıyan KVB'lerden oluşması durumunda IRS, tamamının DRS ya da CRS özelliklerini taşıyan KVB'lerden oluşması durumunda DRS özelliği gösterir.

Yukarıdaki sonuçlardan yola çıkılarak, teknik etkinlik, ölçek etkinliği kavramını da içerecek şekilde bileşenlerine ayrılabilir. Bu kavramlar aşağıdaki bölümde ayrıca değerlendirilecektir.

2.10.1. Ölçeğin Getirisi ve Teknik Etkinlik

Bir KVB'nin etkinsizliğinin nedenleri şöyledir:

- KVB'nin kendisinin etkinsiz bir şekilde işletilmesinden kaynaklanan nedenler,
- KVB'nin çalışması şartları içerisinde dezavantajlı bir durum altında olması

Bu amaçla, girdiye yönelik CCR ve BCC modellerinin skorlarının karşılaştırılması dikkate değerdir. CCR modeli ölçeğe göre sabit getiri üzerine kurulu olan bir üretim imkân kümesi varsayımı kullanır. Bu varsayımda bütün gözlemlenmiş KVB'lerin radyal olarak genişlemesi, azaltılması ve bu KVB'lerin negatif olmayan kombinasyonları mümkün olmaktadır. CCR modelinden elde edilen etkinlik değeri “genel teknik etkinlik” olarak adlandırılır. Diğer deyişle, BCC modeli gözlemlenen KVB'lerin konveks (dış bükey) kombinasyonlarını üretim olanak kümesi olarak tahmin eder ve BCC modelinden elde edilen skor lokal (yerel) teknik etkinlik olarak adlandırılır. BCC ve CCR skorlarının her ikisi de %100 ise KVB'ler tam etkindir. Bu KVB'ler en verimli ölçek büyüklüğündedir denir. Eğer BCC skoru tam ve CCR skoru %100'den düşük ise KVB ölçek büyüklüğüne göre lokal etkin ama genel etkin değildir. Bu iki skorun oranı ile KVB'nin ölçek etkinliği karakterize edilebilir.

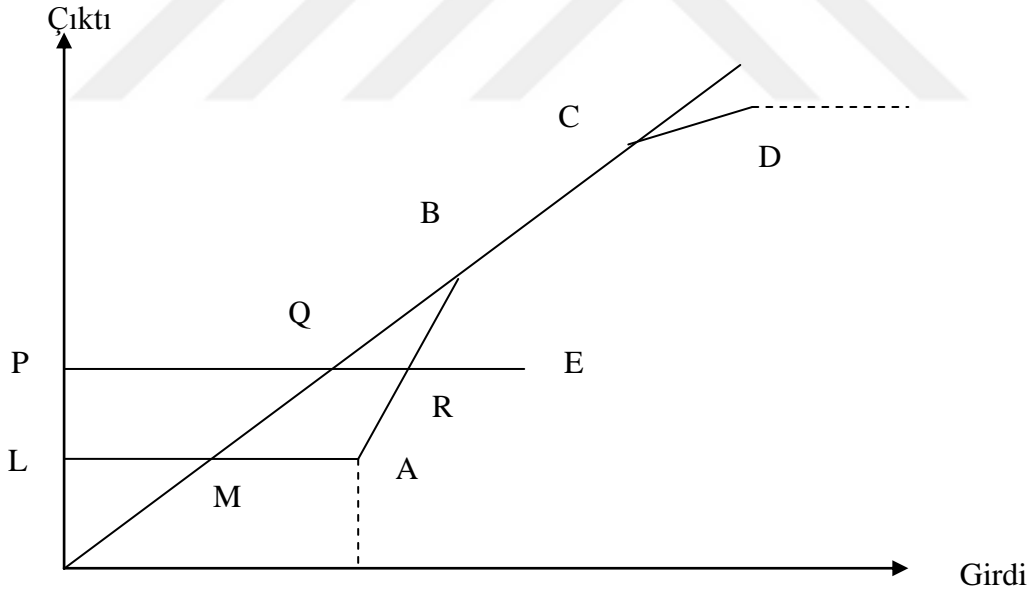
$$\text{Ölçek etkinliği (ÖE)} = \frac{\theta_{\text{CCR}}^*}{\theta_{\text{BCC}}^*}$$

Ölçek etkinliği, BCC-etkin ve ÖSG karakteri sergileyen, en üretken ölçek büyüklüğüne sahip bir KVB'de 1 'e eşittir. CCR etkinlik değerinin genel teknik etkinlik (GTE) olarak adlandırılmasının nedeni, ölçek etkisini dikkate almamasıdır. Bir diğer deyişle, BCC modeli, değişken ölçek dönüşümlerini dikkate alarak göre lokal teknik etkinliği (LTE) ifade etmektedir. Bu doğrultuda yukarıdaki denklem kullanılarak

Genel Teknik Etkinlik = Lokal Saf Teknik Etkinlik * Ölçek Etkinliği yazılır.

$$(GTE) = LTE * (\text{ÖE})$$

Bu ayrıştırma, etkinsizliğin işletmeden kaynaklanan sorunlardan mı, yoksa KVB'nin içinde bulunduğu dezavantajlı şartlardan mı ya da her iki sebepten de mi kaynaklandığı konusunda bilgi sunabilmesinden dolayı büyük önem taşımaktadır (Bakırcı, 2006, s.164).



Şekil 2.13. Ölçek Etkinliğinin Grafik Gösterimi

Şekil 2.13, tek girdili ve tek çıktılı sistem için ölçek etkinliğini resmetmektedir. BCC-etkin olan A noktası ölçeğe göre artan getiri sergilemektedir ve ölçek etkinliği;

$$\text{ÖE (A)} = \theta_{\text{CCR}}^*(\text{A}) = \frac{\text{LM}}{\text{LA}} < 1$$

şeklinde hesaplanır. Bu durumda A noktasındaki KVB lokal olarak etkin (LTE=1) iken, toplamda teknik etkinsizlik içindedir. Bunun sebebi, LM/LA ile ifade edilen ölçek etkinsizliğinden kaynaklanmaktadır. ÖAG sergilemesinden dolayı A noktası, performans olarak ulaşması gereken noktaya henüz ulaşamamış, büyüme potansiyeli yüksek olan bir noktadır denilebilir. O halde kapasitesini artırarak büyürse ÖSG'yi yakalayarak ölçek etkinliğini de yakalayabilir.

B ve C noktalan, tam ölçek etkinliğine sahip olan noktalardır (ÖE = 1), yani en üretken ölçek büyüklüğünde hizmet vermektedirler. E noktası ise hem lokal etkinsiz hem de toplam etkinsizdir yani BCC-etkinsizdir. Böyle bir noktada ölçek etkinliliği;

$$\text{ÖE (E)} = \frac{\text{PQ}}{\text{PE}} \frac{\text{PE}}{\text{PR}} = \frac{\text{PQ}}{\text{PR}}$$

şeklindedir. E noktasındaki teknik etkinsizlik aşağıdaki gibi dönüştürülebilir.

$$\text{GTE(GTE)} = \text{LTE(E)} * \text{ÖE(E)} = \frac{\text{PQ}}{\text{PE}} = \frac{\text{PR}}{\text{PE}} \frac{\text{PQ}}{\text{PR}}$$

O halde E noktasının genel etkinsizliği, hem E noktasının etkinsizliği (kaynaklarını etkin kullanamaması) hem de bulunduğu konumdan dolayı sahip olduğu dezavantajlardan (ölçeğe göre artan getiri özelliğini değerlendirememiş olmasından) kaynaklanmaktadır.

2.10.2. Ölçeğin Getirisi ve Tahsis Etkinliği

Bir üretim süreci analiz edilirken girdi ve çıktılara ait fiyat verileri mevcutsa, tahsis etkinliği hesaplanabilir. Maliyet minimizasyonu veya gelir ya da kar maksimizasyonu davranışsal amaç olarak ele alınarak teknik ve tahsis etkinlikleri birlikte ölçülebilir. Bu ölçümlerde iki temel doğrusal programlama tekniğine ihtiyaç duyulur. Bunlardan biri ile teknik etkinlik ölçülürken, diğeri ile de tahsis etkinliği ölçülür. Tahsis etkinliğinde kullanılacak indeks, artıklardır. Bu süreç maliyet minimizasyonu veya kar maksimizasyonu ile de ilişkilendirildiği için ayrı ayrı ele alınarak değerlendirilmiştir(Bakırcı, 2006, s.165).

2.10.2.1 Maliyet Minimizasyonu

Maliyet minimizasyonu problemi aşağıdaki denklem sistemine göre çözülmektedir:

$$\min \lambda, x_i^* w_i x_i^*$$

Kısıtlar

$$-y_i + Y\lambda \geq 0$$

$$x_i^* - X\lambda \geq 0$$

$$N1'\lambda = 1$$

$$\lambda \geq 0$$

w_i , i'nci firma için girdi fiyatlarının vektörünü, x_i ise i'nci firma için girdilerin maliyet minimizasyonunu göstermektedir ve bu değişkenler doğrusal programlama yöntemi ile hesaplanmaktadır.

Girdi fiyatları w_i , çıktı seviyesi de y_i olarak verilmiştir. i 'nci karar alma birimi için maliyet etkinliği (CE) ya da ekonomik etkinlik (EE) aşağıdaki şekilde hesaplanmaktadır.

$$EE = w_i'x_i^* / w_i'x_i$$

Bu minimum maliyetin, gözlemlenen maliyete oranıdır. Tahsis etkinliği ise şu şekilde hesaplanmaktadır:

$$AE = CE / TE$$

Tahsis etkinliği(AE), maliyet etkinliğinin(CE) teknik etkinliğe(TE) oranı olarak ve prosedür gereği aylak değişkenlerle ifade edilmektedir. Aylak değişkenler, uygun olmayan veri seti olarak bilinir(Bakırcı, 2006, s.165).

2.10.2.2. Gelir Maksimizasyonu

Uygun bir davranışsal varsayımdan hareket ederek yukarıdaki yaklaşıma benzer bir yaklaşımla, gelir maksimizasyonu ele alınabilir ve çıktı bileşimlerinden oluşan bir büyüklük için tahsis etkinsizliği hesaplanabilmektedir. Tahsis etkinliği, ölçeğe göre değişken getiri varsayımı altında çıktı yönelimli VZA modeli kullanılarak hesaplanmaktadır. Bu işlemi aşağıdaki gibi ifade etmek mümkündür:

$$\text{maks } \lambda, y_i^* p_i' y_i^*$$

Kısıtlar

$$y_i^* + Y\lambda \geq 0$$

$$x_i^* - X\lambda \geq 0$$

$$N1'\lambda = 1$$

$$\lambda \geq 0$$

p_i , i'nci firma için çıktı fiyatlarının vektörüken, y_i^* i'nci firma için çıktı miktarlarının gelir maksimizasyonu vektörüdür.

Çıktı fiyatları p_i , girdi seviyesi x_i olarak verilmektedir. i'nci firma için gelir etkinliği (RE) ya da ekonomik etkinlik (EE) şu şekilde bulunmaktadır.

$$EE = \frac{p_i y_i}{p_i y_i^*}$$

Ekonomik etkinlik, gözlemlenen gelirin maksimum gelire oranı ile ifade edilmektedir.

$$AE = \frac{EE}{TE}$$

Maliyet minimizasyonu ve gelir maksimizasyonu birlikte, kar maksimizasyonunu içermektedir. Sadece az sayıdaki çalışmada VZA metodu kullanılarak kar maksimizasyonu hesaplanmaktadır. Fare, Grasskopf ve Weber 1997 yılında iki doğrusal programlama setinin ölçümünü önermişlerdir. İlki kar etkinliğini ölçmek için kar maksimizasyonu VZA'dır. Diğeri ise hem girdi hem de çıktı eksenli VZA'dır. Bu teknik etkinlik ölçümü kullanımı, yöne ait uzaklık fonksiyonu (directional distance functions) olarak da bilinmektedir(Bakırcı, 2006, s.167)

2.11. Veri Zarflama Analizinde Serbestlik Sorunu

Veri Zarflama Analizi girdi ve çıktılara ağırlık verilmesinde serbestlik tanıyan bir sistemdir. Fakat girdi ve çıktılara ağırlık seçmede tanınan bu serbestlik karar verme birimleri sayısı sabit kalıp girdi ve çıktı sayısının artması durumunda, Veri Zarflama Analizinin ayırım yapma gücünün azalmasına, çok fazla karar verme biriminin etkin çıkmasına sebep olabilmektedir(Jenkins ve Anderson, 2003, s.52).

Çünkü karar verme birimleri etkinlik değerlerini maksimize etmek için, diğer karar verme birimlerine göre en az kullandıkları girdilere ve en çok ürettikleri çıktılara en yüksek ağırlığı verirken, en fazla kullandıkları girdi ve en az ürettikleri çıktılara en az ağırlığı vermektedir. Bu sebeple karar verme birimi sayısının az olması, etkinlik değeri hesaplanacak karar verme biriminin en çok ürettiği çıktı veya en az kullandığı girdiye yakın değerlere sahip başka karar verme birimlerinin olma olasılığının az olması demektir.

Bu sebeple karar verme birimlerinin sayısı girdi-çıkıtı sayıları arasında genellikle $n+1 > m+s$ ilişkisi tercih edilir (Deliktaş, 2002, s.251). Burada

n =karar verme birimi sayısı

m =girdi sayısı

s =çıkıtı sayısıdır.

Literatürde bazı çalışmalarda bu kısıt $n \geq 2(m+s)$ (Sezen ve Doğan, 2005, s.82), bazılarında ise $n/3 > (m+s)$ (Jenkins ve Anderson, 2003, s.54) şeklindedir.

2.12. Veri Zarflama Analizinin Değerlendirilmesi

2.12.1. Veri Zarflama Analizinin Güçlü Yönleri

Veri Zarflama Analizi doğru şekilde kullanıldığı zaman oldukça güçlü bir araçtır. Onu güçlü kılan özelliklerinden bazıları şunlardır (Köksal, 2001, s.91):

- Çok girdili ve çok çıktılı modelleri işleyebilir.
- Veri Zarflama Analizi, göreceli etkinliği hesaplarken her karar birimi için kullandığı formülasyonu ayrı ayrı eniyiler. Ayrıca, her birim yöneticisi açısından etken hale dönüşebilmeleri için neler yapmaları gerektiğini önerir. Oysaki parametrelili yöntemler endüstrinin tümünü göz önünde bulundurmakta ve ortalama etkenliğe göre ölçüm yapmaktadırlar.

- Veri Zarflama Analizi, girdi ve çıktı verilerinin deterministik olduğunu varsaymakta ve bu nedenle parametrik olmayan yöntemler için daha anlamlı analizler yapabilmektedir.
- Girdiler ve çıktılar çok farklı birimlere sahip olabilirler. Örneğin; X, kurtarılan hayat sayısını gösteren birim olurken, Y, parasal olarak doları temsil eden bir birim olabilir. Bu durumda onlar arasında zorunlu olarak bir dönüşüm yapmaya gerek yoktur.
- Veri Zarflama Analizi, görelî etkinliği belirli prensipler doğrultusunda rahatlıkla ölçebilmektedir. Etkin olmayan karar biriminin etkinliğini referans grubundaki görelî olarak etkin olan karar birimlerinin seviyesine çıkarmak için tek bir yol değil, pek çok alternatif yol üretmektedir.
- Karar verme birimleri, doğrudan bir referans birim ya da referans kümesi ile karşılaştırılabilirler.
- Veri Zarflama Analizinin uygulanma aşamasında analiz edilecek girdi ve çıktı verilerinin belirlenmesi gerekliliği, karar birimi için tüm ilgili girdi ve çıktıların daha iyi kavrama olanağı vermektedir.
- Girdilerle çıktılar arasında fonksiyonel bir şekil olması yaklaşımına gerek duymaz.
- Etkinlik analizi, istatistiksel sınır tahmini yapmanın ortaya çıkardığı ortalama fonksiyonun yerine, en iyi gözlemlerce oluşturulan referans grubuna göre yapıldığı için, belirlenen hedefler en iyi performans göstermiş birimler örnek alınarak oluşturulmaktadır ve bu durum Veri Zarflama Analizi ile yapılan etkinlik analizlerinin anlamına ve geçerliliğine güç katmaktadır.

2.12.2. Zayıf Yönleri

Yukarıda saydığımız güçlü yönler aynı zamanda Veri Zarflama Analizi için sorunlar da oluşturabilmektedirler. Veri Zarflama Analizini çalışmasında kullanmak isteyenler bu sorunlardan oluşan kısıtları da dikkate almak zorundadırlar. Bu zayıflıklar şunlardır(Köksal, 2001, s.92):

- Veri Zarflama Analizi bir ekstrem nokta tekniği olduğundan probleme ilişkin girdi ve çıktı değerlerinin ölçümündeki hatalar analiz aşamasında önemli problemlere neden olabilir.
- Veri Zarflama Analizi, karar verme birimlerinin görel verimliliklerini tahmin etmede oldukça iyidir. Ama bu özelliği "mutlak" etkinliği ölçme aşamasında çok yavaş kalır. Başka bir deyişle, eşitlerin birbirine göre ne kadar iyi kıyaslandığını söyleyebilir fakat "teorik maksimuma" göre karşılaştırma sonucunu söyleyemez.
- Veri Zarflama Analizi, parametrik olmayan bir teknik olduğu için, sonuçlara istatistiksel hipotez testlerinin uygulanması zordur ve bu durum süregelen araştırmaların odak noktası olmuştur.
- Veri Zarflama Analizinin standart formülasyonu her karar verme birimi için ayrı bir doğrusal programlama oluşturduğundan, büyük boyutlu problemler yoğun hesaplamalar gerektirmektedir.
- Veri Zarflama Analizi, esas olarak veri tabanlı bir yöntem olduğu için, araştırmacı verilerin hangi girdi-çıkı kümesinin üretim fonksiyonunun tahmininde gerekli olduğunu seçerken dikkatli davranmalıdır. Eksik ya da yanlış girdi-çıkı seçimi, sonucu çok büyük oranda olumsuzlaştıracaktır.

- Veri Zarflama Analizinin önerdiği zarflama (çevreleme) şekli bazı durumlarda yetersiz kalmaktadır. Özellikle doğal zarflamanın mümkün olmadığı durumlarda kuramsal karar birimi yeterince belirgin değildir.
- Veri Zarflama Analizinin, her ne kadar parametresiz bir yöntem olarak tanıtılsa da, her bir karar birimine göre ayrı ayrı en iyilendiğinden çok fazla sayıda karar değişkeninin hesaplanmasına yol açar. Bu durum serbestlik derecesini oldukça yükseltir.
- Veri Zarflama Analizinin modelleri, statik ve tek zamandaki karar birimi verileri arasında kesit analizi yapmaktadır. Ancak karar birimlerinin bazı girdilerinin çıktılara dönüştürülebilmesi için belirli bir zaman dilimi gereklidir ki böylece dinamik bir süreç ortaya çıkar. Bu durumun sonucunda farklı zamanlardaki veriler için uygun indirgeme oranlarının kullanılması gerekliliği ortaya çıkmaktadır.
- Başvuru grubuna giren karar birimlerinin görelî etkinlikleri, Veri Zarflama Analizinin ile rahatlıkla tespit edilebilirken, bu birimlerinin kendi başlarına etkinliklerinin tespit edilmesi mümkün gözükmemektedir.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

3. HAVACILIK SEKTÖRÜNDE VERİ ZARFLAMA ANALİZİ İLE ETKİNLİK ÖLÇÜMLERİ

3.1. Giriş

1900’lü yılların başında kendini göstermeye başlayan hava taşımacılığı, ilerleyen teknolojinin olanaklarıyla birlikte gelişmesini hızlı bir şekilde günümüze kadar sürdürmüştür. Ulusal ve uluslararası boyutta en hızlı taşımacılık hizmetini insanlığa sunmakta olan sektör, sadece ekonomik alanda değil aynı zamanda kültürel gelişime ve küreselleşmeye olan katkısıyla da dikkat çekmektedir(Hassu, 2004, s.8).

Havayolu taşımacılığı, diğer ulaşım türlerine göre çok daha fazla ilgi görmekte ve bu ilgi gün geçtikçe de artmaktadır. Bu bağlamda havayolu şirketlerinin sayısının artması havalimanları yönetimlerinin “Nasıl daha iyi hizmet sunarız” sorusunu beraberinde getirmektedir. İşte bu soru havalimanı etkinliği kavramını ortaya çıkarmaktadır. Etkinlikle ilgili daha önceki yapılan çalışmalar incelendiğinde en fazla kullanılan tekniğin Veri Zarflama Analizi olduğu görülmüş ve bu çalışmada da havalimanlarının etkinliği Veri Zarflama Analizi ile ölçülmüştür.

Veri Zarflama Analizi, önceki bölümde ayrıntılı bir şekilde açıklandığı gibi benzer mal ve hizmet üreten ekonomik karar birimlerinin göreceli etkinliklerinin ölçülmesi amacı ile geliştirilmiş doğrusal programlama esaslı bir yöntemdir(Banker, 1992, s.74).

3.2. Literatür Özeti

Bugüne kadar yapılan çalışmalarda Veri Zarflama Analizi şu alt gruplarda toplanmıştır:

- Banka şubesi performans ölçümü uygulamaları
- Okul etkinliğinin ölçülmesine ilişkin çalışmalar
- Üniversite etkinliğinin ölçülmesine ilişkin çalışmalar
- Hastane etkinliğinin ölçülmesine ilişkin çalışmalar
- Havaalanı etkinliğinin ölçülmesine ilişkin çalışmalar
- Kamu alanındaki bazı uygulamaları
- Sağlık hizmetlerinin etkinliğinin ölçülmesi konusundaki çalışmalar
- Tarım alanında yapılan çalışmalar
- Posta servisi etkinliğinin ölçülmesine ilişkin çalışmalar
- Taşımacılık konusunda yapılan çalışmalar
- Hapishane etkinliğinin ölçülmesine ilişkin çalışmalar
- Eczacılık alanında yapılan çalışmalar
- Madencilik alanında yapılan çalışmalar
- Elektrik kullanımı ile ilgili çalışmalar
- Restoran etkinliğinin ölçülmesine ilişkin çalışmalar

VZA ile ilgili ilk çalışma 1978'de Charnes, Cooper ve Rhodes tarafından kamu kuruluşlarının teknik verimliliğini ölçmek ve karşılaştırmak için geliştirilmiştir.

Havalimanlarının etkinliklerinin ölçülmesi ve artırılması konusu dünyanın pek çok yerindeki araştırmacının dikkatini çekmiştir. Bu kısımda konuya yönelik yapılmış çalışmalar, yöntemin kullanımı ve bulgular incelenmektedir.

Seiford(1997), 1978-1996 yılları için 800'den fazla makaleyi kapsayan VZA literatür biyografisini oluşturmuştur.

Holvad ve Graham(1997), çalışmalarında Avrupa ve Avustralya havaalanlarına ilişkin performansları değerlendirmiştir. Bu çalışmanın devamı niteliğindeki çalışma ise Holvard ve Torben tarafından 1997'de yapılmıştır.

Gillen ve Lall(1997), 1989 ve 1992 yıllarına ait 21 ABD havaalanı verilerini kullanarak verimlilik ve performansları değerlendirmiştir. Çalışma, terminal etkinliği için pist sayısı, kapı sayısı, terminal alanı, çalışan sayısı, bagaj konveyör sayısı, yolcu park alanı olmak üzere 6 girdiye ve yolcu sayısı, ton cinsinden taşınan kargo miktarı olmak üzere 2 çıktıya sahiptir. Ayrıca havaalanındaki hareketlerin performansını ölçmek üzere 4 girdi; havaalanı alanı, pist sayısı, pist alanı, çalışan sayısı ve 2 çıktı; hava taşıma hareketleri ve yönlendirme hareketleri ele alınmıştır. Çalışmada çıktıya yönelik yöntem kullanılmış ve performanstaki zamana bağlı olarak havaalanları arasındaki değişimleri açıklanmaya çalışılmıştır.

Gillen ve Waters(1997), farklı konferanslarda sunulan bildirimleri derlemişlerdir. Havacılık ve havaalanı ekonomisi literatüründeki iki eğilime yönelmişlerdir. Bunların birincisi havaalanlarının özelleştirilmesiyle maliyet etkinliğinin artırma ihtiyacıdır. Verimlilik ve bununla yönetim stratejilerini ilişkilendirmesi daha iyi havaalanı yönetimi için önemlidir. İkinci olarak havaalanı ücretlendirme ve yönetim stratejilerinin birleştirilmesi literatürde genellikle ihmal edilmiştir. Bu çalışmada bu konular üzerinde durulmaktadır.

Hooper ve Hensher(1997), çalışmalarında havaalanlarının performansını arttırmak üzere işbirliği ya da özelleştirmeye yönelik eğilimlerin arttığını, bunun yanı sıra normal finansal raporlama gereksinimlerinin, karlılık ve pazar payının daha önemli

olmasından bu tür organizasyonlar için yeterli göstergeler olmadığını, diğer taraftan ücretleri düzenlemek için düşük fiyat uygulamalarının ve az yatırımların servis standartlarını düşürebilmekte olduğunu vurgulamıştır. Yazarlara göre bu durum maliyet-etkin, maliyet-etkinlik ve servis-etkinlik kavramlarını ortaya çıkarmaktadır. Çalışmada bunun önemi ortaya konmuş ve parametrik olmayan endeks metodu ile önemsenmeyen performans ölçütlerinin nasıl kullanılacağı gösterilmiştir.

Vasigh ve Hamzaee(1998), çalışmalarında havaalanı-havayolları finansal anlaşmalarını kapsamlı olarak incelemiş ve ABD ticari havaalanlarının finansal performansını ölçmek için analitik bir model geliştirmişlerdir.

Melchor and Carmen(1999), İspanya'daki havaalanı etkinliğinin Malmquist endeksi ile tespit edildiği belirtilmektedir. Etkinlik değerlendirme sürecinde, zaman içinde etkinliğin nasıl gelişmekte olduğunu incelemek de önem taşımaktadır. Bunun için, zaman boyutunu da içeren Malmquist Toplam Faktör Verimliliği endeksi geliştirilmiştir. Bu endeks, zaman içinde verimliliğin ölçülmesinde kullanılmaktadır. 44 ABD havaalanının performansının incelendiği çalışmada veri zarflama analizi kullanılmıştır

Sarkis(2000), çalışmasında 4 girdiyi; havaalanı işletim maliyetleri, havaalanındaki çalışan sayısı, kapı sayısı, pist uzunlukları olarak tanımlanırken 5 çıktıyı; işletim geliri, yolcu akışı, ticari havacılık hareketleri, genel havacılık hareketleri ve toplam kargo aktarımı olarak belirlemiştir. 1990 ve 1994 yıllarının verilerini kapsayan çalışmada verilerin bulunamadığı yıllar hesaplamalara dahil edilmemiştir. Çalışmada CCR ve BCC etkinlik skorlarına göre sonuçlar elde edilerek yorumlanmıştır. Sonraki çalışmalar için de hava koşullarının ve/veya özelleştirmenin etkisinin de göz önünde bulundurulmasının daha gerçekçi sonuçlar verebileceği belirtilmiştir.

Literatür taraması sırasında Türkiye'deki havalimanlarının performanslarını VZA yöntemi ile ölçen çalışmanın Düzakın ve Güçray(2001) olduğu görülmüştür. Yazarlar halen devlete ait olan ülkenin en büyük havayolu şirketinin özelleştirilmesi durumunu incelemiştir. Potansiyel alıcılar için havaalanlarının işletimsel etkinliğinin önemli olacağını vurgulamış ve bu açıdan havaalanlarının yeniden düzenlenmesi gerekliliğinden bahsetmişlerdir. Bu çalışmada Sarkis (2000)'in çalışmasında tanımlanan havaalanı işletim giderleri, havaalanındaki personel sayısı, kapı sayısı, pist sayısı ve yolcu akış kapasitesi olarak beş girdi, ve işletimsel gelir, yolcu akışı ve toplam kargo olarak çıktılar ele alınmıştır. Çalışma sonucunda Atatürk, Antalya ve Kayseri havaalanlarının etkin olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Kuyucak(2011), Türkiye'deki havaalanlarının mali değerlerine göre performans değerlendirilmesini incelenmiştir Havaalanlarının gelir gider tablolarından hareketle tanımlanan oranlar incelenmiş ve yatırımların hangi havaalanlarına yönltilmesi gerektiğine ilişkin yorumlar yapılmıştır.

Pels ve diğerleri(2001), veri zarflama analizini kullanarak Avrupa'daki havaalanlarının 1995-1997 yılları arasındaki görelî etkinliğini tespit etmiştir. Hava taşıma hareketleri ve yolcu hareketleri incelenmiştir.

Gattoufi ve diğerleri(2002), 1951-2001 yılları için bir VZA makale listesi oluşturmuştur.

Adler and Berechman(2001), havaalanlarının birbirlerine göre etkinliğini ve kalitesini belirlemek üzere bir model geliştirmiştir. Literatürde, önceki çalışmalarda havaalanı kalitesi yolcuların sübjektif verilerini kullanırken bu çalışmada havayolları tarafından tanımlanmıştır. Avrupa içi ve dışından havaalanlarındaki havayollarının değerlendirilmesi için detaylı bir anket yapılmıştır. Değerlendirmede istatistiksel

analizin ortalaması kalite faktörleri ve havaalanlarına bağlı olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu çalışmada havaalanlarının göreceli kalite seviyesini tespit etmek için veri zarflama analizi, temel bileşen analizi yöntemine uyarlanmıştır.

Martin ve Roman(2001) çalışmalarında İspanya'daki havaalanlarının özelleştirme öncesindeki performanslarını değerlendirmek üzere veri zarflama yöntemini kullanmışlardır. 1997 yılına ait verilere dayanarak ülkedeki 37 havaalanı değerlendirilmiştir. Makaledeki girdi; işçilik, sermaye ve malzemeye ilişkin giderler, 3 çıktı da hava trafiği hareketleri, yolcu sayısı, ton cinsinden taşınan kargo sayısı olarak verilmiştir. Pist sayısı, kapı (gate) sayısı, terminal alanı ve çalışan sayısı gibi kriterler veri yetersizliğinden dolayı kullanılmamıştır.

Fernandes ve Pacheco(2002), kurdukları BCC modelinde en fazla çıktıyı elde etmeyi amaçlamışlardır. Brezilya'da bulunan 35 havaalanını inceleyen yazarlar problem için 6 girdiyi apron alanı (apron area, m²), gidiş alanı (departure lounge area, m²), giriş kontrol noktası sayısı (check-in counter), sınırlama cephesi (curb frontage, m), araç park yeri sayısı, bagaj bildirim alanı (baggage claim area, m²) olarak tanımlarken, tek çıktı uçağa binmiş (boarded) ve uçağa binmemiş (disembarked) toplamı olmak üzere iç hat yolcuların sayısı olarak tanımlamıştır. Çalışmada ayrıca 2002, 2007, 2017, ... yılları için potansiyel talep kestirimleri de yapılmıştır. Farklı senaryolar türetilerek etkinliğin nasıl etkileneceğine dair yorumlar yapılmıştır.

Tavares(2002), VZA biyografi çalışmasında 1978-2001 yılları arasında literatürdeki 3203 çalışmayı incelemiş ve yayınları, kullanılan anahtar kelimeler, yayımlandıkları yıllar, ülkeler ve yazarlara göre sınıflandırarak tablolar oluşturmuştur.

Francis ve diğerleri(2002), uluslararası performansın geliştirilmesi ve ilerletilmesi için havaalanı yöneticilerinin kıyaslamayı (benchmark) nasıl yaptıklarını

incelemektedir. Çalışmada dünya üzerindeki en yoğun 200 yolcu havaalanı ele alınmış ve bunların havaalanı yöneticileri ile anketler yapılmıştır. Havaalanlarındaki mevcut karşılaştırma uygulamalarının geçerliliği ve yapısı incelenmiştir.

Humphreys ve Francis(2002), geçmiş, mevcut ve gelecek dönemlerde havaalanı performansını ölçmek üzere havaalanlarının performans ölçütlerinin değişen yapısını incelemiştir.

Schaarve Sherry(2002), çalışmalarında havalimanlarını büyük, orta ve küçük ölçekli olmak üzere üçe ayırarak girdiye yönelik VZA ile Çıktıya yönelik VZA sonuçları arasında farklılık olup olmadığını araştırmışlardır. Çıktıya yönelik VZA sonuçları büyük havalimanlarının küçük havalimanlarına oranla daha etkin olduğunu gösterirken, girdiye yönelik VZA sonuçları ise havalimanlarının etkinlikleri arasında önemli bir farklılık olmadığını göstermiştir.

Bazargan ve Vasigh(2003), 45 ABD havaalanını CCR yöntemini kullanarak değerlendirmişlerdir. 4 girdi işletim giderleri, işletimsel olmayan giderler, pist sayısı, kapı sayısı olarak alınmış, 6 çıktı da yolcu sayısı, hava taşıyıcı işlemlerinin sayısı, diğer işlemlerin sayısı, havacılık gelirleri, havacılık dışı gelirler, zamanında yapılan işlemlerin yüzdesi olarak belirlenmiştir.

Oum ve diğerleri(2003), Asya, Pasifik, Avrupa ve Kuzey Amerika'da bulunan 50 ana havaalanını brüt toplam verimlilik faktörü (TVF) hesaplayarak, sonra TVF'yi regresyon modelleri ile analiz ederek ve daha sonra da yönetimin kontrolü dışında olan faktörleri çıkartarak üretken etkinlikleri yönüyle karşılaştırmaktadır. Sonuçlar göstermektedir ki büyük havaalanlarının havacılık işlemlerindeki ekonomik göstergelerden dolayı daha fazla TVF değeri alması beklenmektedir, fakat bu, küçük

havaalanlarından daha etkin olduğu anlamına gelmemektedir. Uluslararası trafik yüzdesi fazla olan havaalanları daha düşük TVF seviyelerinde olması beklenmektedir.

Pels ve diğerleri(2003), çalışmalarında Avrupa havaalanlarındaki işletimdeki verimsizlik ve ölçek ekonomisini incelemiştir. Makalelerinde fiziksel kapasite verilerine de yer verilmekte, fakat çevreyle ilgili kapasite ve çizelgede gecikme verilerine ulaşamadığından bu değerlerin kullanılmadığı bildirilmektedir.

Vasigh ve Haririran(2003), İngiltere'deki özel havalimanları ile devlete ait havalimanlarının etkinliklerini VZA-Toplam Faktör Verimliliği (TFV) yöntemiyle kıyaslayarak devlete ait havalimanlarının özel havalimanlarına oranla daha etkin oldukları sonucuna varmışlardır.

Pacheco ve Fernandes(2003), 35 yerel Brezilya havaalanının 1998 yılındaki performansını değerlendirmek üzere yönetim ve fiziksel boyutları ele alan bir çalışma yapmışlardır. Veri zarflama analizindeki BCC modelini kullanan yazarlar girdileri en küçükleme çalışmışlardır. 3 girdi ortalama çalışan sayısı, direkt ve endirekt faydaları kapsayan bordrolar ve işletim giderleri olarak, 5 çıktı da iç hat yolcuların sayısı, kargo ve posta sayısı, işletim geliri, ticari getiri ve finansal ve diğer getiriler olarak belirlenmiştir. Ayrıca çalışmada daha önce yapılan çalışma sonuçları ile karşılaştırma yapılmıştır.

Oum ve Yu (2004),havaalanı işletimini ve yönetimini etkileyen pek çok önemli görüşü karşılaştırmaktadır. Bunlar verimlilik ve etkinlik, birim maliyetler ve finansal sonuçlardır. Rapor aynı zamanda performans ölçütleri ve havaalanı karakteristikleri arasındaki ilişkiyi havaalanı performansında gözlenmiş farklılıkları anlayabilmek için incelemektedir.

Yoshida ve Fujimoto(2004), çalışmalarında Japonya'daki 67 havaalanına ait 2000 yılı verileri ile yapılan çalışmada girdiye dayalı etkinlik ölçümü amaçlanmıştır. Çalışmadaki 4 girdi pist uzunluğu, terminal büyüklüğü, ulaşım maliyeti ve çalışan sayısı, 3 çıktı ise yolcu yoğunluğu, kargo taşıma, uçak hareketleri olarak tanımlanmıştır. Çalışmada terminal büyüklüğünün fazla olup kullanıcı sayısının az olduğu havaalanlarının düşük etkinliğe sahip olduğu görülmüştür.

Sarkis ve Talluri(2004), çalışmalarında 5 yılın verilerinden hareketle çok ölçütlü parametrik olmayan modelleri kullanarak ABD'de bulunan 44 havaalanının performansını değerlendirmiştir. Çalışmada ele alınan 4 girdi havaalanı işletim maliyetleri, havaalanındaki çalışan sayısı, kapı sayısı, pistlerdir. 4 çıktı ise işletimsel gelir (park ücretleri, yere inme ücretleri, kullanıcı ücretleri, ticari gelişim geliri, imtiyaz gelirleri), yolcu akışı, ticari havacılık hareketi ve toplam kargo aktarımı olarak belirlenmiştir.

Wang ve diğerleri(2004), çalışmalarında Tayvan'daki 10 temel havaalanının işletimsel performansı değerlendirilmekte ve karşılaştırmaktadır. İşletimsel performans ölçütü havaalanı, yolcular, havayolu şirketleri ve yangın hizmetleri olmak üzere dört faktör arasındaki ilişkiyi temel almaktadır.

Tayvan'la ilgili bir diğer çalışmada ise 14 yerel havaalanının çevresel etkilerinin ve istenmeyen çıktılarının olması durumunda fiziksel etkinliğinin ölçülmesine yönelik bir çalışma yapılmıştır (Yu, 2004). Çalışma çıktıya yönelik olarak tasarlanmış ve yönetimsel ve fiziksel değerleri kapsamaktadır. Problemden 4 girdi pist alanı, apron alanı, terminal alanı ve her havaalanının hava rota sayısı olarak belirlenmiştir. Tanımlanan 3 çıktı ise uçak trafik hareketlerinin sayısı, yolcu sayısı ve istenmeyen bir faktör olarak da uçak sesidir.

İngiltere' deki havaalanlarının veri zarflama yöntemiyle incelendiği bir başka çalışma da Holvard ve Graham (2004)'de bulunmaktadır.

Kamp ve Niemeier(2005), Alman havalimanlarının etkinlik ölçümünde VZA-Malmquist yöntemiyle 17 Alman havalimanının 1998-2002 yılları arasındaki etkinliklerini test ederek havalimanlarının 2001 yılında en düşük etkinlik değerlerine sahip olduklarını belirtmişlerdir.

Ulutaş(2006), çalışmasında Türkiye'de bulunan 34 havalimanının Veri Zarflama Analizi ile performanslarının analizi ele alınmıştır. Çalışmada, performansı etkileyen girdiler; personel sayısı, işletme gideri, yıllık yolcu kapasitesi ve yıllık uçak kapasitesi, çıktılar ise birim alan başına düşen yolcu sayısı, yük trafiği, pist başına toplam uçak trafiği ve işletme geliri olarak tanımlanmıştır. Devlet Hava Meydanları İşletmesi (DHMI) istatistik yıllıklarından elde edilen 2000-2004 yılı verileri değerlendirilerek etkin havaalanları tespit edilmiştir. Değerler incelendiğinde incelenen her yıl için Atatürk ve Antalya hava limanları ile Kayseri ve Konya hava meydanlarının etkin olduğu tespit edilmiştir.

Barros ve diğerleri(2008), Japon havalimanlarının 1987-2005 yılları arasındaki etkinliklerini Stokastik Sınır Analizi (SSA) yöntemiyle ölçmüşlerdir. Yazarlar havalimanlarının homojen olmadıkları yani büyük ve küçük havalimanları şeklinde bölümlendirilmesi gerektiği sonucuna varmışlardır.

Oum ve diğerleri(2008), çalışmalarında girdiye yönelik VZA, çıktıya yönelik VZA ve çapraz etkinlik modellerini kıyasladığı görülmektedir.

Peker ve Baki(2009), çalışmalarında Veri Zarflama Analizi (VZA) yaklaşımı kullanarak Türkiye'deki havalimanlarının 2007 yılındaki etkinliklerinin ölçülmesi amaçlamıştır. Bu amaçla girdi olarak; otopark kapasitesi, pist sayısı, havalimanı büyüklüğü ve çalışan sayısı, çıktı olarak ise; yolcu sayısı ve kargo değeri kullanılmıştır. Yapılan etkinlik analizi sonuçlarına göre; büyük havalimanlarından Ankara, Antalya, Adana, Kayseri, Trabzon ve küçük havalimanlarından Malatya ve Çardak havalimanlarının etkin oldukları gözlemlenmiştir.

3.3. Araştırmanın Amacı

Bu çalışmanın amacı, ülkemizdeki havalimanlarının görece etkinliklerinin Veri Zarflama Analizi (VZA) yöntemi kullanılarak incelenmesi ve elde edilen analiz sonuçlarının söz konusu sektörde anlamlı ve faydalı olacak şekilde yorumlanmasıdır.

3.4. Araştırmanın Önemi

Günümüzde etkinlik kavramı ekonomik anlamda kaynakların sınırlı olmasından dolayı önemini her zaman korumuş ve korumaya devam edecektir. Var olan rekabet ortamında firmaların kaynaklarını optimal, başka bir ifadeyle en etkin bir şekilde kullanmaları gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Firmaların, dönem dönem hedeflenen planlarından sapmalarını belirleyebilmeleri, rakiplerine karşı piyasadaki konumlarını görebilmeleri için faaliyet gösterdikleri sektör içinde etkinliklerini görece olarak değerlendirmeleri gerekmektedir. Veri Zarflama Analizi de, karar birimlerinin görece etkinliğini ölçmek için kullanılan yaklaşımlardan biri olarak bilinmektedir.

Devlet Hava Meydanları İşletmesi'nin öncelikli amacının kâr olmaması sebebiyle, etkinlik ölçümüne yeteri kadar önem verilmemektedir. Oysa atıl kapasiteyle çalışan ya da personel yetersizliğinden dolayı etkin olmayan havalimanlarının tespiti büyük önem taşımaktadır.

Çalışmada Türkiye’de bulunan havalimanları ele alındığından, öncelikle bu havalimanlarının işletilmesinden sorumlu olan Devlet Hava Meydanları İşletmesi Genel Müdürlüğü’nün tanıtılmasında yarar vardır. Bu kısımda öncelikli olarak işletmenin tarihçesi, amaç ve faaliyet konuları, misyonu, vizyonu, temel ilke ve değerleri hususunda kısaca bilgiler verilmektedir. Bu bilgilere işletmenin internet sitesinden (www.dhmi.gov.tr) ulaşılmıştır.

3.4.1. Devlet Hava Meydanları İşletmesi Genel Müdürlüğü(DHMI)

Türkiye Havalimanlarının işletilmesi ile Türkiye hava sahasındaki hava trafiğinin düzenlenmesi ve kontrolü görevi, Devlet Hava Meydanları İşletmesi(DHMI) Genel Müdürlüğüne yerine getirilmektedir.

Türk Sivil Havacılık sektörünün altyapısını oluşturan tesis ve donanımıyla, 1933 yılından bu yana değişik isim ve statülerle hizmetlerini yürütmekte olan kuruluş, 233 Sayılı Kanun Hükmünde Kararname ve Ana Statüsü çerçevesinde 1984 yılından itibaren faaliyetlerini Kamu İktisadi Tesebbüsü olarak sürdürmektedir.

Devlet Hava Meydanları İşletmesi(DHMI) Genel Müdürlüğü; tüzel kişiliğe sahip, faaliyetlerinde özerk, sorumluluğu sermayesi ile sınırlı, Ulaştırma Bakanlığı ile ilgili ve en son hukuki düzenlemeyle hizmetleri imtiyaz sayılan bir Kamu İktisadi Kuruluşudur(KİK).

Kuruluşun ana statüsü ile belirlenen amaç ve faaliyet konuları;

- Sivil havacılık faaliyetlerinin gereği olan hava taşımacılığı, havalimanlarının işletilmesi, meydan yer hizmetlerinin yapılması,
- Hava trafik kontrol hizmetlerinin ifası,
- Seyrüsefer sistem ve kolaylıklarının kurulması ve işletilmesi,

- Bu faaliyetler ile ilgili diğer tesis ve sistemlerin kurulması, işletilmesi ve modern havacılık düzeyine çıkarılmasını sağlamaktır.

Üstlenmiş olduğu görevlerini Uluslararası sivil havacılık kural ve standartlarına göre yapmak zorunluluğunda olan DHMİ Genel Müdürlüğü bu doğrultuda; uluslararası hava ulaşımında can ve mal emniyetini sağlamak ve düzenli ekonomik çalışma ve gelişmeyi temin maksadıyla yürürlüğe konulan Sivil Havacılık Anlaşmasına göre kurulan "Uluslararası Sivil Havacılık Teşkilatı(ICAO-International Civil Aviation Organization)'nın üyesi bulunmaktadır. Ayrıca, "Hava Seyrüseferinin Emniyeti için Avrupa Teşkilatı(EUROCONTROL)", Uluslararası Havalimanları Konseyi (ACI-Airports Council International) başta olmak üzere ilgili Uluslararası kuruluşların da üyesi bulunmaktadır.

DHMİ Genel Müdürlüğünce hava seyrüsefer ve havalimanı işletme hizmetleri çerçevesinde, hizmet verilen uçak ve yolcu trafiklerinde, son yıllarda önemli artışlar meydana gelmiştir. Özellikle, Uluslararası havalimanlarımızın dış hat uçak ve yolcu trafiklerinde önemli gelişmeler gerçekleşmekte olup, İstanbul/Atatürk Havalimanı ile Antalya Havalimanı, yaşanmakta olan uluslararası trafik artışı nedeniyle, Avrupa'nın da önde gelen havalimanları arasında yer almaktadır.

3.4.2. *DHMİ Misyonu*

Havacılık sektörüne uluslararası standartlarda, kaliteli, güvenli, konforlu, insana ve çevreye duyarlı ileri teknoloji ürünü alt yapı ve sistemlere ve yetişmiş insan gücüne dayalı hava seyrüsefer ve havaalanı işletme hizmetleri sunmaktır.

3.4.3. *DHMI Vizyonu*

Hava trafik yönetimi ve havaalanı işletmeciliği alanında, küresel boyutta rekabet gücüne haiz dünyanın öncü Kuruluşlarından biri olmaktır.

3.4.4. *Kuruluşun Temel İlke ve Değerleri*

- Kalite,
- Mesleki uzmanlık,
- İleri teknoloji ve bilişim teknolojileri kullanımı,
- Şeffaflık,
- Güvenirlilik
- Konfor
- Emniyet
- Çevreye ve insana duyarlılık
- Gelişime açıklık

3.5. Yöntem

Bu çalışmada kullanılan girdi ve çıktılara ait veriler, Devlet Hava Meydanları İşletmesi Genel Müdürlüğü tarafından her yıl hazırlanan 2008, 2009, 2010 ve 2011 İstatistik Yıllığı kitaplarından alınmıştır. Elde edilen bu veriler EMS(Efficiency Measurement System) version 1.3. paket programı ile analiz edilmiştir.

Çalışmada havalimanı yönetimlerinin çıktıları yönlendirme imkânları olmadığı dikkate alınarak girdiye yönelik VZA yöntemi kullanılmıştır. Burada amaç, aynı çıktı seviyesinin mümkün olan en düşük girdi seviyesi ile elde edilmesidir.

3.6. Uygulamanın Değerlendirilmesi

3.6.1. *Analize Alınacak Karar Verme Birimlerinin Seçimi*

Veri Zarflama Analizinde ilk aşama, birbirleriyle karşılaştırmalı etkinlik ölçümü yapılacak olan karar verme birimlerinin seçimini içerir. Gözlem kümesinin homojen olması, elde edilecek sonuçların anlamlı olabilmesi açısından oldukça önemlidir.

Bu çalışmada Türkiye’de bulunan 46 adet havalimanı karar verme birimi olarak ele alınmış fakat bazı yıllara ait veriler bulunamadığından (çeşitli yıllarda havalimanlarının yolcu trafiğine kapanmasından dolayı) 9 adet havalimanı çalışmaya dahil edilmemiş, 37 adet havalimanıyla analiz yapılmıştır.

Aşağıda çalışma kapsamındaki havalimanlarına ilişkin kısa açıklamalara yer verilmiştir. Bu bilgilere DHMİ internet sitesinden (www.dhmi.gov.tr) ulaşılmıştır.

3.6.2. *Çalışmaya Dahil Edilen Havalimanlarının Tanıtımı*

Bir önceki bölümde belirtildiği üzere bu çalışmada Türkiye’de bulunan 37 adet havalimanıyla analiz yapılmıştır. Bu kısımda analize tabi tutulan bu havalimanlarının genel özellikleri ilgili kısaca bilgiler bulunmaktadır. Bu bilgilere DHMİ internet sitesinden (www.dhmi.gov.tr) ulaşılmış ve bu bilgiler tablolaştırılarak sunulmuştur.

Tablo3.1. Havalimanlarına İlişkin Bilgiler

Havalimanları	Bulunduğu Şehir	Hizmete Giriş Yılı	Havaalanı Statüsü	ICAO Kodu	IATA	Trafik Tipi	Terminal Alanı (m ²)
İstanbul Atatürk	İstanbul	1953	Sivil	LTBA	IST	İç/Dış Hat	345.270
Ankara Esenboğa	Ankara	1955	Sivil	LTAC	ESB	İç/Dış Hat	182.000
İzmir Adnan Menderes	İzmir	1987	Sivil	LTBJ	ADB	İç/Dış Hat	136.199
Antalya	Antalya	1960	Sivil	LTAI	AYT	İç/Dış Hat	168.159
Muğla Dalaman	Muğla	1981	Sivil/Askeri	LTBS	DLM	İç/Dış Hat	118.005
Muğla Milas Bodrum	Muğla	İç 1997 Dış 1998	Sivil	LTFE	BJV	İç/Dış Hat	17.336
Adana	Adana	1937	Sivil	LTAF	ADA	İç/Dış Hat	10.365
Trabzon	Trabzon	1957	Sivil	LTGZ	TZX	İç/Dış Hat	23.745
Isparta Süleyman Demirel	Isparta	1997	Sivil	LTFC	ISE	İç/Dış Hat	5.400
Nevşehir Kapadokya	Nevşehir	1998	Sivil	LTAZ	NAV	İç/Dış Hat	3.500
Erzurum	Erzurum	1966	Sivil/Askeri	LTCE	ERZ	İç/Dış Hat	12.950
Gaziantep	Gaziantep	1976	Sivil	LTAJ	GZT	İç/Dış Hat	22.790
Adıyaman	Adıyaman	1998	Sivil	LTCP	ADF	İç Hat	1200
Ağrı	Ağrı	1997	Sivil	LTGO	AJI	İç/Dış Hat	751
Amasya Merzifon	Amasya	2008	Sivil/Askeri	LTAP	MZH	İç Hat	1200
Bursa Yenişehir	Bursa	2000	Sivil/Askeri	LTBR	YEI	İç/Dış Hat	12.716
Çanakkale	Çanakkale	1995	Sivil/Askeri	LTBH	CKZ	İç/Dış Hat	1.200
Denizli Çardak	Denizli	1991	Sivil/Askeri	LTAY	DNZ	İç/Dış Hat	16.890
Diyarbakır	Diyarbakır	1952	Sivil/Askeri	LTCC	DIY	İç Hat	8.680
Elazığ	Elazığ	1940	Sivil/Askeri	LTCA	EZS	İç/Dış Hat	2.115
Erzincan	Erzincan	1988	Sivil/Askeri	LTCD	ERC	İç Hat	27.132
Hatay	Hatay	2007	Sivil	LTDA	HTD	İç/Dış Hat	43.688
Kahramanmaraş	Kahramanmaraş	1996	Sivil	LTCN	KCM	İç Hat	1.540
Kars	Kars	1988	Sivil	LTCF	KSY	İç/Dış Hat	2.860
Kayseri	Kayseri	1998	Sivil/Askeri	LTAU	ASR	İç/Dış Hat	22.000
Konya	Konya	2000	Sivil/Askeri	LTAN	KYA	İç/Dış Hat	5.166
Malatya	Malatya	1941	Sivil/Askeri	LTAT	MLX	İç/Dış Hat	9.545
Mardin	Mardin	1999	Sivil	LTCR	MQM	İç Hat	1.500
Muş	Muş	1992	Sivil/Askeri	LTCK	MSR	İç Hat	1.503
Samsun Çarşamba	Samsun	1998	Sivil	LTFH	SZF	İç/Dış Hat	11.500
Sinop	Sinop	1993	Sivil	LTCM	SIC	İç/Dış Hat	650
Sivas Nuri Demirağ	Sivas	1957	Sivil	LTAR	VAS	İç/Dış Hat	20.047
Şanlıurfa GAP	Şanlıurfa	2007	Sivil	LTCS	GNV	İç/Dış Hat	12.000
Tekirdağ Çorlu	Tekirdağ	1988	Sivil/Askeri	LTBU	TEQ	İç/Dış Hat	6.521
Uşak	Uşak	1998	Sivil/Askeri	LTBO	USQ	İç Hat	1.460
Van Ferit Melen	Van	1943	Sivil	LTCI	VAN	İç/Dış Hat	4.410
İstanbul Sabiha Gökçen	İstanbul	2001	Sivil	LTFJ	SAW	İç/Dış Hat	148.011

3.6.3. Analizde Kullanılacak Girdi ve Çıktı Kümelerinin Seçimi

Veri Zarflama Analizi, veri tabanlı bir etkinlik ölçme tekniği olduğu için yapılacak ölçümün sağlıklı olması seçilen girdi ve çıktılarının anlamlı olması ile mümkündür. Buradaki amaç, gözlem kümesini en iyi şekilde ifade edecek girdi ve çıktılarının kümelerinin seçilmesidir. Bu amaçla havalimanlarının görelî etkinliklerinin analizi için optimal sonucu verecek girdi ve çıktı kümeleri belirlenmiştir. Bunun için kümeler belirlenirken havacılık sektöründe literatürde daha önce yapılmış benzer çalışmalar dikkate alınmıştır. Bu sektörde yapılan bazı etkinlik çalışmaları ve kullanılan değişkenler Tablo 3.2’de yer almaktadır.

Tablo 3.2. Havaalanı Etkinliğinin Belirlenmesinde Veri Zarflama Analizine Dayalı Çalışmalar

Yazarlar	Uygulama Alanı	Methodoloji	Girdiler	Çıktılar
Gillen ve Lall (1997)	Amerika	VZA /CRS Çıktı Odaklı Model	Pist Sayısı Giriş Sayısı Terminal Alanı Çalışan Sayısı Havaalanı Alanı Araba Park Alanı Bagaj Toplama Bantları	Yolcular Kargo İniş ve Kalkış, Banliyo Hareketleri
Sarkis (2000)	Amerika	VZA /CRS Çıktı Odaklı Model	Pist Sayısı Giriş Sayısı Operasyon Maliyetleri Çalışan Sayısı	Yolcular Kargo İniş ve Kalkış Operasyon Gelirleri Genel Havacılık
Martin ve Roman (2001)	İspanya	VZA /CRS Çıktı Odaklı Model	Çalışan Sayısı Sermaye Materyaller	Yolcular Kargo İniş ve Kalkış
Fernandes ve Pacheco (2002)	Brezilya	VZA /CRS Çıktı Odaklı Model	Havaalanı Alanı Check-In Counter Yolcuların Bekleme Salonu Araba Park Alanları Bagaj Alanı	Yolcular
Bazargan ve Vasigh (2003)	Amerika	VZA Girdi Odaklı Model	Pist Sayısı Giriş Sayısı Operasyon Maliyetleri	Yolcular Kargo İniş ve Kalkış Havacılıkla İlgili Gelirler
Pacheco ve Fernandes (2003)	Brezilya	VZA Girdi- Çıktı Odaklı Model	Bordo Çalışan Sayısı Operasyon Maliyetleri	Yolcular Kargo Operasyon Gelirleri Ticari Gelirler
Yoshida ve Fujimoto (2004)	Japonya	VZA /CRS Girdi Odaklı Model	Pist Sayısı Terminal Alanı Çalışan Sayısı Parasal Erişim Maliyeti Zaman Erişim Maliyeti	Yolcular Kargo İniş ve Kalkış

Tablo 3.2.'in devamı

Yu (2004)	Tayvan	VZA /CRS	Pist Sayısı Apron Alanı Terminal Alanı Rota Sayısı	Yolcular İniş ve Kalkış Uçak Sesi
Martin ve Roman (2006)	İspanya	VZA /CRS Çıktı Odaklı Model	Çalışan Sayısı Sermaye Materyaller	Yolcular Kargo İniş ve Kalkış
Lin ve Hong (2006)	Birkaç Ülke	VZA Girdi Odaklı Model	Çalışan Sayısı Pist Sayısı Park Alanları Bagaj Toplama Bantları Apron Sayısı	Yolcular İniş ve Kalkış
Pacheco ve diğerleri (2006)	Brezilya	VZA Girdi Odaklı Model	Bordro Operasyon Giderleri Çalışan Sayısı	Yolcular Kargo Operasyon Gelirleri Ticari Gelirler
Barros ve Dieke (2007)	İtalya	VZA /CRS Çıktı Odaklı Model	İşçilik Maliyetleri Sermaye Yatırımları İşletme Maliyetleri	Uçaklar Yolcular Kargo Yer Hizmetleri Havacılıkla İlgili Satışlar
Barbot ve diğerleri (2008)	Birkaç Ülke	VZA Girdi Odaklı Model Aylak Tabanlı Model	Çalışan Sayısı Filo Yakıt Tüketimi	Arz Edilen Koltuk- Kilometre Birim Hız- Ton
Barros ve Dieke (2008)	İtalya	VZA /CRS Çıktı Odaklı Model	İşgücü Maliyeti Operasyon Maliyetleri Sermaye	Yolcular Kargo İniş ve Kalkış Yer Hizmetleri
Barros (2008)	Arjantin	VZA/CRS Çıktı Odaklı Model	Çalışan Sayısı Pist Sayısı Ramp Terminal Alanı	Yolcular İniş ve Kalkış Kargo
Barros ve Peypoch (2009)	Avrupa(Birkaç Ülke)	VZA/CRS Çıktı Odaklı Model	Çalışan Sayısı Operasyon Maliyetleri Uçaklar	Taşıma Mesafesi Birim Yolcu-Km Geliri
Bhadra (2009)	Amerika	VZA Çıktı Odaklı Model	Jet Yakıtının Galonu Çalışan Sayısı Uçak Kullanımı	Birim Yolcu Mili Doluluk Oranı
Lam ve diğerleri (2009)	Asya(Birkaç Ülke)	VZA/CRS Girdi Odaklı Model	Çalışan Sayısı Sermaye	Yolcular Kargo İniş ve Kalkış
Chi-Lok ve Zang (2009)	Çin	VZA Çıktı Odaklı Model	Pist Sayısı Terminal Alanı	Yolcular Kargo İniş ve Kalkış
Assaf (2010)	Büyük Britanya	VZA/ CRS Çıktı Odaklı Model	FTE sayısı, Havaalanı Alanı Pist Sayısı	Yolcular Kargo İniş ve Kalkış
Marques ve Simoes (2010)	Birkaç Ülke	VZA/CRS	Pist Sayısı Terminal Alanı Çalışan Sayısı Gişe Sayısı	Yolcular Kargo İniş ve Kalkış
Suzuki ve diğerleri (2010)	Avrupa	VZA CRS Çıktı Odaklı Model	Pist Sayısı Terminal Alanı Çalışan Sayısı Kapı	Yolcular Kargo İniş ve Kalkış
Yu (2010)	Tayvan	VZA Aylak Tabanlı Model	Çalışan Sayısı Pist Sayısı Apron Sayısı Terminal Alanı	Yolcular Kargo İniş ve Kalkış

Tablo 3.2.'in devamı				
Lozano ve Gutierrez (2011)	İspanya	VZA Aylak Tabanlı Model	Pist Sayısı Apron Kapasitesi Bagaj Bantları Check-In Bölümleri Biniş Kapıları	Yolcular Kargo İniş ve Kalkış Ertelenen Uçak Oranı Ortalama Şartlı Gecikme
Curia ve diğerleri (2011)	İtalya	VZA/CRS Çıktı Odaklı Model	Çalışan Sayısı Pist Sayısı Apron Alanı	Yolcular Kargo İniş ve Kalkış
Alana ve diğerleri (2011)	Brezilya	Kesirli Programlama	Olay Sayısı	Kurbanlar Uçak Kazaları Helikopter Kazaları
Tsekeris (2011)	Yunanistan	VZA/CRS Çıktı Odaklı Model	Pist Sayısı Terminal Alanı Uçak Park Alanı Operasyon Saatleri	Yolcular Kargo İniş ve Kalkış

Kaynak: Wanke, 2012, s.1-14

Daha önce yapılan etkinlik çalışmaları göz önüne alınarak veri seti 5 girdi ve 4 çıktı olmak üzere 9 değişkenden oluşturulmuş ve değişkenler ayrıntılı olarak Tablo 3.3'de de gösterilmiştir.

Tablo 3.3. Araştırmada Kullanılan Girdi ve Çıktı Değişkenleri

Girdiler	Açıklama
1. Çalışan Sayısı	Havalimanında çalışmakta olan personel sayısı (kişi)
2. İşletme Gideri	Havalimanları tarafından yıl içinde harcanan giderler toplamı (bin TL)
3. Terminal Alanı	Havalimanının kapladığı alan (m ²)
4. Pist Sayısı	Havalimanında yer alan toplam pist sayısı (adet)
5. Apron Sayısı	Havalimanında yer alan toplam apron sayısı (adet)
Çıktılar	Açıklama
1. Yolcu Trafiği	Havalimanından uçuş yapmış yıllık toplam yolcu sayısı (kişi)
2. İşletme Geliri	Havalimanlarının yıl içinde verdikleri; hava seyrüsefer ve terminal hizmetlerinin karşılığında hava yolları şirketlerinden elde ettikleri toplam gelir (bin TL)
3. Uçak Trafiği	Havalimanlarında yıl içindeki genel, havacılık, askeri ve lokal uçuş sayısı (adet)
4. Yük Trafiği	Havalimanlarında yıl içinde taşınan toplam kargo, posta ve bagaj ağırlığı (ton)

3.6.4. Uygun VZA Modelinin Seçilmesi ve Görelî Etkinliğin Ölçülmesi

Çalışmada VZA yöntemlerinden girdiye yönelik CCR modeli kullanılarak hesaplanan 2008-2011 yılları arasında havacılık sektöründe faaliyet gösteren 37 Havalimanının görelî etkinlikleri EMS version 1.3. paket programı ile analiz edilmiş, elde edilen sonuçlar tablolar halinde sıralanıp grafiklerle desteklenmiştir.

VZA sonucu elde edilen yıllar bazında görelî etkinlik skorları Tablo 3.4'te verilmektedir. Elde edilen etkinlik skorları 0 ile 1 arasındadır. Skoru 1'e eşit olan karar verme birimleri en iyi gözlem kümesini oluşturur ve bu karar verme birimleri için 'etkindir' denebilir.

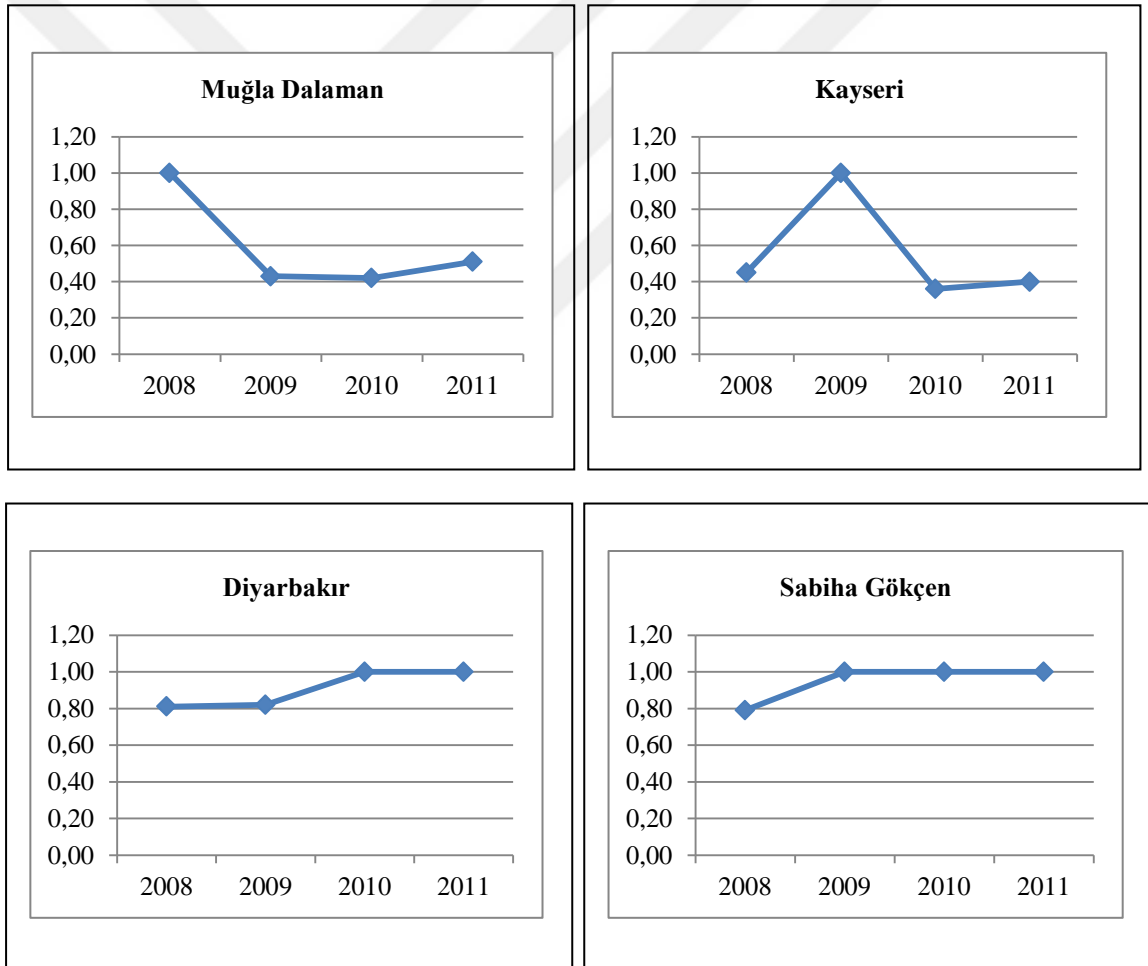
Tabloda görüldüğü gibi 37 havalimanı içerisinde İstanbul Atatürk, Antalya, Muğla Milas Bodrum, Adana, Tekirdağ Çorlu, incelenen her yıl için hesaplamalarda etkin olarak tespit edilen havalimanlarıdır. Bunun yanı sıra 2008 yılında Muğla Dalaman, 2009 yılında Kayseri, İstanbul Sabiha Gökçen, 2010 yılında Diyarbakır, İstanbul Sabiha Gökçen, 2011 yılında ise yine Diyarbakır ve İstanbul Sabiha Gökçen havalimanları etkin çıkmıştır.

Havalimanlarının 4 yıllık ortalama etkinliklerine bakacak olursak 37 havalimanı içerisinde etkinlikleri %80'in üzerinde olan sadece 8 adet havalimanı vardır ki bunların da 5 tanesi tüm yıllarda %100 etkin çıkmıştır. Geriye kalan 3 havalimanı ise Diyarbakır (%91), Van Ferit Melen(%83), ve İstanbul Sabiha Gökçen(%95)'dir. Bu durum bize çoğu havalimanının etkin olmadığını göstermektedir.

Tablo 3.4. 2008-2011 Yılları Arasında Havalimanlarının Görelî Etkinlik Skorları

	CCR (2008)	CCR (2009)	CCR (2010)	CCR (2011)	Ort. Etk.
İstanbul Atatürk	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Ankara Esenboğa	0,57	0,56	0,54	0,54	0,55
İzmir Adnan Menderes	0,54	0,57	0,56	0,54	0,55
Antalya	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Muğla Dalaman	1,00	0,43	0,42	0,51	0,59
Muğla Milas Bodrum	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Adana	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Trabzon	0,60	0,83	0,58	0,59	0,65
Isparta Süleyman Demirel	0,20	0,16	0,35	0,49	0,30
Nevşehir Kapadokya	0,19	0,14	0,17	0,17	0,17
Erzurum	0,30	0,31	0,35	0,32	0,32
Gaziantep	0,30	0,30	0,34	0,40	0,34
Adıyaman	0,29	0,22	0,33	0,15	0,25
Ağrı	0,32	0,06	0,62	0,57	0,39
Merzifon	0,09	0,13	0,20	0,14	0,14
Bursa Yenişehir	0,13	0,10	0,16	0,20	0,15
Çanakkale	0,35	0,31	0,28	0,64	0,40
Denizli Çardak	0,11	0,10	0,09	0,10	0,10
Diyarbakır	0,81	0,82	1,00	1,00	0,91
Elazığ	0,39	0,58	0,81	0,83	0,65
Erzincan	0,41	0,34	0,08	0,10	0,23
Hatay	0,61	0,85	0,26	0,22	0,49
Kahramanmaraş	0,26	0,21	0,15	0,28	0,23
Kars	0,48	0,41	0,48	0,47	0,46
Kayseri	0,45	1,00	0,36	0,40	0,55
Konya	0,32	0,35	0,56	0,48	0,43
Malatya	0,74	0,63	0,42	0,41	0,55
Mardin	0,70	0,63	0,87	0,27	0,62
Muş	0,31	0,32	0,46	0,43	0,38
Samsun Çarşamba	0,37	0,47	0,47	0,52	0,46
Sinop	0,13	0,21	0,40	0,35	0,27
Sivas Nuri Demirağ	0,31	0,25	0,07	0,11	0,19
Şanlıurfa GAP	0,11	0,22	0,16	0,13	0,16
Tekirdağ Çorlu	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Uşak	0,12	0,06	0,07	0,14	0,10
Van Ferit Melen	0,76	0,79	0,89	0,89	0,83
İstanbul Sabiha Gökçen	0,79	1,00	1,00	1,00	0,95

Şekil 3.1.'de bazı havalimanlarının 2008-2011 yılları arasında etkinlik değişimleri verilmiştir. Şekle göre Muğla Dalaman Havalimanı sadece 2008 yılında etkin çıkmış olup havalimanının diğer yıllardaki etkinliği %60'ların altında kalmıştır. Kayseri Havalimanı sadece 2009 yılında etkin çıkmış olup daha sonraki yıllarda havalimanının etkinliği giderek azalmıştır. Diyarbakır Havalimanının 2008 ve 2009 yıllarında etkinliği %80'lerdeyken havalimanı 2010 ve 2011 yıllarında etkin hale gelmiştir. İstanbul Sabiha Gökçen Havalimanı ise 2008 yılından sonra 3 yıl boyunca etkin çıkmıştır. Diğer havalimanları ile ilgili etkinlik değişimleri Ek 1'de gösterilmiştir.



Şekil 3.1. Bazı Havalimanlarının 2008-2011 Yılları Arasında Etkinlik Değişimleri

3.6.5. Referans Gruplarının Belirlenmesi

Bu kısımda yapılan analizler sonucunda, etkin olmayan havalimanlarının etkin hale getirilebilmesi için en iyi gözlemi oluşturan birimlerin bir dökümü yapılmış, bu sayede hangi girdi-çıktıların hangi miktarda artırılacağı ve hangi miktarlarda azaltılacağı belirlenmiştir. Öncelikle Tablo 3.5'te %100 etkin karar verme birimlerinin yıllar bazında kaçar defa referans oldukları gösterilmiştir. Daha sonra 2011 yılı verilerinin hesaplanan sonuçları Tablo 3.6'da gösterilmiştir.

Tablo 3.5. Karar Verme Birimlerinin Referans Olma Durumu

	2008	2009	2010	2011
İstanbul Atatürk	11	12	6	4
Antalya	20	11	14	15
Muğla Milas Bodrum	6	17	2	5
Adana	26	24	22	17
Diyarbakır	0	0	4	8
Kayseri	0	9	0	0
Tekirdağ Çorlu	11	16	17	19
İstanbul Sabiha Gökçen	0	2	5	5

Tablo 3.5'e göre 2008, 2009 ve 2010 yıllarında Adana Havalimanı sırayla 26, 24 ve 22 defa etkin olmayan diğer havalimanlarına referans olurken, 2011 yılında Tekirdağ Çorlu Havalimanı 19 defa etkin olmayan diğer havalimanlarına referans olmuştur.

Tablo 3.6. 2011 Yılı Etkin Olmayan Firmaların Referans Alabileceği Firmalar

	Havalimanları	Referanslar
1	İstanbul Atatürk	4
2	Antalya	15
3	İstanbul Sabiha Gökçen	5
4	İzmir Adnan Menderes	1 (0,04) 2 (0,30) 3 (0,07)
5	Ankara Esenboğa	2 (0,24) 3 (0,36)
6	Muğla Dalaman	2 (0,17)
7	Muğla Milas Bodrum	5
8	Adana	17
9	Trabzon	2 (0,04) 7 (0,35) 8 (0,00) 35 (0,11)
10	Diyarbakır	8
11	Gaziantep	2 (0,03) 7 (0,14) 35 (0,16)
12	Kayseri	2 (0,05) 10 (0,05) 35 (0,12)
13	Samsun Çarşamba	2 (0,01) 7 (0,15) 8 (0,10) 35 (0,03)
14	Van Ferit Melen	8 (0,23) 10 (0,18)
15	Erzurum	2 (0,00) 8 (0,05) 10 (0,34) 35 (0,04)
16	Hatay	1 (0,00) 3 (0,05)
17	Konya	2 (0,00) 7 (0,01) 8 (0,14) 35 (0,02)
18	Malatya	2 (0,01) 10 (0,22) 35 (0,11)
19	Elazığ	8 (0,17)
20	Kars	8 (0,09) 10 (0,04)
21	Şanlıurfa GAP	2 (0,00) 10 (0,07) 35 (0,03)
22	Sivas Nuri Demirağ	1 (0,00) 2 (0,00) 35 (0,02)
23	Erzincan	3 (0,02) 35 (0,02)
24	Muş	8 (0,06) 10 (0,01)
25	Denizli Çardak	1 (0,00) 2 (0,00) 35 (0,04)
26	Nevşehir Kapadokya	8 (0,05) 35 (0,01)
27	Ağrı	8 (0,04)
28	Mardin	2 (0,00) 8 (0,04) 10 (0,00)
29	Bursa Yenişehir	2 (0,01) 35 (0,18)
30	Kahramanmaraş	8 (0,03) 35 (0,02)
31	Çanakkale	8 (0,02) 35 (0,09)
32	Sinop	8 (0,02) 35 (0,01)
33	Merzifon	8 (0,01) 35 (0,00)
34	Adıyaman	7 (0,00) 8 (0,02)
35	Tekirdağ Çorlu	19
36	Isparta Süleyman Demirel	3 (0,00) 35 (0,37)
37	Uşak	8 (0,00) 35 (0,02)

Tablo 3.6'ya bakıldığında havalimanlarına, referans sütunundaki bilgilerin açıklanması için gerekli olan birer sıra numarası verilmiştir. Tabloda öncelikle göz önünde bulundurulması gereken bulgular, %100 etkin karar verme birimlerinin ilgili yıl olan 2011 yılında kaçar defa referans olduklarıdır. Buna göre, tablodan da anlaşılacağı üzere, İstanbul Atatürk 4; Antalya 15; İstanbul Sabiha Gökçen 5; Muğla Milas Bodrum 5; Adana 17; Diyarbakır 8; Tekirdağ Çorlu 19 defa diğer ülkelere referans olmuşlardır.

Etkin olmayan havalimanları ile ilgili sonuçlar değerlendirilecek olursa, örneğin İzmir Adnan Menderes Havalimanı için 1(0,04), 2(0,30), 3(0,07) değerlerinin içerdikleri anlam şöyle ifade edilebilir. İzmir Adnan Menderes Havalimanı için parantez dışındaki sayılar havalimanına referans olan diğer havalimanlarının sıra numaralarıdır. Yani 1 sayısı % 100 etkin havalimanlarından İstanbul Atatürk Havalimanını; 2 sayısı Antalya Havalimanını; 3 sayısı ise İstanbul Sabiha Gökçen Havalimanını temsil etmektedir. Parantez içerisindeki değerler ise havalimanının söz konusu referanslara verdiği ağırlıkları göstermektedir. Bu ağırlıklar daha sonra etkin olmayan havalimanlarının hedeflenen değerlerinin bulunmasında yardımcı olacaktır. Söz konusu yorumlar diğer havalimanları içinde benzer şekilde yapılabilir. Diğer yıllara ilişkin referans durumları Ek2, Ek3 ve Ek 4'te verilmiştir.

3.6.6. *Etkin Olmayan Karar Verme Birimleri İçin Hedef Belirlenmesi*

Son olarak Veri Zarflama Analizi uygulamalarının en önemli özelliklerinden birisi olan etkin olmayan karar birimleri için potansiyel iyileştirme oranları hakkında bilgi verilmiş ve analiz sonucunda elde edilen bulgular tablolaştırılmıştır.

Veri Zarflama Analizinde, etkin olmayan karar verme birimleri için potansiyel iyileştirme oranları, bu birimlerin etkinliğe ulaşabilmeleri için yapmaları gerekenler hakkında oldukça net bilgiler sunmaktadır. Fakat bu bilgiler, her defasında analizde kullanılan modele uygun bir şekilde yorumlanmalıdır. Aksi halde yapılan değerlendirmeler anlamsız hale gelir. Bu tez çalışmasının uygulama kısmında girdiye yönelik CCR modeli kullanıldığından yapılacak yorumlar, girdi kümesinde yer alan değişkenlerle ilgili olacaktır.

Bu bağlamda analiz kapsamına alınmış 37 havalimanından görel olarak etkin olmayan 30 tanesinin 2011 yılı için potansiyel iyileştirme oranları Tablo 3.6'da gösterilmiştir.

Tabloya bakıldığında 3 adet sütun bulunmaktadır.

- Gerçekleşen değerler,
- Hedeflenen değerler,
- Potansiyel iyileştirmeler.

İlk sütun olan gerçekleşen hedefler, DHMİ Genel Müdürlüğü tarafından hazırlanan İstatistik Yıllığı Kitabında yer alan etkin olmayan havalimanlarıyla ilgili girdi ve çıktılara ilişkin verilerdir. İkinci sütun olan hedeflenen değerler ise Tablo 3.6'da bahsedilen ağırlıklar sonucu bulunan değerlerdir. Üçüncü sütun olan potansiyel iyileştirmeler ise $(\text{Hedeflenen Değer} - \text{Geçekleşen Değer}) / \text{Geçekleşen Değer} * 100$ formülü ile bulunan değerlerdir.

Tablo 3.7. 2011 Yılı Etkin Olmayan Karar Verme Birimlerinin İyileştirme Oranları

		Gerçekleşen Değer	Hedeflenen Değer	Potansiyel İyileştirmeler(%)
İzmir Adnan Menderes	Çalışan Sayısı {I}	650	224	-65
	İşletme Gideri {I}	60050	24893	-59
	Terminal Alanı {I}	136199	74619	-45
	Pist Sayısı {I}	2	1	-46
	Apron Sayısı {I}	3	2	-45
	Yolcu Trafığı {O}	8523533	9922812	16
	İşletme Geliri {O}	93112	219862	136
	Uçak Trafığı {O}	70327	70926	1
	Yük Trafığı {O}	100792	208229	107
Ankara Esenboğa	Çalışan Sayısı {I}	1202	239	-80
	İşletme Gideri {I}	88276	22152	-75
	Terminal Alanı {I}	182000	93642	-49
	Pist Sayısı {I}	2	1	-46
	Apron Sayısı {I}	4	2	-46
	Yolcu Trafığı {O}	8485467	10731519	26
	İşletme Geliri {O}	61196	171225	180
	Uçak Trafığı {O}	82965	83242	0
	Yük Trafığı {O}	92928	188294	103
Muğla Dalaman	Çalışan Sayısı {I}	344	94	-73
	İşletme Gideri {I}	29364	10498	-64
	Terminal Alanı {I}	118005	28587	-76
	Pist Sayısı {I}	2	1	-50
	Apron Sayısı {I}	1	1	0
	Yolcu Trafığı {O}	3732374	4254702	14
	İşletme Geliri {O}	54433	100485	85
	Uçak Trafığı {O}	27865	28004	1
	Yük Trafığı {O}	49710	86452	74
Trabzon	Çalışan Sayısı {I}	228	119	-48
	İşletme Gideri {I}	26543	15481	-42
	Terminal Alanı {I}	23745	13511	-43
	Pist Sayısı {I}	1	1	0
	Apron Sayısı {I}	1	1	0
	Yolcu Trafığı {O}	2280017	2191767	-4
	İşletme Geliri {O}	17053	55298	224
	Uçak Trafığı {O}	19554	18929	-3
	Yük Trafığı {O}	22601	36433	61

Tablo 3.7.'nin devamı

		Gerçekleşen Değer	Hedeflenen Değer	Potansiyel İyileştirmeler(%)
Gaziantep	Çalışan Sayısı {I}	197	67	-66
	İşletme Gideri {I}	25042	8286	-67
	Terminal Alanı {I}	22790	8515	-63
	Pist Sayısı {I}	2	1	-50
	Apron Sayısı {I}	1	1	0
	Yolcu Trafığı {O}	1314508	1232096	-6
	İşletme Geliri {O}	11437	30832	170
	Uçak Trafığı {O}	13099	12570	-4
	Yük Trafığı {O}	14352	23463	63
Kayseri	Çalışan Sayısı {I}	106	45	-58
	İşletme Gideri {I}	16379	4888	-70
	Terminal Alanı {I}	22000	9624	-56
	Pist Sayısı {I}	1	1	0
	Apron Sayısı {I}	1	1	0
	Yolcu Trafığı {O}	1223760	1343226	10
	İşletme Geliri {O}	11358	30411	168
	Uçak Trafığı {O}	10991	11717	7
	Yük Trafığı {O}	15895	28032	76
Samsun Çarşamba	Çalışan Sayısı {I}	162	81	-50
	İşletme Gideri {I}	17235	8781	-49
	Terminal Alanı {I}	11500	5514	-52
	Pist Sayısı {I}	1	1	0
	Apron Sayısı {I}	1	1	-49
	Yolcu Trafığı {O}	1155158	1083917	-6
	İşletme Geliri {O}	8246	22207	169
	Uçak Trafığı {O}	10614	10035	-5
	Yük Trafığı {O}	11741	15344	31
Van Ferit Melen	Çalışan Sayısı {I}	113	101	-11
	İşletme Gideri {I}	10884	8275	-24
	Terminal Alanı {I}	4410	3946	-11
	Pist Sayısı {I}	1	1	0
	Apron Sayısı {I}	1	1	-13
	Yolcu Trafığı {O}	1057132	1057430	0
	İşletme Geliri {O}	5120	7884	54
	Uçak Trafığı {O}	10270	10546	3
	Yük Trafığı {O}	10729	11119	4

Tablo 3.7.'nin devamı

		Gerçekleşen Değer	Hedeflenen Değer	Potansiyel İyileştirmeler(%)
Erzurum	Çalışan Sayısı {I}	182	56	-69
	İşletme Gideri {I}	20429	5410	-74
	Terminal Alanı {I}	12950	3730	-71
	Pist Sayısı {I}	2	1	-50
	Apron Sayısı {I}	3	1	-82
	Yolcu Trafığı {O}	805337	753120	-6
	İşletme Geliri {O}	5505	4297	-22
	Uçak Trafığı {O}	7861	7406	-6
	Yük Trafığı {O}	7561	7681	2
Hatay	Çalışan Sayısı {I}	73	15	-80
	İşletme Gideri {I}	14964	1018	-93
	Terminal Alanı {I}	43688	7401	-83
	Pist Sayısı {I}	1	1	0
	Apron Sayısı {I}	1	1	0
	Yolcu Trafığı {O}	689586	656234	-5
	İşletme Geliri {O}	5899	4078	-31
	Uçak Trafığı {O}	6343	6070	-4
	Yük Trafığı {O}	7837	9201	17
Konya	Çalışan Sayısı {I}	127	55	-57
	İşletme Gideri {I}	10133	4426	-56
	Terminal Alanı {I}	5166	1755	-66
	Pist Sayısı {I}	2	1	-50
	Apron Sayısı {I}	1	1	0
	Yolcu Trafığı {O}	600871	488481	-19
	İşletme Geliri {O}	4089	4881	19
	Uçak Trafığı {O}	6520	5639	-14
	Yük Trafığı {O}	6115	5791	-5
Malatya	Çalışan Sayısı {I}	93	39	-58
	İşletme Gideri {I}	10605	4113	-61
	Terminal Alanı {I}	9545	4309	-55
	Pist Sayısı {I}	2	1	-50
	Apron Sayısı {I}	1	1	0
	Yolcu Trafığı {O}	570605	636362	12
	İşletme Geliri {O}	3376	8104	140
	Uçak Trafığı {O}	6936	7260	5
	Yük Trafığı {O}	5560	10167	83

Tablo 3.7.'nin devamı

		Gerçekleşen Değer	Hedeflenen Değer	Potansiyel İyileştirmeler(%)
Elazığ	Çalışan Sayısı {I}	100	61	-49
	İşletme Gideri {I}	10594	4707	-48
	Terminal Alanı {I}	8680	1762	-17
	Pist Sayısı {I}	1	1	0
	Apron Sayısı {I}	1	1	0
	Yolcu Trafığı {O}	1733374	550964	-49
	İşletme Geliri {O}	8084	4752	71
	Uçak Trafığı {O}	13909	5944	30
	Yük Trafığı {O}	15467	6161	3
Kars	Çalışan Sayısı {I}	81	36	-55
	İşletme Gideri {I}	9492	2916	-69
	Terminal Alanı {I}	2860	1280	-55
	Pist Sayısı {I}	1	1	0
	Apron Sayısı {I}	1	1	0
	Yolcu Trafığı {O}	377584	361022	-4
	İşletme Geliri {O}	1623	2839	75
	Uçak Trafığı {O}	2978	3703	24
	Yük Trafığı {O}	3952	3880	-2
Şanlıurfa GAP	Çalışan Sayısı {I}	96	*	-90
	İşletme Gideri {I}	18099	1059	-94
	Terminal Alanı {I}	12000	*	-93
	Pist Sayısı {I}	1	1	0
	Apron Sayısı {I}	1	1	0
	Yolcu Trafığı {O}	231323	122630	-47
	İşletme Geliri {O}	1538	679	-56
	Uçak Trafığı {O}	2474	1670	-33
	Yük Trafığı {O}	2077	1541	-26
Sivas Nuri Demirağ	Çalışan Sayısı {I}	74	*	-97
	İşletme Gideri {I}	10748	212	-98
	Terminal Alanı {I}	20047	*	-99
	Pist Sayısı {I}	1	1	0
	Apron Sayısı {I}	2	1	-50
	Yolcu Trafığı {O}	228599	862	-100
	İşletme Geliri {O}	1236	75	-94
	Uçak Trafığı {O}	2382	464	-81
	Yük Trafığı {O}	2248	305	-86

*Veriler oldukça düşük çıktığından sadece azaltılması yönünde yorum yapılmıştır.

Tablo 3.7.'nin devamı

		Gerçekleşen Değer	Hedeflenen Değer	Potansiyel İyileştirmeler(%)
Erzincan	Çalışan Sayısı {I}	73	*	-89
	İşletme Gideri {I}	13324	619	-95
	Terminal Alanı {I}	27132	3091	-89
	Pist Sayısı {I}	1	1	0
	Apron Sayısı {I}	2	1	-50
	Yolcu Trafığı {O}	207074	263356	27
	İşletme Geliri {O}	984	1707	73
	Uçak Trafığı {O}	2487	2892	16
	Yük Trafığı {O}	2074	3986	92
Muş	Çalışan Sayısı {I}	49	23	-54
	İşletme Gideri {I}	4870	1767	-64
	Terminal Alanı {I}	1503	*	-53
	Pist Sayısı {I}	1	1	0
	Apron Sayısı {I}	1	1	0
	Yolcu Trafığı {O}	196546	211792	8
	İşletme Geliri {O}	906	1758	94
	Uçak Trafığı {O}	1804	2237	24
	Yük Trafığı {O}	1921	2329	21
Denizli Çardak	Çalışan Sayısı {I}	87	*	-95
	İşletme Gideri {I}	14179	424	-97
	Terminal Alanı {I}	16890	*	-98
	Pist Sayısı {I}	1	1	0
	Apron Sayısı {I}	1	1	0
	Yolcu Trafığı {O}	174627	1725	-99
	İşletme Geliri {O}	1237	151	-88
	Uçak Trafığı {O}	2299	928	-60
	Yük Trafığı {O}	1630	611	-63
Nevşehir Kapadokya	Çalışan Sayısı {I}	123	19	-85
	İşletme Gideri {I}	10898	1490	-86
	Terminal Alanı {I}	3500	*	-83
	Pist Sayısı {I}	1	1	0
	Apron Sayısı {I}	1	1	0
	Yolcu Trafığı {O}	157792	162480	3
	İşletme Geliri {O}	1128	1435	27
	Uçak Trafığı {O}	2017	1980	-2
	Yük Trafığı {O}	1884	1965	4

*Veriler oldukça düşük çıktığından sadece azaltılması yönünde yorum yapılmıştır.

Tablo 3.7.'nin devamı

		Gerçekleşen Değer	Hedeflenen Değer	Potansiyel İyileştirmeler(%)
Ağrı	Çalışan Sayısı {I}	61	14	-76
	İşletme Gideri {I}	6061	1107	-82
	Terminal Alanı {I}	751	415	-45
	Pist Sayısı {I}	1	1	0
	Apron Sayısı {I}	1	1	0
	Yolcu Trafığı {O}	134519	129639	-4
	İşletme Geliri {O}	271	1118	313
	Uçak Trafığı {O}	1334	1399	5
	Yük Trafığı {O}	1370	1450	6
Mardin	Çalışan Sayısı {I}	48	*	-70
	İşletme Gideri {I}	7048	1107	-84
	Terminal Alanı {I}	1500	*	-72
	Pist Sayısı {I}	1	1	0
	Apron Sayısı {I}	1	1	0
	Yolcu Trafığı {O}	122912	129639	5
	İşletme Geliri {O}	1114	1118	0
	Uçak Trafığı {O}	1252	1399	12
	Yük Trafığı {O}	1224	1450	18
Bursa Yenişehir	Çalışan Sayısı {I}	133	24	-82
	İşletme Gideri {I}	15297	2524	-83
	Terminal Alanı {I}	12716	2855	-78
	Pist Sayısı {I}	2	1	-50
	Apron Sayısı {I}	1	1	0
	Yolcu Trafığı {O}	111550	258038	131
	İşletme Geliri {O}	1382	6590	377
	Uçak Trafığı {O}	5565	5825	5
	Yük Trafığı {O}	1634	7833	379
Kahramanmaraş	Çalışan Sayısı {I}	64	13	-80
	İşletme Gideri {I}	6370	1042	-84
	Terminal Alanı {I}	1540	441	-71
	Pist Sayısı {I}	1	1	0
	Apron Sayısı {I}	1	1	0
	Yolcu Trafığı {O}	95740	98091	2
	İşletme Geliri {O}	384	914	138
	Uçak Trafığı {O}	1492	1513	1
	Yük Trafığı {O}	949	1392	47

*Veriler oldukça düşük çıktığından sadece azaltılması yönünde yorum yapılmıştır.

Tablo 3.7.'nin devamı

		Gerçekleşen Değer	Hedeflenen Değer	Potansiyel İyileştirme r(%)
Çanakkale	Çalışan Sayısı {I}	63	16	-74
	İşletme Gideri {I}	5794	1507	-74
	Terminal Alanı {I}	1200	794	-34
	Pist Sayısı {I}	1	1	0
	Apron Sayısı {I}	2	1	-50
	Yolcu Trafığı {O}	60543	68700	13
	İşletme Geliri {O}	250	898	259
	Uçak Trafığı {O}	2699	2788	3
	Yük Trafığı {O}	421	2099	398
Sinop	Çalışan Sayısı {I}	48	*	-83
	İşletme Gideri {I}	4489	660	-85
	Terminal Alanı {I}	650	*	-58
	Pist Sayısı {I}	1	1	0
	Apron Sayısı {I}	1	1	0
	Yolcu Trafığı {O}	58438	65251	12
	İşletme Geliri {O}	404	597	48
	Uçak Trafığı {O}	781	931	19
	Yük Trafığı {O}	577	877	52
Merzifon	Çalışan Sayısı {I}	53	*	-93
	İşletme Gideri {I}	4375	277	-94
	Terminal Alanı {I}	1200	*	-91
	Pist Sayısı {I}	1	1	0
	Apron Sayısı {I}	1	1	0
	Yolcu Trafığı {O}	48035	32410	-33
	İşletme Geliri {O}	364	280	-23
	Uçak Trafığı {O}	562	350	-38
	Yük Trafığı {O}	358	362	1
Adıyaman	Çalışan Sayısı {I}	58	*	-88
	İşletme Gideri {I}	5498	554	-90
	Terminal Alanı {I}	1200	*	-83
	Pist Sayısı {I}	1	1	0
	Apron Sayısı {I}	1	1	0
	Yolcu Trafığı {O}	45346	64819	43
	İşletme Geliri {O}	515	559	9
	Uçak Trafığı {O}	578	699	21
	Yük Trafığı {O}	357	725	103

*Veriler oldukça düşük çıktığından sadece azaltılması yönünde yorum yapılmıştır.

Tablo 3.7.'nin devamı

		Gerçekleşen Değer	Hedeflenen Değer	Potansiyel İyileştirmeler(%)
Isparta Süleyman Demirel	Çalışan Sayısı {I}	78	37	-52
	İşletme Gideri {I}	8312	3919	-53
	Terminal Alanı {I}	5400	2413	-55
	Pist Sayısı {I}	1	1	0
	Apron Sayısı {I}	1	1	0
	Yolcu Trafığı {O}	21559	15954	-26
	İşletme Geliri {O}	626	1395	123
	Uçak Trafığı {O}	8870	8587	-3
	Yük Trafığı {O}	159	5648	3452
Uşak	Çalışan Sayısı {I}	65	*	-97
	İşletme Geliri {I}	5064	212	-96
	Terminal Alanı {I}	1460	*	-91
	Pist Sayısı {I}	1	1	0
	Apron Sayısı {I}	1	1	0
	Yolcu Trafığı {O}	15267	862	-94
	İşletme Geliri {O}	182	75	-59
	Uçak Trafığı {O}	706	464	-34
	Yük Trafığı {O}	112	305	173

*Veriler oldukça düşük çıktığından sadece azaltılması yönünde yorum yapılmıştır.

Tablo 3.7'yi yorumlayacak olursak İzmir Adnan Menderes Havalimanı için CCR modeline göre, çalışan sayısını 650'den 224'e, işletme gelirini 60050 milyon TL'den 24893 milyon TL'ye, terminal alanını 136199m²'den 74619m²'ye, pist sayısını 2'den 1'e, apron sayısını 3'den 2'ye düşürmelidir. Bu durumda İzmir Adnan Menderes Havalimanı'nın 0,54 olan etkinlik skoru 1'e ulaşacaktır.

Ankara Esenboğa Havalimanı için CCR modeline göre, çalışan sayısını 1202'den 239'a, işletme gelirini 88276 milyon TL'den 22152 milyon TL'ye, terminal alanını 182000m²'den 93642m²'ye, pist sayısını 2'den 1'e, apron sayısını 4'den 2'ye düşürmelidir. Bu durumda Ankara Esenboğa Havalimanı'nın 0,54 olan etkinlik skoru 1'e ulaşacaktır. Ankara'nın konumundan dolayı, diğer havalimanlarından farklı tutulup daha detaylı bir çalışma ile incelenerek etkin olmamasının gerçek sebepleri araştırılabilir.

Muğla Dalaman Havalimanı için CCR modeline göre, çalışan sayısını 344'den 94'e, işletme gelirini 29364 milyon TL'den 10498 milyon TL'ye, terminal alanını 118005m²'den 28587m²'ye, pist sayısını 2'den 1'e düşürmelidir. Bu durumda Muğla Dalaman Havalimanı'nın 0,51 olan etkinlik skoru 1'e ulaşacaktır.

Trabzon Havalimanı için CCR modeline göre, çalışan sayısını 228'den 119'a, işletme gelirini 26543 milyon TL'den 15481 milyon TL'ye, terminal alanını 23745m²'den 13511m²'ye düşürmelidir. Bu durumda Trabzon Havalimanı'nın 0,59 olan etkinlik skoru 1'e ulaşacaktır.

Gaziantep Havalimanı için CCR modeline göre, çalışan sayısını 197'den 67'ye, işletme gelirini 25042 milyon TL'den 8286 milyon TL'ye, terminal alanını 22790m²'den 8515m²'ye, pist sayısını 2'den 1'e düşürmelidir. Bu durumda Gaziantep Havalimanı'nın 0,40 olan etkinlik skoru 1'e ulaşacaktır.

Kayseri Havalimanı için CCR modeline göre, çalışan sayısını 106'dan 45'e, işletme gelirini 16379 milyon TL'den 4888 milyon TL'ye, terminal alanını 22000m²'den 9624m²'ye düşürmelidir. Bu durumda Kayseri Havalimanı'nın 0,40 olan etkinlik skoru 1'e ulaşacaktır.

Samsun Çarşamba Havalimanı için CCR modeline göre, çalışan sayısını 162'den 81'e, işletme gelirini 17235 milyon TL'den 8781 milyon TL'ye, terminal alanını 11500m²'den 5514m²'ye düşürmelidir. Bu durumda Samsun Çarşamba Havalimanı'nın 0,52 olan etkinlik skoru 1'e ulaşacaktır.

Van Ferit Melen Havalimanı için CCR modeline göre, çalışan sayısını 113'den 101'e, işletme gelirini 10884 milyon TL'den 8275 milyon TL'ye, terminal alanını 4410m²'den 3946m²'ye düşürmelidir. Bu durumda Van Ferit Melen Havalimanı'nın 0,89 olan etkinlik skoru 1'e ulaşacaktır.

Erzurum Havalimanı için CCR modeline göre, çalışan sayısını 182'den 56'a, işletme gelirini 20429 milyon TL'den 5410 milyon TL'ye, terminal alanını 12950m²'den 3730m²'ye, pist sayısını 2'den 1'e, apron sayısını 3'den 1'e düşürmelidir. Bu durumda Erzurum Havalimanı'nın 0,32 olan etkinlik skoru 1'e ulaşacaktır. Bu havalimanının yolcu trafiği verilerinden hareketle kış turizmi dönemlerinde yoğun, diğer dönemlerde ise daha durgun bir hava trafiği yaşadığı görülmektedir. Bu yüzden bu havalimanıyla ilgili aylık veriler üzerinden çalışılarak tespitler yapılabilir.

Hatay Havalimanı için CCR modeline göre, çalışan sayısını 73'den 15'e, işletme gelirini 14964 milyon TL'den 1018 milyon TL'ye, terminal alanını 43688m²'den 7401m²'ye düşürmelidir. Bu durumda Hatay Havalimanı'nın 0,22 olan etkinlik skoru 1'e ulaşacaktır.

Konya Havalimanı için CCR modeline göre, çalışan sayısını 127'den 55'e, işletme gelirini 10133 milyon TL'den 4426 milyon TL'ye, terminal alanını 5166m²'den 1755m²'ye, pist sayısını 2'den 1'e düşürmelidir. Bu durumda Konya Havalimanı'nın 0,48 olan etkinlik skoru 1'e ulaşacaktır.

Malatya Havalimanı için CCR modeline göre, çalışan sayısını 93'den 39'a, işletme gelirini 10605 milyon TL'den 4113 milyon TL'ye, terminal alanını 9545m²'den 4309m²'ye, pist sayısını 2'den 1'e düşürmelidir. Bu durumda Malatya Havalimanı'nın 0,41 olan etkinlik skoru 1'e ulaşacaktır.

Elazığ Havalimanı için CCR modeline göre, çalışan sayısını 100'den 61'e, işletme gelirini 10594 milyon TL'den 4707 milyon TL'ye, terminal alanını 8680m²'den 1762m²'ye düşürmelidir. Bu durumda Elazığ Havalimanı'nın 0,83 olan etkinlik skoru 1'e ulaşacaktır.

Kars Havalimanı için CCR modeline göre, çalışan sayısını 81'den 36'ya, işletme gelirini 9492 milyon TL'den 2916 milyon TL'ye, terminal alanını 2860m²'den 1280m²'ye düşürmelidir. Bu durumda Kars Havalimanı'nın 0,47 olan etkinlik skoru 1'e ulaşacaktır. Bu havalimanının yolcu trafiği verilerinden hareketle kış turizmi dönemlerinde yoğun, diğer dönemlerde ise daha durgun bir hava trafiği yaşadığı görülmektedir. Bu yüzden bu havalimanıyla ilgili aylık veriler üzerinden çalışılarak tespitler yapılabilir.

Sivas Nuri Demirağ Havalimanı için CCR modeline göre, çalışan sayısını, işletme gelirini, terminal alanını, apron sayısını azaltarak 0,11 olan etkinlik skorunu 1'e ulaştırabilir.

Erzincan Havalimanı için CCR modeline göre, çalışan sayısını, işletme gelirini, terminal alanını, apron sayısını azaltarak 0,10 olan etkinlik skorunu 1'e ulaştırabilir.

Muş Havalimanı için CCR modeline göre, çalışan sayısını 49'dan 23'e, işletme gelirini 4870 milyon TL'den 1767 milyon TL'ye, terminal alanını 1503m²'den 709m²'ye düşürmelidir. Bu durumda Muş Havalimanı'nın 0,43 olan etkinlik skoru 1'e ulaşacaktır.

Denizli Çardak Havalimanı için CCR modeline göre, çalışan sayısını, işletme gelirini, terminal alanını, apron sayısını azaltarak 0,10 olan etkinlik skorunu 1'e ulaştırabilir.

Nevşehir Kapadokya Havalimanı için CCR modeline göre, çalışan sayısını, işletme gelirini, terminal alanını, apron sayısını azaltarak 0,17 olan etkinlik skorunu 1'e ulaştırabilir. Bu havalimanıyla ilgili yolcu trafiği verilerine bakıldığında turizm dönemlerinde yoğun, diğer dönemlerde ise daha durgun bir hava trafiği yaşadığı

görülmektedir. Bu yüzden bu havalimanıyla ilgili aylık veriler üzerinden çalışılarak tespitler yapılabilir.

Ağrı Havalimanı için CCR modeline göre, çalışan sayısını 61'den 24'e, işletme gelirini 6061 milyon TL'den 1107 milyon TL'ye, terminal alanını 751m²'den 915m²'ye düşürmelidir. Bu durumda Ağrı Havalimanı'nın 0,57 olan etkinlik skoru 1'e ulaşacaktır.

Mardin Havalimanı için CCR modeline göre, çalışan sayısını, işletme gelirini, terminal alanını, apron sayısını azaltarak 0,27 olan etkinlik skorunu 1'e ulaştırabilir.

Bursa Yenişehir Havalimanı için CCR modeline göre, çalışan sayısını 133'den 24'e, işletme gelirini 15297 milyon TL'den 2524 milyon TL'ye, terminal alanını 12716m²'den 2855m²'ye, pist sayısını 2'den 1'e düşürmelidir. Bu durumda Bursa Yenişehir Havalimanı'nın 0,20 olan etkinlik skoru 1'e ulaşacaktır.

Kahramanmaraş Havalimanı için CCR modeline göre, çalışan sayısını 64'den 13'e, işletme gelirini 6370 milyon TL'den 1042 milyon TL'ye, terminal alanını 1540m²'den 441m²'ye düşürmelidir. Bu durumda Kahramanmaraş Havalimanı'nın 0,28 olan etkinlik skoru 1'e ulaşacaktır.

Çanakkale Havalimanı için CCR modeline göre, çalışan sayısını 63'den 16'ya, işletme gelirini 5794 milyon TL'den 1507 milyon TL'ye, terminal alanını 1200m²'den 794m²'ye, apron sayısını 2'den 1'e düşürmelidir. Bu durumda Çanakkale Havalimanı'nın 0,64 olan etkinlik skoru 1'e ulaşacaktır.

Sinop Havalimanı için CCR modeline göre, çalışan sayısını, işletme gelirini, terminal alanını, apron sayısını azaltarak 0,35 olan etkinlik skorunu 1'e ulaştırabilir.

Merzifon Havalimanı için CCR modeline göre, çalışan sayısını, işletme gelirini, terminal alanını, apron sayısını azaltarak 0,14 olan etkinlik skorunu 1'e ulaştırabilir.

Adıyaman Havalimanı için CCR modeline göre, çalışan sayısını, işletme gelirini, terminal alanını, apron sayısını azaltarak 0,15 olan etkinlik skorunu 1'e ulaştırabilir.

Isparta Süleyman Demirel Havalimanı için CCR modeline göre, çalışan sayısını 78'den 37'ye, işletme gelirini 8312 milyon TL'den 3919 milyon TL'ye, terminal alanını 5400m²'den 2413m²'ye düşürmelidir. Bu durumda Isparta Süleyman Demirel Havalimanı'nın 0,49 olan etkinlik skoru 1'e ulaşacaktır.

Son olarak Uşak Havalimanı için CCR modeline göre, çalışan sayısını, işletme gelirini, terminal alanını, apron sayısını azaltarak 0,14 olan etkinlik skorunu 1'e ulaştırabilir.

Diğer yıllara ilişkin iyileştirme oranları Ek5, Ek 6 ve Ek 7'de verilmiştir.

3.7. Tobit Modelin Uygulanması

Bu aşamada, etkinlik üzerinde etkili olan çeşitli açıklayıcı değişkenlerin etkilerini belirlemek amacıyla VZA'dan elde edilen etkinlik skorları bağımlı değişken alınarak Tobit modeli kullanılacaktır.

Etkinlik ve etkinliğe etki eden faktörleri incelemek amacıyla VZA ile birlikte Tobit modellerinin uygulanması havacılık sektöründeki performansın iyileştirilmesine yönelik çeşitli amaçlara hizmet etmektedir.

Tobit modeli uygulamadan önce aşağıda modelle ilgili kısaca bilgi verilmiş, daha sonra analiz yapılmıştır.

Probit modelinin bir uzantısı olan Tobit Modeli, James Tobin tarafından geliştirilmiştir. Bağımlı değişkene ait bilginin sadece bazı gözlemler için söz konusu olduğu örneklem, sansürlü örneklem olarak bilinir. Bu nedenle Tobit Modeli aynı zamanda sansürlü ya da kesikli regresyon modeli olarak da adlandırılır (Gujarati, 1999, s.573).

Bağımlı değişkenin değişim aralığının herhangi bir şekilde sınırlandırıldığı regresyon modellerinde eğer belirli bir aralığın dışındaki gözlemler tamamen kaybediliyorsa kesikli model, ancak en azından bağımsız değişkenler gözlenebiliyorsa sansürlü model söz konusu olur (Üçdoğruk vd, 2001, s.14-17).

Tobit modelinde gözlenen bir kukla değişken,

$$y_i = \begin{cases} 1, y_i^* > 0 \text{ ise} \\ 0, y_i^* \leq 0 \text{ ise} \end{cases}$$

şeklinindedir. Burada $y_i^* = \beta x_i + u_i (i=1, \dots, T)$ 'dir ve $y_i^* > 0$ ise y_i^* 'nin gözlendiği, $y_i^* \leq 0$ ise y_i^* 'nin gözlenemediği varsayılmaktadır. Böylece gözlenebilen y_i ,

$$y_i = \begin{cases} y_i^* = \beta x_i + u_i & y_i^* > 0 \text{ ise} \\ 0 & y_i^* \leq 0 \text{ ise} \end{cases}$$

şeklinde ifade edilebilir. Burada $u_i \approx IN(0, \sigma^2)$ ve x_i , açıklayıcı değişkenlerin bir vektörü, β ise bilinmeyen parametreleri göstermektedir (Maddala, 1989, s.283). y_i^* , latent değişken ve y_i ise VZA'dan elde edilen skorlardır.

Tobit modelinde $y_i^* \leq 0$ olduğunda y_i^* üzerine bazı gözlemler sıfır değerini almaktadır. $y_i = \beta x_i + u_i$ modelinde negatif veya sıfır değerini alan y_i gözlemleri ihmal edildiğinde, $u_i > -\beta x_i$ için gözlemlerin modele katılması ile u_i hata terimi sıfır ortalamaya sahip olamaz. Bu nedenle u_i ortalaması sıfırdan farklı bir truncated normal dağılıma sahiptir (Maddala, 1989, s.283).

Veriler belirli bir limitin altında ya da üstünde sınırlandırıldığında örneklem verilerine uygulanan dağılım sürekli ve süreksiz dağılımların bir karması olur. Bağımlı değişken kesikli hale getirildiğinde belirli bir aralıktaki değerler tamamen tek bir değere dönüştürülmüş olur(Üçdoğruk vd., 2001, s.14-17).

Tobit modelinin tahmininde ise genellikle Maksimum Olabilirlik(ML) yöntemi kullanılmaktadır. $f(\cdot)$, standart normal dağılımın yoğunluk fonksiyonunu ve $F(\cdot)$ ise standart normal dağılımın birikimli dağılım fonksiyonunu göstermek üzere;

$$f(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{t^2}{2}\right)$$

ve

$$F(z) = \int_{-\infty}^z f(t) dt$$

ifadeleri kullanılarak Tobit Model için olabilirlik fonksiyonu(L),

$$L = \prod_{y_i > 0} \frac{1}{\sigma} f\left(\frac{y_i - \beta x_i}{\sigma}\right) \prod_{y_i \leq 0} F\left(-\frac{\beta x_i}{\sigma}\right)$$

şeklinde yazılabilir(Maddala, 1989). Olabilirlik fonksiyonu (L) β ve σ 'ya göre maksimize edildiğinde bu parametrelere ait maksimum olabilirlik(ML) tahminleri aşağıdaki gibi elde edilir:

$$L = \prod_{y_i = 0} (1 - F_i) \prod_{y_i > 0} \frac{1}{(2\pi\sigma^2)^{1/2}} x e^{-[1/(2\sigma^2)](y_i - \beta x_i)^2}$$

$$F(i) = \int_{-\infty}^{\beta x_i / \sigma} \frac{1}{(2\pi)^{1/2}} e^{-t^2/2} dt$$

Tobit modeller için hata terimlerinin normal dağıldığı veya genel olarak parametrik biçimi belli olan dağılım fonksiyonuna sahip olduğu bilindiğinde maksimum olabilirlik ve diğer olabilirlik bazlı süreçler tutarlı ve asimptotik olarak normal dağılımlı tahmin ediciler verir. Bununla birlikte olabilirlik fonksiyonunun varsayılan parametrik biçimi yanlış belirlendiğinde tahmin ediciler tutarsız olur(Kılıçkaplan ve Karpat, 2004).

Tobit Model hakkında kısaca bilgi verildikten sonra VZA'dan elde edilen etkinlik skorları bağımlı değişken alınarak model uygulanmıştır. Modelde bağımlı değişken havalimanlarının etkinlik skorları, bağımsız değişkenler ise pist sayısı, apron sayısı, çalışan sayısı, işletme gideri, terminal alanı, yolcu trafiği, uçak trafiği ve yük trafiğidir. Bazı bağımsız değişkenlerin (çalışan sayısı, işletme gideri, yolcu trafiği, uçak trafiği, yük trafiği) verilerinde aşırı uç değerler olduğundan analizin daha sağlıklı olması için modeldeki bütün verilerin öncelikle logaritmaları alınmış değerler birbirlerine yaklaştırılmıştır. Ayrıca bağımsız değişkenlerin ve hata teriminin sıfır olması halinde etkinlikten söz edilemeyeceği için modele sabit terim eklenmemiştir. Model yıllar bazında şu şekildedir:

$$\text{Etkinlik Skoru}_{t,i} = \text{Pist Sayısı}_{t,i} + \text{Apron Sayısı}_{t,i} + \text{Çalışan Sayısı}_{t,i} + \text{İşletme Gideri}_{t,i} + \text{Terminal Alanı}_{t,i} + \text{Yolcu Trafiği}_{t,i} + \text{Uçak Trafiği}_{t,i} + \text{Yük Trafiği}_{t,i} + \varepsilon_{t,i}$$

Yıllar bazında Tobit Model tanımlayıcı istatistikleri ve model sonuçları aşağıdaki tablolarda ayrıntılı bir şekilde verilmiştir.

Tablo 3.8. Analizde Kullanılan Değişkenlerin 2008 Yılı İçin Tanımlayıcı İstatistikleri

Değişkenler	Ortalama	Standart Sapma	Minumum	Maksimum
Etkinlik Skoru(Y)	0.488	0.304	0.009	1.000
Pist Sayısı(ln)	1.297	0.571	1.000	3.000
Apron Sayısı(ln)	1.541	1.850	1.000	12.000
Çalışan Sayısı(ln)	4.666	0.983	3.219	7.017
İşletme Gideri(ln)	8.967	1.036	6.982	11.329
Terminal Alanı(ln)	8.893	1.754	6.395	12.696
Yolcu Trafiği(ln)	12.590	2.066	8.837	17.167
Uçak Trafiği(ln)	8.292	1.733	5.136	12.529
Yük Trafiği(ln)	8.235	2.096	4.844	13.571

Tablo 3.9. 2008 Yılı İçin Tobit Model Sonuçları

	Model Katsayısı	Elastikiyet
Pist Sayısı(ln)	-0.051	-0.130
Apron Sayısı(ln)	0.005	0.015
Çalışan Sayısı(ln)	-0.156*	-1.436
İşletme Gideri(ln)	-0.106*	-1.888
Terminal Alanı(ln)	-0.098*	-1.731
Yolcu Trafığı(ln)	-0.013	-0.325
Uçak Trafığı(ln)	0.318*	5.218
Yük Trafığı(ln)	0.078*	1.277

*% 10 anlamlılık düzeyi

Tablo 3.9. incelendiğinde 2008 yılı için çalışan sayısı, işletme gideri ve terminal alanının etkinlik üzerinde negatif; uçak trafiği ve yük trafiğinin ise pozitif bir etkiye sahip olduğu görülmektedir.

Ayrıca

- Çalışan sayısının logaritmasındaki %1'lik bir değişim etkinlik üzerinde % 1.436'lık bir azalmaya,
- İşletme giderinin logaritmasındaki %1'lik bir değişim etkinlik üzerinde % 1.888'lik bir azalmaya,
- Terminal alanının logaritmasındaki %1'lik bir değişim etkinlik üzerinde % 1.731'lik bir azalmaya neden olurken,
- Uçak trafiğinin logaritmasındaki %1'lik bir değişim etkinlik üzerinde % 5.218'lik bir artışa,
- Yük trafiğinin logaritmasındaki %1'lik bir değişim etkinlik üzerinde % 1.277'lik bir artışa neden olacaktır.

Günümüzde işletmelerin, etkinliklerini artırmak, verimliliği geliştirmek, insan kaynaklarından etkin yararlanmak ve rekabette üstün olmak amacıyla çalışan sayısını azaltarak küçülmeyi tercih ettikleri görülmektedir. Bu durum aynı zamanda işletmenin giderlerinde de önemli bir ölçüde azalmaya neden olacaktır.

Terminal alanı değişkenine baktığımızda, alanın gereğinden büyük olması işletmenin kaynaklarını etkin kullanmadığını göstermektedir.

Havacılık sektöründe son 10 yıldaki büyük gelişmeye paralel olarak uçak ve yük trafiğinde de artışlar yaşanmaktadır. Bu durum havaalanlarının etkin olarak çalıştığının bir kanıtı olarak gösterilebilir.

Tablo 3.10. Analizde Kullanılan Değişkenlerin 2009 Yılı İçin Tanımlayıcı İstatistikleri

Değişkenler	Ortalama	Standart Sapma	Minumum	Maksimum
Etkinlik Skoru(Y)	0.496	0.329	0.06	1.000
Pist Sayısı(ln)	1.297	0.571	1.000	3.000
Apron Sayısı(ln)	1.541	1.850	1.000	12.000
Çalışan Sayısı(ln)	4.718	0.932	3.526	7.041
İşletme Gideri(ln)	9.177	0.951	7.843	11.363
Terminal Alanı(ln)	8.797	1.739	6.477	12.696
Yolcu Trafiği(ln)	12.769	2.018	9.243	17.210
Uçak Trafiği(ln)	8.429	1.714	5.187	12.557
Yük Trafiği(ln)	8.332	2.090	4.466	13.625

Tablo 3.11. 2009 Yılı İçin Tobit Model Sonuçları

	Model Katsayısı	Elastikiyet
Pist Sayısı(ln)	-0.166*	-0.408
Apron Sayısı(ln)	0.045	0.131
Çalışan Sayısı(ln)	-0.167*	-1.489
İşletme Gideri(ln)	-0.069*	-1.196
Terminal Alanı(ln)	-0.101*	-1.677
Yolcu Trafiği(ln)	-0.039	-0.948
Uçak Trafiği(ln)	0.330*	5.271
Yük Trafiği(ln)	0.083*	1.316

* % 10 anlamlılık düzeyi

Tablo 3.11. incelendiğinde 2009 yılı için pist sayısı, çalışan sayısı, işletme gideri ve terminal alanının etkinlik üzerinde negatif; uçak trafiği ve yük trafiğinin ise pozitif bir etkiye sahip olduğu görülmektedir.

Ayrıca

- Pist sayısının logaritmasındaki %1’lik bir değişim etkinlik üzerinde % 0.408’lik bir azalmaya,
- Çalışan sayısının logaritmasındaki %1’lik bir değişim etkinlik üzerinde % 1.489’luk bir azalmaya,
- İşletme giderinin logaritmasındaki %1’lik bir değişim etkinlik üzerinde % 1.196’lık bir azalmaya,
- Terminal alanının logaritmasındaki %1’lik bir değişim etkinlik üzerinde % 1.677’lik bir azalmaya neden olurken,
- Uçak trafiğinin logaritmasındaki %1’lik bir değişim etkinlik üzerinde % 5.271’lik bir artışa,
- Yük trafiğinin logaritmasındaki %1’lik bir değişim etkinlik üzerinde % 1.316’lık bir artışa neden olacaktır.

Tablo 3.12. Analizde Kullanılan Değişkenlerin 2010 Yılı İçin Tanımlayıcı İstatistikleri

Değişkenler	Ortalama	Standart Sapma	Minumum	Maksimum
Etkinlik Skoru(Y)	0.500	0.320	0.070	1.000
Pist Sayısı(ln)	1.297	0.571	1.000	3.000
Apron Sayısı(ln)	1.541	1.835	1.000	12.000
Çalışan Sayısı(ln)	4.784	0.892	3.638	7.068
İşletme Gideri(ln)	9.381	0.882	8.172	11.433
Terminal Alanı(ln)	9.196	1.713	6.477	12.752
Yolcu Trafiği(ln)	13.054	1.926	9.673	17.286
Uçak Trafiği(ln)	8.565	1.982	1.792	12.572
Yük Trafiği(ln)	8.633	2.101	4.942	13.758

Tablo 3.13. 2010 Yılı İçin Tobit Model Sonuçları

	Model Katsayısı	Elastikiyet
Pist Sayısı(ln)	-0.181*	-0.407
Apron Sayısı(ln)	0.105*	0.280
Çalışan Sayısı(ln)	0.557*	4.604
İşletme Gideri(ln)	-0.047	-0.765
Terminal Alanı(ln)	-0.049	-0.781
Yolcu Trafiği(ln)	-0.003	-0.058
Uçak Trafiği(ln)	-0.083*	-1.227
Yük Trafiği(ln)	-0.047	-0.695

* % 10 anlamlılık düzeyi

Tablo 3.13. incelendiğinde 2010 yılı için pist sayısı ve uçak trafiğinin etkinlik üzerinde negatif; apron sayısı ve çalışan sayısının ise pozitif bir etkiye sahip olduğu görülmektedir.

Ayrıca

- Pist sayısının logaritmasındaki %1'lik bir değişim etkinlik üzerinde % 0.407'lik bir azalmaya,
- Uçak trafiğinin logaritmasındaki %1'lik bir değişim etkinlik üzerinde % 1.227'lik bir azalmaya neden olurken,
- Apron sayısının logaritmasındaki %1'lik bir değişim etkinlik üzerinde % 0.280'lik bir artışa,
- Çalışan sayısının logaritmasındaki %1'lik bir değişim etkinlik üzerinde % 4.604'lük bir artışa neden olmaktadır.

Tablo 3.14. Analizde Kullanılan Değişkenlerin 2011 Yılı İçin Tanımlayıcı İstatistikleri

Değişkenler	Ortalama	Standart Sapma	Minumum	Maksimum
Etkinlik Skoru(Y)	0.497	0.312	0.100	1.000
Pist Sayısı(ln)	1.324	0.580	1.000	3.000
Apron Sayısı(ln)	1.757	1.949	1.000	12.000
Çalışan Sayısı(ln)	4.866	0.846	3.871	7.092
İşletme Gideri(ln)	9.552	0.830	8.384	11.724
Terminal Alanı(ln)	9.177	1.703	6.477	12.752
Yolcu Trafığı(ln)	13.138	1.983	9.633	17.437
Uçak Trafığı(ln)	8.859	1.626	6.334	12.692
Yük Trafığı(ln)	8.689	2.150	4.719	13.883

Tablo 3.15. 2011 Yılı İçin Tobit Model Sonuçları

	Model Katsayısı	Elastikiyet
Pist Sayısı(ln)	-0.115*	-0.295
Apron Sayısı(ln)	0.027	0.092
Çalışan Sayısı(ln)	-0.084*	-0.789
İşletme Gideri(ln)	-0.063	-1.166
Terminal Alanı(ln)	-0.192*	-3.418
Yolcu Trafığı(ln)	-0.005	-0.125
Uçak Trafığı(ln)	0.319*	5.470
Yük Trafığı(ln)	0.073*	1.230

*% 10 anlamlılık düzeyi

Tablo 3.15. incelendiğinde 2011 yılı için pist sayısı, çalışan sayısı ve terminal alanının etkinlik üzerinde negatif; uçak trafiği ve yük trafiğinin ise pozitif bir etkiye sahip olduğu görülmektedir.

Ayrıca

- Pist sayısının logaritmasındaki %1'lik bir değişim etkinlik üzerinde % 0.295'lik bir azalmaya,
- Çalışan sayısının logaritmasındaki %1'lik bir değişim etkinlik üzerinde % 0.789'luk bir azalmaya,
- Terminal alanının logaritmasındaki %1'lik bir değişim etkinlik üzerinde % 3.418'lik bir azalmaya neden olurken,

- Uçak trafiğinin logaritmasındaki %1'lik bir değişim etkinlik üzerinde % 5.470'lik bir artışa,
- Yük trafiğinin logaritmasındaki %1'lik bir değişim etkinlik üzerinde % 1.230'lik bir artışa neden olmaktadır.

2008, 2009 ve 2011 yıllarında çalışan sayısının etkinlik üzerinde negatif bir etkiye sahip olduğu görölmekteyken 2010 yılında bu durum tersine dönmüş ve çalışan sayısının etkinlik üzerinde pozitif bir etkiye sahip olduğu görölmüştür. Ayrıca 2008, 2009 ve 2011 yıllarında uçak trafiğinin etkinlik üzerinde pozitif bir etkiye sahip olduğu görölmekteyken 2010 yılında ise uçak trafiğinin etkinlik üzerinde negatif bir etkiye sahip olduğu gözlemlenmiştir. İşletme gideri, terminal alanı, pist sayısı anlamlı çıktıkları tüm yıllarda etkinlik üzerinde negatif bir etkiye sahipken; yük trafiği ve apron sayısı ise etkinlik üzerinde pozitif bir etkiye sahiptir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Günümüzde havayolu taşımacılığı, diğer ulaşım türlerine göre çok daha fazla ilgi görmekte ve bu ilgi gün geçtikçe de artmaktadır. Bu bağlamda havayolu şirketlerinin sayısının artması hava ulaşımında rekabetin her geçen gün artmasına sebep olmaktadır. Bu yoğun rekabet ortamı her alanda olduğu gibi havalimanlarının da etkinliğinin artırılmasını zorunlu hale getirmektedir. Havalimanı yöneticilerinin amacı, ellerindeki kıt kaynakları en verimli şekilde kullanarak maksimum fayda sağlamaktır.

Bu doğrultuda Türkiye’de faaliyet gösteren havaalanlarının 2008-2011 yılları arasında etkinliklerinin değerlendirilmesi ve karşılaştırılması bu tez çalışmasının amacını oluşturmaktadır. Bu amaç doğrultusunda havalimanlarının etkinliğinin ölçülmesi ile ilgili literatürde öne çıkan Veri Zarflama Analizi kullanılmıştır. Analiz için en uygun girdi-çıkıtı kümesi değişkenleri literatürde daha önce yapılmış benzer çalışmalar dikkate alınarak oluşturulmuştur. Bu doğrultuda girdi kümesi değişkenleri çalışan sayısı, işletme gideri, terminal alanı, pist sayısı ve apron sayısı olarak belirlenmiştir. Çıkıtı kümesi değişkenlerinde ise yolcu trafiği, işletme geliri, uçak trafiği ve yük trafiği yer almaktadır. Girdi-çıkıtı kümelerinin belirlenmesinin ardından analiz için en uygun Veri Zarflama yöntemi olarak girdi yönelimli CCR modeli seçilmiştir. Çalışma kapsamına 46 adet havalimanından 9 tanesi çıkarılarak(bazı yıllara ait veriler bulunamadığından) 37 adet havalimanı dahil edilmiştir. Girdi ve çıktılara ait veriler, Devlet Hava Meydanları İşletmesi Genel Müdürlüğü tarafından her yıl hazırlanan 2008, 2009, 2010 ve 2011 İstatistik Yıllığı kitaplarından alınmıştır. Elde edilen bu veriler daha sonra EMS(Efficiency Measurement System) version 1.3. paket programı ile analiz edilmiş, elde edilen sonuçlar tezin uygulama bölümünde tablolar halinde sunulmuştur.

Yapılan analizler sonucunda 37 havalimanı içerisinde İstanbul Atatürk, Antalya, Muğla Milas Bodrum, Adana, Tekirdağ Çorlu, incelenen her yıl için hesaplamalarda etkin olarak tespit edilen havalimanlarıdır. Bunun yanı sıra 2008 yılında Muğla Dalaman, 2009 yılında Kayseri, İstanbul Sabiha Gökçen, 2010 yılında Diyarbakır, İstanbul Sabiha Gökçen, 2011 yılında ise yine Diyarbakır ve İstanbul Sabiha Gökçen havalimanları etkin çıkmıştır. Etkin çıkan bu havalimanları, araştırma kapsamına alınmış diğer havalimanlarına referans olmuşlardır.

Analiz sonuçlarında yer alan etkinlik skorlarının yanı sıra görel olarak etkin olmayan havalimanlarının etkin olabilmesi için kendilerine referans olan havalimanları, hedeflenen değerler ve potansiyel iyileştirme oranları çalışma kapsamında yer almış ve yorumlanmıştır. 2008, 2009 ve 2010 yıllarında en fazla referans olma sayısı Adana Havalimanıdır. Havalimanı 2008 yılında 26, 2009 yılında 24, 2010 yılında 22 ve defa etkin olmayan diğer havalimanlarına referans olmuştur. 2011 yılında ise Tekirdağ Çorlu Havalimanı 19 defa etkin olmayan diğer havalimanlarına referans olmuştur.

Görel olarak etkin olmayan havalimanlarının etkin olabilmeleri için, potansiyel iyileştirme oranları, bu birimlerin etkinliğe ulaşabilmeleri için yapmaları gerekenler hakkında oldukça net bilgiler sunmaktadır. Bu oranlar, kullanılan Veri Zarflama modeline uygun olarak girdi kümesinin elemanlarında azaltmaya gitme odaklıdır. Bu sayede görel olarak etkin olmayan havalimanları %100 etkinliğe ulaşabileceklerdir.

Örneğin, Ankara Esenboğa Havalimanı için CCR modeline göre, çalışan sayısını 1202'den 239'a, işletme gelirini 88276 milyon TL'den 22152 milyon TL'ye, terminal alanını 182000m²'den 93642m²'ye, pist sayısını 2'den 1'e, apron sayısını 4'den 2'ye düşürmelidir. Bu durumda Ankara Esenboğa Havalimanı'nın 2011 yılındaki 0,54 olan etkinlik skoru 1'e ulaşacaktır. Ankara'nın konumundan dolayı, diğer havalimanlarından

farklı tutulup daha detaylı bir çalışma ile incelenerek etkin olmamasının gerçek sebepleri araştırılabilir.

Nevşehir Kapadokya Havalimanı için CCR modeline göre, çalışan sayısını 123'den 19'a, işletme gelirini 10898 milyon TL'den 1490 milyon TL'ye, terminal alanını 3500m²'den 583m²'ye düşürmelidir. Bu durumda Nevşehir Kapadokya Havalimanı'nın 0,17 olan etkinlik skoru 1'e ulaşacaktır. Bu havalimanının yolcu trafiği verilerinden hareketle turizm dönemlerinde yoğun, diğer dönemlerde ise daha durgun bir hava trafiği yaşadığı görülmektedir. Bu yüzden bu havalimanıyla ilgili aylık veriler üzerinden çalışılarak tespitler yapılabilir. Aynı zamanda bu durum Erzurum ve Kars Havalimanlarını da ilgilendirmektedir. Aylık çalışmalar bu havalimanlarında da yapılabilir.

Çalışmada Veri Zarflama Analizinden sonra etkinlik üzerinde etkili olan çeşitli açıklayıcı değişkenlerinin etkilerini belirlemek amacıyla Tobit modeli kullanılmıştır. Model incelendiğinde, 2008, 2009 ve 2011 yıllarında çalışan sayısının etkinlik üzerinde negatif bir etkiye sahip olduğu görülmekteyken 2010 yılında bu durum tersine dönmüş ve çalışan sayısının etkinlik üzerinde pozitif bir etkiye sahip olduğu görülmüştür. Ayrıca 2008, 2009 ve 2011 yıllarında uçak trafiğinin etkinlik üzerinde pozitif bir etkiye sahip olduğu görülmekteyken 2010 yılında ise uçak trafiğinin etkinlik üzerinde negatif bir etkiye sahip olduğu gözlemlenmiştir. İşletme gideri, terminal alanı, pist sayısı anlamlı çıktıkları tüm yıllarda etkinlik üzerinde negatif bir etkiye sahipken; yük trafiği ve apron sayısı ise etkinlik üzerinde pozitif bir etkiye sahiptir.

Gelişmiş ülkelerde havaalanlarının yönetimi şehir veya eyaletlerin havacılık bölümlerince yönetilmekteyken, terminal işletmeciliği havaalanı yönetimi tarafından veya hava taşımacılık şirketleri tarafından yap işlet veya uzun dönem kiralama

yöntemleri ile yapılmaktadır. Bazı ülkelerde ise havaalanlarının yönetimi ve terminal işletmeciliği özel sektör tarafından yapılmaktadır.

Türkiye’de ise havaalanlarının 44’ünü DHMİ, 2’sini ise(Zonguldak Çaycuma ve Antalya Gazipaşa)özel sektör işletmektedir. Ayrıca 2010-2011 yılları arasında Dalaman Dış Hat, Adnan Menderes Dış Hat, Esenboğa İç-Dış Hat Yap İşlet Devret(YİD) modeliyle; Atatürk-Zonguldak Çaycuma, Antalya, Antalya Gazipaşa havaalanları kiralama modeliyle işletilmiştir.

Özellikle gelişmiş ülkelerde geleneksel havaalanı yönetimleri yerini ticari işletme yönetimine bırakmıştır. Türkiye’de de DHMİ, son yıllarda bu yöne doğru kanalize olmuş durumdadır. DHMİ, yönetimindeki tüm havaalanlarını buldukları bölgenin özellikleri dikkate alınarak, nasıl daha etkin hale getirilebileceği konusunda yerel yönetimler, ticaret ve sanayi odaları ile işbirliği yapmaları uygun olacaktır. Aksi takdirde bu uygulamada da görüldüğü üzere havaalanlarının neredeyse tamamı zarar eder durumda olacaktır.

Bu çalışmanın yöneticilere ve araştırmacılara havalimanlarının etkinliğini ölçme ve değerlendirme için yol göstereceği düşünülmektedir.

Gelecekteki çalışmalarda tüm havalimanlarının etkinliklerindeki değişim yıllık periyotlar halinde hesaplanabilir ve yabancı ülke havalimanlarıyla karşılaştırma yapılabilir. Ayrıca farklı girdi ve çıktı değişkenleri ile havalimanlarının etkinliklerinin değerlendirilmesi ve karşılaştırılması yapılabilir.

KAYNAKÇA

- Adler N., Berechman J. (2001). Measuring Airport Quality From The Airlines' Viewpoint: An Application Of Data Envelopment Analysis, *Transport Policy*, 8(3), 171-181.
- Akal, Z. (1994). *İşletmelerde Verimlilik Akımlarının Yönetimi Ve Verimlilik Ölçüm Süreci, Verimlilik Ölçme Ve İzleme Bölümü*, Ankara: MPM Yayınları.
- Akal, Z. (2000). *İşletmelerde Performans Ölçüm Ve Denetimi*, Ankara: MPM Yayınları.
- Akal, Z. (2005). *İşletmelerde Performans Ölçüm Ve Denetimi: Çok Yönlü Performans Göstergeleri*, Ankara: MPM Yayınları.
- Akdoğan, M. (2001). *Veri Zarflama Analizi Tekniği İle Sigorta Şirketlerinin Etkinlik Ölçümü: Türkiye Örneği*, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Alana, L.A., Barros, C.P., Araujo, Jr.A. (2011). Aircraft Accidents İn Brazil, *International Journal Of Sustainable Transportation*, 6.
- Aral, C.S. (2001). Performans Ölçümü: Performans Denetimlerinde Araştırılması Gerekenler, *Sayıştay Başkanlığı Yayınları, Araştırma/İnceleme/Çeviri Dizisi*, Ankara.

- Assaf, A. (2010). Bootstrapped Scale Efficiency Measures Of Uk Airports, *Journal Of Air Transport Management*, 16(1), 424.
- Aydağün, A. (2003). *Veri Zarflama Analizi, HUTEN Yıl Sonu Semineri, Hava Harp Okulu Havacılık ve Uzay Teknolojileri Enstitüsü, Ankara.*
- Aydemir, Z.C. (2002). *Bölgesel Rekabet Edebilirlik Kapsamında İllerin Kaynak Kullanım Görece Verimlilikleri: Veri Zarflama Analizi Uygulaması, DPT Uzmanlık Tezi, İktisadi Sektörler Ve Koordinasyon Genel Müdürlüğü Proje, Yatırımları Değerlendirme ve Analiz Dairesi Başkanlığı, 46.*
- Babacan, A. (2006). *Türkiye'deki Üniversitelerde VZA Yöntemiyle Verimlilik Analizi, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Sivas.*
- Bakırcı, F. (2006). *Üretimde Etkinlik Ve Verimlilik Ölçümü, Veri Zarflama Analizi Teori Ve Uygulama, İstanbul: Atlas Yayınları.*
- Bal, V. (2010). *Bilgi Sistemlerinin Sağlık İşletmeleri Performansına Etkilerinin Veri Zarflama Analizi İle Ölçümü: Türkiye'deki Devlet Hastanelerinde Bir Araştırma, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı, Isparta.*

- Banker, R.D. (1992). Estimation Of Returns To Scale Using Data Envelopment Analysis, *European Journal Of Operational Reserach*, 62(1),74-84.
- Banker, R.D., William W. Cooper., Lawrence M S., Joe Z. (2004). Returns To Scale In Different Dea Models, *European Journal Of Operational Reserach*, 154, 345-362.
- Barbot, C., Costa, Â., Sochirca, E. (2008). Airlines Performance In The New Market Context: A Comparative Productivity And Efficiency Analysis, *Journal Of Air Transport Management*, 14(5), 270-284.
- Barros, C.P., Dieke, P.U.C. (2007). Performance Evaluation Of Italian Airports: A Data Envelopment Analysis, *Journal Of Air Transport Management*, 13(4), 184-191.
- Barros, C.P., Dieke, P.U.C. (2008). Measuring The Economic Efficiency Of Airports: A Simar- Wilson Methodology Analysis, *Transportation Research Part E: Logistics And Transportation Review*, 44(6), 1039-1051.
- Barros, C.P. (2008). Airports In Argentina: Technical Efficiency In A Context Of Economic Crisis, *Journal Of Air Transport Management*, 14(6), 315-319.
- Barros, C.P., Peypoch, N. (2009). An Evaluation Of European Airlines' Operational Performance, *International Journal Of Production Economic*, 122(2), 525-533.

Baysal, M.E., Toklu, B. (2001). Veri Zarflama Analizi İle Bazı Orta Öğretim Kurumlarının Performanslarının Değerlendirilmesi, *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 6(2), 203-220.

Bazargan, M., Vasigh, B. (2003). Size Versus Efficiency: A Case Study Of US Commercial Airports, *Journal Of Air Transport Management*: 9(3), 187-193.

Berk, E., Baysal, M.E., Çerçioğlu, H., Toklu, B. (2004). *F16 Savaş Filolarının Veri Zarflama Analizi İle Performans Ölçümü, Yöneylem Araştırması/ Endüstri Mühendisliği-XXIV Ulusal Kongresi*, Gaziantep-Adana.

Besen, F.B. (1994). *Performans Yönetim Sistemi Ve Veri Zarflama Analizi'nin Sağlık Sektöründe Uygulanması, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi*, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Bhadra, D. (2009). Race To The Bottom Or Swimming Upstream: Performance Analysis Of Us Airlines, *Journal Of Air Transport Management*: 15(5), 227-335.

Boussofiane, A., Robert, G.D., Thanassoulis, E. (1991). Applied DEA, *European Journal Of Operational Research*, 2(6), 1-15.

Büyükkılıç, D. (2004). Kâr Amacı Gütmeyen Örgütlerde Verimlilik, *Milli Produktivite Merkezi, No:680*, Ankara.

Büyükkılıç, D., Coşkun, A. (2002). Kamu Yönetimi Reformları Işığında Kit'lerde Kurumsal Performans Yönetimi, *Verimlilik Dergisi*, 3, 37-68.

Charnes A., Cooper, W.W., Rhodes, E. (1978). Measuring The Efficiency Of Decision Making Units, *European Journal Of Operational Research*, 2, 430.

Charnes, A., Cooper, W.W., Lewin, A.Y., Seiford, L.M. (1994). *Data Envelopment Analysis: Theory, Methodology And Application*, Boston: Kluwer Academic Publishers, 393-438.

Chi-Lok, A.Y, Zhang, A. (2009). Effects Of Competition And Policy Changes On Chinese Airport Productivity: An Empirical Investigation, *Journal Of Air Transport Management*, 15(4), 166-74.

Cingi, S., Armağan, T. (2000). Türk Banka Sisteminde Performans Ölçümü: Dea-Malmquist Tfp Endeksi Uygulaması, *Türkiye Bankalar Birliği Araştırma Tebliğleri Serisi*, 01, 18.

Cook, W.D., Seiford, L.M. (2008). Data Envelopment Analysis (DEA) -Thirty On, *European Journal Of The Operational Research*, not published.

Cooper, W.W., Seiford, L.M., Tone, K. (1999). *Data Envelopment Analysis*, Boston: Kluwer Academic Publishers.

Cooper, W.W., Seiford, L.M., Tone, K. (2000). *DEA: A Comprehensive Text With Models, Applications, References And Dea Solver Software*, Boston: Kluwer Academic Publishers, 2-9.

Cooper, W.W., Seiford, L.M., Tone, K. (2007). *Data Envelope Analysis: A Comprehensive Text With Models, Applications, References And DEA-Solver Software*, Second Edition, Springer.

Curia, C., Gittoa, S., Mancus, P. (2011). New Evidence On The Efficiency Of Italian Airports: A Bootstrapped Dea Analysis, *Socio-Economic Planning Sciences*, Elsevier, 45(2), 84-93.
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0038012110000571/>
[16.04.2012](#)

Coşkun, A. (2006). Büyük Sanayi İşletmelerinde Kurumsal Performans Ölçüm ve Yönetim Uygulamaları, *Muhasebe ve Denetim Bakış*, Temmuz, s.119-136.

Çağlar, A. (2003). *Veri Zarflama Analizi İle Belediyelerin Etkinlik Ölçümü*, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Dağdelen, O. (1997). *Büyük İşletmelerde Dönemsel ve Stratejik Performans Ölçme Sistemleri*, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir.

Deliktaş, E. (2002). Türkiye Özel Sektör İmalat Sanayinde Etkinlik ve Toplam Faktör Verimliliği Analizi, *ODTÜ Geliştirme Dergisi*, 29(3), 251.

Demirci, S.F. (2004). Verimlilik Bilinci ve Kültürünün İşlevselliği, Toplumsal ve Kurumsal Değişime Katkısı, *Milli Prodüktivite Merkezi Basın Yayın ve Halkla İlişkiler Bölüm Başkanlığı*, Ankara.

Demirkaya, H. (2000). Performans Ölçüm Rehberi, *Sayıştay Başkanlığı Yayınları, Araştırma/İnceleme/Çeviri Dizisi*, (7), Ankara.

Depren, Özer. (2008). *Veri Zarflama Analizi ve Bir Uygulama*, *Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi*, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Düzakın, E., Gücray, A. (2001). An Analysis Of The Efficiency Of Airports In Turkey, *43rd Annual Conference of the Operational Research Society*, Conference Handbook, 37.

Düzakın, E., Düzakın, H. (2007). Measuring The Performance Of Manufacturing Firms With Super Slacks Based Model Of Data Envelopment Analysis: An Application Of 500 Major Industrial Enterprises In Turkey, *European Journal Of Operational Research*, 182, 1412-1432.

Eren, E. (1991). *Yönetim ve Organizasyon*, : İstanbul: Beta Basım Yayım.

Ergeneli, A. (1995). Örgütsel Etkililik Kriteri Olarak Lider Davranışının Örgütsel İklim İle İlişkisi: Görev Karmaşıklığı Bakımından Farklılaşan İki Örgüte İlişkin Bir Uygulama, *Ankara Üniversitesi Siyasal Bilgiler Fakültesi Dergisi*, 50(1), 188-199. Ağustos 16, 2011 tarihinde

http://www.dergiler.ankara.edu.tr/dergiler/42/468/5390.pdf/adresinden_alindi.

Farrell, M.J. (1957). The Measurement Of Productivity Efficiency, *Journal Of The Royal Statistical Society*, 120(3), 253-290.

Fernandes, E., Pacheco, R.R. (2002). Efficient Use Of Airport Capacity, *Transportation Research Part A, Policy And Practice*, 36(3), 225-238.

Francis, G., Humphreys, I., Fry, J.(2002). The Benchmarking Of Airport Performance, *Journal Of Air Transport Management*, 8(4), 239-247.

Garvin, D.A. (1998). *Managing Quality*, New York: The Free Pres, 217

Gattoufi, S., Oral, M., Reisman, A. (2002). Data Envelopment Analysis Literature: A Bibliography Update (1951-2001), *Working Paper SUGSM-02-08*, Sabancı University, İstanbul.

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*, 33(4), 261-273. Kasım 2, 2011 tarihinde

<http://www.wilfridlaurier.ca/documents/4296/deairportpaper.pdf>/adresinden alındı.

Gillen D., Waters, G. (1997). Introduction Airport Performance and Measurement, *Transportation Research* 33(4): 245-47.

Gren, R.H., Cook, W., Doyle, J. (1997). A Note On The Additive Data Envelopment Analysis, *Journal Of The Operational Research Society*, 48, 446-448.

Gujarati, D. N. (1999). *Temel Ekonometri*, (Çev. Ü. Şenesen ve G. G. Şenesen), İstanbul: Literatür Yayıncılık, No:33.

Gülcü, A. (2001). Cumhuriyet Üniversitesi Araştırma Hastanesi Üzerinde Veri Zarflama Analizi (VZA) Yöntemi İle Görece Verimlilik Analizi, *Verimlilik Dergisi*, s.4, 118.

Gülcü, A., Coşkun, A., Yeşilyurt, C., Coşkun, S., Esener, T. (2004). Cumhuriyet Üniversitesi Dış Hekimliği Fakültesi'nin Veri Zarflama Analizi Yöntemiyle Göreceli Etkinlik Analizi, *Cumhuriyet Üniversitesi İ.İ.B.F Dergisi*, 5, (2),

Gülcü, A., Tutar, H., Yeşilyurt, C. (2004). *Sağlık Sektöründe Veri Zarflama Analizi Yöntemi İle Göreceli Verimlilik Analizi*, Eskişehir: Seçkin Yayıncılık.

Gözü, C. (2003). *Veri Zarflama Analizi İle Etkinlik Ölçümü ve Tekstil İşletmelerine Yönelik Bir Uygulama*, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı, Ankara.

Hassu, M. (2004). *Rekabet Hukuku ve Hava Taşımacılık Sektörü, Rekabet Kurumu Uzmanlık Tezi*, Ankara.

Holvad, T., Graham, A. (1997). Efficiency Variations For European And Australian Airports, *39th Annual Conference Of The Operational Research Society*, United Kingdom.

Holvad, T., Graham, A. (2004). Efficiency Measurement For UK Airports: An Application Of Data Envelopment Analysis, *The Empirical Economics Letter*, 3(1).

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. Kasım 1, 2011 tarihinde <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1366554597000331>/adresinden alındı.

- Humphreys, I., Francis, G. (2002). Performance Measurement: A Review Of Airports, *International Journal Of Transport Management*, 1(2), 79-85.
- Jenkins, L., Anderson, M. (2003). Stochastics And Statistics A Multivariate Statistical Approach To Reducing The Number Of Variables İn Data Enveelopment Analysis, *European Journal Of Operational Research*, 147, 52.
- Kamp, V., Niemeier, H.M. (2005). Can We Learn From Benchmarking Studies Of Airports And Where Do We Want To Go From Here, *University Of Applied Sciences Bremen, Department Of Nautical Sciences And International Economics, Berlin School Of Economics, Working Paper*, 28, 1-45.
- Karacaer, Ş. (1998). *Antalya Yöresinde 4 ve 5 Yıldızlı Otellerde Toplam Etkinlik Ölçümü: Bir Veri Zarflama Analizi Uygulaması, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi*, Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Kaygın, E. (2006). *Kars-Ardahan-Iğdır İlleri Orta Öğretim Kurumlarının Etkinliklerinin Veri Zarflama Analizi Yöntemiyle Belirlenmesi, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi*, Kafkas Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı, Kars.
- Kenger, E. (2001). Denetim, *Denetim Yardımcıları Eğitim Notu, Başbakanlık Yüksek Denetleme Kurulu*, Ankara, Şubat. Kasım1 1, 2011 tarihinde <http://www.ydk.gov.tr/egitim notlari/denetim.htm/adresinden alındı>.

- Kılıçkaplan, S., Karpaz, G. (2004). *Türkiye Hayat Sigortası Sektöründe Etkinliğin İncelenmesi, IV. İstatistik Günleri Sempozyumu, İGS 2004, 20-21 Mayıs 2004,Kuşadası, İzmir.*
- Kılınc, T., Erden, A. (2001). Takım Performansının Ölçümüne Metodolojik Bir Yaklaşım, *Akdeniz İ.İ.B.F. Dergisi, 2, 103-120.*
- Kıllı, M. (2004). *Toplam Etkinlik ve Veri Zarflama Analizi Üzerine Karşılaştırmalı Yaklaşımsal Bir Uygulama, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.*
- Kıran, B. (2008). *Kalkınmada Öncelikli İllerin Ekonomik Etkinliklerinin Veri Zarflama Analizi Yöntemi İle Değerlendirilmesi, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Adana.*
- Kocakoç, İ. (2003). Veri Zarflama Analizindeki Ağırlık Kısıtlamalarının Belirlenmesinde Analitik Hiyerarşi Sürecinin Kullanımı, *Dokuz Eylül Üniversitesi İİBF Dergisi, 18(2), 6.*
- Kök, R. (1991). Endüstriyel Verimlilik ve Etkinlik Bir Uygulama, *Atatürk Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi Yayınları, 90, Erzurum.*

Köksal, C.D. (2001). *Veri Zarflama Analizi İle Bankacılıkta Göreceli Verimlilik Ölçümü*”, *Yayınlanmamış Doktora Tezi*, Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Isparta.

Kuyucak F.(2001). *Havaalanlarında Performans Analizi İçin Bir Model Önerisi ve Türkiye'deki Havalimanlarında Uygulanması*, *Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi*, Anadolu Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Eskişehir.

Lam, S.W., Low, J.M.W., Loon, C.T. (2009). Operational Efficiencies Across Asia Pacific Airports, *Transportation Research Part E: Logistics And Transportation Review*, 45(4), 654-665. Kasım 13, 2011 tarihinde <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1366554508001452> adresinde alındı.

Lin, L.C., Hong, C.H. (2006). Operational Performance Evaluation Of International Major Airports: An Application Of Data Envelopment Analysis, *Journal Of Air Transport Management*: 12(6), 342-351.

Lozano, S., Gutierrez, E. (2011). Slacks-Based Measure Of Efficiency Of Airports With Airplanes Delays As Undesirable Outputs, *Computers And Operations Research*: 38(1), 131-139.

Maddala, G.S. (1989). *Introduction to Econometrics*, New York: Macmillan Publishing Company.

- Marques, R.C., Simoes, P. (2010). Measuring The Influence Of Congestion On Efficiency In Worldwide Airports, *Journal Of Air Transport Management*, 16(6), 334-336.
- 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.A. (2006). Benchmarking Analysis Of Spanish Commercial Airports, A Comparison Between SMOP And DEA Ranking Methods, *Networks And Spatial Economics*, 6(2), 111-134.
- Murillo, M.C. (1999). A Bootstrap Analysis Of Technical, Efficiency And Productivity Changes In Spanish Airports Using The Malmquist Index, *Sixth European Workshop On Efficiency And Productivity Analysis*, Copenhagen, 10/29 To 10/31, Denmark.
- Mercan, M., Yolalan, R. (1997). Türk Bankacılık Sisteminde Ölçek ve Mülkiyet Yapıları İle Finansal Performans İlişkisi, *İMKB Dergisi*, 4(15), Temmuz/Eylül 2000 ISSN 1301-1650 İMBK, s.9.
- Norman, S.M., Stoker, B. (1997). *Data Envelopment Analysis-The Assessment Of Performance*, New York: John Wiley& Sons Publishing.

- Oruç, K.O. (2008). *Veri Zarflama Analizi İle Bulanık Ortamda Etkinlik Ölçümleri ve Üniversitelerde Bir Uygulama, Yayınlanmamış Doktora Tezi*, Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Isparta.
- Oum, T.H., 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.
- 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. Aralık 1, 2011 tarihinde <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1366554504000535/adresinden> alındı.
- Oum, H.T., Yamaguchi, K., Yoshida, Y. (2008). Efficiency Measurement Theory and its Application to Airport Benchmarking, *GRIPS Policy Information Center*, 5(8), 7-13.
- Özener, B., Aral, C.S. (2002). Yönetim ve Hesap Verme Sorumluluğu Amaçları Bakımından Performans Bilgisi, *Sayıştay Başkanlığı Yayınları, Araştırma/İnceleme/Çeviri Dizisi: 21*, Ekim, Ankara.

Özgür, E. (2007). *Katılım Bankalarının Finansal Etkinliği ve Mevduat Bankaları İle Rekabet Edebilirliği, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Afyon.*

Pacheco, R.R., Fernandes, E. (2003). Managerial Efficiency Of Brazilian Airports, *Transportation Research Part A: Policy And Practice*, 37(8), 667-680.

Pacheco, R.R., Fernandes, E., Santos, M.P.S. (2006). Management Style And Airport Performance In Brazil, *Journal Of Air Transport Management*, 12(6), 324-330.

Peker, İ., Baki, B. (2009). Veri Zarflama Analizi İle Türkiye Havalimanlarında Bir Etkinlik Ölçümü Uygulaması, *Ç.Ü. Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 18(2), 72-88.

Pels, E., Nijkamp, P., Rietveld, P. (2001). Relative Efficiency Of European Airports, *Transport Policy*, 8(3), 183-192.

Pels, E., Nijkamp, P., Rietveld, P. (2003). Inefficiencies And Scale Economies Of European Airport Operations, *Transportation Research Part E: Logistics And Transportation Review*, 39(5), 341-361. Aralık 11, 2011 tarihinde <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1366554503000164/adresinden> alındı.

Pfeffer, J., Salancik, R. (1978). *The External Control Of Organizations: A Resource Dependence Perspective*, New York: Harper & Row.

Prokopenko, J. (2003). *Verimlilik Yönetimi Uygulamalı El Kitabı*, MPM Yayınları, No:476, Ankara.

Ramsay, M.R. (2008). *İşletme Verimliliği Ölçümü ve Uluslararası İşgücü Verimliliği El Kitabı*, MPM Yayınları, No:705, Ankara.

Saen, R.F. (2005). Developing A Nondiscretionary Model Of Slacks-Based Measure In Data Envelopment Analysis, *Applied Mathematics And Computation*, 169, 1440-1447.

Sarı, T. (2011). *Üretimde Maliyet İyileştirme Takımlarının Verimlilik Performansının Veri Zarflama Analizi İle Ölçülmesi ve Bir Uygulama*, *Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi*, Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı, İstanbul.

Sarkis, J. (2000). An Analysis Of The Operational Efficiency Of Major Airports In The United States, *Journal Of Operations Management*, 18(3), 335-351.

Sarkis, J., Talluri, S. (2004). Performance Based Clustering Fo Benchmarking Of US Airports, *Transportation Research Part A: Policy Andpractice*, 38(5), 329-346.

Schaar, D., Sherry, L. (2002). Comparison Of Data Envelopment Analysis Methods Used In Airport Benchmarking, *3rd International Conference On Research In Air Transportation, June 1-4, Virginia, USA*, p.1-8.

Seiford, L.M. (1997). A Bibliography For Data Envelopment Analysis (1978 -1996), *Annals Of Operations Research*, 73, 393-438.

Sezen, B., Doğan, E. (2005). Askeri Bir Tersaneye Bağlı Atölyelerin Karşılaştırmalı Verimlilik Değerlendirmesi: Bir Veri Zarflama Yöntemi Uygulaması, *Havacılık ve Uzay Teknolojileri Dergisi*, 2(2), 82.

Songur, H. M. (1995). Mahalli İdarelerde Performans Ölçümü, *Mahalli İdareler Genel Müdürlüğü*, 6, Ankara.

Suzuki, S, Nijkamp, P, Rietveld, P, Pels, E. (2010). A Distance Friction Minimization Approach İn Data Envelopment Analysis: A Comparative Study On Airport Efficiency, *European Journal Of Operational Research*, 207(2), 1104-1115.

Şimşek, Ş. (2001). *İşletme Bilimlerine Giriş*, Konya: Günay Ofset.

Tangen, S. (2003). An Overview Of Frequently Used Performance Measures, *Work Study*, 52(7), 347-354.

Tarım, A. (2001). Veri Zarflama Analizi: Matematiksel Programlama Tabanlı Görelî Etkinlik Ölçüm Yaklaşımı, *Sayıştay Araştırma-İnceleme-Çeviri Dizisi*, 15, Ankara.

Tatlises, N. (2003). *Hastanelerde Verimlilik İzleme Yöntemleri ve Üç Büyük Hastanenin Verimlilik Verilerinin ve Oranlarının Karşılaştırılmalı Analizi*, *Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi*, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Fakültesi Hastane Sağlık Kuruluşlarında Yönetim Bilim Dalı, İstanbul.

Tavares, G. (2002). A Bibliography of Data Envelopment Analysis, Rutgers Reserach Report (RRR 01-02), *Rutgers Center for Operations Research Rutgers University*, pp 189.

Top, S. (2009). *Toplam Kalite Yönetimi Bağlamında Sürekli İyileştirme Anlayışı*, İstanbul: Beta Basım Yayım.

Tsekeris, T. (2011). Greek Airports: Efficiency Measurement And Analysis Of Determinants, *Journal Of Air Transport Management*, 17(2), March, 140-142. *Aralık* 18, 2011 tarihinde <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S096969699710000670/> adresinden alındı.

- Ulutaş, B.B.. (2006). *Türkiye' deki Havaalanı Etkinliklerinin Veri Zarflama Analizi ile Değerlendirilmesi, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi*, Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Uygur, M. (2002). *TCDD Limanlarında Veri Zarflama Analizi İle Performans Ölçümü, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi*, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Uysal, Y.G. (2003). *Veri Zarflama Analizi Yöntemiyle Görece Verimlilik Analizi ve Kriz Yıllarında (2000-2001) C.Ü. Araştırma ve Uygulama Hastanesi Üzerinde Bir Uygulama, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi*, Cumhuriyet Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Sivas.
- Üçdoğruk, Ş., Akın, F., Emeç, H. (2001). Türkiye Hanehalkı Eğlence Kültür Harcamalarında Tobit Modelin Kullanımı, *Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 3(3), 13-26.
- Üte, E. (2002). *Veri Zarflama Analizi Tekniği İle Sağlık Sektörünün Operasyonel Etkinliğinin Araştırılması, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi*, Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı, Adana.
- Vasigh, B., Hamzaee, R. (1998). A Comparative Analysis Of Economic Performance Of US Commercial Airports, *Journal Of Air Transport Management*, 4(4), 209-216.

- Vasigh, B., Haririan, M. (2003). An Empirical Investigation of Financial and Operational Efficiency of Private Versus Public Airports, *Journal of Air Transportation*, 8(1), 91-111. Ocak 3, 2012 tarihinde <http://www.wiso.uni-dortmund.de/lsg/or/scheel/ems/adresinden alindi>.
- Wang, T.R., Ho, T.C., Feng, M.C., Yang, K.Y. (2004). A Comparative Analysis Of The Operational Performance Of Taiwan's Major Airports, *Journal Of Air Transport Management*, 10(5), 353-360.
- Wanke, P.F. (2012). Capacity Shortfall And Efficiency Determinants İn Brazilian Airports: Evidence From Bootstrapped DEA Estimates, *Socio Economic Planning Sciences*, 46(2012),216-229.
- Yeh, H.C., Kuo, L.Y. (2003). Evaluating Passenger Services Of Asia-Pacific International Airports, *Transportation Research Part E*, 39, 35-48.
- Yeşilyurt, C. (2004) .Cumhuriyet Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi'nin Veri Zarflama Analizi Yöntemiyle Göreceli Etkinlik Analizi, *Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Dergisi*, 5(2), 87-104.
- Yıldız, A. (2006). Yatırım Fonları Performanslarının Veri Zarflama Analizi Yöntemiyle Değerlendirilmesi, *Ankara Üniversitesi SBF Dergisi*, 2(61), 213-214.

Yolalan, R. (1991). Parametresiz Etkinlik Ölçütleri ve Veri Zarflama Yöntemi, 1. Verimlilik Kongresi, *MPM Yayını*, 454, 710,

Yolalan, R. (1993). İşletmeler arası göreceli etkinlik ölçümü, *MPM Yayınları*, 483, 5.

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. Ocak 12, 2012 tarihinde <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1366554504000547/adresindenalindi>.

Yörüker, S.L., Karabeyli, S.K., Özeren, B. (2003). Sayıştayın Performans Ölçümüne İlişkin Ön Araştırma Raporu, *1. Basım Arş-Çeviri Dizisi*, 28, Ankara.

Yu, M.M. (2004). Measuring Physical Efficiency Of Domestic Airports In Taiwan With Undesirable Outputs And Environmental Factors, *Journal Of Air Transport Management*, 10(5), 295-303.

Yu, M.M. (2010). Assessment Of Airport Performance Using The SBM-NDEA Model, *Omega*, 38(6), 440-520. Aralık 14, 2011 tarihinde <http://www.sciencedirect.com/science/article/S030504830900098X/adresindenalindi>.

Yükçü, S., Atağın, G. (2009). Etkinlik, Etkililik Ve Verimlilik Kavramlarının Yarattığı Karışıklık, Atatürk Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 23(4), 1-12.

Başarım.(2011). *Türk Dil Kurumu.*

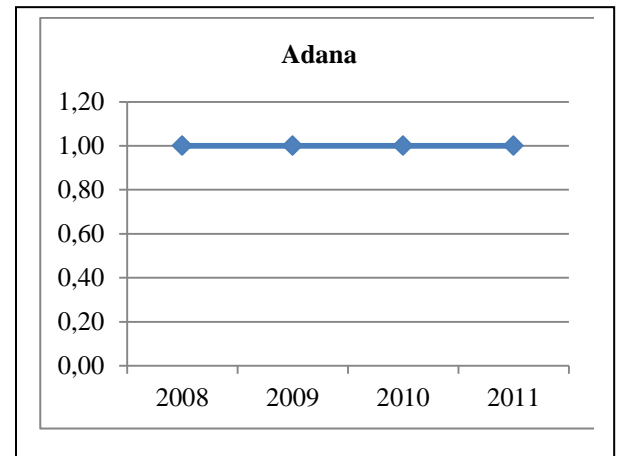
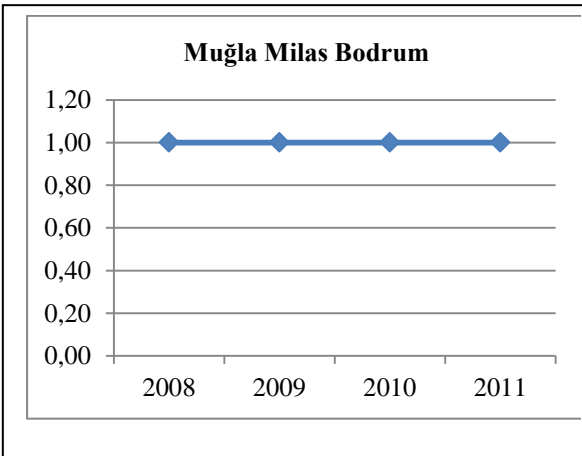
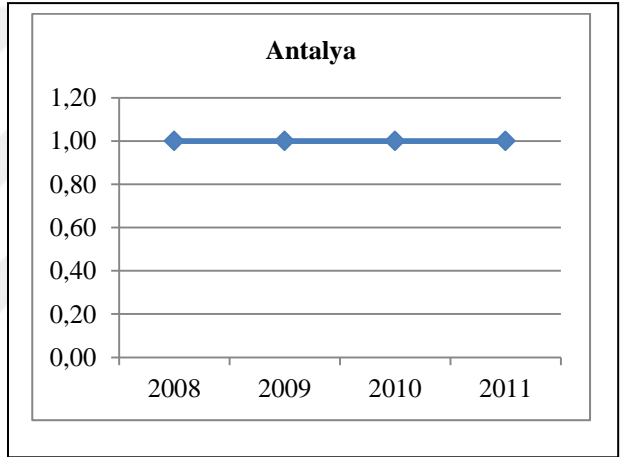
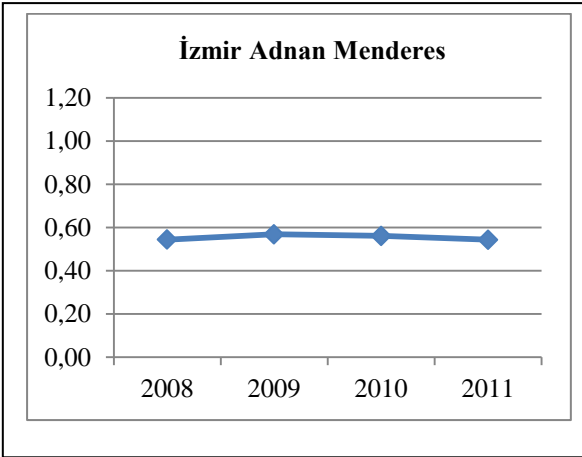
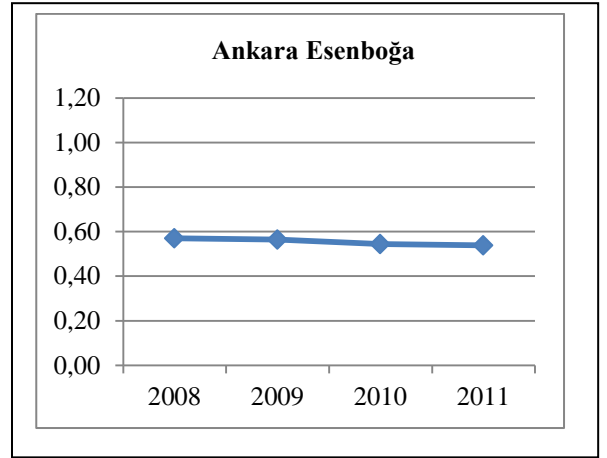
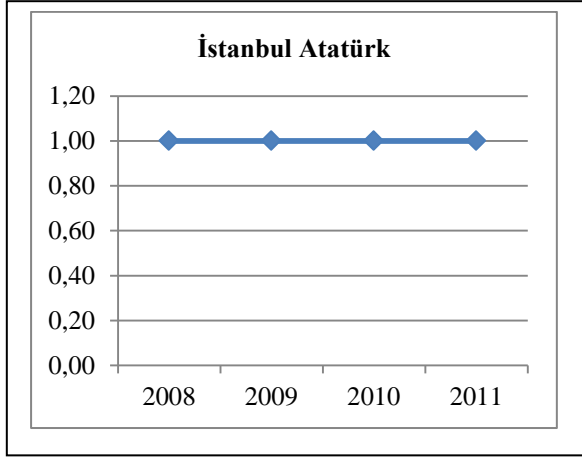
<http://www.tdkterim.gov.tr/bts/> 24.12.2011

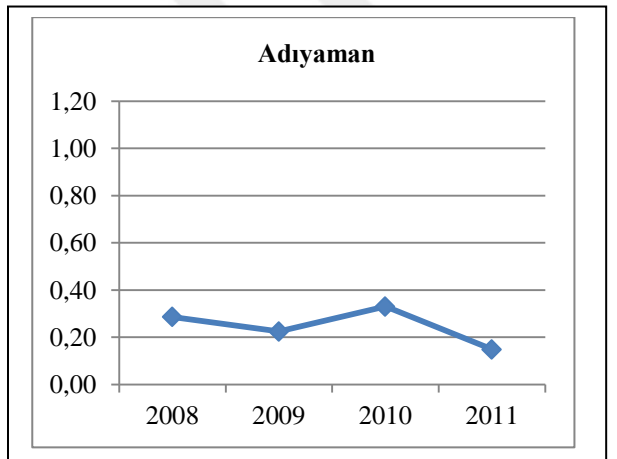
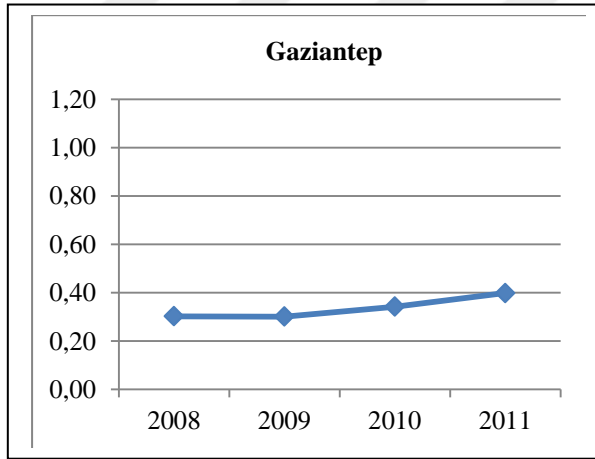
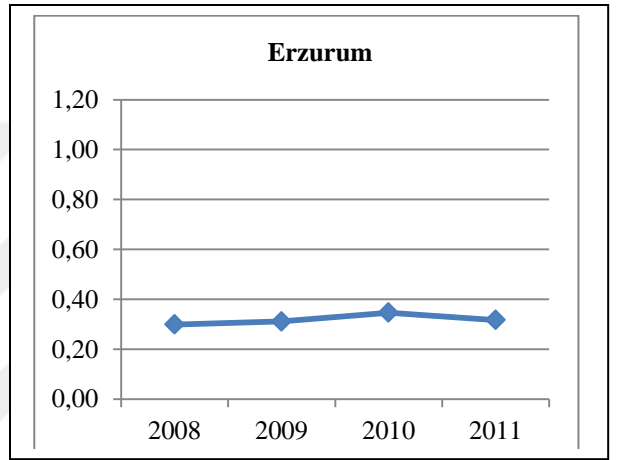
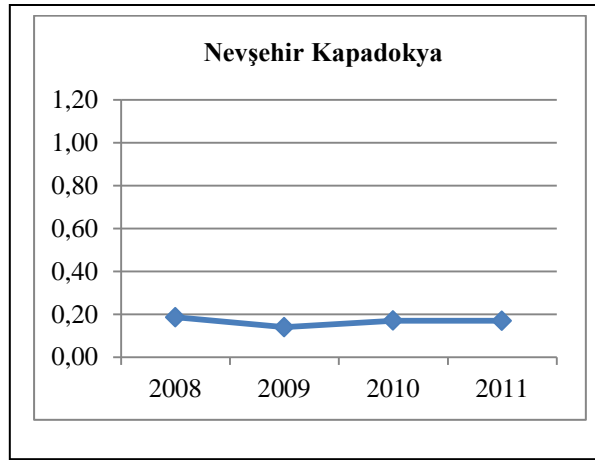
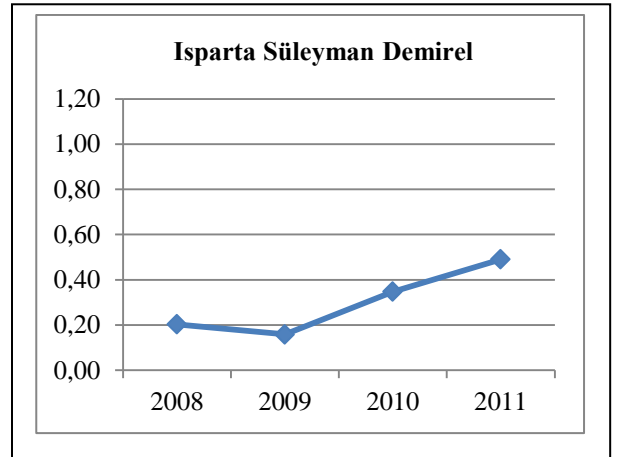
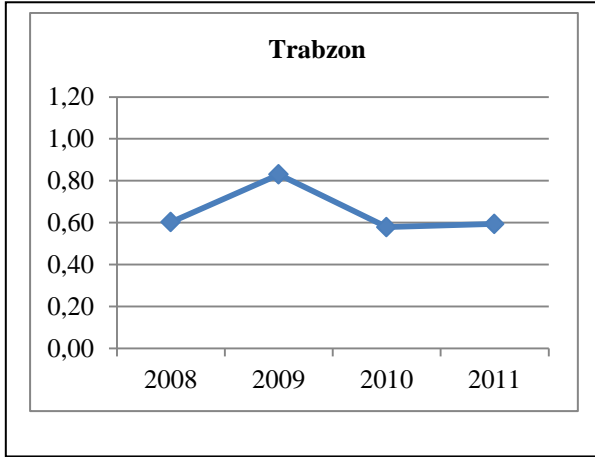
<http://www.dhmi.gov.tr>

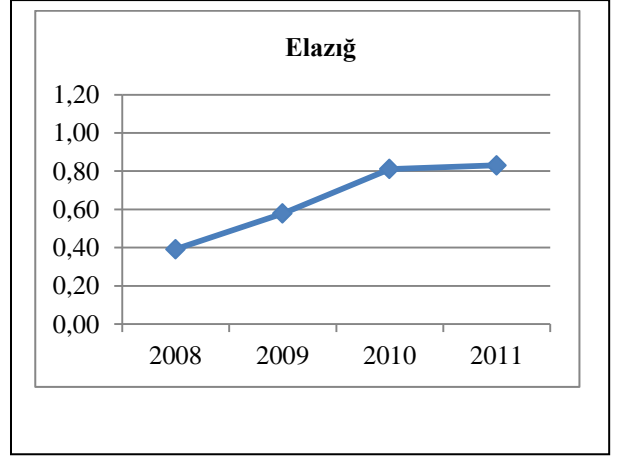
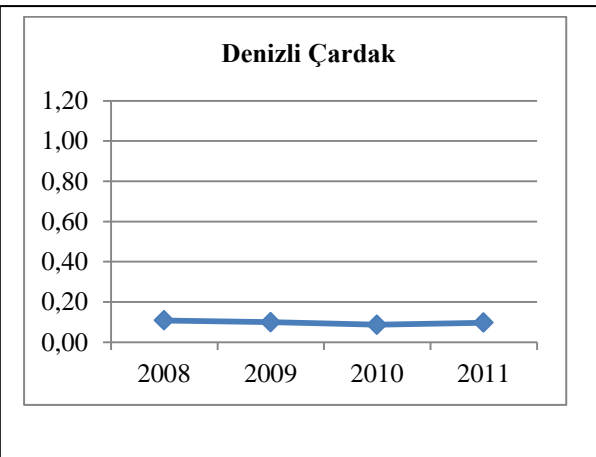
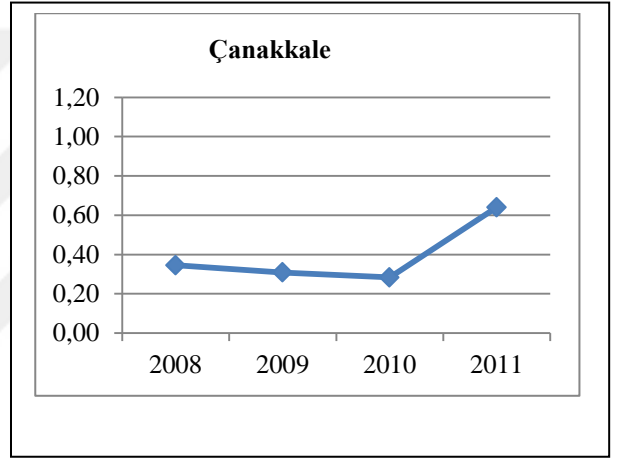
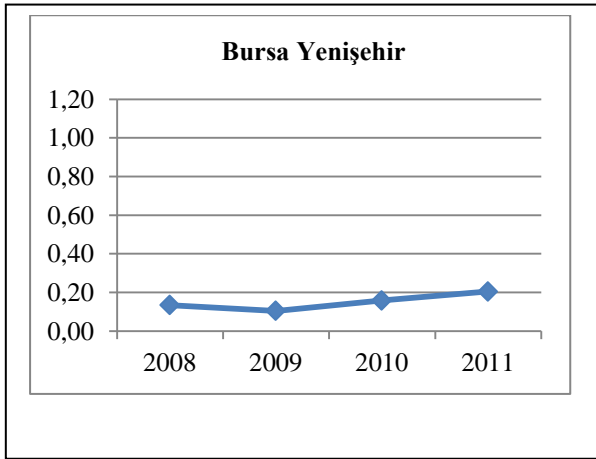
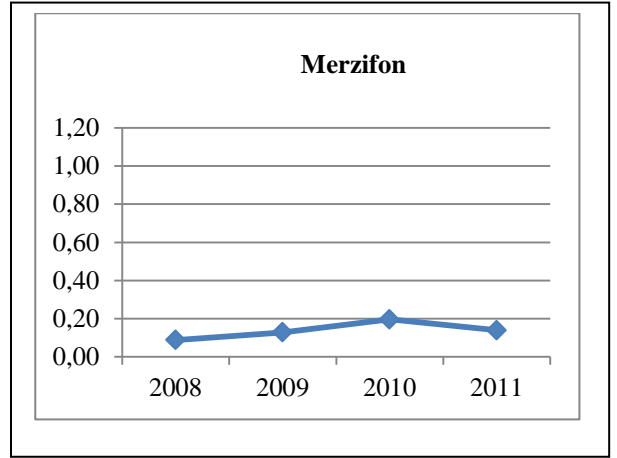
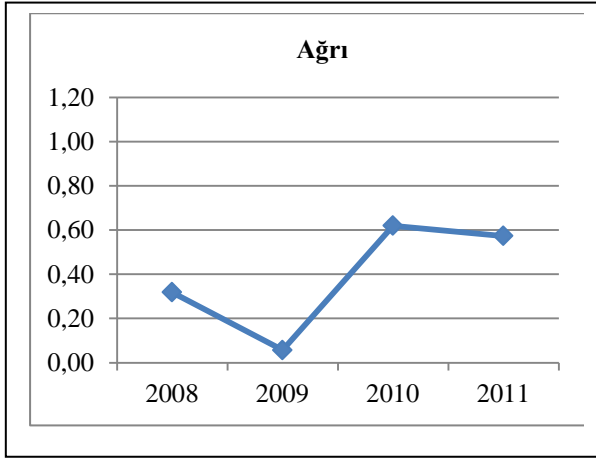


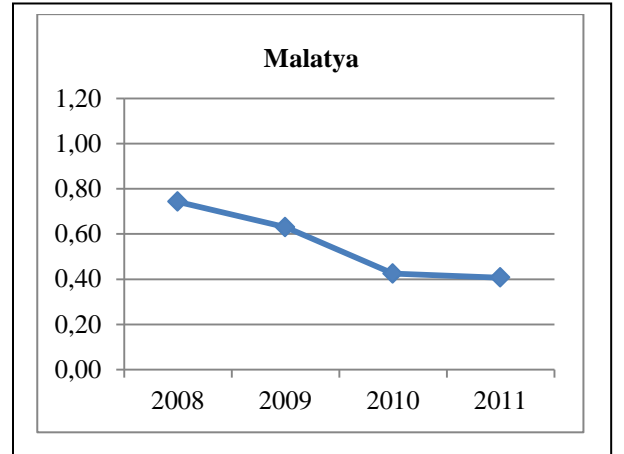
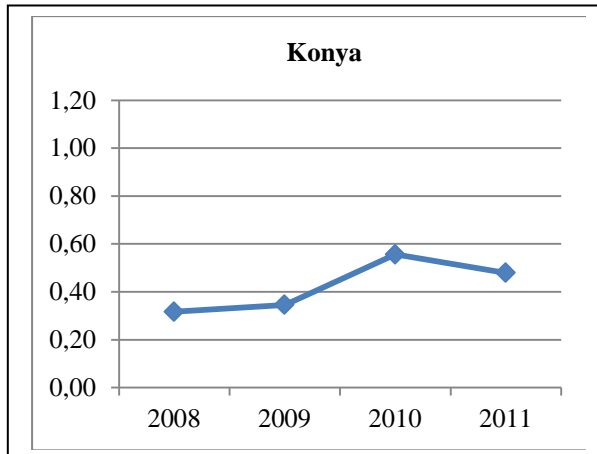
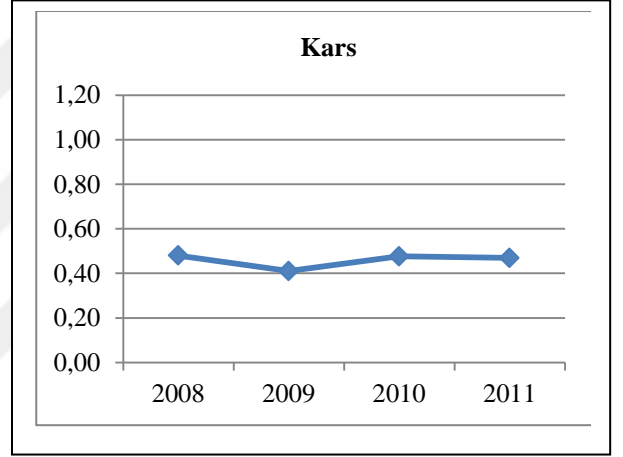
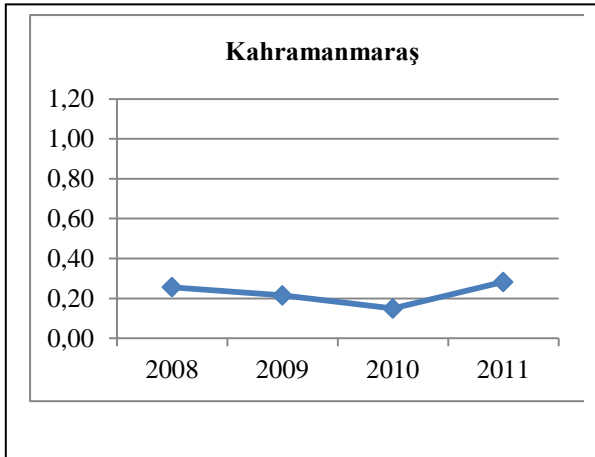
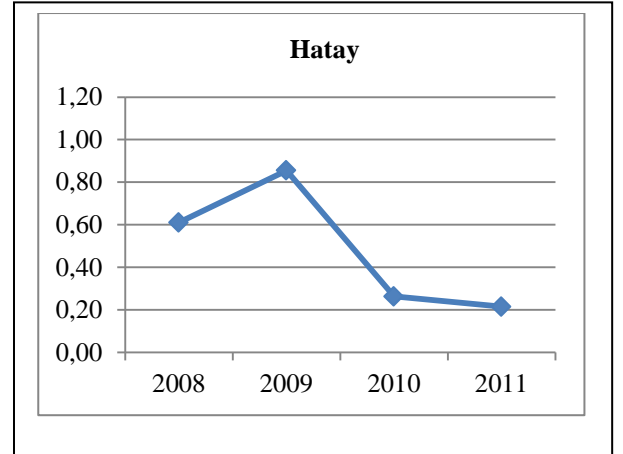
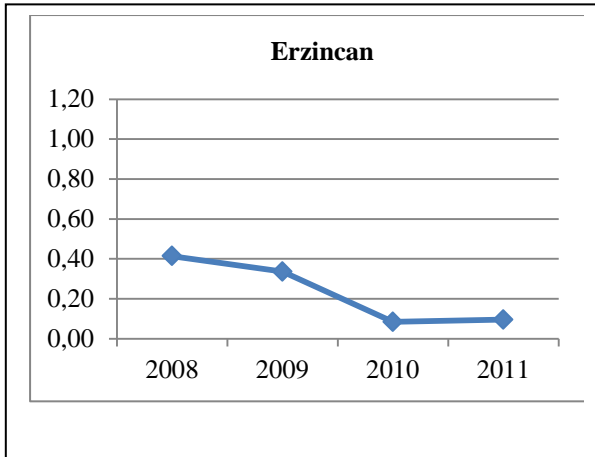


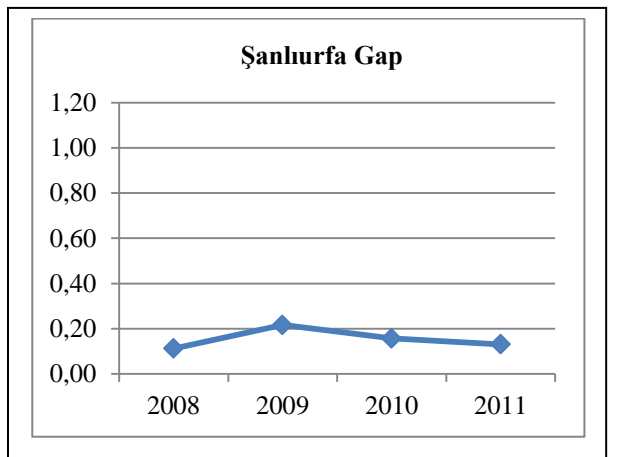
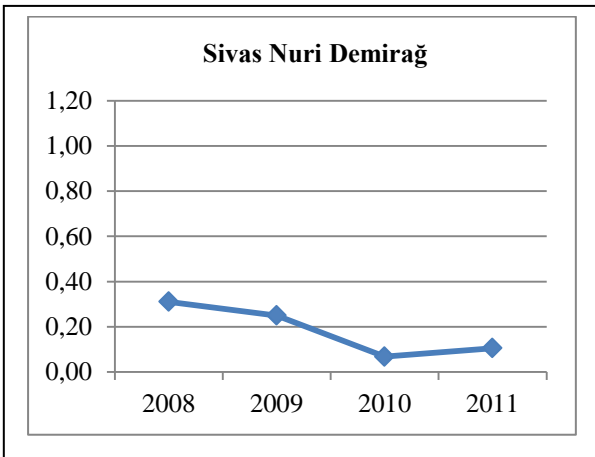
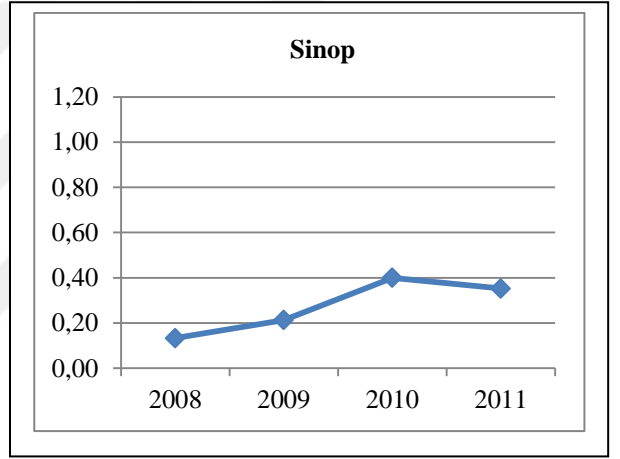
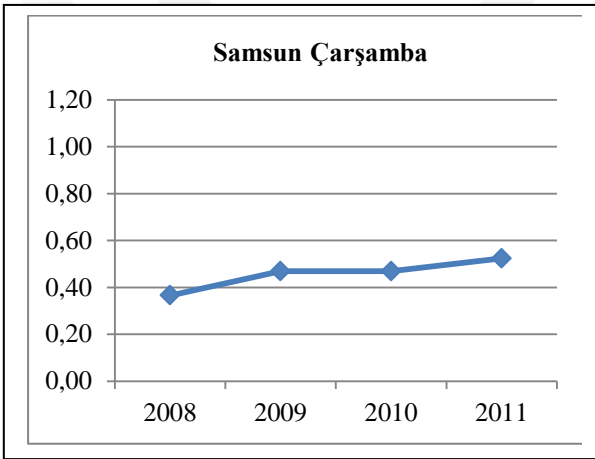
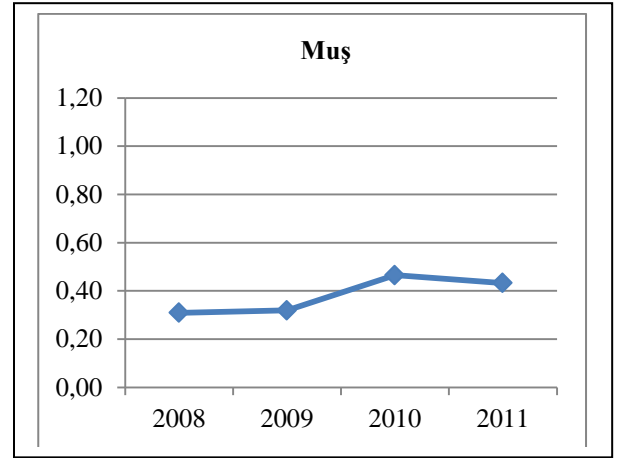
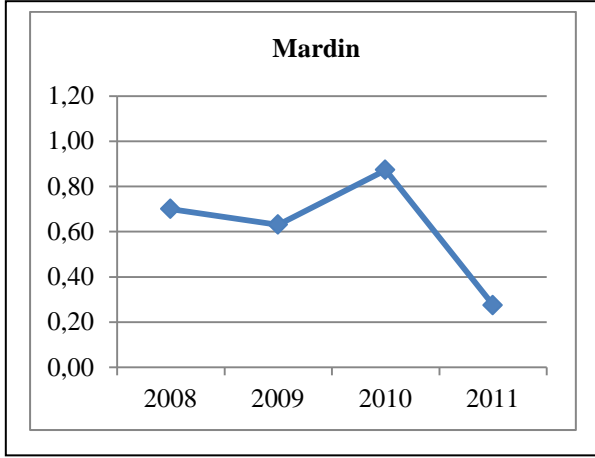
Ek 1. Havalimanlarının 2008-2011 Yılları Arasında Etkinlik Değişimleri

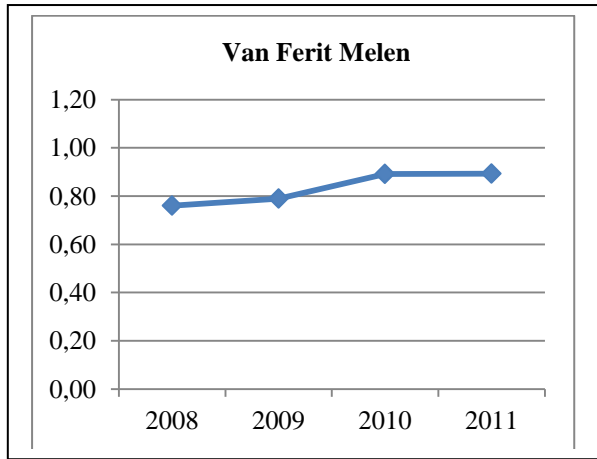
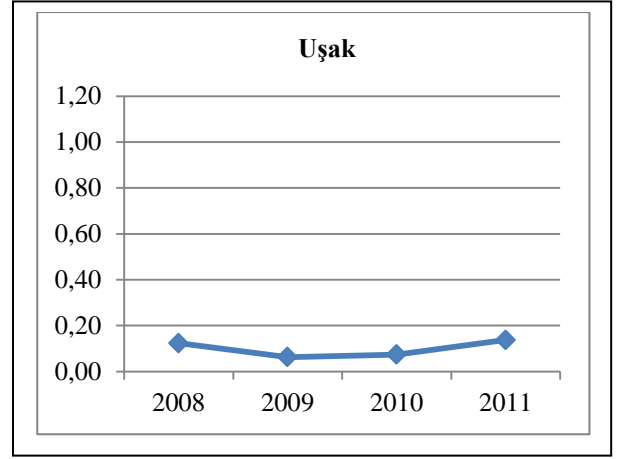
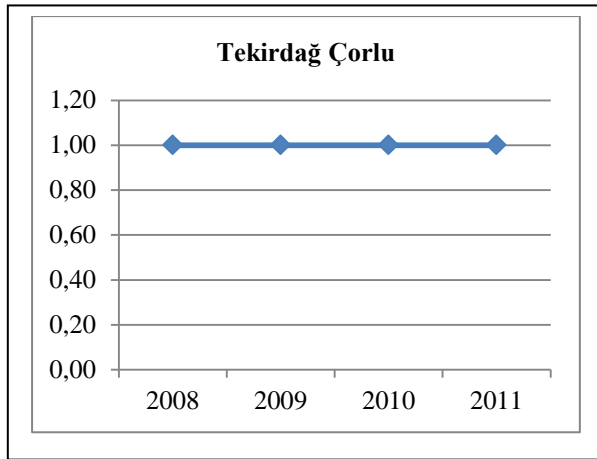












Ek 2. 2008 Yılı Etkin Olmayan Firmaların Referans Alabileceği Firmalar

	Havalimanları	Referanslar
1	İstanbul Atatürk	11
2	Antalya	20
3	Ankara Esenboğa	1 (0,09) 2 (0,28)
4	İzmir Adnan Menderes	1 (0,04) 2 (0,33)
5	İstanbul Sabiha Gökçen	1 (0,11) 2 (0,16)
6	Muğla Dalaman	0
7	Muğla Milas Bodrum	6
8	Adana	26
9	Trabzon	2 (0,05) 7 (0,22) 8 (0,03) 37 (0,19)
10	Diyarbakır	2 (0,03) 8 (0,18)
11	Gaziantep	2 (0,03) 7 (0,10) 8 (0,01) 37 (0,14)
12	Kayseri	1 (0,01) 2 (0,01) 8 (0,06)
13	Samsun Çarşamba	2 (0,01) 7 (0,05) 8 (0,09) 37 (0,02)
14	Van Ferit Melen	2 (0,01) 8 (0,16)
15	Erzurum	2 (0,01) 7 (0,04) 8 (0,06) 37 (0,04)
16	Malatya	2 (0,01) 8 (0,13)
17	Kars	2 (0,00) 8 (0,09)
18	Konya	1 (0,00) 2 (0,00) 8 (0,07)
19	Mardin	2 (0,00) 8 (0,06)
20	Hatay	2 (0,00) 8 (0,06)
21	Denizli Çardak	1 (0,00) 8 (0,01) 37 (0,01)
22	Şanlıurfa GAP	1 (0,00) 2 (0,00) 8 (0,02)
23	Elazığ	8 (0,06)
24	Sivas Nuri Demirağ	1 (0,00) 2 (0,00) 8 (0,04)
25	Nevşehir Kapadokya	7 (0,01) 8 (0,06)
26	Erzincan	8 (0,06)
27	Muş	2 (0,00) 8 (0,03)
28	Adıyaman	2 (0,00) 8 (0,04)
29	Bursa Yenişehir	2 (0,00) 7 (0,01) 37 (0,11)
30	Kahramanmaraş	8 (0,04)
31	Ağrı	8 (0,03)
32	Uşak	1 (0,00) 8 (0,01) 37 (0,01)
33	Çanakkale	8 (0,03) 37 (0,03)
34	Isparta Süleyman Demirel	1 (0,00) 37 (0,13)
35	Sinop	8 (0,01) 37 (0,00)
36	Merzifon	1 (0,00) 8 (0,00) 37 (0,00)
37	Tekirdağ Çorlu	11

Ek3. 2009 Yılı Etkin Olmayan Firmaların Referans Alabileceği Firmalar

	Havalimanları	Referanslar
1	İstanbul Atatürk	12
2	Antalya	11
3	İstanbul Sabiha Gökçen	2
4	İzmir Adnan Menderes	1 (0,03) 2 (0,33) 3 (0,07)
5	Ankara Esenboğa	1 (0,07) 2 (0,24) 3 (0,21)
6	Muğla Dalaman	1 (0,01) 2 (0,17)
7	Muğla Milas Bodrum	17
8	Adana	24
9	Trabzon	7 (0,49) 8 (0,10) 32 (0,05)
10	Diyarbakır	1 (0,00) 2 (0,03) 7 (0,07) 8 (0,14)
11	Samsun Çarşamba	2 (0,02) 7 (0,09) 8 (0,10) 32 (0,03)
12	Gaziantep	2 (0,03) 7 (0,12) 8 (0,01) 32 (0,11)
13	Kayseri	9
14	Van Ferit Melen	2 (0,01) 7 (0,09) 8 (0,14)
15	Erzurum	2 (0,02) 7 (0,02) 8 (0,08) 32 (0,02)
16	Malatya	1 (0,00) 2 (0,00) 7 (0,02) 8 (0,11)
17	Elazığ	8 (0,14)
18	Hatay	8 (0,06) 13 (0,21)
19	Konya	1 (0,00) 7 (0,01) 8 (0,08) 13 (0,02) 32 (0,06)
20	Kars	7 (0,06) 8 (0,04) 13 (0,03)
21	Mardin	7 (0,02) 8 (0,01) 13 (0,21)
22	Şanlıurfa GAP	2 (0,01) 7 (0,06)
23	Denizli Çardak	1 (0,00) 13 (0,02) 32 (0,02)
24	Erzincan	8 (0,05) 32 (0,02)
25	Sivas Nuri Demirağ	1 (0,00) 7 (0,00) 8 (0,02) 13 (0,05)
26	Nevşehir Kapadokya	7 (0,01) 8 (0,04) 32 (0,02)
27	Muş	1 (0,00) 7 (0,02) 8 (0,02) 13 (0,01)
28	Adıyaman	1 (0,00) 7 (0,00) 8 (0,03) 13 (0,00)
29	Kahramanmaraş	8 (0,03) 32 (0,01)
30	Bursa Yenişehir	2 (0,00) 7 (0,01) 32 (0,08)
31	Sinop	8 (0,02) 32 (0,00)
32	Tekirdağ Çorlu	16
33	Merzifon	1 (0,00) 8 (0,01) 13 (0,01) 32 (0,00)
34	Çanakkale	8 (0,03) 32 (0,03)
35	Isparta Süleyman Demirel	1 (0,00) 8 (0,00) 32 (0,11)
36	Ağrı	7 (0,00) 8 (0,01) 32 (0,00)
37	Uşak	8 (0,00) 32 (0,01)

Ek 4. 2010 Yılı Etkin Olmayan Firmaların Referans Alabileceği Firmalar

	Havalimanları	Referanslar
1	İstanbul Atatürk	6
2	Antalya	14
3	İstanbul Sabiha Gökçen	5
4	Ankara Esenboğa	1 (0,06) 2 (0,23) 3 (0,19)
5	İzmir Adnan Menderes	1 (0,03) 2 (0,32) 3 (0,06)
6	Muğla Dalaman	1 (0,00) 2 (0,15) 3 (0,04)
7	Muğla Milas Bodrum	2
8	Adana	22
9	Trabzon	2 (0,05) 7 (0,25) 8 (0,05) 31 (0,14)
10	Diyarbakır	4
11	Gaziantep	2 (0,03) 7 (0,11) 8 (0,02) 31 (0,13)
12	Samsun Çarşamba	2 (0,02) 8 (0,19) 31 (0,04)
13	Kayseri	2 (0,04) 8 (0,00) 31 (0,11)
14	Van Ferit Melen	8 (0,20) 10 (0,23)
15	Erzurum	2 (0,02) 8 (0,13) 31 (0,01)
16	Hatay	3 (0,05)
17	Konya	2 (0,01) 8 (0,14) 31 (0,06)
18	Malatya	2 (0,02) 8 (0,04) 31 (0,10)
19	Elazığ	8 (0,17)
20	Kars	2 (0,00) 8 (0,09) 10 (0,05)
21	Mardin	8 (0,08) 10 (0,07)
22	Şanlıurfa GAP	2 (0,01) 8 (0,01) 31 (0,05)
23	Muş	8 (0,06) 10 (0,01)
24	Nevşehir Kapadokya	8 (0,05) 31 (0,01)
25	Denizli Çardak	1 (0,00) 2 (0,00) 31 (0,03)
26	Erzincan	1 (0,00) 3 (0,01)
27	Ağrı	8 (0,04)
28	Sivas Nuri Demirağ	1 (0,00) 31 (0,00)
29	Adıyaman	8 (0,04)
30	Bursa Yenişehir	2 (0,01) 31 (0,15)
31	Tekirdağ Çorlu	17
32	Merzifon	8 (0,02)
33	Sinop	8 (0,02) 31 (0,01)
34	Kahramanmaraş	8 (0,02) 31 (0,00)
35	Isparta Süleyman Demirel	8 (0,00) 31 (0,28)
36	Çanakkale	8 (0,01) 31 (0,05)
37	Uşak	8 (0,01) 31 (0,01)

Ek 5. 2008 Yılı Etkin Olmayan Karar Verme Birimlerinin İyileştirme Oranları

		Gerçekleşen Değer	Hedeflenen Değer	Potansiyel İyileştirmeler(%)
Ankara Esenboğa	Çalışan Sayısı {I}	1115	225	-80
	İşletme Gideri {I}	60333	21387	-65
	Terminal Alanı {I}	182000	76470	-58
	Pist Sayısı {I}	2	1	-45
	Apron Sayısı {I}	3	2	-45
	Yolcu Trafiği {O}	5692133	7830774	38
	İşletme Geliri {O}	39323	148598	278
	Uçak Trafiği {O}	62859	60904	-3
	Yük Trafiği {O}	72887	176990	143
İzmir Adnan Menderes	Çalışan Sayısı {I}	637	208	-67
	İşletme Gideri {I}	49082	19706	-60
	Terminal Alanı {I}	136199	68552	-50
	Pist Sayısı {I}	2	1	-45
	Apron Sayısı {I}	2	1	-43
	Yolcu Trafiği {O}	5455298	7342580	35
	İşletme Geliri {O}	52787	136859	159
	Uçak Trafiği {O}	52014	53534	3
	Yük Trafiği {O}	75377	156847	108
Trabzon	Çalışan Sayısı {I}	214	115	-46
	İşletme Gideri {I}	16142	9524	-41
	Terminal Alanı {I}	23745	13733	-42
	Pist Sayısı {I}	1	1	-41
	Apron Sayısı {I}	1	1	-40
	Yolcu Trafiği {O}	1469713	1614437	10
	İşletme Geliri {O}	11322	30279	167
	Uçak Trafiği {O}	14688	14263	-3
	Yük Trafiği {O}	16591	30866	86
Isparta Süleyman Demirel	Çalışan Sayısı {I}	70	*	-86
	İşletme Gideri {I}	4362	835	-81
	Terminal Alanı {I}	5400	*	-84
	Pist Sayısı {I}	1	0	-87
	Apron Sayısı {I}	1	0	-87
	Yolcu Trafiği {O}	15053	895	-94
	İşletme Geliri {O}	381	140	-63
	Uçak Trafiği {O}	1654	1456	-12
	Yük Trafiği {O}	265	1864	603

*Veriler oldukça düşük çıktığından sadece azaltılması yönünde yorum yapılmıştır.

Ek 5. 2008 Yılı Etkin Olmayan Karar Verme Birimlerinin İyileştirme Oranları

		Gerçekleşen Değer	Hedeflenen Değer	Potansiyel İyileştirmeler
Nevşehir Kapadokya	Çalışan Sayısı {I}	137	*	-82
	İşletme Gideri {I}	7964	1385	-83
	Terminal Alanı {I}	3500	*	-80
	Pist Sayısı {I}	1	0	-93
	Apron Sayısı {I}	1	0	-81
	Yolcu Trafığı {O}	100762	164924	64
	İşletme Geliri {O}	283	1622	473
	Uçak Trafığı {O}	1709	1799	5
	Yük Trafığı {O}	1320	2341	77
Erzurum	Çalışan Sayısı {I}	153	41	-73
	İşletme Gideri {I}	10489	2854	-73
	Terminal Alanı {I}	13107	3180	-76
	Pist Sayısı {I}	2	0	-92
	Apron Sayısı {I}	1	0	-72
	Yolcu Trafığı {O}	527598	435585	-17
	İşletme Geliri {O}	3391	6790	100
	Uçak Trafığı {O}	4842	4204	-13
	Yük Trafığı {O}	5492	7828	43
Gaziantep	Çalışan Sayısı {I}	177	59	-67
	İşletme Gideri {I}	16087	4965	-69
	Terminal Alanı {I}	22790	7782	-66
	Pist Sayısı {I}	2	0	-83
	Apron Sayısı {I}	1	0	-67
	Yolcu Trafığı {O}	754968	862524	14
	İşletme Geliri {O}	5509	16262	195
	Uçak Trafığı {O}	7116	7925	11
	Yük Trafığı {O}	8012	17446	118
Adıyaman	Çalışan Sayısı {I}	48	*	-71
	İşletme Gideri {I}	2511	764	-70
	Terminal Alanı {I}	1200	*	-70
	Pist Sayısı {I}	1	0	-96
	Apron Sayısı {I}	1	0	-88
	Yolcu Trafığı {O}	86280	91617	6
	İşletme Geliri {O}	258	708	175
	Uçak Trafığı {O}	916	1051	15
	Yük Trafığı {O}	786	1314	67

*Veriler oldukça düşük çıktığından sadece azaltılması yönünde yorum yapılmıştır.

Ek 5. 2008 Yılı Etkin Olmayan Karar Verme Birimlerinin İyileştirme Oranları

		Gerçekleşen Değer	Hedeflenen Değer	Potansiyel İyileştirmeler
Ağrı	Çalışan Sayısı {I}	54	*	-80
	İşletme Gideri {I}	3015	573	-81
	Terminal Alanı {I}	751	*	-64
	Pist Sayısı {I}	1	0	-97
	Apron Sayısı {I}	1	0	-91
	Yolcu Trafığı {O}	60360	68713	14
	İşletme Geliri {O}	203	531	162
	Uçak Trafığı {O}	649	788	21
	Yük Trafığı {O}	680	986	45
Merzifon	Çalışan Sayısı {I}	25	0	-100
	İşletme Gideri {I}	1142	0	-100
	Terminal Alanı {I}	1185	0	-100
	Pist Sayısı {I}	1	0	-100
	Apron Sayısı {I}	1	0	-100
	Yolcu Trafığı {O}	13888	0	-100
	İşletme Geliri {O}	33	0	-100
	Uçak Trafığı {O}	170	0	-100
	Yük Trafığı {O}	127	0	-100
Bursa Yenişehir	Çalışan Sayısı {I}	107	*	-89
	İşletme Gideri {I}	10224	945	-91
	Terminal Alanı {I}	12716	*	-93
	Pist Sayısı {I}	2	0	-94
	Apron Sayısı {I}	1	0	-88
	Yolcu Trafığı {O}	75462	28255	-63
	İşletme Geliri {O}	475	679	43
	Uçak Trafığı {O}	2120	1455	-31
	Yük Trafığı {O}	925	1947	111
Çanakkale	Çalışan Sayısı {I}	41	*	-69
	İşletme Gideri {I}	2389	766	-68
	Terminal Alanı {I}	1476	*	-68
	Pist Sayısı {I}	1	0	-94
	Apron Sayısı {I}	1	0	-88
	Yolcu Trafığı {O}	21259	68919	224
	İşletme Geliri {O}	181	564	211
	Uçak Trafığı {O}	1214	1124	-7
	Yük Trafığı {O}	167	1416	748

*Veriler oldukça düşük çıktığından sadece azaltılması yönünde yorum yapılmıştır.

Ek 5. 2008 Yılı Etkin Olmayan Karar Verme Birimlerinin İyileştirme Oranları

		Gerçekleşen Değer	Hedeflenen Değer	Potansiyel İyileştirmeler
Denizli Çardak	Çalışan Sayısı {I}	71	*	-94
	İşletme Gideri {I}	6451	255	-96
	Terminal Alanı {I}	16500	*	-99
	Pist Sayısı {I}	1	0	-98
	Apron Sayısı {I}	2	0	-98
	Yolcu Trafığı {O}	157361	22973	-85
	İşletme Geliri {O}	980	188	-81
	Uçak Trafığı {O}	1713	375	-78
	Yük Trafığı {O}	1131	472	-58
Diyarbakır	Çalışan Sayısı {I}	98	79	-19
	İşletme Gideri {I}	6749	4928	-27
	Terminal Alanı {I}	8085	6676	-17
	Pist Sayısı {I}	1	0	-73
	Apron Sayısı {I}	1	1	-40
	Yolcu Trafığı {O}	967088	975955	1
	İşletme Geliri {O}	4578	13523	195
	Uçak Trafığı {O}	7649	8591	12
	Yük Trafığı {O}	10141	17325	71
Elazığ	Çalışan Sayısı {I}	106	*	-80
	İşletme Gideri {I}	5352	1146	-79
	Terminal Alanı {I}	1400	*	-61
	Pist Sayısı {I}	1	0	-94
	Apron Sayısı {I}	1	0	-82
	Yolcu Trafığı {O}	135293	137426	2
	İşletme Geliri {O}	563	1062	89
	Uçak Trafığı {O}	1588	1576	-1
	Yük Trafığı {O}	1655	1971	19
Erzincan	Çalışan Sayısı {I}	56	*	-62
	İşletme Gideri {I}	5525	1146	-79
	Terminal Alanı {I}	1242	*	-56
	Pist Sayısı {I}	1	0	-94
	Apron Sayısı {I}	1	0	-82
	Yolcu Trafığı {O}	91540	137426	50
	İşletme Geliri {O}	451	1062	136
	Uçak Trafığı {O}	1490	1576	6
	Yük Trafığı {O}	1100	1971	79

*Veriler oldukça düşük çıktığından sadece azaltılması yönünde yorum yapılmıştır.

Ek 5. 2008 Yılı Etkin Olmayan Karar Verme Birimlerinin İyileştirme Oranları

		Gerçekleşen Değer	Hedeflenen Değer	Potansiyel İyileştirmeler
Hatay	Çalışan Sayısı {I}	37	*	-43
	İşletme Gideri {I}	5117	1146	-78
	Terminal Alanı {I}	1200	*	-55
	Pist Sayısı {I}	1	0	-94
	Apron Sayısı {I}	1	0	-82
	Yolcu Trafığı {O}	162128	137426	-15
	İşletme Geliri {O}	485	1062	119
	Uçak Trafığı {O}	1470	1576	7
	Yük Trafığı {O}	1841	1971	7
Kahramanmaraş	Çalışan Sayısı {I}	60	*	-77
	İşletme Gideri {I}	3580	764	-79
	Terminal Alanı {I}	1350	*	-73
	Pist Sayısı {I}	1	0	-96
	Apron Sayısı {I}	1	0	-88
	Yolcu Trafığı {O}	68167	91617	34
	İşletme Geliri {O}	153	708	363
	Uçak Trafığı {O}	1002	1051	5
	Yük Trafığı {O}	721	1314	82
Kars	Çalışan Sayısı {I}	70	32	-55
	İşletme Gideri {I}	6243	1719	-72
	Terminal Alanı {I}	2860	815	-71
	Pist Sayısı {I}	1	0	-91
	Apron Sayısı {I}	1	0	-73
	Yolcu Trafığı {O}	269095	206138	-23
	İşletme Geliri {O}	889	1594	79
	Uçak Trafığı {O}	2292	2364	3
	Yük Trafığı {O}	3317	2957	-11
Kayseri	Çalışan Sayısı {I}	79	35	-56
	İşletme Gideri {I}	7189	2475	-66
	Terminal Alanı {I}	14129	5490	-61
	Pist Sayısı {I}	1	0	-88
	Apron Sayısı {I}	1	0	-68
	Yolcu Trafığı {O}	674833	610850	-9
	İşletme Geliri {O}	7074	10300	46
	Uçak Trafığı {O}	6358	5625	-12
	Yük Trafığı {O}	11055	13607	23

*Veriler oldukça düşük çıktığından sadece azaltılması yönünde yorum yapılmıştır.

Ek 5. 2008 Yılı Etkin Olmayan Karar Verme Birimlerinin İyileştirme Oranları

		Gerçekleşen Değer	Hedeflenen Değer	Potansiyel İyileştirmeler
Konya	Çalışan Sayısı {I}	85	25	-71
	İşletme Gideri {I}	5196	1337	-74
	Terminal Alanı {I}	5396	634	-88
	Pist Sayısı {I}	2	0	-97
	Apron Sayısı {I}	1	0	-79
	Yolcu Trafığı {O}	266143	160330	-40
	İşletme Geliri {O}	1717	1239	-28
	Uçak Trafığı {O}	2646	1839	-31
	Yük Trafığı {O}	2973	2300	-23
Malatya	Çalışan Sayısı {I}	68	51	-25
	İşletme Gideri {I}	5140	2980	-42
	Terminal Alanı {I}	3585	2860	-20
	Pist Sayısı {I}	1	0	-84
	Apron Sayısı {I}	1	0	-59
	Yolcu Trafığı {O}	463817	485648	5
	İşletme Geliri {O}	2022	5747	184
	Uçak Trafığı {O}	4102	4703	15
	Yük Trafığı {O}	5506	8075	47
Mardin	Çalışan Sayısı {I}	32	21	-34
	İşletme Gideri {I}	4142	1146	-72
	Terminal Alanı {I}	1500	544	-64
	Pist Sayısı {I}	1	0	-94
	Apron Sayısı {I}	1	0	-82
	Yolcu Trafığı {O}	192764	137426	-29
	İşletme Geliri {O}	438	1062	143
	Uçak Trafığı {O}	1662	1576	-5
	Yük Trafığı {O}	2140	1971	-8
Muş	Çalışan Sayısı {I}	35	*	-70
	İşletme Gideri {I}	2919	573	-80
	Terminal Alanı {I}	1503	*	-82
	Pist Sayısı {I}	1	0	-97
	Apron Sayısı {I}	1	0	-91
	Yolcu Trafığı {O}	88875	68713	-23
	İşletme Geliri {O}	406	531	31
	Uçak Trafığı {O}	806	788	-2
	Yük Trafığı {O}	939	986	5

*Veriler oldukça düşük çıktığından sadece azaltılması yönünde yorum yapılmıştır.

Ek 5. 2008 Yılı Etkin Olmayan Karar Verme Birimlerinin İyileştirme Oranları

		Gerçekleşen Değer	Hedeflenen Değer	Potansiyel İyileştirmeler
Samsun Çarşamba	Çalışan Sayısı {I}	189	53	-72
	İşletme Gideri {I}	10059	3537	-65
	Terminal Alanı {I}	11500	3494	-70
	Pist Sayısı {I}	1	0	-81
	Apron Sayısı {I}	1	0	-64
	Yolcu Trafığı {O}	604387	531658	-12
	İşletme Geliri {O}	5048	7860	56
	Uçak Trafığı {O}	5499	4991	-9
	Yük Trafığı {O}	7017	8897	27
Sinop	Çalışan Sayısı {I}	29	*	-88
	İşletme Gideri {I}	1077	191	-82
	Terminal Alanı {I}	600	*	-85
	Pist Sayısı {I}	1	0	-99
	Apron Sayısı {I}	1	0	-97
	Yolcu Trafığı {O}	14464	22904	58
	İşletme Geliri {O}	32	177	453
	Uçak Trafığı {O}	205	263	28
	Yük Trafığı {O}	156	329	111
Sivas Nuri Demirağ	Çalışan Sayısı {I}	50	*	-72
	İşletme Gideri {I}	4613	764	-83
	Terminal Alanı {I}	2217	*	-84
	Pist Sayısı {I}	1	0	-96
	Apron Sayısı {I}	2	0	-94
	Yolcu Trafığı {O}	124357	91617	-26
	İşletme Geliri {O}	482	708	47
	Uçak Trafığı {O}	1352	1051	-22
	Yük Trafığı {O}	1361	1314	-3
Şanlıurfa GAP	Çalışan Sayısı {I}	89	*	-92
	İşletme Gideri {I}	9746	382	-96
	Terminal Alanı {I}	12000	*	-98
	Pist Sayısı {I}	1	0	-98
	Apron Sayısı {I}	1	0	-94
	Yolcu Trafığı {O}	154657	45809	-70
	İşletme Geliri {O}	762	354	-54
	Uçak Trafığı {O}	1474	525	-64
	Yük Trafığı {O}	1419	657	-54

*Veriler oldukça düşük çıktığından sadece azaltılması yönünde yorum yapılmıştır.

Ek 5. 2008 Yılı Etkin Olmayan Karar Verme Birimlerinin İyileştirme Oranları

		Gerçekleşen Değer	Hedeflenen Değer	Potansiyel İyileştirmeler
Uşak	Çalışan Sayısı {I}	36	*	-88
	İşletme Gideri {I}	2543	255	-90
	Terminal Alanı {I}	1740	*	-91
	Pist Sayısı {I}	1	0	-98
	Apron Sayısı {I}	1	0	-96
	Yolcu Trafığı {O}	25305	22973	-9
	İşletme Geliri {O}	101	188	86
	Uçak Trafığı {O}	432	375	-13
	Yük Trafığı {O}	201	472	135
Van Ferit Melen	Çalışan Sayısı {I}	84	62	-27
	İşletme Gideri {I}	6799	3553	-48
	Terminal Alanı {I}	4410	3131	-29
	Pist Sayısı {I}	1	0	-81
	Apron Sayısı {I}	1	1	-50
	Yolcu Trafığı {O}	585319	554361	-5
	İşletme Geliri {O}	2150	6278	192
	Uçak Trafığı {O}	5637	5491	-3
	Yük Trafığı {O}	6334	9060	43
İstanbul Sabiha Gökçen	Çalışan Sayısı {I}	281	179	-36
	İşletme Gideri {I}	29625	17097	-42
	Terminal Alanı {I}	192275	62820	-67
	Pist Sayısı {I}	1	1	-19
	Apron Sayısı {I}	2	2	-18
	Yolcu Trafığı {O}	4281193	6147126	44
	İşletme Geliri {O}	90872	118842	31
	Uçak Trafığı {O}	49507	50977	3
	Yük Trafığı {O}	7028	147011	1992

*Veriler oldukça düşük çıktığından sadece azaltılması yönünde yorum yapılmıştır.

Ek 6. 2009 Yılı Etkin Olmayan Karar Verme Birimlerinin İyileştirme Oranları

		Gerçekleşen Değer	Hedeflenen Değer	Potansiyel İyileştirmeler(%)
Ankara Esenboğa	Çalışan Sayısı {I}	1143	252	-78
	İşletme Gideri {I}	64003	26084	-59
	Terminal Alanı {I}	182000	103591	-43
	Pist Sayısı {I}	2	1	-43
	Apron Sayısı {I}	3	2	-42
	Yolcu Trafığı {O}	6084404	7858541	29
	İşletme Geliri {O}	43671	164612	277
	Uçak Trafığı {O}	62620	63801	2
	Yük Trafığı {O}	73432	151579	106
İzmir Adnan Menderes	Çalışan Sayısı {I}	639	224	-65
	İşletme Gideri {I}	54778	23024	-58
	Terminal Alanı {I}	136199	78747	-42
	Pist Sayısı {I}	2	1	-43
	Apron Sayısı {I}	2	1	-42
	Yolcu Trafığı {O}	6201794	7404689	19
	İşletme Geliri {O}	59084	159649	170
	Uçak Trafığı {O}	54197	54969	1
	Yük Trafığı {O}	79671	152114	91
Muğla Dalaman	Çalışan Sayısı {I}	344	100	-71
	İşletme Gideri {I}	23785	10215	-57
	Terminal Alanı {I}	96417	31852	-67
	Pist Sayısı {I}	2	1	-73
	Apron Sayısı {I}	1	0	-54
	Yolcu Trafığı {O}	3347996	3416897	2
	İşletme Geliri {O}	51629	75066	45
	Uçak Trafığı {O}	24014	24470	2
	Yük Trafığı {O}	46324	73597	59
Trabzon	Çalışan Sayısı {I}	204	156	-24
	İşletme Gideri {I}	19446	15903	-18
	Terminal Alanı {I}	9710	8105	-17
	Pist Sayısı {I}	1	1	-36
	Apron Sayısı {I}	1	1	-16
	Yolcu Trafığı {O}	1596905	1612942	1
	İşletme Geliri {O}	13139	33211	153
	Uçak Trafığı {O}	14892	14999	1
	Yük Trafığı {O}	16902	21432	27

Ek 6. 2009 Yılı Etkin Olmayan Karar Verme Birimlerinin İyileştirme Oranları

		Gerçekleşen Değer	Hedeflenen Değer	Potansiyel İyileştirmeler
Isparta Süleyman Demirel	Çalışan Sayısı {I}	68	*	-87
	İşletme Gideri {I}	5654	814	-86
	Terminal Alanı {I}	5400	*	-87
	Pist Sayısı {I}	1	0	-89
	Apron Sayısı {I}	1	0	-89
	Yolcu Trafığı {O}	16461	4486	-73
	İşletme Geliri {O}	419	138	-67
	Uçak Trafığı {O}	2105	1923	-9
	Yük Trafığı {O}	208	1392	569
Nevşehir Kapadokya	Çalışan Sayısı {I}	134	*	-87
	İşletme Gideri {I}	8571	1247	-85
	Terminal Alanı {I}	3500	*	-85
	Pist Sayısı {I}	1	0	-93
	Apron Sayısı {I}	1	0	-85
	Yolcu Trafığı {O}	122753	127921	4
	İşletme Geliri {O}	384	1467	282
	Uçak Trafığı {O}	1524	1634	7
	Yük Trafığı {O}	1411	1903	35
Erzurum	Çalışan Sayısı {I}	151	45	-70
	İşletme Gideri {I}	10781	3447	-68
	Terminal Alanı {I}	12950	4253	-67
	Pist Sayısı {I}	2	0	-91
	Apron Sayısı {I}	1	0	-68
	Yolcu Trafığı {O}	599017	621941	4
	İşletme Geliri {O}	3507	10919	211
	Uçak Trafığı {O}	5230	5463	4
	Yük Trafığı {O}	5540	11238	103
Gaziantep	Çalışan Sayısı {I}	180	57	-68
	İşletme Gideri {I}	18608	5970	-68
	Terminal Alanı {I}	22790	7583	-67
	Pist Sayısı {I}	2	0	-84
	Apron Sayısı {I}	1	0	-68
	Yolcu Trafığı {O}	833002	913394	10
	İşletme Geliri {O}	6533	19979	206
	Uçak Trafığı {O}	8161	8819	8
	Yük Trafığı {O}	10580	17547	66

*Veriler oldukça düşük çıktığından sadece azaltılması yönünde yorum yapılmıştır.

Ek 6. 2009 Yılı Etkin Olmayan Karar Verme Birimlerinin İyileştirme Oranları

		Gerçekleşen Değer	Hedeflenen Değer	Potansiyel İyileştirmeler
Adıyaman	Çalışan Sayısı {I}	49	*	-79
	İşletme Gideri {I}	3128	618	-80
	Terminal Alanı {I}	1200	*	-85
	Pist Sayısı {I}	1	0	-97
	Apron Sayısı {I}	1	0	-91
	Yolcu Trafığı {O}	85112	74472	-13
	İşletme Geliri {O}	291	605	108
	Uçak Trafığı {O}	880	787	-11
	Yük Trafığı {O}	752	968	29
Ağrı	Çalışan Sayısı {I}	41	*	-91
	İşletme Gideri {I}	3708	206	-94
	Terminal Alanı {I}	751	*	-92
	Pist Sayısı {I}	1	0	-99
	Apron Sayısı {I}	1	0	-97
	Yolcu Trafığı {O}	14169	24824	75
	İşletme Geliri {O}	145	202	39
	Uçak Trafığı {O}	179	262	47
	Yük Trafığı {O}	168	323	92
Merzifon	Çalışan Sayısı {I}	38	*	-89
	İşletme Gideri {I}	2794	325	-88
	Terminal Alanı {I}	1200	*	-93
	Pist Sayısı {I}	1	0	-98
	Apron Sayısı {I}	1	0	-96
	Yolcu Trafığı {O}	39577	32610	-18
	İşletme Geliri {O}	131	285	117
	Uçak Trafığı {O}	419	335	-20
	Yük Trafığı {O}	370	444	20
Bursa Yenişehir	Çalışan Sayısı {I}	112	*	-92
	İşletme Gideri {I}	11609	867	-93
	Terminal Alanı {I}	12716	*	-95
	Pist Sayısı {I}	2	0	-96
	Apron Sayısı {I}	1	0	-91
	Yolcu Trafığı {O}	73496	31072	-58
	İşletme Geliri {O}	499	736	47
	Uçak Trafığı {O}	2228	1633	-27
	Yük Trafığı {O}	1311	1371	5

*Veriler oldukça düşük çıktığından sadece azaltılması yönünde yorum yapılmıştır.

Ek 6. 2009 Yılı Etkin Olmayan Karar Verme Birimlerinin İyileştirme Oranları

		Gerçekleşen Değer	Hedeflenen Değer	Potansiyel İyileştirmeler
Çanakkale	Çalışan Sayısı {I}	43	*	-70
	İşletme Gideri {I}	3029	840	-72
	Terminal Alanı {I}	1200	*	-69
	Pist Sayısı {I}	1	0	-94
	Apron Sayısı {I}	1	0	-88
	Yolcu Trafığı {O}	19207	75695	294
	İşletme Geliri {O}	236	643	172
	Uçak Trafığı {O}	1326	1312	-1
	Yük Trafığı {O}	176	1348	666
Denizli Çardak	Çalışan Sayısı {I}	72	*	-96
	İşletme Gideri {I}	9492	386	-96
	Terminal Alanı {I}	16890	*	-99
	Pist Sayısı {I}	1	0	-96
	Apron Sayısı {I}	2	0	-98
	Yolcu Trafığı {O}	150780	16388	-89
	İşletme Geliri {O}	1006	191	-81
	Uçak Trafığı {O}	1774	495	-72
	Yük Trafığı {O}	1184	495	-58
Diyarbakır	Çalışan Sayısı {I}	98	82	-16
	İşletme Gideri {I}	7725	6461	-16
	Terminal Alanı {I}	8085	6888	-15
	Pist Sayısı {I}	1	0	-70
	Apron Sayısı {I}	1	1	-45
	Yolcu Trafığı {O}	1060381	1092573	3
	İşletme Geliri {O}	5150	19285	274
	Uçak Trafığı {O}	8897	9134	3
	Yük Trafığı {O}	10856	18558	71
Elazığ	Çalışan Sayısı {I}	113	49	-57
	İşletme Gideri {I}	6014	2885	-52
	Terminal Alanı {I}	1400	816	-42
	Pist Sayısı {I}	1	0	-86
	Apron Sayısı {I}	1	0	-58
	Yolcu Trafığı {O}	344844	347536	1
	İşletme Geliri {O}	826	2823	242
	Uçak Trafığı {O}	2544	3674	44
	Yük Trafığı {O}	3294	4518	37

*Veriler oldukça düşük çıktığından sadece azaltılması yönünde yorum yapılmıştır.

Ek 6. 2009 Yılı Etkin Olmayan Karar Verme Birimlerinin İyileştirme Oranları

		Gerçekleşen Değer	Hedeflenen Değer	Potansiyel İyileştirmeler
Erzincan	Çalışan Sayısı {I}	58	*	-67
	İşletme Gideri {I}	6105	1178	-81
	Terminal Alanı {I}	1242	*	-66
	Pist Sayısı {I}	1	0	-93
	Apron Sayısı {I}	1	0	-83
	Yolcu Trafığı {O}	127030	124936	-2
	İşletme Geliri {O}	541	1033	91
	Uçak Trafığı {O}	1667	1662	0
	Yük Trafığı {O}	1511	1867	24
Hatay	Çalışan Sayısı {I}	47	38	-18
	İşletme Gideri {I}	7942	3740	-53
	Terminal Alanı {I}	1200	990	-18
	Pist Sayısı {I}	1	0	-73
	Apron Sayısı {I}	1	0	-61
	Yolcu Trafığı {O}	325307	312458	-4
	İşletme Geliri {O}	1329	2956	122
	Uçak Trafığı {O}	3102	3104	0
	Yük Trafığı {O}	3955	4474	13
Kahramanmaraş	Çalışan Sayısı {I}	60	*	-81
	İşletme Gideri {I}	3977	692	-83
	Terminal Alanı {I}	1350	*	-82
	Pist Sayısı {I}	1	0	-96
	Apron Sayısı {I}	1	0	-90
	Yolcu Trafığı {O}	81420	74880	-8
	İşletme Geliri {O}	162	617	281
	Uçak Trafığı {O}	1133	962	-15
	Yük Trafığı {O}	822	1095	33
Kars	Çalışan Sayısı {I}	76	31	-59
	İşletme Gideri {I}	6791	2832	-58
	Terminal Alanı {I}	2860	1206	-58
	Pist Sayısı {I}	1	0	-87
	Apron Sayısı {I}	1	0	-79
	Yolcu Trafığı {O}	288008	289512	1
	İşletme Geliri {O}	953	4868	411
	Uçak Trafığı {O}	2276	2676	18
	Yük Trafığı {O}	3669	3805	4

*Veriler oldukça düşük çıktığından sadece azaltılması yönünde yorum yapılmıştır.

Ek 6. 2009 Yılı Etkin Olmayan Karar Verme Birimlerinin İyileştirme Oranları

		Gerçekleşen Değer	Hedeflenen Değer	Potansiyel İyileştirmeler
Konya	Çalışan Sayısı {I}	108	37	-66
	İşletme Gideri {I}	7654	2606	-66
	Terminal Alanı {I}	5166	1065	-79
	Pist Sayısı {I}	2	0	-92
	Apron Sayısı {I}	1	0	-67
	Yolcu Trafığı {O}	301724	244421	-19
	İşletme Geliri {O}	2342	2490	6
	Uçak Trafığı {O}	4050	3529	-13
	Yük Trafığı {O}	3391	3941	16
Malatya	Çalışan Sayısı {I}	77	43	-44
	İşletme Gideri {I}	5220	2817	-46
	Terminal Alanı {I}	3585	934	-74
	Pist Sayısı {I}	1	0	-87
	Apron Sayısı {I}	1	0	-65
	Yolcu Trafığı {O}	462884	328683	-29
	İşletme Geliri {O}	2189	3489	59
	Uçak Trafığı {O}	4566	3356	-26
	Yük Trafığı {O}	5140	4267	-17
Mardin	Çalışan Sayısı {I}	39	26	-34
	İşletme Gideri {I}	4996	3260	-35
	Terminal Alanı {I}	1500	992	-34
	Pist Sayısı {I}	1	0	-76
	Apron Sayısı {I}	1	0	-74
	Yolcu Trafığı {O}	233288	243957	5
	İşletme Geliri {O}	497	3218	548
	Uçak Trafığı {O}	2098	2261	8
	Yük Trafığı {O}	2446	3578	46
Muş	Çalışan Sayısı {I}	40	*	-68
	İşletme Gideri {I}	3333	1081	-68
	Terminal Alanı {I}	1503	*	-71
	Pist Sayısı {I}	1	0	-95
	Apron Sayısı {I}	1	0	-91
	Yolcu Trafığı {O}	115795	113053	-2
	İşletme Geliri {O}	515	1757	241
	Uçak Trafığı {O}	1111	1067	-4
	Yük Trafığı {O}	1190	1484	25

*Veriler oldukça düşük çıktığından sadece azaltılması yönünde yorum yapılmıştır.

Ek 6. 2009 Yılı Etkin Olmayan Karar Verme Birimlerinin İyileştirme Oranları

		Gerçekleşen Değer	Hedeflenen Değer	Potansiyel İyileştirmeler
Samsun Çarşamba	Çalışan Sayısı {I}	180	70	-61
	İşletme Gideri {I}	12735	5858	-54
	Terminal Alanı {I}	11500	5463	-52
	Pist Sayısı {I}	1	0	-72
	Apron Sayısı {I}	1	0	-54
	Yolcu Trafığı {O}	866862	866662	0
	İşletme Geliri {O}	5916	15782	167
	Uçak Trafığı {O}	7856	7806	-1
	Yük Trafığı {O}	8973	14521	62
Sinop	Çalışan Sayısı {I}	34	*	-79
	İşletme Gideri {I}	2789	412	-85
	Terminal Alanı {I}	650	*	-82
	Pist Sayısı {I}	1	0	-98
	Apron Sayısı {I}	1	0	-94
	Yolcu Trafığı {O}	47147	49648	5
	İşletme Geliri {O}	129	403	213
	Uçak Trafığı {O}	582	525	-10
	Yük Trafığı {O}	485	645	33
Sivas Nuri Demirağ	Çalışan Sayısı {I}	54	*	-79
	İşletme Gideri {I}	4704	1008	-79
	Terminal Alanı {I}	2217	*	-88
	Pist Sayısı {I}	1	0	-93
	Apron Sayısı {I}	2	0	-95
	Yolcu Trafığı {O}	124137	88580	-29
	İşletme Geliri {O}	503	819	63
	Uçak Trafığı {O}	1232	889	-28
	Yük Trafığı {O}	1291	1250	-3
Şanlıurfa GAP	Çalışan Sayısı {I}	92	20	-79
	İşletme Gideri {I}	17300	2200	-87
	Terminal Alanı {I}	12000	2563	-79
	Pist Sayısı {I}	1	0	-91
	Apron Sayısı {I}	1	0	-92
	Yolcu Trafığı {O}	181155	350314	93
	İşletme Geliri {O}	7920	7817	-1
	Uçak Trafığı {O}	1914	2681	40
	Yük Trafığı {O}	1568	5995	282

*Veriler oldukça düşük çıktığından sadece azaltılması yönünde yorum yapılmıştır.

Ek 6. 2009 Yılı Etkin Olmayan Karar Verme Birimlerinin İyileştirme Oranları

		Gerçekleşen Değer	Hedeflenen Değer	Potansiyel İyileştirmeler
Uşak	Çalışan Sayısı {I}	50	*	-98
	İşletme Gideri {I}	2547	74	-97
	Terminal Alanı {I}	1460	*	-96
	Pist Sayısı {I}	1	0	-99
	Apron Sayısı {I}	1	0	-99
	Yolcu Trafığı {O}	10327	408	-96
	İşletme Geliri {O}	79	13	-84
	Uçak Trafığı {O}	288	175	-39
	Yük Trafığı {O}	87	127	45
Van Ferit Melen	Çalışan Sayısı {I}	95	76	-20
	İşletme Gideri {I}	7421	5910	-20
	Terminal Alanı {I}	4410	3819	-13
	Pist Sayısı {I}	1	0	-74
	Apron Sayısı {I}	1	1	-47
	Yolcu Trafığı {O}	745493	781278	5
	İşletme Geliri {O}	2613	12546	380
	Uçak Trafığı {O}	6720	7059	5
	Yük Trafığı {O}	7500	11589	55

*Veriler oldukça düşük çıktığından sadece azaltılması yönünde yorum yapılmıştır.

Ek 7. 2010 Yılı Etkin Olmayan Karar Verme Birimlerinin İyileştirme Oranları

		Gerçekleşen Değer	Hedeflenen Değer	Potansiyel İyileştirmeler(%)
Ankara Esenboğa	Çalışan Sayısı {I}	1174	238	-74
	İşletme Gideri {I}	75677	27082	-71
	Terminal Alanı {I}	182000	95925	-72
	Pist Sayısı {I}	2	1	-65
	Apron Sayısı {I}	3	2	-87
	Yolcu Trafığı {O}	7763914	9117664	-72
	İşletme Geliri {O}	45654	173658	-76
	Uçak Trafığı {O}	73929	71656	-75
	Yük Trafığı {O}	88955	192130	-80
İzmir Adnan Menderes	Çalışan Sayısı {I}	638	222	-65
	İşletme Gideri {I}	53569	25893	-52
	Terminal Alanı {I}	136199	75705	-44
	Pist Sayısı {I}	2	1	-45
	Apron Sayısı {I}	2	1	-44
	Yolcu Trafığı {O}	7485098	8679864	16
	İşletme Geliri {O}	70934	183963	159
	Uçak Trafığı {O}	63178	62628	-1
	Yük Trafığı {O}	94718	181795	92
Muğla Dalaman	Çalışan Sayısı {I}	337	94	-72
	İşletme Gideri {I}	26842	11237	-58
	Terminal Alanı {I}	118005	32915	-72
	Pist Sayısı {I}	2	0	-76
	Apron Sayısı {I}	1	0	-62
	Yolcu Trafığı {O}	3785779	3749541	-1
	İşletme Geliri {O}	50340	77259	53
	Uçak Trafığı {O}	27070	26562	-2
	Yük Trafığı {O}	51738	73983	43
Trabzon	Çalışan Sayısı {I}	204	119	-42
	İşletme Gideri {I}	23090	13491	-42
	Terminal Alanı {I}	23745	14173	-40
	Pist Sayısı {I}	1	1	-41
	Apron Sayısı {I}	1	1	-41
	Yolcu Trafığı {O}	1963169	2024423	3
	İşletme Geliri {O}	14035	44625	218
	Uçak Trafığı {O}	17795	18247	3
	Yük Trafığı {O}	19887	35968	81

Ek 7. 2010 Yılı Etkin Olmayan Karar Verme Birimlerinin İyileştirme Oranları

		Gerçekleşen Değer	Hedeflenen Değer	Potansiyel İyileştirmeler
Isparta Süleyman Demirel	Çalışan Sayısı {I}	77	25	-68
	İşletme Gideri {I}	7112	2330	-67
	Terminal Alanı {I}	5400	1826	-66
	Pist Sayısı {I}	1	0	-72
	Apron Sayısı {I}	1	0	-72
	Yolcu Trafığı {O}	33411	20833	-38
	İşletme Geliri {O}	583	887	52
	Uçak Trafığı {O}	5821	5671	-3
	Yük Trafığı {O}	301	4377	1354
Nevşehir Kapadokya	Çalışan Sayısı {I}	127	*	-85
	İşletme Gideri {I}	9550	1282	-87
	Terminal Alanı {I}	3500	*	-83
	Pist Sayısı {I}	1	0	-94
	Apron Sayısı {I}	1	0	-89
	Yolcu Trafığı {O}	137909	142803	4
	İşletme Geliri {O}	828	1146	38
	Uçak Trafığı {O}	1753	1720	-2
	Yük Trafığı {O}	1750	1998	14
Erzurum	Çalışan Sayısı {I}	166	58	-65
	İşletme Gideri {I}	12568	4520	-64
	Terminal Alanı {I}	12950	4776	-63
	Pist Sayısı {I}	2	0	-90
	Apron Sayısı {I}	1	0	-69
	Yolcu Trafığı {O}	765082	810357	6
	İşletme Geliri {O}	4316	12728	195
	Uçak Trafığı {O}	6828	7123	4
	Yük Trafığı {O}	6830	13893	103
Gaziantep	Çalışan Sayısı {I}	181	62	-66
	İşletme Gideri {I}	22267	6985	-69
	Terminal Alanı {I}	22790	8007	-65
	Pist Sayısı {I}	2	0	-83
	Apron Sayısı {I}	1	0	-66
	Yolcu Trafığı {O}	1039972	1066257	3
	İşletme Geliri {O}	8191	23727	190
	Uçak Trafığı {O}	10418	10544	1
	Yük Trafığı {O}	11961	20401	71

*Veriler oldukça düşük çıktığından sadece azaltılması yönünde yorum yapılmıştır.

Ek 7. 2010 Yılı Etkin Olmayan Karar Verme Birimlerinin İyileştirme Oranları

		Gerçekleşen Değer	Hedeflenen Değer	Potansiyel İyileştirmeler
Adıyaman	Çalışan Sayısı {I}	54	*	-74
	İşletme Gideri {I}	4356	959	-78
	Terminal Alanı {I}	1200	*	-65
	Pist Sayısı {I}	1	0	-96
	Apron Sayısı {I}	1	0	-92
	Yolcu Trafığı {O}	108507	113647	5
	İşletme Geliri {O}	598	892	49
	Uçak Trafığı {O}	1124	1214	8
	Yük Trafığı {O}	877	1473	68
Ağrı	Çalışan Sayısı {I}	51	*	-72
	İşletme Gideri {I}	4026	959	-76
	Terminal Alanı {I}	751	*	-45
	Pist Sayısı {I}	1	0	-96
	Apron Sayısı {I}	1	0	-92
	Yolcu Trafığı {O}	127519	113647	-11
	İşletme Geliri {O}	71	892	1156
	Uçak Trafığı {O}	6	1214	20128
	Yük Trafığı {O}	1278	1473	15
Merzifon	Çalışan Sayısı {I}	48	*	-85
	İşletme Gideri {I}	3673	480	-87
	Terminal Alanı {I}	1200	*	-83
	Pist Sayısı {I}	1	0	-98
	Apron Sayısı {I}	1	0	-96
	Yolcu Trafığı {O}	64393	56823	-12
	İşletme Geliri {O}	298	446	50
	Uçak Trafığı {O}	654	607	-7
	Yük Trafığı {O}	538	737	37
Bursa Yenişehir	Çalışan Sayısı {I}	119	*	-84
	İşletme Gideri {I}	13089	1908	-85
	Terminal Alanı {I}	12716	2660	-79
	Pist Sayısı {I}	2	0	-91
	Apron Sayısı {I}	1	0	-83
	Yolcu Trafığı {O}	97534	231291	137
	İşletme Geliri {O}	803	5375	569
	Uçak Trafığı {O}	3900	4526	16
	Yük Trafığı {O}	1458	6820	368

*Veriler oldukça düşük çıktığından sadece azaltılması yönünde yorum yapılmıştır.

Ek 7. 2010 Yılı Etkin Olmayan Karar Verme Birimlerinin İyileştirme Oranları

		Gerçekleşen Değer	Hedeflenen Değer	Potansiyel İyileştirmeler
Çanakkale	Çalışan Sayısı {I}	48	8	-83
	İşletme Gideri {I}	4703	656	-86
	Terminal Alanı {I}	1476	430	-71
	Pist Sayısı {I}	1	0	-94
	Apron Sayısı {I}	2	0	-97
	Yolcu Trafığı {O}	24178	32132	33
	İşletme Geliri {O}	254	381	50
	Uçak Trafığı {O}	1284	1316	2
	Yük Trafığı {O}	203	1150	466
Denizli Çardak	Çalışan Sayısı {I}	77	3	-97
	İşletme Gideri {I}	13127	250	-98
	Terminal Alanı {I}	16890	196	-99
	Pist Sayısı {I}	1	0	-97
	Apron Sayısı {I}	2	0	-99
	Yolcu Trafığı {O}	135005	2232	-98
	İşletme Geliri {O}	1115	95	-91
	Uçak Trafığı {O}	1754	608	-65
	Yük Trafığı {O}	1034	469	-55
Elazığ	Çalışan Sayısı {I}	117	61	-48
	İşletme Gideri {I}	7564	4076	-46
	Terminal Alanı {I}	2115	1762	-17
	Pist Sayısı {I}	1	0	-83
	Apron Sayısı {I}	1	0	-66
	Yolcu Trafığı {O}	470049	482999	3
	İşletme Geliri {O}	1597	3789	137
	Uçak Trafığı {O}	4260	5158	21
	Yük Trafığı {O}	4673	6260	34
Erzincan	Çalışan Sayısı {I}	64	3	-95
	İşletme Gideri {I}	11747	335	-97
	Terminal Alanı {I}	31276	1923	-94
	Pist Sayısı {I}	1	0	-99
	Apron Sayısı {I}	1	0	-98
	Yolcu Trafığı {O}	130892	111897	-15
	İşletme Geliri {O}	965	943	-2
	Uçak Trafığı {O}	1789	1060	-41
	Yük Trafığı {O}	1380	1715	24

*Veriler oldukça düşük çıktığından sadece azaltılması yönünde yorum yapılmıştır.

Ek 7. 2010 Yılı Etkin Olmayan Karar Verme Birimlerinin İyileştirme Oranları

		Gerçekleşen Değer	Hedeflenen Değer	Potansiyel İyileştirmeler
Hatay	Çalışan Sayısı {I}	59	15	-75
	İşletme Gideri {I}	9748	1676	-83
	Terminal Alanı {I}	46825	9614	-79
	Pist Sayısı {I}	1	0	-95
	Apron Sayısı {I}	1	0	-90
	Yolcu Trafığı {O}	574613	559484	-3
	İşletme Geliri {O}	2975	4714	58
	Uçak Trafığı {O}	5573	5298	-5
	Yük Trafığı {O}	6703	8576	28
Kahramanmaraş	Çalışan Sayısı {I}	66	*	-89
	İşletme Gideri {I}	5529	480	-91
	Terminal Alanı {I}	1540	*	-87
	Pist Sayısı {I}	1	0	-98
	Apron Sayısı {I}	1	0	-96
	Yolcu Trafığı {O}	53698	56823	6
	İşletme Geliri {O}	479	446	-7
	Uçak Trafığı {O}	675	607	-10
	Yük Trafığı {O}	527	737	40
Kars	Çalışan Sayısı {I}	79	37	-53
	İşletme Gideri {I}	7885	2602	-67
	Terminal Alanı {I}	2860	1337	-53
	Pist Sayısı {I}	1	0	-86
	Apron Sayısı {I}	1	0	-77
	Yolcu Trafığı {O}	332286	325935	-2
	İşletme Geliri {O}	1278	2297	80
	Uçak Trafığı {O}	2798	3298	18
	Yük Trafığı {O}	4100	3976	-3
Kayseri	Çalışan Sayısı {I}	94	32	-66
	İşletme Gideri {I}	14507	3554	-75
	Terminal Alanı {I}	22000	7444	-66
	Pist Sayısı {I}	1	0	-77
	Apron Sayısı {I}	1	0	-81
	Yolcu Trafığı {O}	940245	888706	-5
	İşletme Geliri {O}	8841	19945	126
	Uçak Trafığı {O}	8596	8181	-5
	Yük Trafığı {O}	13788	19619	42

*Veriler oldukça düşük çıktığından sadece azaltılması yönünde yorum yapılmıştır.

Ek 7. 2010 Yılı Etkin Olmayan Karar Verme Birimlerinin İyileştirme Oranları

		Gerçekleşen Değer	Hedeflenen Değer	Potansiyel İyileştirmeler
Konya	Çalışan Sayısı {I}	119	61	-49
	İşletme Gideri {I}	7754	4516	-42
	Terminal Alanı {I}	5166	3524	-32
	Pist Sayısı {I}	2	0	-89
	Apron Sayısı {I}	1	0	-64
	Yolcu Trafığı {O}	545497	622358	14
	İşletme Geliri {O}	2402	8210	242
	Uçak Trafığı {O}	6393	6951	9
	Yük Trafığı {O}	5243	10568	102
Malatya	Çalışan Sayısı {I}	81	34	-58
	İşletme Gideri {I}	8347	3111	-63
	Terminal Alanı {I}	9545	4430	-54
	Pist Sayısı {I}	1	0	-80
	Apron Sayısı {I}	1	0	-78
	Yolcu Trafığı {O}	520457	561348	8
	İşletme Geliri {O}	2736	11007	302
	Uçak Trafığı {O}	5961	6215	4
	Yük Trafığı {O}	6110	11986	96
Mardin	Çalışan Sayısı {I}	38	35	-7
	İşletme Gideri {I}	6564	2539	-61
	Terminal Alanı {I}	1500	1395	-7
	Pist Sayısı {I}	1	0	-85
	Apron Sayısı {I}	1	0	-77
	Yolcu Trafığı {O}	305914	325615	6
	İşletme Geliri {O}	1052	2191	108
	Uçak Trafığı {O}	2839	3221	13
	Yük Trafığı {O}	3230	3873	20
Muş	Çalışan Sayısı {I}	46	22	-51
	İşletme Gideri {I}	4261	1527	-64
	Terminal Alanı {I}	1503	703	-53
	Pist Sayısı {I}	1	0	-93
	Apron Sayısı {I}	1	0	-87
	Yolcu Trafığı {O}	179808	184516	3
	İşletme Geliri {O}	702	1396	99
	Uçak Trafığı {O}	1761	1934	10
	Yük Trafığı {O}	1775	2342	32

Ek 7. 2010 Yılı Etkin Olmayan Karar Verme Birimlerinin İyileştirme Oranları

		Gerçekleşen Değer	Hedeflenen Değer	Potansiyel İyileştirmeler
Samsun Çarşamba	Çalışan Sayısı {I}	173	82	-52
	İşletme Gideri {I}	15394	6208	-60
	Terminal Alanı {I}	11500	5593	-51
	Pist Sayısı {I}	1	0	-71
	Apron Sayısı {I}	1	0	-54
	Yolcu Trafığı {O}	957391	983059	3
	İşletme Geliri {O}	7006	14160	102
	Uçak Trafığı {O}	9317	9551	3
	Yük Trafığı {O}	9918	16572	67
Sinop	Çalışan Sayısı {I}	39	*	-79
	İşletme Gideri {I}	3541	563	-84
	Terminal Alanı {I}	650	*	-58
	Pist Sayısı {I}	1	0	-97
	Apron Sayısı {I}	1	0	-95
	Yolcu Trafığı {O}	57454	57567	0
	İşletme Geliri {O}	271	477	76
	Uçak Trafığı {O}	770	809	5
	Yük Trafığı {O}	549	893	63
Sivas Nuri Demirağ	Çalışan Sayısı {I}	68	0	-100
	İşletme Gideri {I}	6132	0	-100
	Terminal Alanı {I}	21540	0	-100
	Pist Sayısı {I}	1	0	-100
	Apron Sayısı {I}	2	0	-100
	Yolcu Trafığı {O}	111457	0	-100
	İşletme Geliri {O}	789	0	-100
	Uçak Trafığı {O}	1281	0	-100
	Yük Trafığı {O}	1181	0	-100
Şanlıurfa GAP	Çalışan Sayısı {I}	83	14	-84
	İşletme Gideri {I}	17300	1316	-92
	Terminal Alanı {I}	12000	2111	-82
	Pist Sayısı {I}	1	0	-91
	Apron Sayısı {I}	1	0	-91
	Yolcu Trafığı {O}	221034	252262	14
	İşletme Geliri {O}	1286	5281	311
	Uçak Trafığı {O}	2644	2804	6
	Yük Trafığı {O}	1969	5625	186

*Veriler oldukça düşük çıktığından sadece azaltılması yönünde yorum yapılmıştır.

Ek 7. 2010 Yılı Etkin Olmayan Karar Verme Birimlerinin İyileştirme Oranları

		Gerçekleşen Değer	Hedeflenen Değer	Potansiyel İyileştirmeler
Uşak	Çalışan Sayısı {I}	52	*	-91
	İşletme Gideri {I}	3850	323	-92
	Terminal Alanı {I}	1460	*	-88
	Pist Sayısı {I}	1	0	-98
	Apron Sayısı {I}	1	0	-97
	Yolcu Trafığı {O}	15889	29156	83
	İşletme Geliri {O}	154	255	65
	Uçak Trafığı {O}	324	506	56
	Yük Trafığı {O}	140	525	275
Van Ferit Melen	Çalışan Sayısı {I}	105	94	-11
	İşletme Gideri {I}	8762	6836	-22
	Terminal Alanı {I}	4410	3933	-11
	Pist Sayısı {I}	1	0	-57
	Apron Sayısı {I}	1	1	-37
	Yolcu Trafığı {O}	892050	891290	0
	İşletme Geliri {O}	3903	5798	49
	Uçak Trafığı {O}	7923	8675	9
	Yük Trafığı {O}	8762	10410	19

*Veriler oldukça düşük çıktığından sadece azaltılması yönünde yorum yapılmıştır.

ÖZGEÇMİŞ

1981 yılında Tokat'ta doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Tokat'ta tamamladı. 2000 yılında Gaziosmanpaşa Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi İşletme Bölümü'nü kazandı. 2004 yılında üniversiteden mezun oldu. 2005 yılında aynı fakülte'deki Sayısal Yöntemler Bilim Dalı'nda yüksek lisans eğitimine, 2008 yılında Sayısal Yöntemler Bilim Dalı'nda doktora eğitimine başladı. 2007 yılında aynı bilim dalına Araştırma Görevlisi olarak atandı. Halen aynı üniversitede Araştırma Görevlisi olarak çalışmaktadır.

