

**TÜRK TELEKOM ERİŞİM ŞEBEKELERİNDE
PERFORMANS ÖLÇÜMÜ:
VERİ ZARFLAMA ANALİZİ (VZA)
UYGULAMASI**

Serdar KOÇAK

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

OCAK 2006

ANKARA

Serdar KOÇAK tarafından hazırlanan TÜRK TELEKOM ERİŞİM ŞEBEKELERİNDE PERFORMANS ÖLÇÜMÜ: VERİ ZARFLAMA ANALİZİ (VZA) UYGULAMASI adlı bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.



Prof. Dr. Hadi GÖKÇEN
Tez Yöneticisi

Bu çalışma, jürimiz tarafından Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan: : Prof. Dr. Fevzi KUTAY



Üye : Prof. Dr. Hasan BAL



Üye : Prof. Dr. Hadi GÖKÇEN



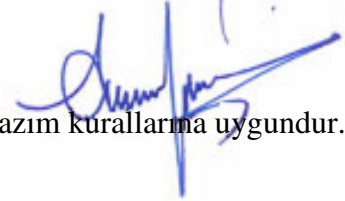
Üye : Doç. Dr. Ömer Faruk BAYKOÇ



Üye : Yrd. Doç. Dr. Ergün ERASLAN



Bu tez, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygundur.



**TÜRK TELEKOM ERİŞİM ŞEBEKELERİNDE
PERFORMANS ÖLÇÜMÜ:
VERİ ZARFLAMA ANALİZİ (VZA) UYGULAMASI
(Yüksek Lisans Tezi)**

Serdar KOÇAK

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

Ocak 2006

ÖZET

Bu tezde Türk Telekom İl Müdürlüklerinde bulunan Erişim Şebekeleri bölümlerinin performansları, Veri Zarflama Analizi (VZA) tekniği ile ölçülmeye çalışılmıştır. Bu amaçla 82 adet Türk Telekom İl Müdürlüğünün Erişim Şebekeleri bölümleri seçilmiş ve etkinlik ölçümleri yapılmıştır. Etkinlik ölçümünü en iyi yansıtabilecek değişkenler seçilmiş ve ilgili veriler derlenmiştir. Daha sonra hem girdiye yönelik hem de çıktıya yönelik VZA modelleri kurulmuş ve modelin çözümleri LİNDÖ ve Frontier Analyst programlarıyla gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar, ilgili değişken değerleri ışığında, mevcut durum ve hedeflenen durum şeklinde karşılaştırılmıştır.

Bilim Kodu : 919.1.148
Anahtar Kelimeler : Telekomünikasyon, Veri Zarflama Analizi, Etkinlik
Sayfa Adedi : 122
Tez Yöneticisi : Prof. Dr. Hadi Gökçen

**PERFORMANCE MEASUREMENT IN TÜRK TELEKOM
ACCESS NETWORKS:
A DATA ENVELOPMENT ANALYSIS (DEA)
APPLICATION
(M.Sc. Thesis)**

Serdar KOÇAK

**GAZİ UNIVERSITY
INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY**

January 2006

ABSTRACT

In this thesis, it is tried to measure the performance of Access Network Departments in Türk Telekom Directorates by means of Data Envelopment Analysis (DEA). For this purpose, 82 Access Network Department in Türk Telekom Directorates were selected and efficiency measurements of them have been performed. The variables that reflect the efficiency measurement in the best way have been selected and related data has been collected. In addition, models of data envelopment analysis (DEA) were constructed for both input and output, the models have been solved by using LINDO and Frontier Analyst. All results by means of related variables have been compared with existent and target situation.

Science Code : 919.1.148

**Key Words : Telecommunication, Data Envelopment Analysis (DEA),
Efficiency**

Page Number: 122

Adviser : Prof. Dr. Hadi GÖKÇEN

TEŞEKKÜR

Bu tez çalışmam sırasında beni yönlendiren, destekleyen ve yardımlarını esirgemeyen değerli tez danışmanım Sayın Hocam Prof. Dr. Hadi Gökçen'e ve uygulama yapmama izin veren Türk Telekom yöneticilerine teşekkürü bir borç bilirim.

Ayrıca çalışmalarım boyunca daima yanımda olan aileme ve hep yanımda olan iş arkadaşlarım Şef. Müh. Füsun DOĞAN, Müh. Filiz TORUN ve Tlk. Uzm.Yrd.Tolga KABATAŞ'a teşekkürler.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iii
ABSTRACT.....	iv
TEŞEKKÜR.....	v
İÇİNDEKİLER	vi
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	viii
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xi
1. GİRİŞ	1
2. TEMEL KAVRAMLAR	3
2.1. Üretim Sınırı	3
2.2. Verimlilik.....	4
2.3. Teknik Etkinlik	5
2.4. Ölçek Etkinliği.....	6
3. VERİ ZARFLAMA ANALİZİ (DATA ENVELOPMENT ANALYSIS).....	9
3.1. VZA'nın Teorik Gelişimi	12
3.2. VZA'nın Uygulanabilmesi İçin Gerekli Adımlar.....	15
3.3. Örnek Uygulamalar	17
3.3.1. Tek Girdi ve Tek Çıktıdan Oluşan Sistemler.....	17
3.3.2. İki Girdi ve Bir Çıktıdan Oluşan Sistemler.....	20
3.3.3. Bir Girdi ve İki Çıktıdan Oluşan Sistemler.....	23
3.4. CCR Modeli.....	25
3.5. Girdiye Yönelik VZA Modelleri	29
3.6. Çıktıya Yönelik VZA Modelleri.....	31

	Sayfa
4. ALTERNATİF BİR VZA YAKLAŞIMI – BCC MODELİ	38
4.1. Girdiye Yönelik Ağırlıklı BCC Model	41
4.2. Girdiye Yönelik Zarflamalı BCC Model	42
4.3. Çıktıya Yönelik Ağırlıklı BCC Model	43
4.4. Çıktıya Yönelik Zarflamalı BCC Model	43
5. OECD ÜLKELERİNDEKİ TELEKOMÜNİKASYON SERVİSLERİ İLE İLGİLİ VZA ÇALIŞMALARI	49
5.1. OECD Ülkelerinin Durumu ve Sonuçların Tartışılması	53
6. TÜRK TELEKOM ERİŞİM ŞEBEKELERİNDE BİR VERİ ZARFLAMA ANALİZİ (VZA) UYGULAMASI	59
6.1. Telekomünikasyon Sektöründe Trendler	62
6.2. Telekomünikasyon Şebekeleri	64
6.3. Modelin Açıklaması	65
6.4. Modellerin Çözümü ve Etkin Birimlerin Belirlenmesi	71
7. SONUÇ VE ÖNERİLER	79
KAYNAKLAR	82
EKLER	84
EK-1. Girdiler ve çıktılar için yapılmış korelasyonlar	85
EK-2. Girdiye ve çıktıya yönelik VZA sonuçları ve potansiyel iyileştirmeler	88
ÖZGEÇMİŞ	122

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 3.1. Örnek firmalara ait girdi ve çıktı parametre değerleri	17
Çizelge 3.2. Örnek firmaların verimliliklerinin oransal ifadesi	19
Çizelge 3.3. İki girdi ve bir çıktıdan oluşan sistemler.....	21
Çizelge 3.4. Bir girdi ve iki çıktıdan oluşan sistemler	23
Çizelge 3.5. Altı karar birimi için girdi ve çıktı değerleri.....	33
Çizelge 3.6. Örnek için E_j , RK , μ^* , v_1^* , v_2^* değerleri	35
Çizelge 3.7. Örnek için λ değerleri	37
Çizelge 4.1. Altı karar birimi için girdi ve çıktı değerleri.....	44
Çizelge 4.2. Örnek için E , μ ve λ değerleri.....	46
Çizelge 4.3. Örnek için E , μ , v ve λ değerleri.....	47
Çizelge 4.4. CCR ve BCC modellerinin karşılaştırması	48
Çizelge 5.1. On KVB için girdi ve çıktı değerleri.....	52
Çizelge 5.2. OECD ülkeleri ve telekomünikasyon göstergeleri.	54
Çizelge 5.3. OECD ülkelerinin çapraz etkinliği.....	58
Çizelge 6.1. Uygulamada kullanılacak karar verme birimleri	67
Çizelge 6.2. Erişim Şebekelerine ait girdi ve çıktı değerleri.....	67
Çizelge 6.3. Erişim Şebekeleri için verimlilik değerleri ve ölçek özelliği.....	72
Çizelge 6.4. CCR Modeli verimlilik sonuçları.....	74
Çizelge 6.5. BCC Modeli verimlilik sonuçları	76

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1. Üretim imkanları kümesi	4
Şekil 2.2. Üretim sınırı	4
Şekil 2.3. Verimlilik.....	5
Şekil 2.4. Teknik etkinlik ve verimlilik	6
Şekil 2.5. Ölçeğe göre artan getiri.....	7
Şekil 2.6. Ölçeğe göre azalan getiri	8
Şekil 2.7. Ölçeğe göre değişken getiri	8
Şekil 3.1. Tek girdi ve tek çıktıdan oluşan sistemin grafik gösterimi.....	17
Şekil 3.2. Verimlilik sınır çizgisi ve regresyon çizgisinin karşılaştırılması.....	18
Şekil 3.3. Verimlilikte iyileştirme, tek girdi ve tek çıktıdan oluşan sistem	20
Şekil 3.4. İki girdi ve bir çıktıdan oluşan sistemlerin grafiksel gösterimi	21
Şekil 3.5. Verimlilikte iyileştirme, iki girdi ve bir çıktıdan oluşan sistem	22
Şekil 3.6. Bir girdi ve iki çıktıdan oluşan sistemlerin grafiksel gösterimi.....	23
Şekil 3.7. Bir girdi ve iki çıktılı sistemlerde verimsizliğin grafiksel gösterimi	24
Şekil 3.8. Altı karar birimi için girdi ve çıktı değerlerin grafiksel gösterimi.....	33
Şekil 4.1. BCC Modelinde üretim üst sınırı ve ölçek özellikleri	39
Şekil 4.2. Altı karar birimi için girdi ve çıktı değerlerin grafiksel gösterimi.....	45
Şekil 5.1. Telekomünikasyon servislerinin modernleşmesine etki eden girdi ve çıktı grupları	50
Şekil 5.2. Telekomünikasyon servislerinin modernleşmesine etki eden girdiler ve çıktılar.....	50
Şekil 5.3. BCC Modeline göre etkili ülkeler.....	53

Şekil	Sayfa
Şekil 5.4. BCC Modeline göre etkisiz ülkeler.....	55
Şekil 5.5. Verimli OECD ülkelerinin referans frekansı	56
Şekil 5.6. Etkin OECD ülkelerinin süper verimliliği	57
Şekil 6.1. Türk Telekom'un hizmetlerine etki eden girdiler ve çıktılar.....	65
Şekil 6.2. Türk Telekom Erişim Şebekelerinin hizmetlerine etki eden girdiler ve çıktılar.....	66
Şekil 6.3. CCR Modeline göre etkin erişim müdürlükleri	75
Şekil 6.4. CCR Modeline göre etkin olmayan erişim müdürlükleri	75
Şekil 6.5. BCC Modeline göre etkin erişim müdürlükleri	76
Şekil 6.6. BCC Modeline göre etkin olmayan erişim müdürlükleri	77

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış bazı kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Kısaltmalar	Açıklama
BCC	Banker, Charnes, Cooper Modeli
CCR	Charnes, Cooper, Rhodes Modeli
DRS	Ölçeğe Göre Azalan Getiri
DEA	Data Envelopment Analysis
DRS	Decreasing Return to Scale
IRS	Increasing Return to Scale
KVB	Karar Verme Birimleri
MPSS	En Verimli Ölçek Büyüklüğü
OECD	Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Teşkilatı
PSTN	Public Switched Telephone Network
RK	Referans Kümesi
TFP	Toplam Faktör Verimliliği
TT	Türk Telekomünikasyon A.Ş.
VRS	Variable Return to Scale
VZA	Veri Zarflama Analizi

1. GİRİŞ

Çağdaş yöneticiler, işletmelerinin verimlilik düzeylerini, doğru olarak ölçebildikleri zaman ileriye yönelik planlama faaliyetlerini etkin bir biçimde yapabilecekleri gerçeğini kavramışlardır. Bu nedenle, her işletmenin kendi örgütsel yapısına uygun bir şekilde geliştirilmiş olan verimlilik ölçütleri oluşturulmuş, bu da işletmelerin gelecek dönemlerdeki başarıları açısından çok yararlı göstergeler haline gelmiştir.

Verimlilik çok boyutlu bir kavram olması nedeniyle birçok tanıma sahip olduğu gibi, verimlilik ölçüm yöntemleri de bu nedenle çok çeşitlilik göstermektedir. Verimlilik ölçümü ile ilgili şimdiye kadar çok fazla sayıda model önerilmiştir. Günümüzde de çok faktörlü ölçümlerle ilgili ölçme sorunlarını çözmek için çalışmalar devam etmektedir. En çok kullanılan verimlilik ölçüm yöntemleri aşağıdaki gibi üç ana başlık altında toplanabilir (15).

- **Oran Analizi:** İşletme verimliliğinin ölçülmesinde kullanılan yöntemlerden en basit olanı, oran (rasyo) analizidir. Bu yaklaşımda her bir oran, verimlilikle ilgili boyutlardan sadece bir tanesini göz önüne alırken, diğerlerini göz ardı etmektedir. Burada bazı oranlar, işletmenin son derece başarılı olduğu görünümü verirken, diğer taraftan bazıları da işletmenin son derece başarısız olduğu sonucuna verebilmektedir.
- **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. Parametrik yöntemlerle verimlilik ölçümünde, genel olarak regresyon teknikleri ile tahmin yapılırken, üretim fonksiyonu çoğunlukla bir tek çıktı ile birçok girdiyi ilişkilendirerek tanımlanmaktadır.
- **Parametrik Olmayan Yöntemler:** Parametrik yöntemlere bir alternatif olarak ortaya çıkan bu tür yöntemler ise genel olarak matematik programlamayı çözüm tekniği olarak benimsemişlerdir. Genel olarak parametrik olmayan yöntemler, üretim

fonksiyonunun ardında herhangi bir analitik formun varlığını öngörmezler. Bu açıdan daha esnektirler. Ayrıca birçok girdi ve birçok çıktı üretim ortamlarında verimlilik ölçümü için kullanılabilir.

Etkinlik ölçümü, mevcut rekabet ortamı içinde işletmeye, nerede olduğunu belirlemesine olanak vermekte ve eldeki girdilerden ne denli iyi bir biçimde çıktı üretebileceğini göstermektedir.

Bu anlatılanlar ışığında, çalışmanın ikinci bölümde verimlilikle ilgili temel kavramlar anlatılmış, üçüncü bölümde veri zarflama analizinde CCR modeli anlatılmış, dördüncü bölümde alternatif bir yaklaşım olan BCC modeli anlatılmış, beşinci bölümde OECD ülkelerinde yapılan bir veri zarflama analizi çalışması incelenmiş, altıncı bölümde ise veri zarflama analizi tekniği kullanılarak Türk Telekom İl Müdürlüklerinde bulunan erişim şebekeleri bölümlerinde bir uygulama yapılmış ve son bölümde yapılan tüm uygulamaların sonuçları değerlendirilmiştir.

2. TEMEL KAVRAMLAR

2.1. Üretim Sınırı

Firma etkinliğinden bahsedildiğinde, genel anlamda tüketilen girdilerle olabildiğince çok çıktı üretme başarısı akla gelmektedir. Farklı firma politikalarının etkinlik açısından sonuçlarını değerlendirebilmek için, etkinliğin gözlenmesi dolayısıyla ölçülmesi gereklidir. Geleneksel etkinlik ölçümü, üretim sınırının veya etkin üretim fonksiyonu bilindiği varsayımı altında yapılmaktadır.

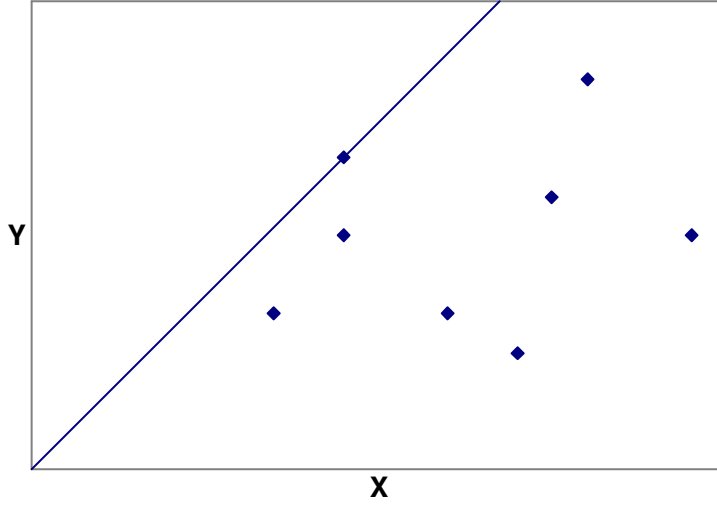
Kullanılan standarda bağlı olarak, etkinlik ölçümlerinin farklı sonuç vermesi kaçınılmazdır. Bu anlamda etkinlik standardının veya etkin üretim fonksiyonunun doğru belirlenmesi gereklidir.

Üretim sınırının belirlenmesinde kullanılan üretim fonksiyonlarına ilişkin temel sorun, gözlem yapılan bir dizi üretim sürecinin kullandıkları girdi faktörlerinin ve ürettikleri çıktı faktörlerinin miktarları bilindiğinde, etkin üretim fonksiyonunun elde edilmesini sağlayacak bir metodolojinin nasıl kurulacağıdır (4).

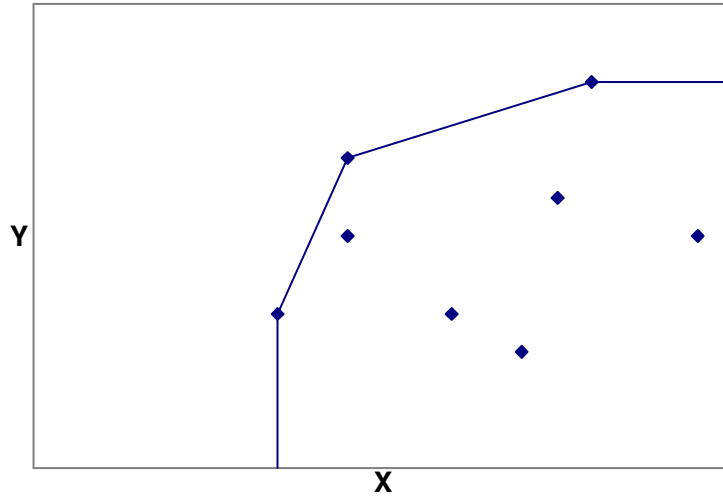
Bu metodolojinin kurulması konusunda özellikle Charnes, Cooper ve Rhodes'un çalışmaları izlenmiştir. Etkinlik analizine dâhil edilecek karar birimi sayısı "N" ile gösterilmiştir. Bu karar birimlerinin homojen oldukları, aynı amaca yönelik olarak benzer şekilde üretim yaptıkları varsayılmaktadır.

İncelenen sistemde "t" tane çıktı faktörü, "m" tane girdi faktörü kullanılarak üretilmektedir. Her biri gözlem olan N tane karar birimi içinden karar birimi k'nın, $k=1,2,\dots,N$, kullanıldığı girdi i , $i=1,2,\dots,m$ miktarı X_{ik} ve ürettiği çıktı r , $r=1,2,\dots,t$ miktarı Y_{rk} olarak tanımlanmıştır. Mevcut teknolojiyle gerçekleştirilmesi mümkün olan girdi-çıkıtı karışımı (x,y) 'lerin kümesi, üretim imkanları kümesi Ω olarak tanımlanmaktadır (8).

Şekil 2.1'de üretim imkanları kümesi ve Şekil 2.2'de üretim sınırı görülmektedir.



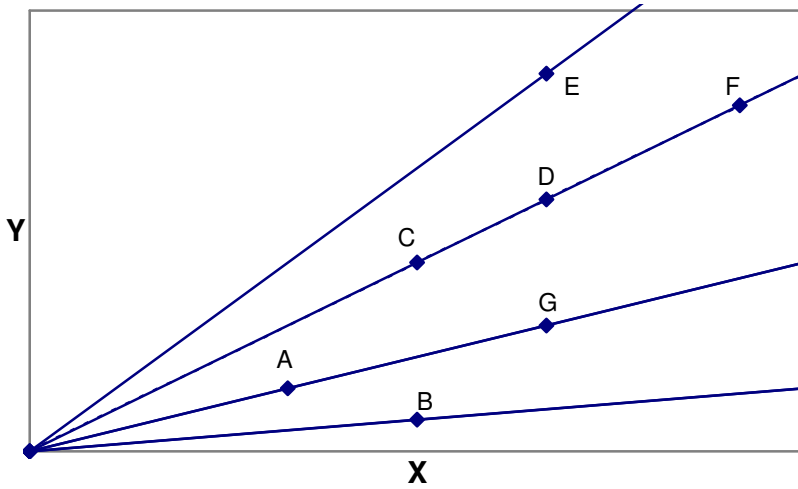
Şekil 2.1. Üretim imkanları kümesi



Şekil 2.2. Üretim sınırı

2.2. Verimlilik

Verimlilik veya diğer anlamıyla üretkenlik (productivity) kavramı, en basit tanımıyla çıktının girdiye oranıdır. Diğer bir deyişle, $(0,0)$ noktasından başlayan ve karar birimini temsil eden noktadan geçen ışının eğimi, bu karar birimi için verimlilik değerini vermektedir. Bu ışının eğiminin artması, verimliliğin yükseldiğini göstermektedir. Şekil 2.3’de tek girdi tek çıktı durumu için gözlenen çeşitli karar birimleri verilmiştir.



Şekil 2.3. Verimlilik

Bu karar birimleri arasında en yüksek verimliliğe sahip karar biriminin E olduğu görülmektedir. A ve G karar birimleri birbirinden çok farklı ölçekte çalışmalarına rağmen aynı verimlilik düzeyindedirler. En yüksek verimliliğe sahip olan E karar biriminin bulunduğu ölçek büyüklüğü En Verimli Ölçek Büyüklüğü (Most Productive Scale - MPSS) olarak tanımlanmıştır (2).

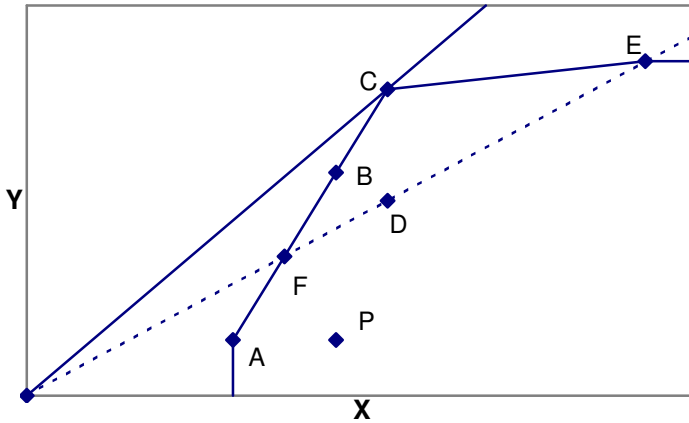
Çok girdili çok çıktılı üretim süreçlerinin verimliliklerinin ölçülmesinde basit oran yaklaşımı yetersiz kalmaktadır. Basit verimlilik ölçümünün bahsedilen sakıncalarını ortadan kaldırmak için Toplam Faktör Verimliliği (Total Factor Productivity – TFP) kavramından faydalanılmaktadır.

Toplam faktör verimliliğinde, üretim sürecinin girdileri toplanarak tek bir girdi faktörüne ve çıktıların toplamı da tek bir çıktı faktörüne indirgenmektedir.

2.3. Teknik Etkinlik

Üretim imkânları kümesinde eğer çıktılarından bir kısmını; girdileri sabit tutarak artırmak mümkün değilse, bu eleman için üretim sürecinde israfa bulunmadığı söylenir. İsrafın olmaması teknik etkinlik kavramı ile ifade edilmektedir. Diğer bir deyişle teknik etkinlik, girdi bileşiminin en verimli şekilde kullanılarak mümkün olan

maksimum çıktıyı üretme başarısıdır. Teknik etkin olan karar birimlerinin üretim sınırı üzerinde yer almaları gerekmektedir. Bu anlamda üretim sınırı teknik etkin olan tüm mümkün üretim karışımlarının kümesidir. Teknik etkinlik ve verimlilik arasında farkı açıkça ortaya koymak üzere Şekil 2.4 verilmiştir.



Şekil 2.4. Teknik etkinliğin ve verimliliğin karşılaştırılması

Şekil 2.4’de verilen A ve B gözlemleri üretim sınırında yer almakta ve teknik etkin olarak tanımlanmaktadır. P gözlemi ise, A ile aynı çıktı düzeyini daha fazla girdi kullanarak gerçekleştirmiştir. Öte yandan, P karar birimi, B ile aynı miktarda girdi kullanılmış olmasına rağmen daha az çıktı üretmiştir. Bu yüzden, P’nin teknik etkinsizlik içinde olduğu yorumu yapılır.

Bu üç gözlemin verimlilikleri, çıktı/girdi oranından hesaplanmakta ve sonuçta, B’nin diğer iki karar biriminden daha verimli olduğu, P’nin ise en verimsiz karar birimi olduğu sonucuna varılmaktadır. A gözlemi teknik etkin olarak değerlendirilmesine karşın B’ye kıyasla verimliliği düşüktür.

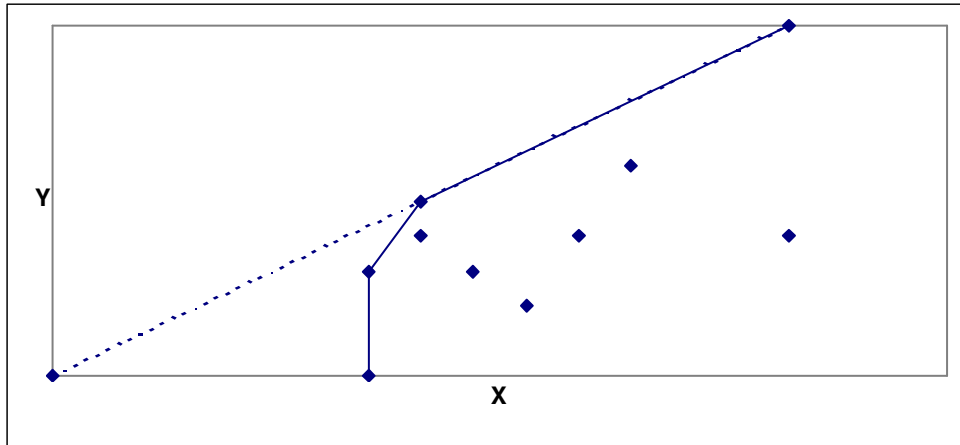
2.4. Ölçek Etkinliği

Teknik etkinliğin yanında bir başka performans göstergesi olarak, en verimli ölçek büyüklüğüne yakınlık alınmalıdır. Bu kavram ölçek etkinliği olarak adlandırılmaktadır.

Şekil 2.4 incelendiğinde C ve D karar birimlerinin her ikisinin de ölçek etkin oldukları, fakat ikisinden sadece C'nin teknik etkin olduğu, D'nin ise teknik etkinsiz olduğu; A, B, E, ve F karar birimlerinin teknik etkin olmalarına karşın ölçek etkin olmadıkları, P karar biriminin ne ölçek etkin nede teknik etkin olduğu yorumu yapılır.

Aynı verimlilik düzeyinde bulunan ve her ikisi de teknik etkin olan F ve E karar birimleri ölçek açısından değerlendirildiklerinde, her ikisinin de ölçek etken olmadıklarının ötesinde bir yorumda bulunmak mümkündür.

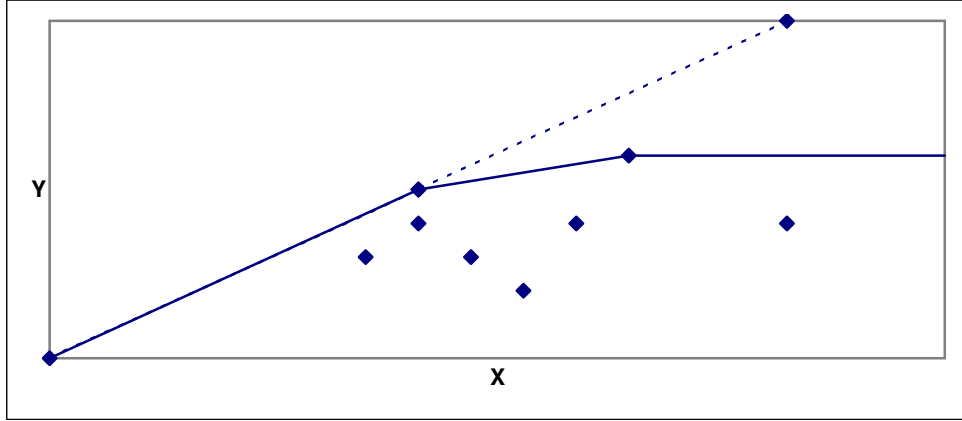
F gözlemi incelendiğinde, her karar biriminin teknik etkinliğini korumak kaydıyla ölçeğini büyüttüğü zaman verimliliğinin artacağı yorumu yapılabilir. Bu durum Ölçeğe Göre Artan Getiri (Increasing Return to Scale - IRS) olarak isimlendirilir. Şekil 2.5'de ölçeğe göre artan getiri kavramı grafiksel olarak gösterilmektedir (8).



Şekil 2.5. Ölçeğe göre artan getiri

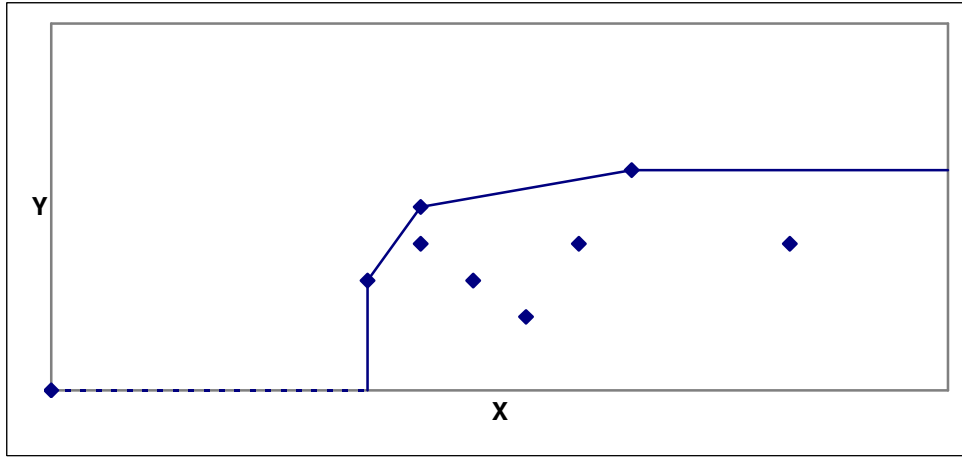
E karar birimi ise, teknik etkinliğini koruyarak ölçeğini küçülttüğü zaman verimliliğinde artış gözlenecektir. Bu durum Ölçeğe Göre Azalan Getiri (Decreasing Return to Scale-DRS) olarak isimlendirilir.

Şekil 2.6'da ölçeğe göre azalan getiri kavramı grafiksel olarak gösterilmektedir.



Şekil 2.6. Ölçeğe göre azalan getiri

Üretim sınırında, ölçeğe göre artan, azalan ve sabit getiri aralıklarının birlikte bulunabileceği kabulü, Ölçeğe Göre Değişken Getiri (Variable Return to Scale - VRS) kavramıyla tanımlanmaktadır. Şekil 2.7’da ölçeğe göre değişken getiri kavramı grafiksel olarak gösterilmektedir.



Şekil 2.7. Ölçeğe göre değişken getiri

3. VERİ ZARFLAMA ANALİZİ (DATA ENVELOPMENT ANALYSIS–VZA)

Veri Zarflama Analizi (VZA), ilk olarak 1978 yılında Charnes, Cooper ve Rhodes tarafından, ürettikleri mal ya da hizmet açısından birbirine benzer ekonomik karar birimlerinin “görelî” etkinliklerinin ölçülmesi amacıyla geliştirilmiş olan parametrik olmayan bir etkinlik ölçütüdür. İlk başta, kar amacı gütmeyen işletmelerin karşılaştırmalı etkinliğinin ölçülmesini hedefleyen bu yöntem, daha sonraları kar amaçlı üretim ve hizmet sektörlerinde de işletmeler arası görelî etkinliğinin ölçümünde yaygınca kullanılmaya başlanmıştır. Yöntemin getirdiği önemli bir yenilik, birçok girdi kullanarak birçok çıktının elde edildiği üretim ortamlarında, parametrik yöntemlerde olduğu gibi önceden belirlenmiş herhangi bir analitik üretim fonksiyonunun varlığının öngörülmesine gereksinim duymadan ölçüm yapabilmesidir (15).

VZA, aynı girdileri kullanarak aynı çıktıları üreten aynı tip üreticilerin verimliliğini değerlendirmek üzere kullanılmaktadır. Herhangi bir istatistiksel yöntem, merkezi eğilim yaklaşımıyla üreticileri ortalama bir üreticiye göre değerlendirirken, veri zarflama analizi tekniği, her bir üreticiyi yalnızca en iyi üreticilerle karşılaştırır.

VZA, her bir karar verme biriminin görelî verimliliğini, gözlenen girdi ve çıktıları kullanarak, ağırlıklı çıktıların girdilere oranını hesaplayarak belirler. VZA, geleneksel yöntemlerin çoklu girdi ve çoklu çıktıların değerlendirilmesi için sağlayamadıkları bütünselliği, toplam faktör verimliliği mantığı ile sağlayabilmektedir. Charnes, Cooper ve Rhodes; farklı karar birimleri için ortak ağırlıklar belirlemenin sakıncalı olduğunu, farklı karar verme birimlerinin girdi ve çıktılarının, tüm birimler için ortak girdi ve çıktılar olmasına karşın farklı şekilde ağırlıklandırılabilceğini kabul etmişlerdir.

Veri zarflama analizinin kullanılabilmesi için öncelikle aynı kararların uygulandığı ve benzer organizasyona sahip olan karar verme birimlerinin seçilmesi gerekmektedir. Karar verme birimlerinin etkinliğinin ölçülebilmesi için bu birimlere ait girdi ve çıktı değişkenleri belirlenmelidir. Veri zarflama analizi modelinin

ayrıştırma yeteneğinin çok olabilmesi için girdi ve çıktı sayısının çok olması arzulanır. Bu nedenle mümkün olduğunca çok sayıda girdi ve çıktı elemanı seçilmelidir. Ancak seçilen girdi ve çıktı elemanlarının her karar verme birimi için kullanılıyor olması gerekmektedir. “n” ele alınan karar verme birim sayısı olmak üzere seçilen girdi sayısı “m”, çıktı sayısı da “p” ise en az;

$$n \geq m + p + 1$$

[3,1]

olmalıdır.

n adet karar verme biriminin s adet çıktıyı m adet girdi kullanarak ürettiği varsayılın. Herhangi bir karar verme biriminin göreceli verimliliği, ağırlıklandırılarak bir araya getirilen çıktıları, yine ağırlıklandırılarak bir araya getirilen girdilerine oranlanarak elde edilir. Ayrıca işlem, n adet benzer işi yapan karar verme birimi için de yapıldığında her birimin verimliliği ortaya çıkacaktır. Ancak bu tip bir değerlendirmede verilecek ağırlıkların objektif olmaması ihtimali vardır. Ayrıca her karar verme birimine kendi girdi çıktı ağırlıklarını verme şansı tanınsa, tüm birimler muhtemelen en iyi oldukları çıktıların ağırlıklarını en yüksek vereceklerdir.

Bu noktada verimlilik ölçme probleminde bir yol ayırımına gelinmektedir. Gerçekte doğru ağırlık setinin ne olacağı ile ilgili çalışmalar yapılabilir. Ancak bu durumsal bir süreç olacaktır. Her problemde özel ağırlık setleri belirlemek gerekecek, genel bir yöntem bulunamayacaktır. İkinci yol ise doğru ağırlık setini bulmaya çalışmaktan ziyade, tüm karar verme birimlerinin göreceli verimliliklerini bulmaya çalışmaktır.

VZA göreceli verimlilikleri belirlemek üzere geliştirilmiş bir yaklaşımdır. Veri zarflama analizinde tüm karar verme birimleri serbestçe ağırlıklarını verebilirler. Ancak, tüm birimlerin kendilerini verimli yapacak ağırlıkları seçerek taraflı olmalarının önüne geçmek için de probleme iki kısıt eklenmiştir. Bu kısıtlardan ilkinde göre karar birimleri ağırlıklarını öyle seçmelidir ki, seçtikleri ağırlıkları kullanılarak diğer karar verme birimlerinin verimliliği ölçüldüğünde hiçbir karar

verme biriminin verimliliği %100'ü geçmemelidir. İkincisine göre de hiçbir ağırlık negatif değeri taşımamalıdır. Bu kısıtlar sonucu, ağırlıklarını serbestçe seçebilen karar verme birimleri aslında aynı optimal ağırlık setini seçmektedirler.

Bu şekilde ifade edilen verimlilik kıyaslama problemi, analitik olarak kesirli doğrusal programlama formunda da gösterilebilir. n adet karar verme birimi söz konusu olduğunda, n adet kesirli doğrusal programlama modeli kurulmalı ve çözümlenmelidir. Her model kurulduğu karar verme birimi için 0 ile 1 arasında değişen bir verimlilik değeri üretir. Öte yandan, her modelin duali oluşturulup çözüldüğünde verimli olmayan birimlerin, hangi birimlere göre verimli olmadıkları ve verimli olmak için girdi ve çıktı düzeylerinde neler yapmaları gerektiği de tespit edilir. Analiz sonucunda,

- Verimli karar verme birimleri,
- Verimli olmayan karar verme birimleri,
- Verimli olmayan karar verme birimleri tarafından kullanılan fazla kaynak miktarı,
- Verimli olmayan karar verme birimlerinin şu anki girdi düzeyleri ile üretmeleri gereken çıktı düzeyi,
- Verimli olmayan karar verme birimlerinin, verimli referans setini oluşturan birimleri gibi yönetsel açıdan önem taşıyan sonuçlar elde edilir.

Veri zarflama analizinin ülkemizde sınırlı kullanım olanağı bulmasının temel nedenleri olarak yöntemin karmaşık görünümü, uygulamaya temel teşkil edecek veri setlerine ulaşım güçlüğü, özellikle kamuda gerekli veri altyapısının bulunmayışı gibi nedenler sıralanabilir. Ancak son yıllarda geliştirilen paket programların (Warnick Windows DEA, BYU-DEA, IDEA, Pioneer, Frontier Analyst, SAS/DEA, vb.) modelin uygulanabilmesini göreceli olarak kolaylaştırmasıyla, yöntemin kullanılmasının yaygınlaşacağı tahmin edilmektedir.

VZA'nın göreceli etkinliği ölçme şekli iki aşamalı olarak şu şekilde özetlenebilir:

- Herhangi bir gözlem kümesi içinde en az girdi bileşimini kullanarak en çok çıktı bileşimini üreten en iyi gözlemleri belirler.
- Söz konusu sınırı referans olarak kabul edip, etkin olmayan karar birimlerinin bu sınıra olan uzaklıklarını radyal olarak ölçer.

VZA çözüm tekniği olarak matematik programlamayı kullanmaktadır. VZA modelleri girdiye yönelik ve çıktıya yönelik olmak üzere iki ana gruba ayrılabilir.

Her grupta da üç değişik program türü tanımlanmıştır (15).

- Oransal (Fractional)
- Ağırlıklı (Weight)
- Zarflamalı (Envelopment)

3.1. VZA'nın Teorik Gelişimi

Farrell (1957)'in önerdiği göreceli etkinlik ölçüm yönteminin Charnes, Cooper ve Rhodes (1978) tarafından geliştirilmesi ile parametrik olmayan etkinlik ölçütleri arasında VZA yöntemi kısa bir sürede hem teorik hem de pratik alanda çok hızlı bir evrim gösterme şansı bulmuştur. Yöntemin birçok alanda uygulanabilirliği hiç kuşkusuz teorik alandaki başarısından kaynaklanmaktadır. Bu yöndeki çalışmaları aşağıdaki ana başlıklar altında toplamaya çalışılmıştır (15).

- Yöntemin Genel Bir Teorik Çatı Kazandırma Çalışmaları: Yöntemin üretim teorisi ile ilgisini araştıran ve yöntemin ardında yatan çeşitli varsayımlar ile kavramların incelenmesi yolunda önemli çabalar sarf edilmiştir. Bu çalışmaların önümüzdeki dönemlerde de sürdürülmesi ile VZA'nın matematik programlama kökenli diğer parametrik olmayan etkinlik ölçütleri ile olan benzerlikleri ve farklılıkları daha iyi anlaşılacaktır. Bu da, yöntemin uygulamadaki kullanımı daha fazla yaygınlaştıracaktır.

- Ölçek Etkinliğinin Ölçülmesi Yolundaki Çalışmalar: Başlangıçta ölçeğe göre sabit getiri varsayımı altında sadece teknik etkinliğin ölçümünde kullanılan VZA yaklaşımı daha sonraları bazı değişikliklerle ölçeğe göre getirinin sabit olmadığı durumlarda ölçek ve teknik etkinliklerinin ayrı ayrı ölçülmesine imkân sağlar duruma getirilmiştir. Bu özelliği ile VZA etkinsizlik kaynaklarının yanı sıra etkinsizlik türlerini de irdeleyebilecek boyuta eriştirilmiştir.
- Azalan Oranlar Kavramının Ölçülmesi Yolundaki Çalışmalar: Fare ve birlikte çalıştığı ekonomistler, VZA'nın gelişmesine önemli katkılarda bulunan yöneylem araştırmacılarının yaklaşımından farklı olarak girdi miktarının belirli bir değerin üzerine çıkması halinde çıktı bileşiminde azalış olabileceği durumları içeren azalan oranlar kavramının ölçülebilir hale dönüştürülebilmesi yolunda çaba sarf etmişlerdir. Bu amaçla diğer üretim faktörlerinin hepsi sabitken bir tanesinin artırılması ile çıktı vektöründe azalma olabileceği durumları da göz önüne almışlardır. Bu durumda, etkinlik sınırını oluşturan pozitif normal vektörler negatif değerler alabilirler. Örnek olarak, özellikle tarım sektöründe su, arzulanan bir girdi olmasına karşın belirli bir değerin üstüne çıkması halinde çıktı miktarında azalmaya neden olabilmektedir. Ekonomistler ve yöneylem araştırmacılar arasındaki teorik rekabetin matematik programlama kökenli parametrik olmayan etkinlik ölçütlerinin gelişmesine ivme kazandırmışlardır.
- Pareto Etkinliğinin Ölçülebilmesi Yolundaki Çalışmalar: Pareto etkinliğini ölçebilmek için sadece girdi ve çıktıya ilişkin atıl değerlerin enazlanmaya çalışıldığı veya büzülme/genişleme faktörünün sabit kabul edildiği VZA varyantları da önerilmiştir. Bazı durumlarda, ölçümü gerçekleştiren analist tarafından belirlenen ϵ değeri etkinlik sınırının oluşmasını olumsuz yönde etkileyebilmektedir.
- Kontrol Edilebilir ve Kontrol Edilemez Girdi Çıktıların Önerildiği Çalışmalar: Girdi ve çıktıların direkt olarak içsel olmadığı durumlarda, sadece kontrol edilebilir girdiler için büzülme faktörleri uygulanırken diğer girdilerin serbest bırakılması

önerilmiştir. Benzer şekilde kategorik değişkenlerin de VZA modeli ile değerlendirilmesi yolunda öneriler yapılmıştır.

- **Stokastik Bir Yapı Kazandırma Çalışmaları:** VZA, ilk olarak deterministik bir yapıda kullanıma sunulmuştur. Ancak, etkinlik ölçümü ile girdi ve çıktı değerlerinin stokastik olarak değişebileceği durumları inceleyen çalışmalara da rastlamak mümkündür.
- **VZA'nın Parametrik Yöntemlerle Karşılaştırılması:** Geniş bir yere sahip olan parametrik etkinlik ölçüm yöntemleri ile parametrik olmayan etkinlik ölçüm yöntemlerinden biri olan VZA yaklaşımının karşılaştırılması; hangi tür yöntemin uygulayıcı açısından daha güvenilir olabileceğini göstermesi bakımından çok yararlı bir girişimdir. Özellikle, söz konusu yöntemlerin aynı veri kümeleri üzerinde karşılaştırılması yoluyla her bir yöntemin zayıf ve güçlü yönleri daha iyi anlaşılabilir.
- **İşletmelerin Zaman İçerisinde Göreli Etkinliklerinin Ölçülmesi:** Pencere analizleri olarak adlandırılan VZA varyantları, işletmelerin teknik etkinlik değerlerinin bir dönemden diğerine nasıl değiştiğini sürekli olarak inceleyebilmek amacıyla önerilmiştir.
- **Çarpımsal VZA Modellerinin Önerildiği Çalışmalar:** Öte yandan bazı araştırmacılar tarafından VZA modelinin amaç fonksiyonunda Cobb-Douglas türü çarpımsal bir üretim fonksiyonunun ençoklanması önerilmiştir. Logaritmik değişken dönüşümü yardımıyla bu tür modeller çarpımsal yöntemlerin karşılaştırılması ile ilgili çalışmalara da literatürde rastlanmaktadır.
- **Girdi-Çıktı Ağırlıklarının Sınırlandırılması Çalışmaları:** VZA, her bir karar birimi için ayrı ayrı amaç fonksiyonunu ençoklayarak yöntemin esnek bir ölçüm gerçekleştirebilmesine olanak sağlar. Ancak, bunu gerçekleştirirken de girdi ve çıktı ağırlığı cinsinden birçok çözüm kümesinin türetilmesine neden olur. Bu durumda,

etkinlik sınırı birçok etkinlik yüzeyinin bileşiminden oluşur ve gözlem kümesi için geçerli olan üretim teknolojisinden biraz farklılık gösteren karar birimleri diğer gözlemlere referans olmamalarına karşın kendilerini etkinmiş gibi gösterebilir. Bu da, VZA'nın objektif bir ölçüm gerçekleştirmesini olumsuz yönde etkiler. Bu nedenle, gözlem kümesini oluşturan bütün karar birimleri için ortak bir etkinlik sınırı elde edebilmek amacıyla girdi ve çıktı ağırlıklarının sınırlandırılması yolunda çalışmalar da yapılmaktadır. Ayrıca, ölçümü gerçekleştiren analistin üretim teknolojisi ile ilgili ek bilgilerinin ölçüm modeline yansıtılması çalışmaları da vardır.

- Doğal Olarak Zarflanamayan Karar Birimlerinin Ölçülmesi: Doğal olarak zarflanamayan karar birimlerine VZA ölçümünde çok yaygın olarak rastlanmaktadır. Literatürde yayınlanmış çeşitli veri kümeleri üzerinde yapılan araştırmalar, toplam 1132 etkin olmayan karar biriminin %97'sinin bu türden olduğunu bulgusuna varmışlardır. Bu nedenle, VZA ölçümünün daha objektif bir yapıya sahip olabilmesi için zarflama derecesine de önem verilmesi gerekmektedir. VZA ile türetilen etkinlik ölçütleri, amaç fonksiyonunun yapısı nedeniyle etkinlik ölçütünün alabileceği en yüksek değerleri belirlemektedir.

3.2. VZA'nın Uygulanabilmesi İçin Gerekli Adımlar

Gözlem Kümesinin Seçilmesi: VZA analizindeki ilk aşama, birbiriyle karşılaştırılmalı etkinlik ölçümü yapılacak olan karar birimlerinin seçimini içerir. Bu birimlerin üretim teknolojisi açısından birbirlerine benzer olmaları, diğer bir deyişle gözlem kümesinin homojen olması, elde edilecek sonuçların anlamlı olabilmesi açısından çok önemlidir. Bir grubun homojen olması demek, o grubu oluşturan karar birimlerinin aynı girdi çıktı karmalarına sahip olmaları ve dışsal etkenlerin birbirinden çok farklı olmadığı anlamına gelir. Gözlem kümesinin içerdiği karar birimi sayısının belirli bir değerin üstünde olması ile türetilen etkinlik ölçütlerinin birbirinden farklı olması olanağı sağlanır. Aksi takdirde, herhangi bir çıktı girdi oranında avantajlı olan karar birimi tüm ağırlıkları kendi açısından en çoklar ve etkinlik sınırına erişir. Bu nedenle, etkinlik ölçümünün anlamlı olabilmesi için gözlem kümesinin seçiminde çok titiz davranılması gerekmektedir (15).

Girdi ve Çıktı Kümelerinin Seçilmesi: Veri tabanlı bir etkinlik ölçüm tekniği olduğundan, VZA ile yapılacak ölçümün sağlıklı olabilmesi için göz önüne alınan girdi ve çıktıların da anlamlı olması gerekir. Bu aşamadaki amaç, üretim teknolojisini en iyi şekilde ifade edebilecek girdi ve çıktılarının seçilmesidir. Bu nedenle, üretimle ilişkilendirilebilecek bütün aday girdi ve çıktılarının listesi yapılarak işe başlanmalıdır. Daha sonra, etkinlik ölçümünü yapacak olan uzmanın görüşü ve bazı ön istatistiki analizler yardımıyla birbirleri arasında çok yüksek derecede korelasyon bulunan ve üretime direkt etkisi olmayan değişkenler elenmelidir. Girdi ve çıktı sayılarının azaltılmasıyla VZA'nın ayrıştırma yeteneği artar.

Doğal olarak, girdi ve çıktı sayısının çok fazla olması karar birimleri sayısının da artmasını gerektirir. Bu da, gözlem kümesinin homojenliğini bozar. Hangi girdi ve çıktının üretim teknolojisini en iyi şekilde temsil ettiği, çeşitli girdi çıktı senaryolarının VZA tekniği ile sınanması yoluyla bulunur. Hiç kuşkusuz, üretim sürecini iyi bir şekilde simgelemeyen bir girdi çıktı modeli sonucu, elde edilecek etkinlik ölçütleri de son derece sağlıklıdır.

VZA İle Görelî Etkinlik Ölçümü: Karşılaştırmalı analiz yapılacak olan karar birimlerinden oluşan gözlem kümesi ve ilgili girdi çıktı kümeleri seçildikten sonra, etkinlik ölçümünü yapacak analist, mevcut üretim ortamı için en uygun olan VZA modelini seçer. Her bir karar birimi için ilgili doğrusal program çözülerek çözüm kümelerine ulaşılır.

Her Bir Karar Birimi İçin Detay Analizi: Doğrusal programlardan elde edilen çözüm kümelerinin ışığı altında, etkin olmayan her bir karar biriminin yöneticisine işletmesini etkin duruma dönüştürülmesi için ne gibi önlemler alınması gerektiği bilgileri verilir.

Gözlem Kümesi İçin Genel Sonuçların Değerlendirilmesi: VZA analizinin son aşamasında, gözlem kümesine ait etkin olan ve olmayan karar birimleri için ortak bulgular araştırılır. Ayrıca, gözlem kümesini oluşturan karar birimlerinin ait olduğu endüstri dalının genel durumu hakkında değerlendirmeler yapılır.

3.3. Örnek Uygulamalar

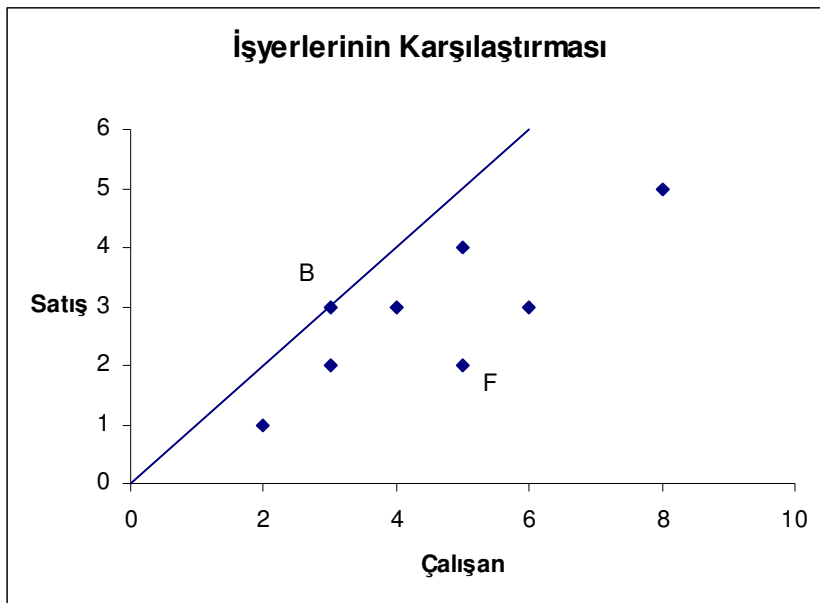
3.3.1. Tek Girdi ve Tek Çıktıdan Oluşan Sistemler

Tek girdi ve çıktıdan oluşan bir sistemi örnek olarak veri zarflama analizinin kullanımını ve işleyişini anlamak mümkündür. Aşağıdaki Çizelge 3.1’de 8 ayrı karar verme birimine ait veriler bulunmaktadır.

Çizelge 3.1. Örnek firmalara ait girdi ve çıktı parametre değerleri

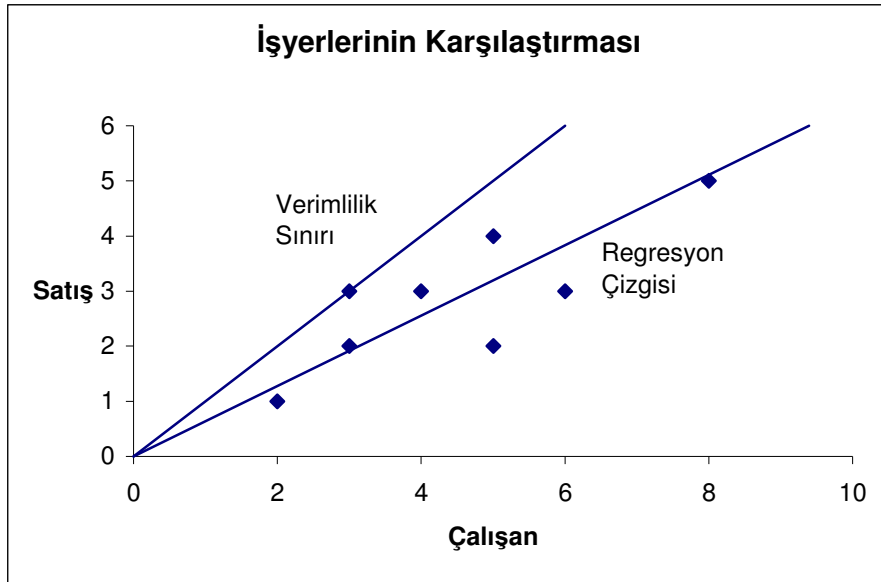
İşyeri	A	B	C	D	E	F	G	H
Çalışan Sayısı	2	3	3	4	5	5	6	8
Satış	1	3	2	3	4	2	3	5
Satış/Çalışan Sayısı	0,5	1	0,67	0,75	0,8	0,4	0,5	0,63

Çizelge 3.1’in en alt satırı, çalışan başına düşen satış miktarını vermektedir. Bu miktar işletme ve yatırım analizi konularında sıklıkla kullanılan bir verimlilik ölçütüdür. Bu ölçüt yardımı ile B işyerinin en verimli, F işyerinin en verimsiz işyeri olduğu görülmektedir. Şekil 3.1’de aynı verilerin X-Y ekseninde grafiksel gösterimi görülmektedir.



Şekil 3.1. Tek girdi ve tek çıktıdan oluşan sistemin grafik gösterimi

Her bir noktayı orjinle 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, verimlilik üst sınırı yada üretim ufku eğrisi olarak adlandırılır. Tekniğin ismi, verimlilik üst sınırının örneklem kümesindeki en az bir noktadan geçmesi ve diğer tüm noktaların bu sınır eğrisi üzerinde yada altında yer alması özelliğinden esinlenilerek verilmiştir. Matematik dilinde bu şekilde bir sınırın bu noktaları “zarfladığı” söylenilir.



Şekil 3.2. Verimlilik sınır çizgisi ve regresyon çizgisinin karşılaştırılması

İstatistiksel olarak belirlendiği üzere regresyon eğrisi, veri noktalarının tam ortasından geçmektedir. 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 işyerinin performansını tanımlar ve diğer işyerlerinin verimliliğini, kendisine olan uzaklıkları ölçer.

Bu noktadan hareketle, istatistiksel regresyon analizi yaklaşımı ile veri zarflama analizi yaklaşımı arasında çok temel bir fark olduğu görülebilmektedir. İlk yaklaşım, gözlemlerin ortalama yada merkezi eğilim davranışını ortaya koyarken, ikinci

yaklaşım, 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 verimliliğinde iyileşme sağlamak için ileride incelenmek yada kıyaslama yapılmak üzere B gibi bir işyerini belirlerken, istatistiksel yaklaşım B işyerini, F ve diğerlerinin dahil olduğu bir sepet içerisinde eriterek bir ortalama belirler ve olası verimlilikte iyileşme önerilerini, bu ortalamayı baz alarak yapar. Örneğe dönülecek olursa, en iyi işyeri B ile karşılaştırıldığında, diğer işyerlerinin verimsiz olduğu görülmektedir. B'ye göre diğer işyerlerinin verimliliğini ifade etmek için δ , B işyerinde çalışan başına düşen satışı β ile göstermek üzere aşağıdaki formülde görüldüğü gibi,

$$0 \leq \frac{\delta}{\beta} \leq 1 \quad [3.2]$$

eşitsizliği geçerlidir. Bu işyerleri verimliliklerine göre sıralandığında;

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

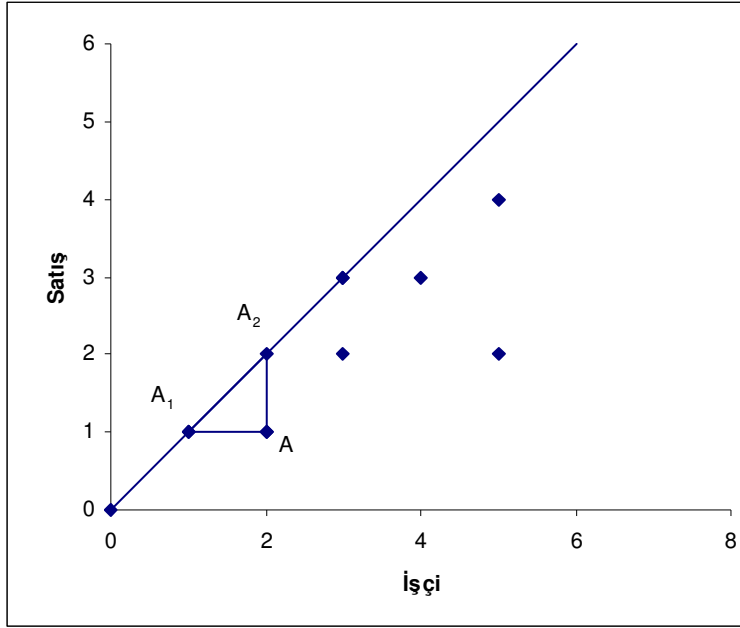
En kötü olan F işyeri, B işyerinin $0,4 \cdot \%100 = \%40$ verimliliğine sahiptir.

Çizelge 3.2. Örnek firmaların verimliliklerinin oransal ifadesi

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

Verimli ve verimsiz işyerleri bu şekilde tespit edildikten sonra, verimsiz işyerlerinin verimli hale getirme yollarının aranması gerekmektedir. Verimsiz olan işyerlerinden A işyerini verimli hale getirmek için grafik üzerindeki A noktasını zarflama eğrisi üzerine çekmek gerekmektedir. Bu da girdiyi (çalışan sayısı) (1,1) koordinatlarındaki A₁ seviyesine kadar azaltmak ya da çıktıyı (satış) (2,2) koordinatlarındaki A₂ seviyesine yükseltmekle olabilir. A₁ A₂ doğru parçası, mevcut

çıktı seviyesini azaltmayacak ve mevcut girdi seviyesini arttırmayacak şekilde, A işyerine yönelik olası verimlilik iyileşme senaryolarının incelenmesini sağlar. Şekil 3.3’de bu iyileştirme durumları gösterilmektedir.



Şekil 3.3. Verimlilikte iyileştirme, tek girdi ve tek çıktıdan oluşan sistem

Çizelge 3.1’de yer alan değerler, girdi ve çıktıların birimlerine göre değişimini, Şekil 3.2’de yer alan değerler ise karar birimlerinin birbirlerine göre göreceliği verimliliğini göstermektedir ve girdi-çıktı birimlerinden bağımsızdır. Bu demektir ki, “Görece Verimlilik” kavramı, birim seçiminden bağımsızdır.

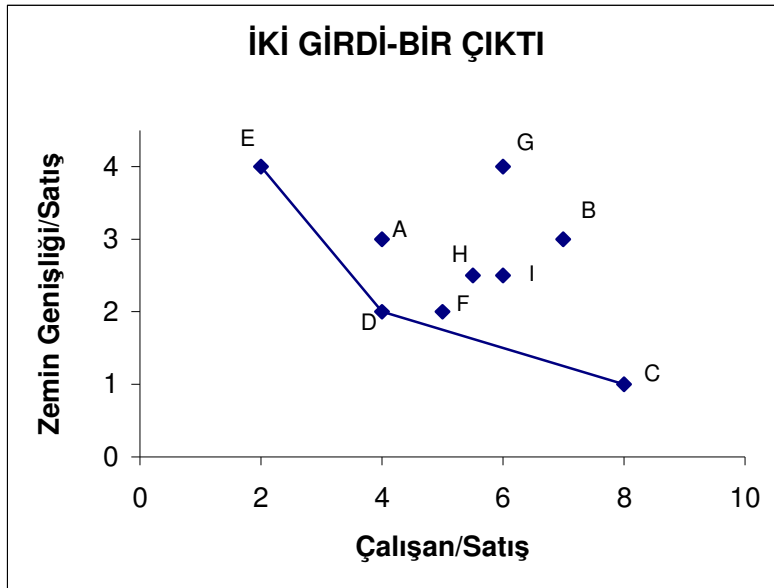
3.3.2. İki Girdi ve Bir Çıktıdan Oluşan Sistemler

Çoklu girdi ve tek çıktı analizini göstermek için , 9 markete ait performans, girdi ve çıktıların listelendiği Çizelge 3.3 incelenebilir. “Sabit Ölçekli Getiri” varsayımı altında, çıktılar 1’e indirgenmiş ve girdi değerleri 1 birim çıktı üretebilmek üzere normalize edilmiştir.

Şekil 3.4’de normalize edilmiş verilerin X-Y ekseninde grafiksel gösterimi görülmektedir.

Çizelge 3.3. İki girdi ve bir çıktıdan oluşan sistemler

MARKET	ÇALIŞAN SAYISI	ZEMİN GENİŞLİĞİ	SATIŞ
A	4	3	1
B	7	3	1
C	8	1	1
D	4	2	1
E	2	4	1
F	5	2	1
G	6	4	1
H	5,5	2,5	1
I	6	2,5	1



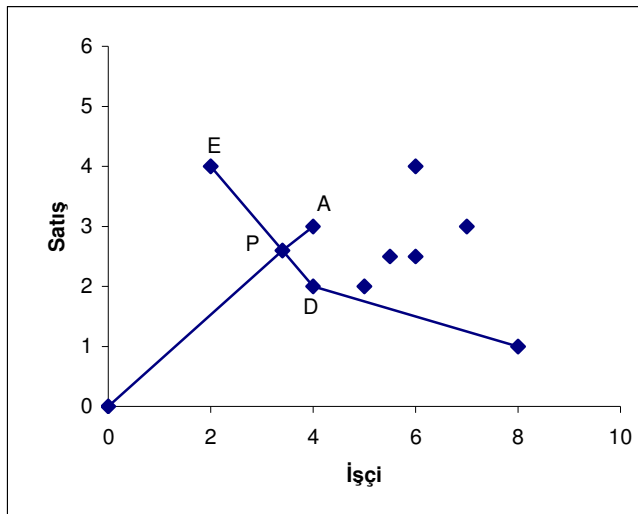
Şekil 3.4. İki girdi ve bir çıktıdan oluşan sistemlerin grafiksel gösterimi

Verimliliğe bu açıdan bakıldığında, bir birim çıktı üretirken girdileri en az kullanan marketleri daha verimli olarak nitelendirmek doğaldır. Bu sebeple Şekil 3.4’de görüldüğü gibi E, D ve C noktalarının oluşturduğu parçalı çizgi verimlilik 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. Verimlilik

üst sınır çizgisiyle zarflanmış olan noktaların tamamı “Üretim Olanak Kümesi”ni oluşturur. Mevcut teknolojik imkanlarla gerçekleştirilmesi mümkün olan girdi-çıktı karışımı (x, y)’lerin kümesi Üretim Olanak Kümesi olarak tanımlanmaktadır. Sınır çizgisinde olmayan marketlerin verimlilikleri, sınır çizgisi üzerinde bulunan marketlere bağlı olarak hesaplanır. Örneğin verimsiz olan A noktasının verimsizliğini ölçmek için, orijin noktasından A noktasına bir çizgi çizilmektedir. Bu çizgi sınır çizgisini P noktasında kesmekte ve A’nın verimliliği aşağıdaki şekilde hesaplanmaktadır.

$$OP / OA = 0,8571$$

A’nın verimsizliği, D ve E’nin kombinasyonu kullanılarak değerlendirilebilir, çünkü P noktası, D ve E’nin oluşturduğu çizginin üzerindedir. D ve E, A’nın “Referans Kümesi” olarak adlandırılır. Referans Kümesi, her verimsiz nokta için farklılık göstermektedir. Örneğin, B noktasının referans kümesi C ve D’den oluşmaktadır. Bununla birlikte D marketi, pek çok verimsiz marketin başvuru grubu içinde yer aldığından örneklem kümesinin bir temsilcisi olarak görülebilir. Yukarıda yapılan analiz sonucunda, A’nın X_1 girdisini 3,4’e, X_2 girdisini ise 2,6’ya indirebilmesi halinde P noktasına ulaşabileceği, bu sayede verimliliğini arttırabileceği söylenebilir. Şekil 3.5’de A noktasında yapılacak bu iyileştirme gösterilmektedir.



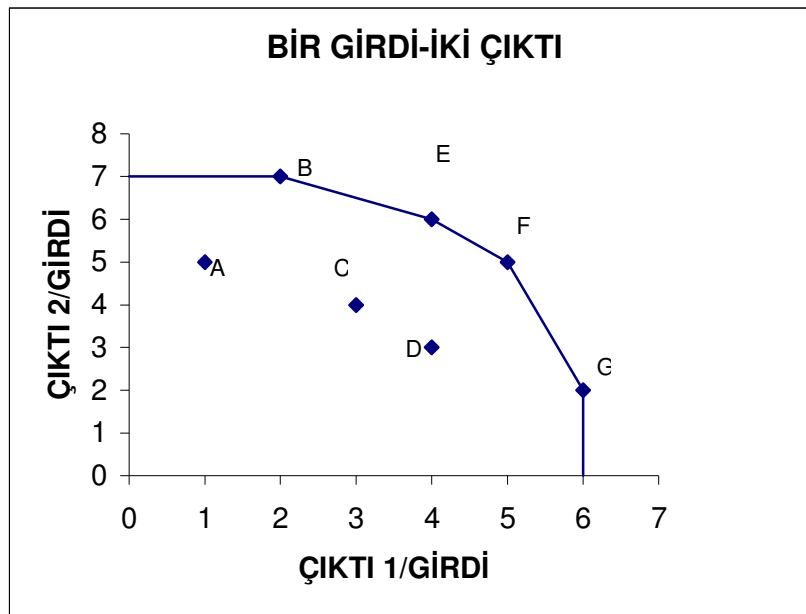
Şekil 3.5. Verimlilikte iyileştirme, iki girdi ve bir çıktıdan oluşan sistem

3.3.3. Bir Girdi ve İki Çıktıdan Oluşan Sistemler

Çizelge 3.4 yedi mağaza için çalışan başına müşteri sayısını ve satışı göstermektedir. Anlatım kolaylığı sağlayabilmek amacıyla, çalışan sayısı 1’de tutulmuştur. Bu durumda verimlilik üst sınırı B, E, F ve G mağazalarından oluşmaktadır.

Çizelge 3.4. Bir girdi ve iki çıktıdan oluşan sistemler

MAĞAZA	ÇALIŞAN	MÜŞTERİ	SATIŞ
A	1	1	5
B	1	2	7
C	1	3	4
D	1	4	3
E	1	4	6
F	1	5	5
G	1	6	2

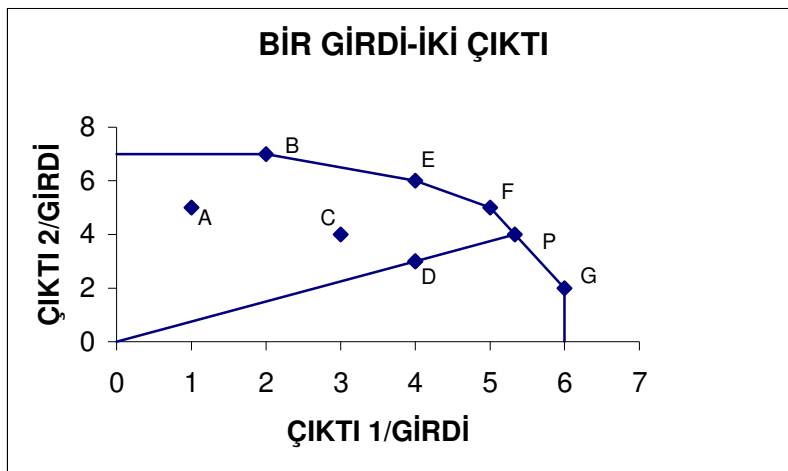


Şekil 3.6. Bir girdi ve iki çıktıdan oluşan sistemlerin grafiksel gösterimi

Şekil 3.6 ve Şekil 3.7’den de görülebileceği gibi, üretim olanak kümesi verimlilik üst sınır çizgisi ve eksenlerle sınırlanmış bölgedir. A, C ve D mağazaları verimsizdir ve verimsizlikleri sınır çizgisine göre hesaplanabilir. Örneğin D’nin verimliliği:

$$m(O,D) / m(O,P) = 0,75$$

m = mesafe olarak hesaplanabilir



Şekil 3.7. Bir girdi ve iki çıktılı sistemlerde verimsizliğin grafiksel gösterimi

Yukarıdaki rasyo, “daireysel ölçüt” olarak adlandırılır. Burada kullanılan mesafe, öklidyen mesafesidir. Yani:

$$m(O,D) = 4^2 + 3^2$$

Asıl ilgi konusunun girdiden çok çıktılar olması durumunda:

$$m(O,P) / m(O,D) = 1,33$$

Bu sonuca göre verimli olmak için, D mağazasının her iki çıktısını da 4/3 oranına kadar arttırmış olması gerekirdi. Bu noktada belirtmek gerekir ki 0,75 D noktasının ulaşabildiği çıktı seviyesinin, ulaşabilmesi beklenen çıktı seviyesine oranını vermektedir. Önemli olan bir diğer nokta ise bu değer, D’nin her iki çıktısında da mevcut olan verimsizliğin oranı olduğudur. Bu sebeple, D’nin çıktı seviyesindeki

düşüklük, P noktasına ulaşmaya kadar, iki çıktının birbiriyle olan oranlarını bozmadan, her iki çıktı seviyesini yükseltmek yoluyla onarılabilir. Bu şekilde, çıktıların kendi içlerindeki oranlarını değiştirmeden onarılabilecek verimsizlik “teknik verimsizlik” olarak adlandırılır.

Bir başka verimsizlik türü ise, çıktıların (girdilerin) sadece bir kısmında verimsizliğin gözlemlenmesi ile ortaya çıkar. Bu tip verimsizlik, onarılması durumunda çıktıların (girdilerin) karışımındaki oranı bozacağından, “Karışım Verimsizliği” olarak adlandırılır.

3.4. CCR Modeli

CCR Modeli; Charnes, Cooper ve Rhodes tarafında 1978 yılında önerilmiştir. Bu modele göre girdiler ve çıktılar bilinmeyen ağırlıklar altında aşağıdaki şekilde tanımlanmıştır.

$$\text{Sanal Girdi} = v_1x_{10} + \dots + v_mx_{mo} \quad [3.3]$$

$$\text{Sanal Çıktı} = v_1y_{10} + \dots + v_sy_{so} \quad [3.4]$$

CCR modelinde, doğrusal programlama kullanılarak, sanal çıktı/sanal girdi oranını maksimize edecek şekilde ağırlıkların belirlenmesine çalışılır (4).

VZA analizinde, üzerinde çalışılan girdi ve çıktılarından oluşan sistem, karar verme birimi (KVB) olarak adlandırılır. KVB girdileri çıktılarına dönüştürmekten sorumlu birimlerdir ve bu süreçteki performansları çalışmanın konusudur. KVB bu esnek tanım çerçevesinde benzer hizmeti veren kuruluşlar bankalar, hastaneler, okullar, kütüphaneler, coğrafi bölgeler, şehirler ve hatta Telekom Müdürlükleri olabilir. Girdiler ve çıktılar aşağıdaki şartlar altında belirlenir:

1. Her bir girdi ve çıktının değeri rakamsal veri olarak mevcuttur ve bu veri tüm karar verme birimleri için pozitifdir.

2. KVB girdi ve çıktıların seçimi analizcinin ilgi alanı içerisinde, görece verimliliği etkileyebileceği düşünülen bir küme oluşturacak şekilde yapılmalıdır.
3. Farklı girdi ve çıktıların birimleri birbiriyle uyumlu olmak zorunda değildir. Girdi ve çıktıların birimleri insan sayısı, harcanan para yüzölçümü gibi farklı şekiller alabilir.

n adet KVB'nin girdi ve çıktı verilerinden oluşan bir örneklem kümesi içerisinde her bir KVB'nin görece verimliliğini ölçmek, n tane optimizasyon modeli çözmeyi gerektirir.

Herhangi bir optimizasyondaki verimliliği ölçülmek istenen KVB'ye genel olarak KVB_0 diyelim.

Bu durumda o, $(1,2,...,n)$ kümesinin bir elemanıdır. Aşağıdaki kesirsel programlama modeli, girdi ağırlıkları v_i , $i=1,2,...,m$ ve çıktı ağırlıklarını u_r , $r=1,2,...,s$ değişken olarak ağırlıkları hesaplar.

$$(FPO) \quad \text{Max:} \quad Q = \frac{u_1 \cdot y_{10} + u_2 \cdot y_{20} + \dots + u_s \cdot y_{s0}}{v_1 \cdot x_{10} + v_2 \cdot x_{20} + \dots + v_s \cdot x_{s0}} \quad [3.5]$$

Aşağıdaki kısıtlar altında:

$$Q = \frac{u_1 \cdot y_{1j} + u_2 \cdot y_{2j} + \dots + u_s \cdot y_{sj}}{v_1 \cdot x_{1j} + v_2 \cdot x_{2j} + \dots + v_s \cdot x_{sj}} \leq 1 \quad (j=1,2,...,n) \quad [3.6]$$

$$v_1, v_2, \dots, v_m \geq 0 \quad [3.7]$$

$$u_1, u_2, \dots, u_s \geq 0 \quad [3.8]$$

Modeldeki kısıtlar her bir KVB için sanal çıktının sanal girdiye oranının 1'i geçmemesi gerektiğini belirtir. Modelin amaç fonksiyonu, KVB_0 için olan verimlilik maksimize edecek olan v_i , u_r ağırlıkları elde etmektir.

Kısıtlardan elde edilebilecek bir önemli çıkarım, optimal amaç değerinin en fazla 1 değerinin alabileceğidir. Bu modelde varsayılan, tüm girdi ve çıktı ağırlıklarının negatif olmayan değerlere sahip olduğudur.

Yukarıdaki kesirsel programlama modelinin eşdeğeri, aşağıdaki doğrusal programlama modelidir.

$$(LPO) \quad \text{Max:} \quad Q = u_1 \cdot y_{10} + u_2 \cdot y_{20} + \dots + u_s \cdot y_{s0} \quad [3.9]$$

Aşağıdaki kısıtlar altında:

$$v_1 \cdot x_{10} + v_2 \cdot x_{20} + \dots + v_s \cdot x_{s0} = 1 \quad [3.10]$$

$$u_1 \cdot y_{1j} + u_2 \cdot y_{2j} + \dots + u_s \cdot y_{sj} \leq v_1 \cdot x_{1j} + v_2 \cdot x_{2j} + \dots + v_m \cdot x_{mj} \quad [3.11]$$

$$v_1, v_2, \dots, v_m \geq 0 \quad [3.12]$$

$$u_1, u_2, \dots, u_s \geq 0 \quad [3.13]$$

LPO'nun optimal çözüm kümesi ($v=v^*, u=u^*$) ve optimal amaç değeri Q^* ise, aynı zamanda FPO'nun optimal çözüm kümesi de ($v=v^*, u=u^*$) ve amaç değeri Q^* 'dir. Bu şekilde hesaplanan verimlilik değerleri, girdi ve çıktıların birbirinden bağımsızdır.

LPO problemi, doğrusal programlama ile çözülmektedir. Ancak optimal çözüm, LPO probleminin dual formülasyonu ile daha kolay elde edilebilmektedir.

- Eğer KVB_0 için $Q^*=1$ ve $v^*>0$, $u^*>0$ olmak üzere en az bir optimal (v^*, u^*) çözümü varsa KVBo verimlidir.
- Değilse KVBo verimli değildir.

Bu demektir ki CCR verimsizliği, LPO'nun her bir optimal çözümü için ya $Q^*<1$ olma durumunda yada $Q^*=1$ ve (v^*, u^*) kümesinin en az bir elemanı 0 iken gerçekleşmektedir.

$Q^* < 1$ olduğu bir verimsizlik durumu ele alınacak olursa, bu durum için LPo formülasyonundaki en az bir kısıtta (v^*, u^*) ağırlığının, eşitsizliğin sağ ve sol tarafı için aynı değeri vermekte olduğu görülebilir.

$$E_o' = \{j : \sum_{r=1}^s u_r^* \cdot y_{rj} = \sum_{i=1}^m v_i^* \cdot x_{ij}\} \quad [3.14]$$

denecek olursa, E_o 'ın alt kümesi olan ve verimli KVB'lerden oluşan E_o kümesi, KVBo'nın başvuru grubunu oluşturur. Bu gruba dahil olan verimli KVB'lerin varlığı, KVBo'nın görece verimsiz olmasına sebep olmaktadır. E_o kümesi tarafından oluşturulan hat, KVBo için verimlilik üst sınırını oluşturur.

LPo'nın optimal çözüm kümesi olarak elde edilen (v^*, u^*) , KVBo için optimal girdi ve çıktı ağırlıklarını oluşturur. Bu değerlerin ışığı altında verimlilik ölçütü, aşağıdaki şekilde hesaplanır.:

$$Q^* = \frac{\sum_{r=1}^s u_r^* \cdot y_{r0}}{\sum_{i=1}^m v_i^* \cdot x_{i0}} \quad [3.15]$$

(LPo)'ın 1. kısıtından dolayı payda 1'dir ve böylelikle

$$Q^* = \sum_{r=1}^s u_r^* \cdot y_{r0} \quad [3.16]$$

olur. Daha önce de belirtildiği gibi (v^*, u^*) verimlilik ölçütünün maksimizasyonu anlamında KVBo için en istenen, en tercih edilen ağırlıklardır. Bu sebeple girdi, “i” için optimal ağırlık değeri olan v_i^* , büyüklüğü ile girdi “i” nin görece verimlilik açısından ne derece önemle değerlendirildiğini belirler. Daha ileriye gidilerek, sanal girdideki her bir $v_i^* x_{i0}$ ögesi incelendiğinde, $v_i^* x_{i0}$ değerinin bize “i” girdisinin görece önemini verdiği anlaşılır. Aynı şekilde, sanal çıktıdaki her bir $u_r^* y_{r0}$

değerinin, “r” çıktısının Q* değeri içindeki görece katkısı için bir ölçüt oluşturduğu görülebilir.

3.5. Girdiye Yönelik VZA Modelleri

Oransal VZA Modeli:

$$E_k = \max \frac{\sum_{r=1}^t u_r \cdot y_{rk}}{\sum_{i=1}^m v_i \cdot x_{ik}} \quad [3.17]$$

$$\frac{\sum_{r=1}^t u_r \cdot y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i \cdot x_{ij}} \leq 1; \quad j = 1, 2, \dots, n$$

$$u_r, v_i \geq \varepsilon$$

$$r = 1, 2, \dots, t \quad \text{ve} \quad i = 1, 2, \dots, m$$

Burada:

E_k : k karar biriminin etkinliği

u_r : k karar birimi tarafından r’nci çıktıya verilen ağırlık

v_i : k karar birimi tarafından i’nci girdiye verilen ağırlık

y_{rk} : k karar birimi tarafından üretilen r’nci çıktı

x_{ik} : k karar birimi tarafından üretilen i’nci girdi

y_{rj} : j karar birimi tarafından üretilen r’nci çıktı

x_{ij} : j karar birimi tarafından üretilen i’nci girdi

ε : Yeterince küçük bir pozitif sayı (örnek: 0,00001)

n: karar birimi sayısı

t: çıktı sayısı

m: girdi sayısı

Amaç fonksiyonundan görüldüğü üzere, gözlem kümesindeki her bir karar birimi göz önüne alınarak diğer gözlemlerle karşılaştırmalı etkinlik düzeyi ölçülmektedir. Göreli etkinlik ölçütü (E_k), k karar birimi için ağırlıklı çıktıların ağırlıklı girdilere oranı şeklinde tanımlanmaktadır. Bu karar birimi için etkinlik ölçütü en çoklanmaya çalışılırken aynı ölçütün diğer karar birimleri açısından da 1'den küçük ya da 1'e eşit olması koşulu göz önünde bulundurulmaktadır. Bu koşul nedeniyle amaç fonksiyonunun alabileceği en yüksek değer 1'dir.

Yukarıdaki program aracılığıyla göreli etkinliği ölçülen k karar birimi için girdi-çıktı ağırlık vektörlerinin (u, v) değerleri hesaplanır. Ayrıca bu değerlerin yeterince küçük bir pozitif sayı olan ε 'dan büyük yada ε 'a eşit olması şartı vardır. Bu koşul aracılığıyla, etkinlik ölçümünü gerçekleştiren tarafından alınan herhangi bir girdi ya da çıktı bileşeninin ağırlıklarını belirleyen u_r ve v_i değerlerinin sıfıra eşitlenmesi engellenmeye çalışılmaktadır (8).

Ağırlıklı VZA Modeli:

$$\begin{aligned}
 E_k &= \max \sum_{r=1}^t u_r \cdot y_{rk} \\
 \sum_{i=1}^m v_i \cdot x_{ik} &= 1 \\
 \sum_{r=1}^t u_r \cdot y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i \cdot x_{ij} &\leq 0 \\
 u_r, v_i &\geq \varepsilon \\
 j &= 1, 2, \dots, n; \quad r = 1, 2, \dots, t \quad \text{ve} \quad i = 1, 2, \dots, m
 \end{aligned} \tag{3.18}$$

Bu modele göre; k karar verme birimi etkin ise amaç fonksiyonunun değeri 1'e eşit olur ve bu karar verme birimiyle ilgili kısıt 0'a eşitlenir. Etkinliği ölçülen karar verme birimi etkin değilse, bu durumda amaç fonksiyonunun değeri 1'den küçük olacaktır.

Etkin hale getirmek için uygun bir referans kümesi tespit edilir. Bunun içinde etkin olmayan karar biriminin çözümünde ortaya çıkan çıktıya ve girdiye verilen ağırlık

değerleri tüm kısıtlarda yerine konularak sıfıra eşitlenen kısıt karar verme birimi referans kümesine girer.

Etkin olmayan karar verme birimi kuramsal birime benzetilerek etkin hale getirilir bu modelde referans kümelerini oluşturmak zaman alıcı olduğu için zarflama modeli tercih edilir.

Zarflamalı VZA Modeli:

$$\begin{aligned}
 E_k &= \min \alpha - (\varepsilon \cdot \sum_{i=1}^m s_i^-) - (\varepsilon \cdot \sum_{r=1}^t s_r^+) \\
 \sum_{j=1}^n (x_{ij} \cdot \lambda_j) + s_i^- - (\alpha \cdot x_{ik}) &= 0 \\
 \sum_{j=1}^n (y_{rj} \cdot \lambda_j) - s_r^+ - y_{rk} &= 0 \\
 \lambda_j, s_i^-, s_r^+ &\geq 0 \\
 j &= 1, 2, \dots, n; \quad r = 1, 2, \dots, t \quad \text{ve} \quad i = 1, 2, \dots, m
 \end{aligned} \tag{3.19}$$

Burada,

α : k karar biriminin girdilerinin ne kadar azaltılabileceğini belirleyen büzülme katsayısı

s_i^- : k karar biriminin i'nci girdisine ait atıl değer

s_r^+ : k karar biriminin r'nci çıktısına ait atıl değer

λ_j : j'nci karar biriminin aldığı yoğunluk değeri

Bu modelin amaç fonksiyonunda belirli bir çıktı düzeyi için etkinliği ölçülen k karar verme birimine ait girdilerin ne kadar azaltılabileceği araştırılır. Eğer söz konusu karar birimleri etkin ise, $\alpha=1$, $s_i^-=0$, $s_r^+=0$, $\lambda_j=1$, $E_k=1$ olacaktır.

Eğer ölçülen karar birimi etkin değilse α büzülme katsayısı 1'den küçük ve kuramsal karar birimini oluşturan referans birimlerinin λ 'ları sıfırdan büyük olacaktır (8).

3.6. Çıktıya Yönelik VZA Modelleri

Oransal VZA Modeli:

$$F_k = \min \frac{\sum_{i=1}^m v_i \cdot x_{ik}}{\sum_{r=1}^t u_r \cdot y_{rk}}$$

$$\frac{\sum_{i=1}^m v_i \cdot x_{ij}}{\sum_{r=1}^t u_r \cdot y_{rj}} \geq 1; \quad j = 1, 2, \dots, n$$

$$u_r, v_i \geq \varepsilon$$

$$r = 1, 2, \dots, t \quad \text{ve} \quad i = 1, 2, \dots, m$$
[3.20]

Ağırlıklı VZA Modeli:

$$F_k = \min \sum_{i=1}^m v_i \cdot x_{ik}$$

$$\sum_{r=1}^t u_r \cdot y_{rk} = 1$$

$$\sum_{r=1}^t u_r \cdot y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i \cdot x_{ij} \leq 0$$

$$u_r, v_i \geq \varepsilon$$

$$j = 1, 2, \dots, n; \quad r = 1, 2, \dots, t \quad \text{ve} \quad i = 1, 2, \dots, m$$
[3.21]

Zarflamalı VZA Modeli:

$$F_k = \max \beta + (\varepsilon \cdot \sum_{i=1}^m s_i^-) + (\varepsilon \cdot \sum_{r=1}^t s_r^+)$$

$$\sum_{j=1}^n (x_{ij} \cdot \lambda_j) + s_i^- - x_{ik} = 0$$

$$\sum_{j=1}^n (y_{rj} \cdot \lambda_j) - s_r^+ - (\beta \cdot y_{rk}) = 0$$

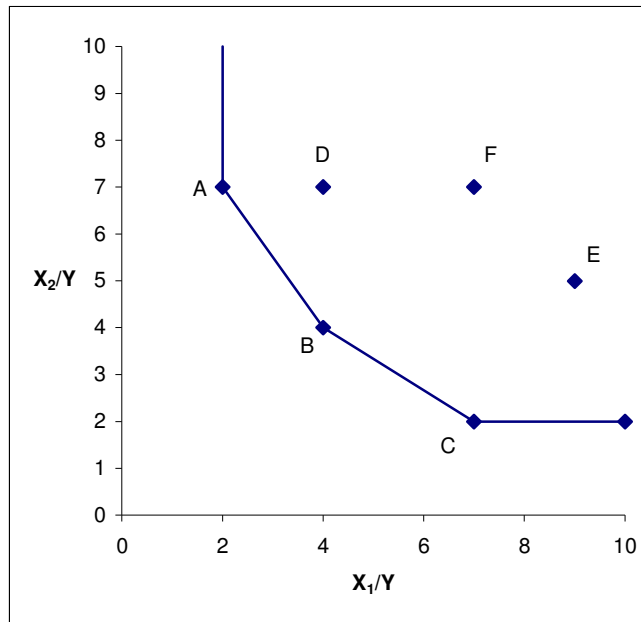
$$\lambda_j, s_i^-, s_r^+ \geq 0$$

$$j = 1, 2, \dots, n; \quad r = 1, 2, \dots, t \quad \text{ve} \quad i = 1, 2, \dots, m$$
[3.22]

Örnek: İki girdi kullanarak bir çıktı üreten altı karar birimini, gözlem kümesi olarak ele alalım.

Çizelge 3.5. Altı karar birimi için girdi ve çıktı değerleri

KVB	Girdiler ve Çıktı			Normalize Girdi	
	X_1	X_2	Y	X_1/Y	X_2/Y
A	20,0	70,0	10,0	2	7
B	80,0	80,0	20,0	4	4
C	35,0	10,0	5,0	7	2
D	28,0	49,0	7,0	4	7
E	27,0	15,0	3,0	9	5
F	42,0	42,0	6,0	7	7



Şekil 3.8. Altı karar birimi için girdi ve çıktı değerlerin grafiksel gösterimi

Bütün karar birimleri için model kurulur ve çözüm kümeleri hesaplanır.

Karar Birimi A

$$\max 10\mu$$

st.

$$10\mu - 20v_1 - 70v_2 \leq 0$$

$$20\mu - 80v_1 - 80v_2 \leq 0$$

$$5\mu - 35v_1 - 10v_2 \leq 0$$

$$7\mu - 28v_1 - 49v_2 \leq 0$$

$$3\mu - 27v_1 - 15v_2 \leq 0$$

$$6\mu - 42v_1 - 42v_2 \leq 0$$

$$20v_1 + 70v_2 = 1$$

$$\mu, v_1, v_2 \geq 0$$

Karar Birimi B

$$\max 20\mu$$

st.

$$10\mu - 20v_1 - 70v_2 \leq 0$$

$$20\mu - 80v_1 - 80v_2 \leq 0$$

$$5\mu - 35v_1 - 10v_2 \leq 0$$

$$7\mu - 28v_1 - 49v_2 \leq 0$$

$$3\mu - 27v_1 - 15v_2 \leq 0$$

$$6\mu - 42v_1 - 42v_2 \leq 0$$

$$80v_1 + 80v_2 = 1$$

$$\mu, v_1, v_2 \geq 0$$

Karar Birimi C

$$\max 5\mu$$

st.

$$10\mu - 20v_1 - 70v_2 \leq 0$$

$$20\mu - 80v_1 - 80v_2 \leq 0$$

$$5\mu - 35v_1 - 10v_2 \leq 0$$

$$7\mu - 28v_1 - 49v_2 \leq 0$$

$$3\mu - 27v_1 - 15v_2 \leq 0$$

$$6\mu - 42v_1 - 42v_2 \leq 0$$

$$35v_1 + 10v_2 = 1$$

$$\mu, v_1, v_2 \geq 0$$

Karar Birimi D

$$\max 7\mu$$

st.

$$10\mu - 20v_1 - 70v_2 \leq 0$$

$$20\mu - 80v_1 - 80v_2 \leq 0$$

$$5\mu - 35v_1 - 10v_2 \leq 0$$

$$7\mu - 28v_1 - 49v_2 \leq 0$$

$$3\mu - 27v_1 - 15v_2 \leq 0$$

$$6\mu - 42v_1 - 42v_2 \leq 0$$

$$28v_1 + 49v_2 = 1$$

$$\mu, v_1, v_2 \geq 0$$

Karar Birimi E

$$\max 3\mu$$

st.

$$10\mu - 20v_1 - 70v_2 \leq 0$$

$$20\mu - 80v_1 - 80v_2 \leq 0$$

$$5\mu - 35v_1 - 10v_2 \leq 0$$

$$7\mu - 28v_1 - 49v_2 \leq 0$$

$$3\mu - 27v_1 - 15v_2 \leq 0$$

$$6\mu - 42v_1 - 42v_2 \leq 0$$

$$27v_1 + 15v_2 = 1$$

$$\mu, v_1, v_2 \geq 0$$

Karar Birimi F

$$\max 6\mu$$

st.

$$10\mu - 20v_1 - 70v_2 \leq 0$$

$$20\mu - 80v_1 - 80v_2 \leq 0$$

$$5\mu - 35v_1 - 10v_2 \leq 0$$

$$7\mu - 28v_1 - 49v_2 \leq 0$$

$$3\mu - 27v_1 - 15v_2 \leq 0$$

$$6\mu - 42v_1 - 42v_2 \leq 0$$

$$42v_1 + 42v_2 = 1$$

$$\mu, v_1, v_2 \geq 0$$

Sırayla amaç fonksiyonu ve normalizasyon kısıtındaki katsayılar değiştirilerek VZA'nın ağırlıklı gözlem kümesindeki tüm karar birimleri için çözülerek Çizelge 3.6'daki sayısal sonuçlar elde edilir.

Bu sayısal değerlerin ne anlama geldiklerini daha yalın bir şekilde açıklamaya çalışalım. A, B ve C karar birimleri etkindirler ve etkinlik değerleri 1 çıkmaktadır. D karar birimini ele alalım. Bu birimin göreceli etkinliği A ve B karar birimleri tarafından oluşturulan doğru parçasının üzerinde yer alan referans noktasına göre ölçülür. Eğer D karar birimi X_2 girdisi sabit kalmak koşuluyla, X_1 girdisini 1 birim azaltılırsa etkinlik ölçütü 0,0165 artacaktır. Diğer taraftan yine aynı karar biriminde X_1 girdisi

sabit kalmak koşuluyla, eğer X_2 girdisini 1 birim azaltabilirse etkinlik ölçütü 0,0110 kadar artacaktır.

Çizelge 3.6. Örnek için E_j , RK, μ^* , v_1^* , v_2^* değerleri

KVB	E_j	RK	μ^*	v_1^*	v_2^*
A	1,00	A	0,1000	0,0150	0,0100
B	1,00	B	0,0500	0,0075	0,0050
C	1,00	C	0,2000	0,0200	0,0300
D	0,77	A,B	0,1099	0,0165	0,0110
E	0,61	B,C	0,2020	0,0202	0,0303
F	0,57	B	0,0952	0,0095	0,0143

Şimdi de girdiye yönelik ağırlıklı VZA modelinin duali olan zarflama modelinden elde edilen sonuçları açıklamaya çalışalım. Zarflama VZA modeli şu şekilde yazılabilir:

Karar Birimi A

$$\begin{aligned}
 E_A &= \min \alpha - \varepsilon.s_1^- - \varepsilon.s_2^- - \varepsilon.s_1^+ \\
 20\lambda_1 + 80\lambda_2 + 35\lambda_3 + 28\lambda_4 + 27\lambda_5 + 42\lambda_6 + s_1^- - 20.\alpha &= 0 \\
 70\lambda_1 + 80\lambda_2 + 10\lambda_3 + 49\lambda_4 + 15\lambda_5 + 42\lambda_6 + s_2^- - 70.\alpha &= 0 \\
 10\lambda_1 + 20\lambda_2 + 5\lambda_3 + 7\lambda_4 + 3\lambda_5 + 6\lambda_6 - s_1^+ &= 10 \\
 \lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4, \lambda_5, \lambda_6, s_1^-, s_2^-, s_1^+ &\geq 0
 \end{aligned}$$

Karar Birimi B

$$\begin{aligned}
 E_B &= \min \alpha - \varepsilon.s_1^- - \varepsilon.s_2^- - \varepsilon.s_1^+ \\
 20\lambda_1 + 80\lambda_2 + 35\lambda_3 + 28\lambda_4 + 27\lambda_5 + 42\lambda_6 + s_1^- - 80.\alpha &= 0 \\
 70\lambda_1 + 80\lambda_2 + 10\lambda_3 + 49\lambda_4 + 15\lambda_5 + 42\lambda_6 + s_2^- - 80.\alpha &= 0 \\
 10\lambda_1 + 20\lambda_2 + 5\lambda_3 + 7\lambda_4 + 3\lambda_5 + 6\lambda_6 - s_1^+ &= 20 \\
 \lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4, \lambda_5, \lambda_6, s_1^-, s_2^-, s_1^+ &\geq 0
 \end{aligned}$$

Karar Birimi C

$$\begin{aligned}
E_C &= \min \alpha - \varepsilon.s_1^- - \varepsilon.s_2^- - \varepsilon.s_1^+ \\
20\lambda_1 + 80\lambda_2 + 35\lambda_3 + 28\lambda_4 + 27\lambda_5 + 42\lambda_6 + s_1^- - 35.\alpha &= 0 \\
70\lambda_1 + 80\lambda_2 + 10\lambda_3 + 49\lambda_4 + 15\lambda_5 + 42\lambda_6 + s_2^- - 10.\alpha &= 0 \\
10\lambda_1 + 20\lambda_2 + 5\lambda_3 + 7\lambda_4 + 3\lambda_5 + 6\lambda_6 - s_1^+ &= 5 \\
\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4, \lambda_5, \lambda_6, s_1^-, s_2^-, s_1^+ &\geq 0
\end{aligned}$$

Karar Birimi D

$$\begin{aligned}
E_D &= \min \alpha - \varepsilon.s_1^- - \varepsilon.s_2^- - \varepsilon.s_1^+ \\
20\lambda_1 + 80\lambda_2 + 35\lambda_3 + 28\lambda_4 + 27\lambda_5 + 42\lambda_6 + s_1^- - 28.\alpha &= 0 \\
70\lambda_1 + 80\lambda_2 + 10\lambda_3 + 49\lambda_4 + 15\lambda_5 + 42\lambda_6 + s_2^- - 49.\alpha &= 0 \\
10\lambda_1 + 20\lambda_2 + 5\lambda_3 + 7\lambda_4 + 3\lambda_5 + 6\lambda_6 - s_1^+ &= 7 \\
\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4, \lambda_5, \lambda_6, s_1^-, s_2^-, s_1^+ &\geq 0
\end{aligned}$$

Karar Birimi E

$$\begin{aligned}
E_E &= \min \alpha - \varepsilon.s_1^- - \varepsilon.s_2^- - \varepsilon.s_1^+ \\
20\lambda_1 + 80\lambda_2 + 35\lambda_3 + 28\lambda_4 + 27\lambda_5 + 42\lambda_6 + s_1^- - 27.\alpha &= 0 \\
70\lambda_1 + 80\lambda_2 + 10\lambda_3 + 49\lambda_4 + 15\lambda_5 + 42\lambda_6 + s_2^- - 15.\alpha &= 0 \\
10\lambda_1 + 20\lambda_2 + 5\lambda_3 + 7\lambda_4 + 3\lambda_5 + 6\lambda_6 - s_1^+ &= 3 \\
\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4, \lambda_5, \lambda_6, s_1^-, s_2^-, s_1^+ &\geq 0
\end{aligned}$$

Karar Birimi F

$$\begin{aligned}
E_F &= \min \alpha - \varepsilon.s_1^- - \varepsilon.s_2^- - \varepsilon.s_1^+ \\
20\lambda_1 + 80\lambda_2 + 35\lambda_3 + 28\lambda_4 + 27\lambda_5 + 42\lambda_6 + s_1^- - 42.\alpha &= 0 \\
70\lambda_1 + 80\lambda_2 + 10\lambda_3 + 49\lambda_4 + 15\lambda_5 + 42\lambda_6 + s_2^- - 42.\alpha &= 0 \\
10\lambda_1 + 20\lambda_2 + 5\lambda_3 + 7\lambda_4 + 3\lambda_5 + 6\lambda_6 - s_1^+ &= 6 \\
\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4, \lambda_5, \lambda_6, s_1^-, s_2^-, s_1^+ &\geq 0
\end{aligned}$$

Çizelge 3.7. Örnek için λ değerleri

KVB	E_j	RK	λ_1	λ_2	λ_3	λ_4	λ_5	λ_6
A	1,00	A	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
B	1,00	B	0,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
C	1,00	C	0,0000	0,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000
D	0,77	A,B	0,3231	0,1885	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
E	0,61	B,C	0,0000	0,0773	0,2909	0,0000	0,0000	0,0000
F	0,57	B	0,0000	0,3000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

VZA zarflama modeline göre, D karar biriminin etkinlik ölçümünde kuramsal karar biriminin oluşmasında A karar biriminin ağırlığı 0,3231 ve B karar biriminin ağırlığı ise 0,1885'dir. Diğer bir deyişle D karar birimi üretim yapısı açısından A karar birimine daha fazla benzemektedir.

4. ALTERNATİF BİR VZA YAKLAŞIMI – BCC MODELİ

Buraya kadar anlatılan CCR modeli, sabit dönüşümlü ölçek varsayımı üzerine kurulmuştur. Ölçeğe göre sabit getiri varsayımı altında CCR modelleri yardımıyla bulunan toplam etkinlik skorları teknik ve ölçek birlikte içermektedir. Eğer bir (x,y) vektörü gerçekleştirilebilir ise, (tx, ty) gibi bir vektör de gerçekleştirilme özelliğine sahiptir. Diğer bir deyişle (tx,ty) vektörü de üretim olanak kümesine dahildir.

Ancak bu varsayım, değişik üretim olanakları kümeleri için modifiye edilebilir. Literatürde VZA çalışmalarının en başından itibaren, CCR modelinin çeşitli uzanımları araştırılmıştır. Bunlardan birisi de Banker, Charnes ve Cooper tarafından geliştirilen BCC modelidir. BCC modelinde üretim üst sınırı, varolan karar verme birimlerinin oluşturduğu içbükey zarf tarafından taranır. Üretim üst sınırı, parçalı doğrusal bir yapı sergiler ve bu özelliğinden dolayı da değişken dönüşümlü ölçek karakteristiğe sahiptir.

Bu modelle ölçek büyüklüğü sapmalarından bağımsız olarak sadece teknik etkinlikleri dikkate alınarak değerlendirilmiş olacaktır. Banker, Charnes ve Cooper'ın çalışması çerçevesinde hangi karar birimlerinin etkin sınır üzerinde yer aldığı bilgisinin yanı sıra ölçeğe göre getirinin yönünün belirlenmesi de mümkün olacaktır.

Ölçeğe göre değişken getiri varsayımında bulunulan bu üretim imkânları kümesi ile ilgili olarak, $(x,y) \in \Omega$ olması ancak ve ancak,

$$\sum_{j=1}^N \lambda_j = 1 \quad \lambda_j \geq 0 \quad j = 1,2,\dots,N \quad [4.1]$$

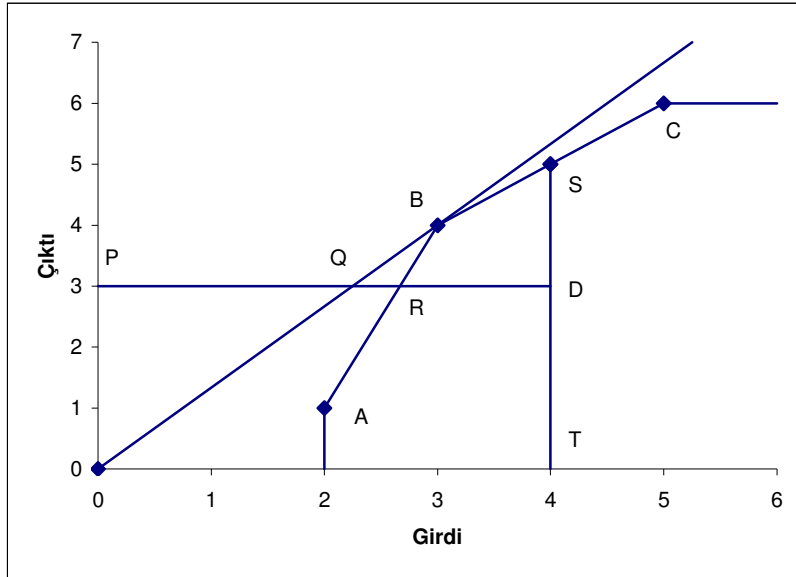
koşulu altında,

$$\sum_{j=1}^N X_j \lambda_j \leq X_k, \quad Y_k \leq \sum_{j=1}^N Y_j \lambda_j \quad [4.2]$$

olarak yazılır.

BCC modelinde üretim üst sınırı, varolan KVB'lerin oluşturduğu içbükey zarf (convex hull) tarafından taranır. Üretim üst sınırı, Şekil 4.1'de görüldüğü gibi parçalı doğrusal (piecewise linear) bir yapı sergiler ve bu özelliğinden dolayı da değişken dönüşümlü ölçek (variable returns-to-scale) karakteristiğine sahiptir.

AB doğru parçasında artan dönüşümlü ölçek (increasing returns-to-scale), BC parçasında azalan dönüşümlü ölçek (decreasing returns-to-scale) ve her iki doğru parçasının birleştiği B noktasında ise sabit dönüşümlü ölçek (constant returns-to-scale) özelliği gözlemlenir.



Şekil 4.1. BCC Modelinde üretim üst sınırı ve ölçek özellikleri

Şekil 4.1'de bir girdi ve bir çıktıdan oluşan, 4 KVB'li (A,B,C ve D) bir sistem örnelemektedir. CCR modelinin verimlilik sınırı, B noktası ile orijini birleştiren doğrudur. BCC modelinde ise verimlilik sınırı; A, B ve C noktalarını birleştiren doğru parçalarından oluşmaktadır.

Bu sistemdeki üretim olanak kümesi sınır çizgisi ile birlikte, sınır çizgisi ile karşılaştırıldığında girdi veya çıktıda fazlalık veya eksiklik gösteren, gerçekleşmiş yada gerçekleşmesi muhtemel KVB'lerden oluşmaktadır. Bu bilgiler ışığında; A, B

ve C noktalarının sınır çizgisi üzerinde bulunduğu ve dolayısıyla BBC verimli olduğu gözlemlenebilir. Ancak sadece B noktası CCR modeline göre de verimli olma özelliği taşımaktadır.

Grafikten ilgili değerler okunduğunda, D noktasının BCC verimliliği:

$$PR/PD=2.6667/4=0,6667$$

İken, CCR verimliliği:

$$PQ/PD=2,25/4=0,5625 \text{ olmaktadır.}$$

D noktasının çıktı odaklı BCC modelindeki verimliliği ise, Şekil 4.1'deki dikey eksen değerleri okunarak:

$$ST/DT=5/3=1,6667 \text{ bulunmaktadır. Bunun anlamı şudur:}$$

D noktası için verimlilik, gözlemlenen çıktı değeri $1,6667 \times 3 = 5$ birime yükseltirirse mümkün olabilmektedir. CCR modeline göre çıktıya sağlanması gereken destek oranının, girdi verimsizliğinin kesirsel olarak tersi olduğu hatırlanırsa ($1/0.5625=1,7778$) verimliliğe ulaşabilmek için CCR modeli sonucunun BCC modeli sonucuna göre daha yüksek bir çıktı desteğini gerektirdiği anlaşılmaktadır.

Banker, Charnes ve Cooper (1984) BCC modelini ilk kez yayınladıklarında üretim olanak kümesini aşağıdaki şekilde tanımlamışlardır.

$$P_B = \{(x, y) | x \geq X\lambda, y \leq Y\lambda, e\lambda = 1, \lambda \geq 0\}, \quad [4.3]$$

$$X=(x_j) \in R^{m \times n} \quad [4.4]$$

$$Y=(y_j) \in R^{s \times n} \quad [4.5]$$

$$\lambda \in R^n$$

e: bütün elemanları 1'e eşit olan bir sıra vektörü

Yukarıdaki tanımlamaya göre BCC modelini CCR modelinden ayıran tek fark,

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

Kısıtının CCR modeline eklenmiş olmasıdır. Bu kısıt $\lambda_j \geq 0$ şartı ile birlikte, n adet KVB'nin çeşitli şekillerdeki kombinasyonlarının ancak içbükey verimlilik üst sınır çizgisi dahilinde gerçekleşebilmesini sağlamaktadır.

4.1. Girdiye Yönelik Ağırlıklı BCC Model

$$\begin{aligned}
 E_k &= \text{Max} \left(\sum_{r=1}^t u_r \cdot y_{rk} \right) - \mu_0 \\
 \sum_{i=1}^m v_i \cdot x_{ik} &= 1 \\
 \sum_{r=1}^t u_r \cdot y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i \cdot x_{ij} - \mu_0 &\leq 0 \quad j = 1, 2, \dots, N \\
 u_r \geq \varepsilon, v_i \geq \varepsilon, \quad r &= 1, 2, \dots, t \quad i = 1, 2, \dots, m \\
 \mu_0 : &\text{urs}
 \end{aligned} \tag{4.6}$$

Burada:

E_k : k karar biriminin etkinliği

u_r : k karar birimi tarafından r'nci çıktıya verilen ağırlık

v_i : k karar birimi tarafından i'nci girdiye verilen ağırlık

y_{rk} : k karar birimi tarafından üretilen r'nci çıktı

x_{ik} : k karar birimi tarafından üretilen i'nci girdi

y_{rj} : j karar birimi tarafından üretilen r'nci çıktı

x_{ij} : j karar birimi tarafından üretilen i'nci girdi

ε : Yeterince küçük bir pozitif sayı (örnek: 0,00001)

n: karar birimi sayısı

t: çıktı sayısı

m: girdi sayısı

Girdiye yönelik zarflama BCC modelinde $\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$ kısıtının yer almasından dolayı ağırlıklı BCC modelinde amaç fonksiyonunda μ_o yer almaktadır.

4.2. Girdiye Yönelik Zarflamalı BCC Model

$$\begin{aligned}
 E_k &= \min \alpha - \varepsilon \cdot \sum_{i=1}^m s_i^- - \varepsilon \cdot \sum_{r=1}^t s_r^+ \\
 st \\
 \sum_{j=1}^n x_{ij} \cdot \lambda_j + s_i^- - \alpha \cdot x_{ik} &= 0 \quad i = 1, 2, \dots, m \\
 \sum_{j=1}^n y_{rj} \cdot \lambda_j - s_r^+ - y_{rk} &= 0 \quad r = 1, 2, \dots, t \\
 \sum_{j=1}^n \lambda_j &= 1 \\
 \lambda_j &\geq 0, \quad j = 1, 2, \dots, n \\
 s_i^- &\geq 0, \quad i = 1, 2, \dots, m \\
 s_r^+ &\geq 0, \quad r = 1, 2, \dots, t
 \end{aligned} \tag{4.7}$$

BCC probleminin optimal sonucu eğer 1 ise k karar verme biriminin BCC- verimli olarak tanımlanmaktadır. Aksi takdirde karar verme birimi verimsizdir. Dual problemde optimal çözümde aşağıdaki koşullar sağlanırsa karar verme birimi verimlidir aksi takdirde verimsizdir.

- $\alpha=1$ ise
- Slack değişkenlerinin hepsi 0'a eşitse yani $s_i^-=0$ $i=1, \dots, m$ $s_r^+=0$ $r=1, \dots, t$

$\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$ kısıtının dual problemde varlığı BCC modeli sonucu elde edilen üretim

ihtimal kümesinin konveks bir kabuk şeklinde olmasını sağlar. Verimsiz bir karar birimi için referans kümesi belirlenir.

4.3. Çıktıya Yönelik Ağırlıklı BCC Model

$$\begin{aligned}
 E_k &= \text{Min} \left(\sum_{r=1}^t v_r x_{rk} \right) - \rho_0 \\
 \sum_{r=1}^t u_r y_{rk} &= 1 \\
 \sum_{r=1}^t u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} - \rho_0 &\leq 0 \quad j = 1, 2, \dots, N \\
 u_r &\geq \varepsilon, v_i \geq \varepsilon, \quad r = 1, 2, \dots, t \quad i = 1, 2, \dots, m \\
 \mu_0 &: \text{urs}
 \end{aligned} \tag{4.8}$$

4.4. Çıktıya Yönelik Zarflamalı BCC Model

$$\begin{aligned}
 E_k &= \max \beta - \varepsilon \cdot \sum_{i=1}^m s_i^- - \varepsilon \cdot \sum_{r=1}^t s_r^+ \\
 st \\
 \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j + s_i^- - x_{ik} &= 0 \quad i = 1, 2, \dots, m \\
 \sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j - s_r^+ - \beta \cdot y_{rk} &= 0 \quad r = 1, 2, \dots, t \\
 \sum_{j=1}^n \lambda_j &= 1 \\
 \lambda_j &\geq 0, \quad j = 1, 2, \dots, n \\
 s_i^- &\geq 0, \quad i = 1, 2, \dots, m \\
 s_r^+ &\geq 0, \quad r = 1, 2, \dots, t
 \end{aligned} \tag{4.9}$$

- Ölçeğe göre artan getiri: $\mu_0 < 0$
- Ölçeğe göre sabit getiri: $\mu_0 = 0$
- Ölçeğe göre azalan getiri: $\mu_0 > 0$

Eğer karar birimi teknik etkinliğini korumak kaydıyla, ölçeğini büyüttüğü zaman verimliliği artıyorsa ölçeğe göre artan getiri; teknik etkinliğini koruyarak ölçeğini küçülttüğü zaman verimliliğinde artış gözleniyorsa ölçeğe göre azalan getiri söz

konusudur. Üretim sınırında, ölçeğe göre artan, azalan ve sabit getiri aralıklarının birlikte bulunması ölçeğe göre değişken getiri kavramıyla tanımlanmaktadır.

Eğer bir karar verme birimi hem CCR modelinde, hem de BCC modelinde tam verimli olarak çıkarsa, söz konusu karar verme biriminin “en üretken ölçek büyüklüğü”nde hizmet verdiğini kanıtlamaktadır. Aynı teoriler, bir karar verme biriminin BCC modeline göre tam verimli, CCR modeline göre verimsiz çıkması durumunda ise, söz konusu karar verme biriminin yerel olarak verimli çalıştığı, ancak genel olarak verimli çalışmadığını söylemektedir.

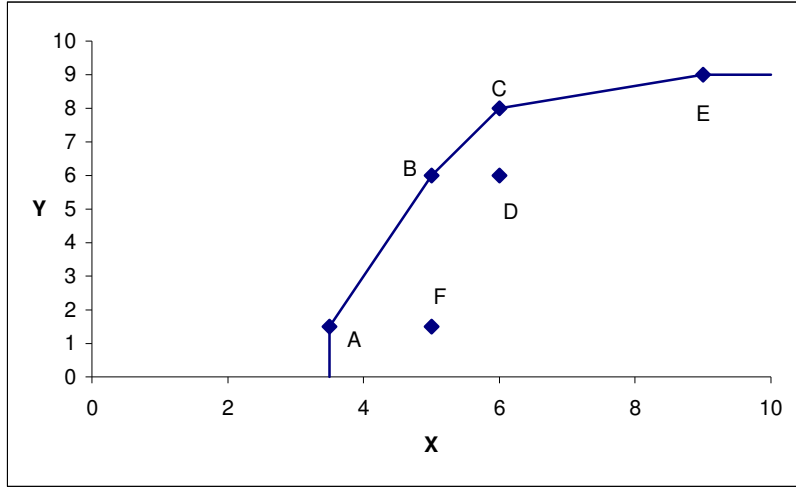
Bu noktadan hareketle, CCR modelinden elde edilen verimlilik değerinin BCC modelinden elde edilen verimlilik değerine oranı, “ölçek verimliliği” olarak adlandırılmaktadır:

$$\text{ÖLÇEK VERİMLİLİĞİ} = \text{ÖV} = \frac{\alpha_{CCR}^*}{\alpha_{BBC}^*} \quad [4.10]$$

Örnek: Bir girdi kullanarak bir çıktı üreten altı karar birimini gözlem kümesi olarak ele alalım.

Çizelge 4.1. Altı karar birimi için girdi ve çıktı değerleri

KVB	Girdi ve Çıktı		
	X	Y	X/Y
A	3,5	1,5	0,4286
B	5,0	6,0	1,2000
C	6,0	8,0	1,3333
D	6,0	6,0	1,0000
E	9,0	9,0	1,0000
F	5,0	1,5	0,3000



Şekil 4.2. Altı karar birimi için girdi ve çıktı değerlerin grafiksel gösterimi

CCR ile:

Karar Birimi A

$$\begin{aligned}
 &\max 1,5\mu_1 \\
 &1,5\mu_1 - 3,5\nu_1 \leq 0 \\
 &6\mu_1 - 5\nu_1 \leq 0 \\
 &8\mu_1 - 6\nu_1 \leq 0 \\
 &6\mu_1 - 6\nu_1 \leq 0 \\
 &9\mu_1 - 9\nu_1 \leq 0 \\
 &1,5\mu_1 - 5\nu_1 \leq 0 \\
 &3,5\nu_1 = 1 \\
 &\mu_1, \nu_1 \geq 0
 \end{aligned}$$

Karar Birimi B

$$\begin{aligned}
 &\max 6\mu_1 \\
 &1,5\mu_1 - 3,5\nu_1 \leq 0 \\
 &6\mu_1 - 5\nu_1 \leq 0 \\
 &8\mu_1 - 6\nu_1 \leq 0 \\
 &6\mu_1 - 6\nu_1 \leq 0 \\
 &9\mu_1 - 9\nu_1 \leq 0 \\
 &1,5\mu_1 - 5\nu_1 \leq 0 \\
 &5\nu_1 = 1 \\
 &\mu_1, \nu_1 \geq 0
 \end{aligned}$$

Karar Birimi C

$$\begin{aligned}
 &\max 8\mu_1 \\
 &1,5\mu_1 - 3,5\nu_1 \leq 0 \\
 &6\mu_1 - 5\nu_1 \leq 0 \\
 &8\mu_1 - 6\nu_1 \leq 0 \\
 &6\mu_1 - 6\nu_1 \leq 0 \\
 &9\mu_1 - 9\nu_1 \leq 0 \\
 &1,5\mu_1 - 5\nu_1 \leq 0 \\
 &6\nu_1 = 1 \\
 &\mu_1, \nu_1 \geq 0
 \end{aligned}$$

Karar Birimi D

$$\begin{aligned}
 &\max 6\mu_1 \\
 &1,5\mu_1 - 3,5\nu_1 \leq 0 \\
 &6\mu_1 - 5\nu_1 \leq 0 \\
 &8\mu_1 - 6\nu_1 \leq 0 \\
 &6\mu_1 - 6\nu_1 \leq 0 \\
 &9\mu_1 - 9\nu_1 \leq 0 \\
 &1,5\mu_1 - 5\nu_1 \leq 0 \\
 &6\nu_1 = 1 \\
 &\mu_1, \nu_1 \geq 0
 \end{aligned}$$

Karar Birimi E

$$\begin{aligned}
 &\max 9\mu_1 \\
 &1,5\mu_1 - 3,5\nu_1 \leq 0 \\
 &6\mu_1 - 5\nu_1 \leq 0 \\
 &8\mu_1 - 6\nu_1 \leq 0 \\
 &6\mu_1 - 6\nu_1 \leq 0 \\
 &9\mu_1 - 9\nu_1 \leq 0 \\
 &1,5\mu_1 - 5\nu_1 \leq 0 \\
 &9\nu_1 = 1 \\
 &\mu_1, \nu_1 \geq 0
 \end{aligned}$$

Karar Birimi F

$$\begin{aligned}
 &\max 1,5\mu_1 \\
 &1,5\mu_1 - 3,5\nu_1 \leq 0 \\
 &6\mu_1 - 5\nu_1 \leq 0 \\
 &8\mu_1 - 6\nu_1 \leq 0 \\
 &6\mu_1 - 6\nu_1 \leq 0 \\
 &9\mu_1 - 9\nu_1 \leq 0 \\
 &1,5\mu_1 - 5\nu_1 \leq 0 \\
 &5\nu_1 = 1 \\
 &\mu_1, \nu_1 \geq 0
 \end{aligned}$$

Yukarıda verilen modellerin çözümlerinden derlenen Çizelge 4.2, karar birimi bazında toplam etkinlik skoru, çıktı ve girdi ağırlıkları ve dual değişkenleri göstermektedir.

Çizelge 4.2. Örnek için E, μ ve λ değerleri

KVB	E_j	μ_1	v_1	λ_1	λ_2	λ_3	λ_4	λ_5	λ_6
A	0,32	0,214	0,286	0,0	0,0	0,186	0,0	0,0	0,0
B	0,90	0,150	0,200	0,0	0,0	0,750	0,0	0,0	0,0
C	1,00	0,125	0,167	0,0	0,0	1,000	0,0	0,0	0,0
D	0,75	0,125	0,167	0,0	0,0	0,750	0,0	0,0	0,0
E	0,75	0,083	0,111	0,0	0,0	1,125	0,0	0,0	0,0
F	0,23	0,150	0,200	0,0	0,0	0,186	0,0	0,0	0,0

Sadece teknik etkinlik skorunu ölçen girdiye göre BCC modelleri ilgili karar birimleri için oluşturulmuştur.

Karar Birimi A

$$\begin{aligned}
 &\max 1,5\mu_1 - \mu_0 \\
 &st. \\
 &1,5\mu_1 - 3,5v_1 \leq 0 \\
 &6\mu_1 - 5v_1 \leq 0 \\
 &8\mu_1 - 6v_1 \leq 0 \\
 &6\mu_1 - 6v_1 \leq 0 \\
 &9\mu_1 - 9v_1 \leq 0 \\
 &1,5\mu_1 - 5v_1 \leq 0 \\
 &3,5v_1 = 1 \\
 &\mu_1, v_2 \geq 0
 \end{aligned}$$

Karar Birimi B

$$\begin{aligned}
 &\max 6\mu_1 - \mu_0 \\
 &st. \\
 &1,5\mu_1 - 3,5v_1 \leq 0 \\
 &6\mu_1 - 5v_1 \leq 0 \\
 &8\mu_1 - 6v_1 \leq 0 \\
 &6\mu_1 - 6v_1 \leq 0 \\
 &9\mu_1 - 9v_1 \leq 0 \\
 &1,5\mu_1 - 5v_1 \leq 0 \\
 &5v_1 = 1 \\
 &\mu_1, v_2 \geq 0
 \end{aligned}$$

Karar Birimi C

$$\begin{aligned}
 &\max 8\mu_1 - \mu_0 \\
 &st. \\
 &1,5\mu_1 - 3,5v_1 \leq 0 \\
 &6\mu_1 - 5v_1 \leq 0 \\
 &8\mu_1 - 6v_1 \leq 0 \\
 &6\mu_1 - 6v_1 \leq 0 \\
 &9\mu_1 - 9v_1 \leq 0 \\
 &1,5\mu_1 - 5v_1 \leq 0 \\
 &6v_1 = 1 \\
 &\mu_1, v_2 \geq 0
 \end{aligned}$$

Karar Birimi D

$$\begin{aligned}
&\max 6\mu_1 - \mu_0 \\
&st. \\
&1,5\mu_1 - 3,5\nu_1 \leq 0 \\
&6\mu_1 - 5\nu_1 \leq 0 \\
&8\mu_1 - 6\nu_1 \leq 0 \\
&6\mu_1 - 6\nu_1 \leq 0 \\
&9\mu_1 - 9\nu_1 \leq 0 \\
&1,5\mu_1 - 5\nu_1 \leq 0 \\
&9\nu_1 = 1 \\
&\mu_1, \nu_1 \geq 0
\end{aligned}$$

Karar Birimi E

$$\begin{aligned}
&\max 9\mu_1 - \mu_0 \\
&st. \\
&1,5\mu_1 - 3,5\nu_1 \leq 0 \\
&6\mu_1 - 5\nu_1 \leq 0 \\
&8\mu_1 - 6\nu_1 \leq 0 \\
&6\mu_1 - 6\nu_1 \leq 0 \\
&9\mu_1 - 9\nu_1 \leq 0 \\
&1,5\mu_1 - 5\nu_1 \leq 0 \\
&9\nu_1 = 1 \\
&\mu_1, \nu_1 \geq 0
\end{aligned}$$

Karar Birimi F

$$\begin{aligned}
&\max 1,5\mu_1 - \mu_0 \\
&st. \\
&1,5\mu_1 - 3,5\nu_1 \leq 0 \\
&6\mu_1 - 5\nu_1 \leq 0 \\
&8\mu_1 - 6\nu_1 \leq 0 \\
&6\mu_1 - 6\nu_1 \leq 0 \\
&9\mu_1 - 9\nu_1 \leq 0 \\
&1,5\mu_1 - 5\nu_1 \leq 0 \\
&5\nu_1 = 1 \\
&\mu_1, \nu_1 \geq 0
\end{aligned}$$

Bu matematiksel programa modellerinin çözümleri çerçevesinde oluşturulan Çizelge 4.3 sırasıyla teknik etkinlik skoru, çıktı ağırlığı, ölçeğe ilişkin karar değişkeni, girdi ağırlığı ve dual değişkenleri bulunmaktadır.

Çizelge 4.3. Örnek için E, μ , ν ve λ değerleri

KVB	E_j	μ_1	μ_0	ν_1	λ_1	λ_2	λ_3	λ_4	λ_5	λ_6
A	1,00	0,000	-1,00	0,286	1	0	0	0	0	0
B	1,00	0,066	-0,60	0,200	0	1	0	0	0	0
C	1,00	0,083	-0,33	0,166	0	0	1	0	0	0
D	0,83	0,056	-0,50	0,166	0	1	0	0	0	0
E	1,00	0,333	2,00	0,111	0	0	0	0	1	0
F	0,70	0,066	-0,60	0,200	1	0	0	0	0	0

Çizelge 4.2 ve Çizelge 4.3 birleştirilerek oluşturulan Çizelge 4.4, karar birimlerinin toplam etkinlik skorlarının teknik etkinlik skorlarına bölünmesiyle bulunan ölçek etkinlik skorlarını ve μ_0 değerlerine bağlı olarak ölçeğe göre artan (IRS), azalan (DRS) ve sabit (CRS) getiri yorumunu vermektedir.

Çizelge 4.4. CCR ve BCC modellerinin karşılaştırması

KVB	CCR	BCC	CCR / BCC	μ_0	ÖLÇEK
A	0,32	1,00	0,32	-1,00	IRS
B	0,90	1,00	0,32	-0,60	IRS
C	1,00	1,00	1,00	-0,33	CRS
D	0,75	0,83	0,90	0,50	IRS
E	0,75	1,00	0,75	2,00	DRS
F	0,23	0,70	0,32	-0,60	IRS

Girdi ve çıktı miktarlarına bağlı olarak hazırlanan şekilden görüleceği üzere karar birimleri A ve F aynı çıktı düzeyindedir. Benzer şekilde B ve D karar birimlerinin çıktı miktarları aynıdır. Eğer D ve F karar birimleri çıktı düzeylerini değiştirmeden teknik etkin üretim yapsalardı, sırasıyla B ve A karar birimlerinin bulundukları yerde olacaklardı. Dolayısıyla, ölçek etkinliği bakımından kıyaslanan bu karar birimlerinden B ile D'nin ve A ile F'nin aynı ölçek etkinlik skoruna sahip olmaları beklenen bir sonuçtur.

Bu örnekte ölçeğe göre sabit getiri doğrusunu belirleyen karar birimi C'dir. Modelin C için çözüme bakıldığında μ_0 değişkeninin optimum değerinin -0,300 olduğu görülür. Ölçeğe göre sabit getiri doğrusu etkin sınırın bir parçası ile çakışmadığı için μ_0 değerinin 0 olması gerekmemektedir.

5. OECD ÜLKELERİNDEKİ TELEKOMÜNİKASYON SERVİSLERİ İLE İLGİLİ VZA ÇALIŞMALARI

2002 yılında Gabriel Tavares ve Carlos Hengeler Antunes tarafından yapılan bir çalışmada OECD ülkelerindeki telekomünikasyon hizmetlerinin bir analizi yapılmıştır. Bu değerlendirmede veri zarflama analizi (VZA) tarafından hesaplanan ilgili yeterlilik tabanı esas alınmıştır. Yüksek seviyelerde performans elde etmek Telekomünikasyon firmalarının esas amacı olduğu için bu performans analizlerini ilerleme arayışlarında kullanmak ve özel bir organizasyonda bazı birimlerin neden yetersiz çalıştıklarını tespit etmek son derece önem kazanmıştır (10).

Veri zarflama analizi karar verme birimlerinin yeterliliğini değerlendirmek için kullanılan lineer programlama bazlı bir tekniktir. Her bir karar verme birimi muhtelif girdiler tüketerek muhtelif çıktılar üretmektedir. Veri zarflama modelleri bu faktörleri özel bir karar verme biriminin diğer karar verme birimleriyle karşılaştırıldığında yeterlilik derecesini hesaplamak için kullanılmaktadır. Tavares ve Antunes'in yaptığı bu çalışmada VZA, OECD ülkelerindeki telekomünikasyon hizmetlerinin değerlendirilmesinde kullanılmıştır. Burada asıl amaç, müşterilere önerilen telekomünikasyon hizmetlerinin modernizasyon derecesinin değerlendirilmesidir. Sonuçlar ülkelerin daha ileri ve rekabete dayalı telekomünikasyon hizmetlerini sağlama amaçlı stratejilere yol göstermek için gelecek politikaların alınmasında kullanılabilecektir.

Telekomünikasyon şebekeleri son yıllarda yoğun bir değişim yaşamıştır. Telekomünikasyon sektörünün gelişimi, kullanıcı sayısının artması ve hızlı coğrafik genişlenme nedeniyle çeşitli sayılardaki özel ağların yaratılmasıyla daha da hızlanmıştır. Telekomünikasyon ağları 5 evreden oluşmaktadır.

Bunlar:

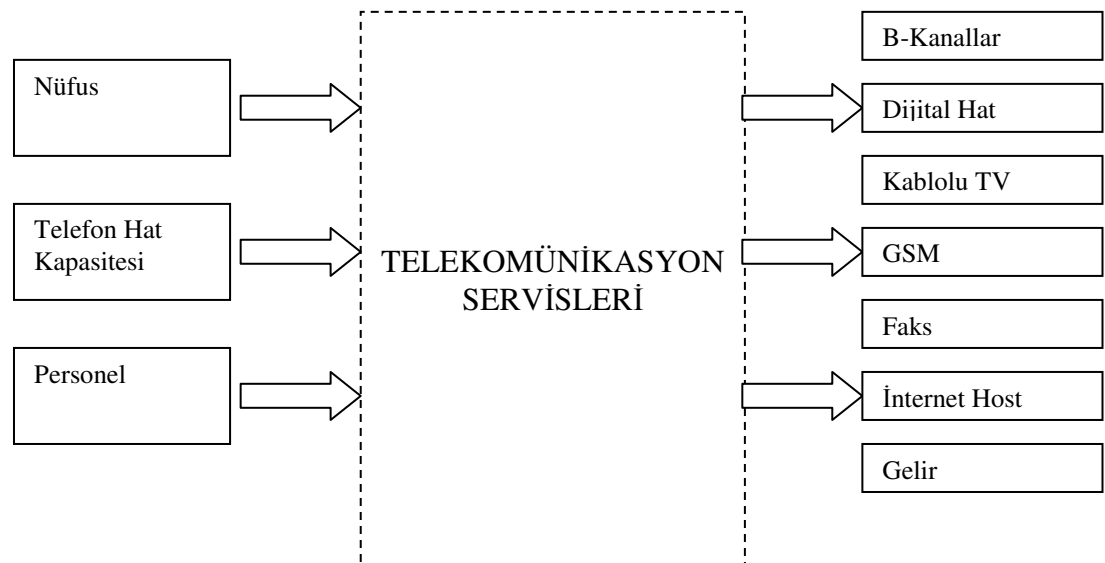
- Analog Şebeke
- Dijital Transmisyon

- Entegre Dijital Şebeke (IDN)
- Entegre Hizmetler Digital Şebeke (ISDN)
- Genişbant ISDN

Aşağıdaki şekilde gösterildiği gibi telekomünikasyon ağlarını hesaba katarak, telekomünikasyon sektörü ile ilgili göstergelerin geniş bir listesine dayalı bir model geliştirilmiştir (10).



Şekil 5.1. Telekomünikasyon servislerinin modernleşmesine etki eden girdi ve çıktı grupları



Şekil 5.2. Telekomünikasyon servislerinin modernleşmesine etki eden girdiler ve çıktılar

Şekil 5.1'den de görüleceği gibi bir ülkenin sağladığı telekomünikasyon hizmetlerinin modernizasyonu, 3 grup çıktı ile 3 grup girdi arasında oluşturulan bir fonksiyon olarak oluşturulmuştur.

Bu modeli kullanarak ülkelerin performans analizi, aralarındaki açık ilişki bilinmeyen bir dizi faktör ile karakterize edilebilir. Telekomünikasyon şirketleri varlıklarını denetlemeye bağlı olarak ve pazar ekonomisi kuralları altında çalışırlar. OECD ülkeleri çalışmanın hedefi olarak seçilmiştir.

Karar verme birimleri aynı pazar koşullarına bağlı olarak çalışırlar, bu uluslararası organizasyona bağlı ülkeler genelde açık pazar ekonomilerine sahip oldukları için bu şartlarda hizmetlerini sunarlar. VZA böyle karakteristiklere sahip organizasyonel birimleri için yeterli bir çalışma tekniğidir.

VZA, KVB'lerdekiyle ilgili bireysel varlıkların, homojen bir set yeterliliğini analiz etmede kullanılan parametrik olmayan bir performans ölçüm tekniğidir. Bu çalışmada, üniteler tüm OECD ülkeleridir. Her bir ünite muhtelif girdiler (m), tüketimi ve muhtelif çıktılar (s) üretimi tarafından karakterize edilir.

VZA modelleri bir $m+s$ ebatlı boşlukta bir uç sınırı karakterize eder. Bu sınır, yeterli KVB'lerin gözlem altına alınan değerleri tarafından izah edilir. Eğer bir KVB bu kaplama yüzeyine bağlı değil ve kendi içinde ise o zaman o KVB yetersiz çalışıyordur.

Muhtelif farklı modeller bir KVB'yi yeterli veya yetersiz olarak sınıflandırmak için uygulanabilir. Çizelge 5.1'de 10 KVB, 2 girdi ve 1 çıktılı örnek bulunmaktadır.

Bu örnek ölçeğe göre değişken getiriye varsayar. Dikeyleri etkili KVB'lerin çalışma noktaları olan üç etkili üçgen yüz etkili sınırı tarif eder. Tüm diğer KVB'lerin her biri etkisizdir ve uç sınırın bir noktasına tasarlanmıştır, çıktı 1'in maksimizasyonuna uyarlanmıştır.

Çizelge 5.1. On KVB için girdi ve çıktı değerleri

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
Girdi 1	4,5	6	9	13,5	7,5	8,5	10,5	12	13	16,5
Girdi 2	135,7	145	133	93,9	150	100	24,5	120	175,5	65
Çıktı 1	12,8	24,5	34	38,5	21	8,75	15,6	29,3	31,5	17,5

OECD ülkelerindeki telekomünikasyon hizmetlerinin modernizasyon derecesini çalışmak için, Charnes, Cooper ve Banker modeli (1984) kullanılır. Bu model BCC modeli (BCC-E) olarak bilinir ve çıktılarında radyal maksimizasyon (θ_k) orientasyonu kullanılır.

BCC modeli θ_k 'da tüm çıktıların maksimum radial ilerlemeye gider. Eğer bu ilerleme 1 ve tüm slack değişkenler (s_k^-, s_k^+) sıfır ise KVB_k etkili çalışıyordur. Aksi takdirde, KVB_k verimsiz çalışıyor ve model KVB 'lerin konvex kombinasyonu tarafından verimli bir sınır üzerinde radyal bir verimli projeksiyona gider.

ϵ Arşimedgil olmayan miktardır (yani $0 < \epsilon < 1/N$, N bütün pozitif tamsayılar için). Bu miktarın amacı, model ile zayıf yeterlikli çözümlerin dönüşünü önlemektir.

Model BCC-E'nin dual problemi aşağıdaki durumda elde edilir. Negatif olmayan değişkenlerin her biri, bir primal sınırlamasına tekabül eder; serbest değişken w_{Ok} konveksite sınırlamasına tekabül eder ($\sum_{j=1}^n \lambda_{jk} = 1$); eşitlik sınırlaması serbest değişkene tekabül eder θ_k ; " $\geq$ " tipin sınırlamaları slack değişkenlerin (s_k^-, s_k^+) her birine uygun gelir.

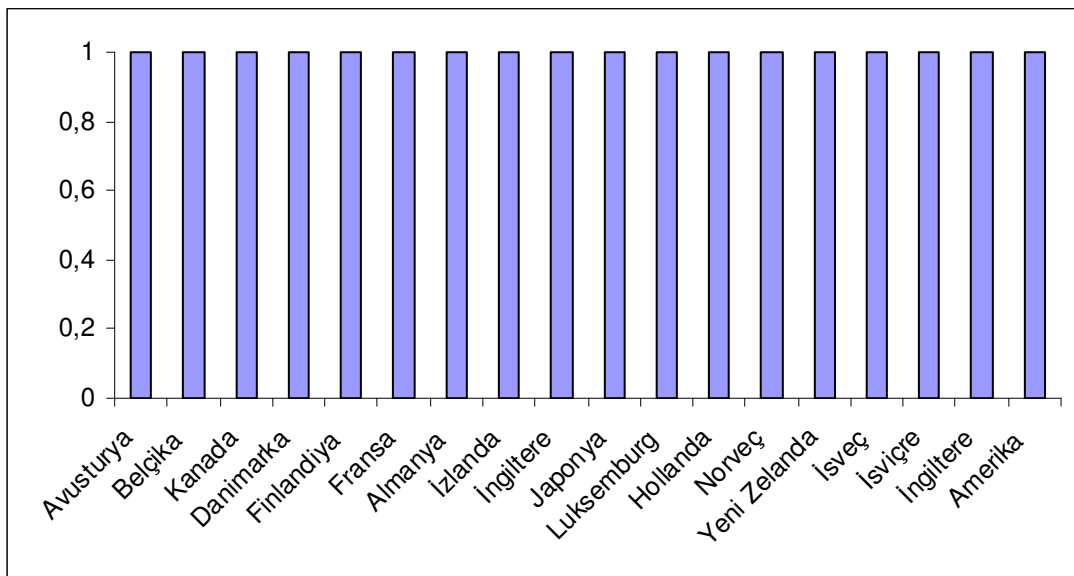
Sıklıkla, VZA literatüründe, iki tip zarflama çeşidi her bir modelde ayırt edilir. Randımanlı sınır CCR modelde olduğu gibi Ölçeğe Göre Sabit Getirir (CRS)

varsayar veya verimli sınır BCC modelde olduğu gibi ölçeğe değişken getiriye varsayar. Bu iki tip zarflama modeli yüzeyi arasındaki fark konvexite sınırlamasının mevcudiyetidir.

5.1. OECD Ülkelerinin Durumu ve Sonuçların Tartışılması

Bu çalışmanın asıl amacı, telekomünikasyon hizmetlerinin modernizasyon derecesi ile ilgili OECD ülkelerinin karşılaştırılmalı bir analizini yapmaktır. Analizdeki kullanılacak faktörlerin değerleri Şekil 5.3’de gösterilmiştir. Bu karşılaştırmayı yapmada dört farklı yöntem kullanılmaktadır: frekansı, çapraz verimlilik, süper verimlilik ve seviye yeterliliği. Bu tekniklerin her birinin özel bir açıklaması vardır. Her yöntem ülkelerin bir “en yüksek olanını” meydana çıkartır.

Her ülkenin özel bir çalışması yapılabilir. 6. bölümde Türk Telekom Erişim Şebekeleri için bu yapılmıştır. Bununla beraber, çalışmanın amacı tüm OECD ülkelerinin telekomünikasyon hizmetleri hakkında genel sonuçlar çizmektir. Burada amaç, çıktılarla yakından ilgili olduğu ve ülkelerin ölçeği hesaba katıldığı için, çıktıların radyal maximizasyonuna sağlayan eden VRS modelini oluşturmaktır.

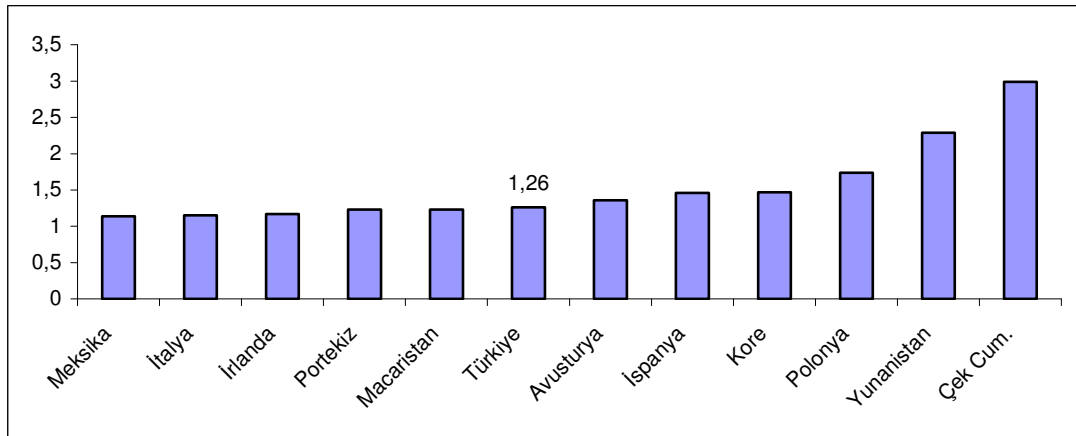


Şekil 5.3. BCC Modeline göre etkili ülkeler

Çizelge 5.2. OECD ülkeleri ve telekomünikasyon göstergeleri

OECD Ülkeleri	Milyon	Bin	Bin	Bin	Bin	Bin	Bin	Bin		Milyon \$
	Popülasyon	Telefon Hattı	Personel Sayısı	ISDN Aboneleri İçin B- Chanell	Ana Dijital Telefon Hattı	Kablolu Tv Abonesi	Mobil Telefon Abonesi	Faz Makinesi	İnternet Alan Sayısı	Telekomünikasyon Gelirleri
Avusturalya	18,31	9500,0	80,3	23,60	7030,0	0	3815,0	475,0	514760	13423,9
Avusturya	8,06	3779,0	17,2	122,56	2720,8	897	598,7	284,7	88811	2675,7
Belçika	10,16	4725,5	26,2	73,29	3454,3	3658	478,2	190,0	65064	4479,7
Kanada	29,96	18050,8	82,1	41,50	17148,2	7867	3420,3	800,0	603325	13229,2
Çek Cum.	10,32	2817,2	27,1	0,00	929,6	475	200,3	79,5	40846	1158,8
Danimarka	5,26	3251,2	16,3	89,57	2308,3	1383	1316,6	250,0	106732	3491,8
Finlandiya	5,12	2813,0	15,8	88,57	2813,0	842	1495,9	179,0	314141	2691,0
Fransa	58,38	32900,0	166,4	1800,00	30597,0	1477	2462,7	1900,0	236874	27336,5
Almanya	81,91	44100,0	214,8	5150,00	37044,0	16700	5790,0	1800,0	691864	44578,2
Yunanistan	10,48	5328,8	23,8	4,57	2280,7	0	550,0	40,0	16738	3132,5
Macaristan	10,21	2661,6	16,2	11,13	1447,9	1381	473,1	45,0	29840	1287,2
İzlanda	0,27	155,4	1,0	0,00	155,4	1	49,0	4,1	11542	155,7
İrlanda	3,52	1390,0	11,6	0,00	1153,7	535	288,6	80,0	26895	1771,8
İtalya	57,40	25259,0	100,0	364,21	21495,4	0	6422,0	1800,0	147873	23015,0
Japonya	125,76	61525,9	213,1	823,53	59680,1	11005	26906,5	14300,0	734406	93622,2
Kore	45,55	19601,0	66,6	16,81	12760,2	3864	3181,0	400,0	66262	8727,8
Lüksemburg	0,41	244,2	0,8	14,07	244,2	135	45,0	15,0	3518	317,9
Meksiko	93,07	8826,1	49,0	0,00	7766,9	1214	1021,9	220,0	29840	6936,0
Hollanda	15,52	8431,0	29,7	95,00	8431,0	5842	804,0	500,0	270511	8467,9
Yeni Zallanda	3,57	1782,0	9,1	2,42	1764,1	1	493,0	65,0	84532	2142,4
Norveç	4,39	2440,2	18,5	148,71	2210,8	665	1261,4	130,0	150130	3590,6
Polanya	38,64	6532,4	73,7	0,48	2848,1	2719	216,9	55,0	52852	2538,4
Port ekiz	9,93	3724,3	21,8	81,93	2957,0	171	663,7	50,0	23482	4457,1
İspanya	39,27	15412,8	67,2	96,04	10388,2	425	1307,9	700,0	113227	11629,7
İsveç	8,84	6032,0	19,9	100,00	5790,7	1875	2492,0	450,0	237832	5139,6
İsviçre	7,10	4547,0	20,6	399,18	4319,6	2450	662,7	207,0	132925	8468,4
Türkiye	63,90	14286,5	73,8	0,00	11200,6	483	806,3	102,1	17507	2566,1
İngiltere	58,14	30677,8	141,0	969,13	28407,6	2068	7109,4	1800,0	719333	28561,9
USA	266,56	170568,2	897,7	2497,69	137307,4	63840	44043,0	17000,0	10112888	182683,5

Verimli sınırdaki olan OECD ülkeleri kümesi Şekil 5.3’de gösterilmiştir. Bu model kendisi ile yüzleşen verimli bir gösterime döndüğü için, bu ülkelerin radyal çıktı gelişimi sıfırdır. Radyal çıktı maksimizasyonuna göre, verimsiz ülkeler seti Şekil 5.4’de gösterilmektedir. Mesela, Türkiye randımanlı çalışmak isterse, o zaman bütün çıktıları en az %26 ilerletmek zorundadır.



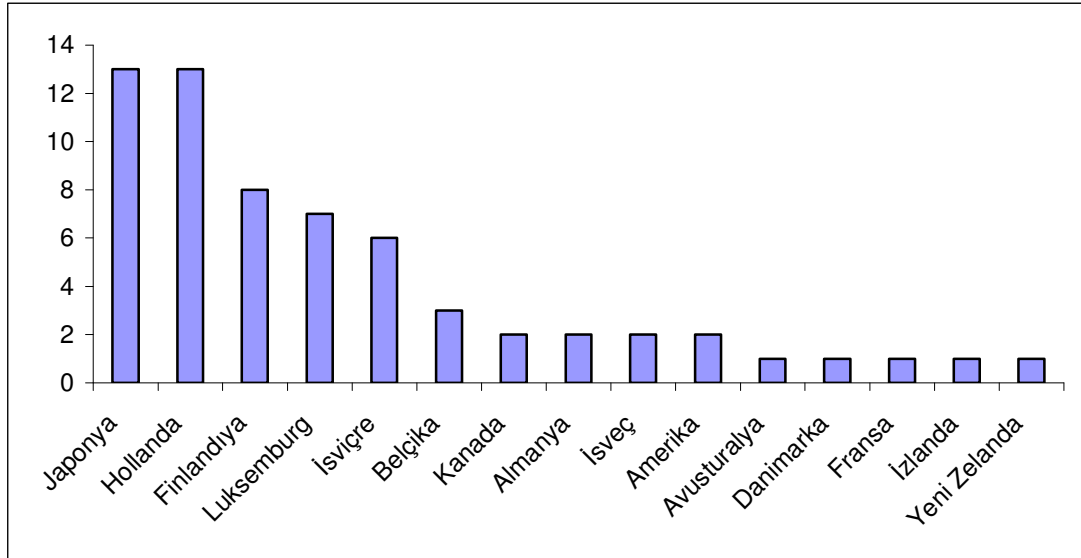
Şekil 5.4. BCC Modeline göre etkisiz ülkeler

Bir ülkenin dengeli bir faktör seti olmadığı durumları keşfetmek için, her ne kadar verimli olsa da, her ülkenin diğer ülkelerin emsal grubunda yer alan referansını kaydederek bir gösterge hesaplanır. Bir ülke diğer ülkelerin sınırlarını işleten linear kombinasyonlara ne kadar yüksek sayıda bağlı ise, bu ülke o kadar yüksek oranda verimli ve iyi bir ünite temsilciliğine sahiptir.

Eğer ülkeler bu göstergeye göre sıralanırsa, verimsiz ülkeler tamamen son konuma bağlı olurlar çünkü randımansız bir birim asla emsal bir gruba bağlı olmaz. Referans, frekansı yüksek oranda projeksiyon intibakına veya zarflama tipine bağlıdır. Bu şu anlama gelir; bir ülke bir intibaktaki verimli bir ünitenin iyi bir örneği olabilir.

Hem Japonya ve hem de Hollanda diğer KVB’leri bir emsali olarak 13 görünüm ile bu göstergeye liderlik etmektedir. Finlandiya, Lüksemburg, İsviçre ve Belçika sırasıyla 8,7,6, ve 3 görünümle peşinden gelmektedir. Bu ülkelerden sonra, iki

görünömlü ölkeler gelir: Kanada, Almanya, İsveç ve A.B.D. Son olarak da, Avustralya, Danimarka, Fransa, İzlanda ve Yeni Zelanda yalnızca kendilerinin emsalidirler.



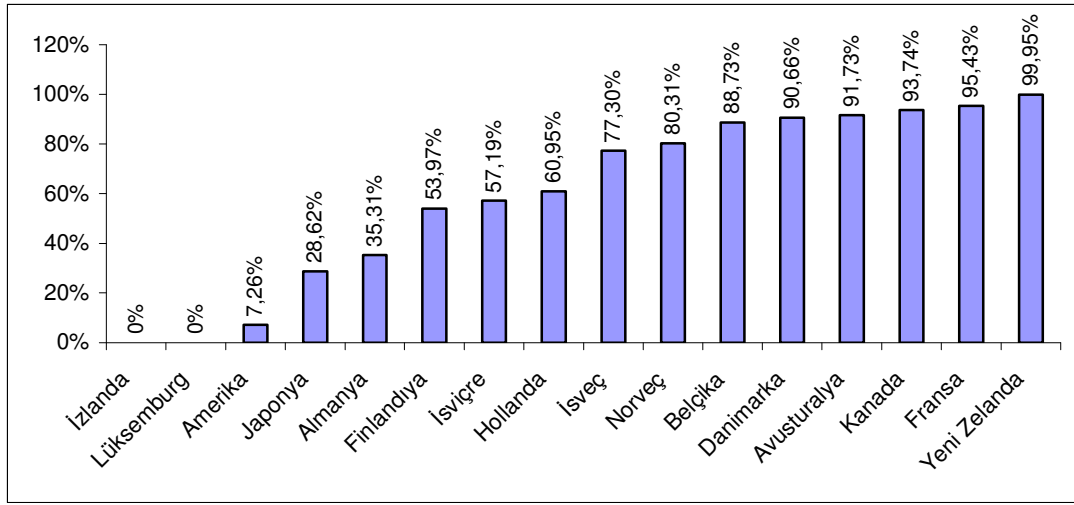
Şekil 5.5. Verimli OECD ölkelerinin referans frekansı

Analiz edilen KVB ile ilişkisi olan sınırlamalar model BCC-E'den çıkartılırsa, o zaman süper randıman adında yeni bir gösterge elde edilir. Süper verim yetersiz bir KVB projeksiyonunu değıştirmmez, çünkü bu KVB'ler hala aynı verimli ölkelerle karşılaştırılırlar.

Bununla beraber, eğer KVB yeterli ise, o zaman sadece diğer KVB'lere karşı değerdendirilirler, kendi bilgisi atılır. Bu çalışmada kullanılan BCC modeli için, süper verimlilik yeterli bir ölkenin hala yeterli kalan girdilerini ne kadar azaltabileceğini ölçer. Bu gösterge ile ölkelerin verimlilik kuvvetini değerdendirilir.

Süper yeterlilik tarafından derecelendirilen etkin ölkeler Şekil 5.6'da görölebilir. Bu grafikte, yeni "yeterlilik" ölçüsü % 100 den daha azdır. Bu değerin daha düşük olması, KVB'nin etkili kalırken çıktı değışikliklerine daha az duyarlı olan daha yüksek olasılığı var demektir. İzlanda ve Lüksemburg bu göstergeye önderlik ederler. Her hangi bir miktardaki çıktılarını azaltabilirler ve aynı zamanda yeterli

ülkeler olabilirler. Bu, süper verimliliğin izole datalı KVB'leri tercih ettiği için olur. A.B.D, Japonya ve Almanya sırasıyla %7,3, %28,6 ve % 35,3 ile takip ederler. Diğer taraftan, Kanada, Fransa ve Yeni Zelanda sırasıyla %93,7, %95,4 ve %99,9'luk bir süper verimliliğe sahiptirler. Yeni Zelanda çıktılarını değiştirmek için çok duyarlıdır, çünkü eğer tüm çıktılar %0,1 azalırsa o zaman bu ülke verimsiz hale gelir.



Şekil 5.6. Etkin OECD ülkelerinin süper verimliliği

Çapraz verimlilik fikri KVB ağırlıklarını bulmakta ve onları diğer KVB'lerin verimlilik hesaplanmasında kullanmaktır. Bu demektir ki, her ülke kendi en iyi ağırlıklarını kullanarak diğerlerinin verimliliğine katkıda bulunur.

Şayet E_{kk} pozitif ağırlıklar $E_{kj} \leq 1$, μ_{rk} , $r=1,...,s$ ve w_{ik} , $i=1,...,m$, ile maximize olur, o zaman BCC-M model formülasyonu elde edilebilir. Tüm çapraz verimlilikler hesaplandıktan sonra, KVB j etkinliğinin ortalaması bulunabilir.

Daha yüksek $\overline{E_j}$ değeri, tüm diğer ülkelerin gözlemlenmiş realitelerini yansıtan daha yüksek KVB j yönelimi demektir. Bu değerlerin yararını azaltabilecek bir işlem, bir KVB'nin yeterliliğini maximize eden ağırlıkların tek olmayacağı gerçeği demektir.

Çizelge 5.3. OECD ülkelerinin çapraz etkinliği

OECD ÜLKELERİ	E _{kk}		E _k	
Hollanda	1,0000	1	1,0810	1
Finlandiya	1,0000	1	1,1257	2
İsveç	1,0000	1	1,1416	3
İsviçre	1,0000	1	1,1550	4
Kanada	1,0000	1	1,1815	5
Japonya	1,0000	1	1,2069	6
Amerika	1,0000	1	1,2414	7
Norveç	1,0000	1	1,3083	8
Almanya	1,0000	1	1,3154	9
Danimarka	1,0000	1	1,4357	10
Belçika	1,0000	1	1,4736	11
Avusturya	1,3566	24	1,7380	12
İrlanda	1,1734	20	1,7489	13
İngiltere	1,0019	17	1,7494	14
Kore	1,4741	26	1,9202	15
Meksika	1,1359	18	2,0088	16
Macaristan	1,2338	22	2,0426	17
Fransa	1,0000	1	2,6390	18
Portekiz	1,2269	21	2,7613	19
Polonya	1,7378	27	2,9140	20
Lüksembourg	1,0000	1	2,9175	21
İspanya	1,4621	25	3,5230	22
Çek Cum.	2,9915	29	3,9027	23
Türkiye	1,2606	23	4,3121	24
Avustralya	1,0000	1	17,3253	25
Yeni Zelanda	1,0000	1	21,5982	26
İzlanda	1,0000	1	29,3403	27
İtalya	1,1459	19	105,5809	28
Yunanistan	2,2921	28	236,8938	29

6. TÜRK TELEKOM ERİŞİM ŞEBEKELERİNDE BİR VERİ ZARFLAMA ANALİZİ (VZA) UYGULAMASI

Temelleri 1840 yılında kurulan Postane-i Amirane'ye kadar uzanan, 50 hatlık ilk manuel telefon santralini 1909 yılında İstanbul Büyük Postane binasında kuran Türk Telekom, bugün 60 bin personeli ile 19 milyon aboneye hizmet veren, bilişim ve iletişim teknolojilerinde güçlü bir kuruluşa dönüşmüştür.

PTT Genel Müdürlüğü'nden ayrılarak 1955'ten bu yana yoluna devam eden Türk Telekom, engin birikimi, yetkin insan kaynağı ve güçlü teknik altyapısı ile global teknolojik trendleri hizmetlerine yansıtmaktadır. Dünyadaki 13. büyük sabit telefon alt yapısına sahip olan Türk Telekom, tecrübesi ve günümüz teknolojisini yansıttığı hizmetleri ile sektörün vazgeçilmez aktörü konumuna gelmiştir. Bir alt yapı işletmecisi olan Türk Telekom, 31 Aralık 2003 tarihine kadar ses iletimi konusunda tekel konumunu sürdürmüş, 2004 yılı başından itibaren serbestleşen piyasada müşteri beklenti ve ihtiyaçlarını karşılama kabiliyeti, güçlü rekabetçi kimliğiyle yerini almıştır.

Türk Telekom; sabit telefon, mobil telefon, data ve internet hizmetleri ile katma değerli hizmetleri müşterilerine sunmakta, güçlü altyapısı ve yıllara dayalı piyasa birikimi ile sabit hatlardaki pazar etkinliğini sürdürmektedir.

Türk Telekom'un ana stratejik hedefi bilgi toplumu yaratma yönünde üzerine düşen sorumluluk bilinci ve yenilikçi yapısıyla başta global gelişim olan genişbant hizmetleri ile ilgili çözümler sunarak, şirketin ve pazarın büyümesini sağlamaktır. Türk Telekom, müşteri ve kalite odaklı yaklaşımıyla Türkiye'nin güvenilir iletişim sağlayıcısı olmanın yanı sıra, ileri teknoloji ve yaygın hizmetleri ile bilgi toplumuna geçişte etkin bir rol oynamaktadır.

Vizyon: Ulusal ve uluslar arası ortaklarla, Türkiye'nin bütün iletişim pazarlarındaki sabit hat, mobil, veri ve katma değerli telekomünikasyon hizmetlerinde tercih edilen operatör olmak.

Misyon: Türkiye pazarlarındaki bütün segmentlere hitap edecek şekilde yaratıcı telekomünikasyon ürünleri, hizmetleri geliştirmek ve pazarlamak; Türkiye'nin güvenilir iletişim sağlayıcısı olmak.

Amaç: Ulusal ekonominin hedeflerine uygun olarak karlılık ve verimlilik ilkeleri doğrultusunda telekomünikasyon alanında çalışmak, sermaye birikimine yardım etmek, daha fazla yatırım kaynağı yaratmak, telekomünikasyon sektöründe yatırım, tesis ve işletmecilik yapmak, mal ve hizmet pazarlaması, ithalatı ve ihracatı yürütmek.

Politikalar: Telekomünikasyon operatörlüğünün ötesinde, bilgi toplumuna geçişin ana aktörlerinden biri olmak. Sürekli gelişen müşteri beklentilerini en etkin şekilde karşılayan yaratıcı çözümleri uygun maliyetler ile sunmak. Hizmet kalitesini yükselterek müşteri memnuniyetini arttırmak. Müşteri ve sunulan hizmetlere odaklanmış bir işletme yaklaşımı oluşturmak. Hizmetlerin ve faaliyetlerin mevzuat, enerji ve doğal kaynakların korunması, sağlık ve güvenlik açısından potansiyel etkilerini tanımlamak ve kontrol altına almak, çözüm ortakları ile sağlıklı iletişim kurmak ve ihtiyaçların göz önüne alınmasını sağlamak. Kurumsal bilgi oluşturulması için çalışanların bilgi ve deneyimlerini paylaşacağı takım çalışmasına önem veren bireysel ve grup başarılarının teşvik edilmesini sağlayan bir çalışma ortamı oluşturmak. Çalışanların kurumun iş sonuçlarına katkılarını görmelerini sağlayan, kendilerinden hangi yetkinlerinin beklendiğini aktaran ve kişisel gelişimi destekleyen bir performans yönetimi ve ödüllendirme sistemi uygulamak. Ürettiği hizmetin kalitesinin belirlenmesinde en önemli unsur olarak gördüğü insan kaynaklarının memnuniyetini sağlamak. Hizmet sunulan her alanda standart bir performans seviyesi elde edilebilmesi için işleyişi süreç bazlı oluşturmak ve entegre etmek. Bilgiye çabuk ulaşan, işleyen ve dağıtan bir kurum olma yolunda teknolojik altyapıyı ve sistem entegrasyonunu geliştirmek.

2004 yılını data yılı ilan eden Türk Telekom, genişbant erişim projelerine büyük ivme kazandırarak bilgi toplumuna geçişte güçlü bir alt yapının gereklerini yerine getirmektedir. Türk Telekom'un gelişme stratejilerinin odağında, bilişim ve iletişim

teknolojilerindeki (BİT) global trendin yönü olan ve büyük bir açılım sunan genişbant hizmetler yer almaktadır. Genişbant teknolojisinin; sabit ve mobil hatlar, internet erişimi, ses ve görüntünün birlikte iletimi için sağladığı olanaklar, Şirketin ve pazarın büyümesinde itici güç olarak görülmektedir.

Diğer yandan, Türk Telekom geleneksel faaliyet alanı olan sabit hatlardaki potansiyelini, katma değerli hizmetler, artan hizmet kalitesi, yaratıcı pazarlama, yenilikçi fiyatlandırma ve maliyet etkinliğiyle azami düzeye çıkarmayı amaçlamaktadır.

Yapılan bu tez çalışmasında, Türk Telekom Müdürlüklerinde telekomünikasyon hizmetlerinin bir analizi yapılmıştır. Bu değerlendirme, Data Envelopment Analysis (Veri Zarflama Analizi - VZA) ile etkinlik değerlendirme temeline dayanmaktadır. Veri Zarflama Analizi, işletmelerin göreceli etkinliğini parametrik olmayan birtakım teknikler kullanarak ölçen ve işletmelere girdi ve çıktıların artırma yada azalma oranlarına göre bu etkinliğin ne oranda değişeceği hakkında bilgi veren bir yöntemdir.

Sonuç olarak Türk Telekomünikasyon A.Ş.'de bulunan İl Telekom Müdürlüklerinde Erişim Şebekeleri için belirlenen girdiler ve çıktılar kullanılarak Veri Zarflama Analizi yöntemi ile etkinlik ölçümü yapılmıştır. Sonuç olarak etkin ve etkin olmayan Erişim Şebekeleri belirlenmiştir ve etkin olmayan Erişim Şebekelerinin etkin hale gelebilmeleri için ne gibi değişiklikler yapılması gerektiği saptanmıştır.

Bu çalışmada VZA, İl Telekom Müdürlükleri Erişim Şebekelerinin telekomünikasyon hizmetlerinin değerlendirilmesinde kullanılmıştır. Çalışmanın asıl amacı müşterilere sunulan hizmetlerin yeterlilik derecesini değerlendirmektir. Buradan alınacak sonuçlar, İl Telekom Müdürlüklerinin daha ileri ve müşteri memnuniyetine dayalı telekomünikasyon hizmetlerini sağlama amaçlı stratejilere yol göstermek için gelecek politikalara ve alınacak ilgili kararların desteklenmesinde kullanılabilir. Bu çalışmada kullanılan veriler İl Telekom Müdürlükleri tarafından hazırlanan aylık istatistik değerlerden alınmıştır.

6.1. Telekomünikasyon Sektöründe Trendler

Günümüzde gelişmiş ülkelerde ekonomik, sosyal ve kültürel kalkınma bilişim teknolojisiyle birlikte gelişen telekomünikasyon endüstrilerine bağlıdır. Bilişim ve iletişim teknolojileri (BİT) ekonomik faaliyetteki payını arttırmakta ve ekonomik performans için önemli bir girdi oluşturmaktadır.

Bu gelişim karşısında telekomünikasyon hizmetlerinin temini ucuz ve makul fiyatlarla sağlayacak, rekabet olanaklarını geliştirecek, hizmet çeşitliliğini arttıracak ve ekonomik gelişmeyi sürekli kılacak “serbestleşme” olgusu hayati önem kazanmaktadır. 2004 yılı sonu itibariyle, Avrupa devletlerinin başı çektiği dünya ülkelerinin %54’ünde telekomünikasyon sektörü rekabete açılmış durumdadır. Avrupa ülkelerinde yerel pazarın %85’i, uzak mesafe pazarının %73’ü ve uluslar arası pazarın %74’ü serbestleşmiştir.

Avrupa ülkeleri mobil hizmetlerin serbestleşmesinde de ilk sırada yer alırken bu pazarın %94’ü rekabete açıktır. Bu bölge internet hizmetlerinin de %100’lük bir serbestleşme oranına sahip olması özelliğine de taşımaktadır. Bilişim teknolojileri yatırımları 2002 başından beri artarken, ABD öncülüğünde gerçekleşen bilişim sektöründeki iyileşme, Japonya ve Avrupa’ya yayılmıştır. Yüksek hızlı genişbant Wi-Fi, internet üzerinden ses ve video iletimi giderek önem kazanmaktadır.

Yazılım, bilişim ve telekomünikasyon hizmetleri veren firmalar 2000 ve 2003 arasında gelirlerini yılda %5’in üzerinde arttırırken bu firmalarda bilişim teknolojileri alanındaki çalışmalar 2003’teki girişim sermayesinin yarısını, ticari Ar-Ge harcamalarının dörtte birini ve patentlerin beşte birini alarak teknolojiye öncülük rolünü devam ettirmiştir. Son yıllarda telekomünikasyon sektöründe üç ana trendin öne çıktığı görülmektedir. Birincisi artık klasik anlamda sabit hatlarda belirgin bir gelişme olmaması ve hatta bir çok yerleşik şirketin özellikle Uzak Mesafe Telefon Hizmetleri gelirlerinde önemli düşüşlerin yaşanmasıdır. Sabit hatlar Avrupa ülkelerinde son birkaç yıldır %1’in altında bir gelişmeyle durgunluk dönemine girmiştir.

İkinci trend, PSTN'in yerini giderek genişbant hizmetlerin alması ve IP şebekelerine doğru yöneliştir. Şirketler genişbant hizmetleri ile PSTN alanındaki kaybı telafi etmeye çalışmaktadırlar. 2003 yılı sonunda dünyada internet penetrasyon oranı %11,6, Avrupa ülkelerinde %24,2, Orta ve Doğu Avrupa ülkelerinde %16,1, Türkiye'de ise % 8,5'dir. İnternet aboneleri içinde genişbant abonelerinin payı ise Avrupa'da %20,9'u bulurken, bu oran Batı Avrupa' da %22,1, Orta ve Doğu Avrupa'da %10,4, Türkiye'de ise %19,9'dur. Avrupa ülkeleri arasında en yüksek oran %59,5 ile Belçika'nındır.

Üçüncü trend ise özellikle ses iletiminin ve kısmen genişbant hizmetlerinin mobil şebekeler vasıtasıyla yapılmasıdır. Dolayısıyla mobil hizmetler hızla gelişme kaydetmektedir. Mobil telefoda penetrasyon oranı 2003 yılı sonu itibariyle Orta ve doğu Avrupa ülkelerinde %46,4, Avrupa ülkelerinde %54,6, batı Avrupa'da %85,6 ve dünyada %22,7'dir. Türkiye'de ise bu oran aynı tarih itibariyle %39,4'ü bulmaktadır.

BİT firmaları hızlı teknolojik gelişmelerden yararlanmak ve pazarlarını genişletmek bunun yanı sıra ölçek ekonomisi sağlamak için uluslar arası planda yayılmaktadır. Bilişim teknolojileri sektöründeki doğrudan yabancı yatırımlar, serbestleşme ve ticaretin liberizasyonunun ardından, artan oranda hizmetlere yönelirken, uluslararası yatırım, şirket birleşme ve devralmalarında telekomünikasyon hizmetleri başı çekmektedir.

Telekomünikasyon sektöründe ulusal rekabetin yanı sıra uluslar arası düzeyde rekabet kabiliyetinin kazanılmasında bu tip bu tip birleşme ve stratejik ortaklıkların önemi giderek artmaktadır.

Dünyada son yıllarda yaşanan birleşmeler (Telecom Italia-TIM, Telia-Sonera v.b.) sektördeki globalleşmenin önemli bir örneğidir. Avrupa Telekom şirketleri hemen hemen tüm telekomünikasyon hizmetlerini hem ülkelerinde hem de uluslara arası alanda son kullanıcıya ve taşıyıcıya sunmaktadır. Avrupa'daki yerleşik işletmecilerin çoğunun sahibi veya ortağı bulunduğu bir mobil işletmeci bulunmaktadır.

6.2. Telekomünikasyon Şebekeleri

Telekomünikasyon şebekeleri günümüzde yoğun bir değişim içerisinde bulunmaktadır. Türk Telekom'da bu gelişmeleri yakın olarak takip etmektedir. Telekomünikasyon sektörünün gelişimi, kullanıcı sayısı ve hızlı coğrafi genişleme ile birlikte çeşitli sayıda özel ağlar kurulması ile daha da hızlanmıştır. Telekomünikasyon ağlarının gelişmeler analog şebekeden başlayarak dijital transmisyounun oluşturulması, entegre dijital şebeke kurulması, entegre dijital ağ hizmetlerinin sunulması ve en son olarak geniş bant veri iletim hizmetlerinin (ISDN, ADSL) sunulması ile devam etmiştir.

Telekomünikasyon sektöründe Türk Telekom'un sahip olduğu tekel hakkı 2004 yılı başı itibariyle kalkmıştır. Bununla birlikte birçok firma telekomünikasyon hizmeti yapmak için lisans almaya başlamıştır. Fakat bu firmalar faal olarak çalışmaya başlamamıştır. Bu nedenle bu firmaların etkilerinin olmadığı düşünülmüştür. Türk Telekomünikasyon A.Ş.' sunulan hizmetlere bakıldığında:

- Telefon
- 0522
- Çağrı
- ISDN-BA
- İnternet Erişimi
- Web E-Mail Hosting
- TTNET
- Alo Vatan
- ADSL
- Centrex
- Deniz Haberleşmesi
- Teleks-Teleteks

olarak sıralanabilir.

Dünyanın diğer ülkelerinde olduğu gibi ülkemizde de yasal zorunlu işletmeci temelleri geçmişe dayanan faaliyet yapısı, geniş bir hizmet yelpazesi, binlerce çalışan, büyük miktarlarda sabit sermaye yatırımları ve ülkenin her köşesine yayılan şebekesi ile sadece sektör içinde değil tüm ekonomi için hayati önem taşımaktadır.

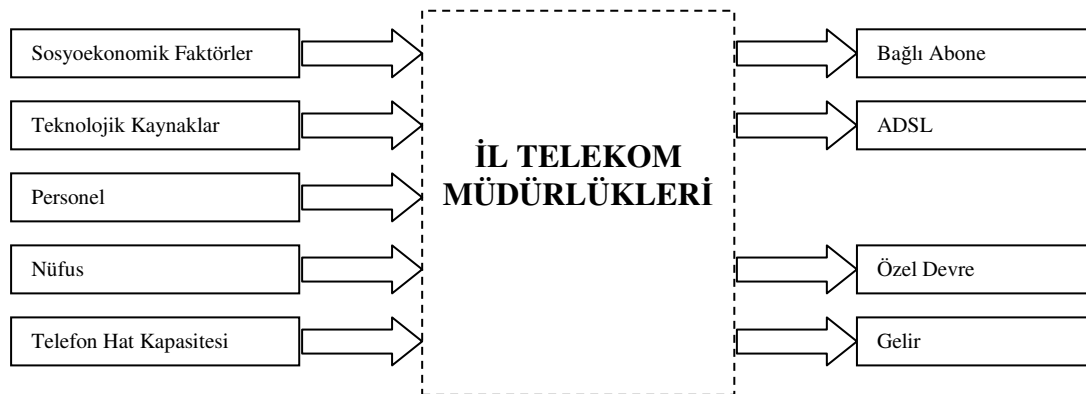
Türk Telekom 2005 yılında toplam 22 milyon kapasitesine, 19 milyon abone sayısına ulaşmıştır. Şehir içi, şehirlerarası ve milletlerarası telefon trafiği 115 milyar kontör olarak gerçekleşmiştir.

Türk Telekom'un ekonomik büyüklüklerini ve ülke ekonomisi içindeki yerini daha iyi anlayabilmek için gelirlerinin, harcamalarının ve yatırımlarının incelenmesinin uygun olacağı düşünülmektedir.

6.3. Modelin Açıklaması

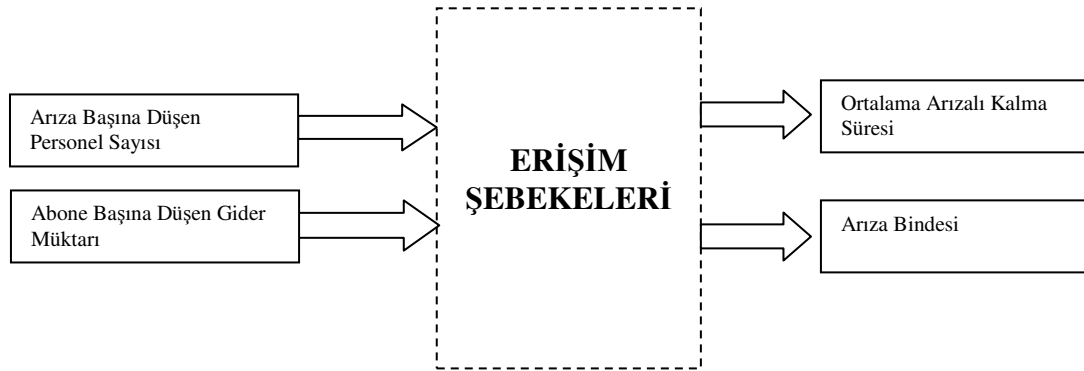
Çalışmanın amacı Telekom İl Müdürlüklerinde müşterilere sunulan erişim hizmetler ile ilgili etkinliklerin karşılaştırmasıdır. Bu amaca ulaşmak için Türk Telekom kaynaklarını, müşterilere telekomünikasyon hizmetlerini sunmak amacıyla nasıl yönettiklerini görmek için bir yapı oluşturulmaya çalışılmıştır.

Bununla ilgili olarak Şekil 6.1'de Türk Telekom'un hizmetlerine etki eden girdiler ve çıktılar görülmektedir.



Şekil 6.1. Türk Telekom'un hizmetlerine etki eden girdiler ve çıktılar

Türk Telekom mevcut kaynaklarını kullanarak müşterilerine verdiği hizmetler analiz edildiğinde ve erişim şebekelerine bu hizmetler indirildiğinde, yapıya yeni bir boyut kazandırılmıştır. Bu yapı Şekil 6.2’de görülmektedir.



Şekil 6.2. Türk Telekom Erişim Şebekelerinin hizmetlerine etki eden girdiler ve çıktılar

VZA’da kullanılan girdi ve çıktılar çalışmadaki KVB’leri karşılaştırmanın temelini oluşturduğu için özenle seçilmesi gerekir. Girdi olarak erişim şebekelerinde arıza başına düşen personel sayısının modele alınması uygun görülmüştür. Bununla birlikte diğer bir girdi olarak abone başına düşen gider miktarı alınmıştır.

Çıktı olarak erişim şebekelerinde bugün bile etkinlik ölçümünde çok sık kullanılan ortalama arızalı kalma süresi ve arıza bindesi modele dahil edilmiştir.

- Girdi Değişkenleri
 - Arıza başına düşen personel sayısı
 - Abone başına düşen gider miktarı
- Çıktı Değişkenleri
 - Ortalama Arızalı Kalma Süresi
 - Arıza Bindesi

Karar verme birimleri (KVB) olarak, tüm Türkiye’de hizmet veren 82 erişim şebekeleri müdürlükleri alınmıştır. Bunlar:

Çizelge 6.1. Uygulamada kullanılacak karar verme birimleri

Adana	Bitlis	Gümüşhane	Kilis	Siirt
Adıyaman	Bolu	Hakkari	Kocaeli	Sinop
Afyonkarahisar	Burdur	Hatay	Konya	Sivas
Ağrı	Bursa	Iğdır	Kütahya	Şanlıurfa
Aksaray	Çanakkale	Isparta	Malatya	Şırnak
Amasya	Çankırı	İstanbul Yak.	Manisa	Tekirdağ
Ankara	Çorum	İstanbul And.Yak.	Mardin	Tokat
Antalya	Denizli	İzmir	Mersin	Trabzon
Ardahan	Diyarbakır	Kahramanmaraş	Muğla	Tunceli
Artvin	Düzce	Karabük	Muş	Uşak
Aydın	Edirne	Karaman	Nevşehir	Van
Balıkesir	Elazığ	Kars	Niğde	Yalova
Bartın	Erzincan	Kastamonu	Ordu	Yozgat
Batman	Erzurum	Kayseri	Osmaniye	Zonguldak
Bayburt	Eskişehir	Kırıkkale	Rize	
Bilecik	Gaziantep	Kırklareli	Sakarya	
Bingöl	Giresun	Kırşehir	Samsun	

İstanbul ilinin çok büyük bir abone dağılımına sahip olması, uygulamada bu ilin 2 kısma ayrılmasına sebep olmuştur. Böylece İstanbul ili İstanbul Yakası ve İstanbul Anadolu Yakası olmak üzere 2 bölümde incelenmiştir. Çizelge 6.2’de seçilen karar verme birimlerine ait 2004 yılı girdi ve çıktı değerleri görülmektedir.

Çizelge 6.2. Erişim Şebekelerine ait girdi ve çıktı değerleri

İL MÜDÜRLÜĞÜ	ARIZA BAŞINA DÜŞEN PERSONEL SAYISI*10000	ABONE BAŞINA DÜŞEN GİDER MİKTARI*1000000	100/ARIZA BİNDESİ	10000/ORTALAMA ARIZALI KALMA SÜRESİ
ADANA	28,95	266,37	101,44	323,38
ADİYAMAN	39,36	267,84	100,27	218,49
AFYONKARAHİSAR	71,56	241,26	175,21	331,34
AĞRI	87,10	466,62	90,85	550,60
AKSARAY	42,12	255,81	117,83	747,44
AMASYA	45,89	268,27	124,88	594,54
ANKARA	63,26	342,03	175,80	617,67
ANTALYA	32,54	301,97	101,03	405,60

Çizelge 6.2. (Devam) Erişim Şebekelerine ait girdi ve çıktı değerleri

İL MÜDÜRLÜĞÜ	ARIZA BAŞINA DÜŞEN PERSONEL SAYISI*10000	ABONE BAŞINA DÜŞEN GİDER MİKTARI*1000000	100/ARIZA BİNDESİ	10000/ORTALAMA ARIZALI KALMA SÜRESİ
ARDAHAN	17,12	316,40	62,86	473,02
ARTVİN	90,37	303,71	166,33	613,71
AYDIN	45,89	224,49	153,28	582,05
BALIKESİR	35,69	202,68	118,63	422,68
BARTIN	32,40	226,02	102,94	202,83
BATMAN	92,30	351,51	129,14	581,51
BAYBURT	58,02	324,80	115,06	788,63
BİLECİK	60,94	242,71	213,86	436,38
BİNGÖL	38,21	351,98	80,59	677,72
BİTLİS	43,05	369,10	74,50	177,16
BOLU	57,87	260,66	193,39	132,78
BURDUR	29,39	222,88	89,91	917,56
BURSA	35,48	229,53	160,77	564,90
ÇANAKKALE	26,59	239,20	95,76	238,26
ÇANKIRI	106,39	310,76	169,44	1.633,67
ÇORUM	58,18	238,95	153,98	346,46
DENİZLİ	55,03	212,68	207,47	436,54
DİYARBAKIR	67,63	376,66	109,23	461,70
DÜZCE	15,88	276,13	67,83	90,52
EDİRNE	47,00	254,72	148,64	394,94
ELAZIĞ	59,39	288,88	112,84	577,51
ERZİNCAN	87,45	374,85	117,28	280,68
ERZURUM	44,74	382,70	101,01	393,60
ESKİŞEHİR	40,03	248,03	129,95	1.389,26
GAZİANTEP	46,54	273,99	100,96	560,69
GİRESUN	34,21	248,00	93,13	129,41
GÜMÜŞHANE	41,36	325,30	74,86	421,70
HAKKARİ	71,30	567,65	76,41	714,02
HATAY	30,00	211,71	107,54	276,08
IĞDIR	31,29	448,50	93,36	327,97
ISPARTA	65,76	287,42	116,36	367,18
İSTANBUL AND.YAK.	24,62	276,74	113,25	1.295,94
İSTANBUL YAK.	43,49	322,72	224,01	985,66
İZMİR	48,09	249,91	174,89	507,98
KAHRAMANMARAŞ	34,64	240,69	143,91	173,75
KARABÜK	67,97	231,91	208,74	692,38
KARAMAN	56,89	210,05	176,06	256,40
KARS	28,26	378,09	81,00	463,84
KASTAMONU	43,86	248,27	136,00	136,45
KAYSERİ	47,31	239,79	128,91	398,34

Çizelge 6.2. (Devam) Erişim Şebekelerine ait girdi ve çıktı değerleri

İL MÜDÜRLÜĞÜ	ARIZA BAŞINA DÜŞEN PERSONEL SAYISI*10000	ABONE BAŞINA DÜŞEN GİDER MİKTARI*1000000	100/ARIZA BİNDESİ	10000/ORTALAMA ARIZALI KALMA SÜRESİ
KIRIKKALE	68,44	324,64	132,87	470,47
KIRKLARELİ	23,18	229,29	97,30	366,67
KIRŞEHİR	35,74	260,35	107,37	184,04
KİLİS	61,86	287,14	162,69	356,23
KOCAELİ	31,10	246,06	129,64	577,24
KONYA	65,18	235,93	178,66	304,68
KÜTAHYA	78,02	207,43	250,30	350,75
MALATYA	31,83	282,24	103,98	365,05
MANİSA	33,43	200,13	137,60	420,41
MARDİN	37,83	267,74	84,61	723,97
MERSİN	75,07	213,61	250,23	836,53
MUĞLA	25,19	270,15	91,64	228,89
MUŞ	75,10	381,48	118,24	686,65
NEVŞEHİR	29,14	227,70	112,10	305,78
NİĞDE	33,65	221,27	103,27	401,82
ORDU	17,74	265,84	61,53	167,40
OSMANİYE	33,46	238,43	98,50	504,70
RİZE	55,06	252,00	124,17	354,29
SAKARYA	29,46	277,19	71,69	292,06
SAMSUN	34,59	259,08	94,01	240,74
SİİRT	91,86	399,21	112,56	226,13
SİNOP	125,35	316,48	173,13	215,95
SİVAS	54,17	295,46	130,57	362,54
ŞANLIURFA	33,37	322,00	59,27	159,34
ŞIRNAK	39,91	405,16	72,94	339,54
TEKİRDAĞ	24,01	247,06	142,90	174,07
TOKAT	43,36	260,37	105,58	230,56
TRABZON	69,56	313,50	109,60	431,73
TUNCELİ	86,43	531,12	87,11	556,97
UŞAK	36,00	225,99	104,37	742,36
VAN	75,73	384,40	100,57	150,83
YALOVA	46,52	253,49	123,78	1.817,40
YOZGAT	25,26	284,88	72,20	190,61
ZONGULDAK	50,57	247,77	118,45	212,26

Seçilen karar verme birimleri için girdi ve çıktı değerleri analiz edildiğinde, karar verme birimlerinin girdileri ve çıktıları arasındaki büyük farklılıklar bulunmadığı görülmektedir. İşletme politikalarının uygulanması seçilen girdiler ve çıktıların

rasyonel bir karşılaştırma yapılmasına izin vermektedir. Aşağıda karar verme birimleri ile ilgili farklılıklar bazı şebeke müdürlükleri için görülmektedir.

- 10.000 arıza başına düşen personel sayısı
 - Düzce 15,88
 - Ardahan 17,12
 - Çankırı 106,39
 - Sinop 125,35
- Abone başına düşen gider miktarı
 - Manisa 200,13 YTL
 - Balıkesir 202,13 YTL
 - Tunceli 531,12 YTL
 - Hakkari 567,65 YTL

Bir VZA çalışmasına dahil edilecek girdi ve çıktı sayısı olabildiğince küçük olmalı, ancak çalışmada incelenen KVB'lerin gerçekleştirdiği değerler de doğru olarak yansıtılabilmelidir. VZA'da girdi ve çıktı sayılarının azaltabilmek için çiftli korelasyonlara bakmak gerekir.

Eğer iki girdi arasında mükemmel bir korelasyon mevcutsa içlerinden biri etkinlik değerlerinde değişime yol açmadan modelden çıkarılabilir. Çıktılar içinde aynı şey geçerlidir.

Bu amaçla her bir İl Telekom Müdürlüklerinde Erişim Şebekeleri Müdürlükleri için girdi ve çıktı değerleri toplanmıştır. Bu değerler Çizelge 6.2'de görülmektedir. Girdi ve çıktılara ait dağılımlar ve ikili korelasyonlar hesaplanmış, bunların doğrultusunda girdi/çıktı değişkenleri tanımlanmıştır.

Şekil Ek-1.1-6'de bu korelasyonları gösterilmektedir. Regresyon analizlerine bakıldığında kullanılacak olan girdiler ve çıktılar arasında bir korelasyon bulunmamaktadır.

6.4. Modellerin Çözümü ve Etkin Birimlerin Belirlenmesi

Bu tez çalışmasında 2 girdi ve 2 çıktı ile yapılan hesaplamalar sonucunda, 82 Telekom Şebeke Müdürlüğü için girdi odaklı ölçeğe göre sabit getiri (CCR Modeli) ve girdi odaklı ölçeğe göre değişken getiri (BCC Modeli) varsayımları altında CCR ve BCC verimlilikleri hesaplanmıştır.

Burada CCR verimlilik değerleri, toplam teknik verimliliği, BCC verimlilik değerleri ise salt teknik verimliliği vermektedir. Erişim Şebekeleri Müdürlükleri için modeller şöyle kurulur:

CCR Yöntemi ile:

$$E_{ADANA} = \min \alpha - (\varepsilon \cdot \sum_{i=1}^2 s_i^-) - (\varepsilon \cdot \sum_{r=1}^2 s_r^+)$$

$$\sum_{j=1}^{82} (x_{ij} \cdot \lambda_j) + s_i^- - (\alpha \cdot x_{ik}) = 0$$

$$\sum_{j=1}^{82} (y_{rj} \cdot \lambda_j) - s_r^+ - y_{rk} = 0$$

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

$$j = 1, 2, \dots, 82; \quad r = 1, 2 \quad \text{ve} \quad i = 1, 2$$

BCC Yöntemi ile:

$$E_{ADANA} = \min \alpha - \varepsilon \cdot \sum_{i=1}^2 s_i^- - \varepsilon \cdot \sum_{r=1}^2 s_r^+$$

$$\sum_{j=1}^{82} x_{ij} \cdot \lambda_j + s_i^- - \alpha \cdot x_{ik} = 0 \quad i = 1, 2$$

$$\sum_{j=1}^{82} y_{rj} \cdot \lambda_j - s_r^+ - y_{rk} = 0 \quad r = 1, 2$$

$$\sum_{j=1}^{82} \lambda_j = 1$$

$$\lambda_j \geq 0, \quad j = 1, 2, \dots, 82$$

$$s_i^- \geq 0, \quad i = 1, 2$$

$$s_r^+ \geq 0, \quad r = 1, 2$$

Diğer 82 erişim müdürlüğü için modeller aynı şekilde kurulur. Modeller Lindo ve Frontier Analyst programlarıyla çözülmüştür. Her bir şebeke müdürlüğü için elde edilen çözümler Çizelge 6.3’de görülmektedir.

Çizelge 6.3. Erişim Şebekeleri için verimlilik değerleri ve ölçek özelliği

ÜNİTE	CCR VERİMLİLİĞİ	ETKİNLİK	BCC VERİMLİLİĞİ	ETKİNLİK	ÖLÇEK ÖZELLİĞİ
ADANA	63,65	Etkin Değil	64,12	Etkin Değil	Azalan
ADİYAMAN	51,87	Etkin Değil	52,60	Etkin Değil	Azalan
AFYONKARAHİSAR	68,80	Etkin Değil	70,84	Etkin Değil	Artan
AĞRI	27,03	Etkin Değil	43,94	Etkin Değil	Artan
AKSARAY	68,48	Etkin Değil	70,67	Etkin Değil	Azalan
AMASYA	62,41	Etkin Değil	63,86	Etkin Değil	Azalan
ANKARA	63,69	Etkin Değil	73,12	Etkin Değil	Artan
ANTALYA	57,67	Etkin Değil	58,23	Etkin Değil	Artan
ARDAHAN	72,87	Etkin Değil	100,00	Etkin	Sabit
ARTVİN	52,58	Etkin Değil	68,22	Etkin Değil	Artan
AYDIN	80,50	Etkin Değil	85,18	Etkin Değil	Azalan
BALIKESİR	74,33	Etkin Değil	86,28	Etkin Değil	Azalan
BARTIN	63,82	Etkin Değil	67,57	Etkin Değil	Azalan
BATMAN	39,64	Etkin Değil	56,14	Etkin Değil	Artan
BAYBURT	52,27	Etkin Değil	60,38	Etkin Değil	Artan
BİLECİK	91,97	Etkin Değil	92,52	Etkin Değil	Artan
BİNGÖL	45,16	Etkin Değil	50,90	Etkin Değil	Artan
BİTLİS	31,62	Etkin Değil	33,53	Etkin Değil	Artan
BOLU	83,16	Etkin Değil	83,59	Etkin Değil	Artan
BURDUR	80,11	Etkin Değil	100,00	Etkin	Sabit
BURSA	94,77	Etkin Değil	100,00	Etkin	Sabit
ÇANAKKALE	64,42	Etkin Değil	68,42	Etkin Değil	Azalan
ÇANKIRI	82,71	Etkin Değil	100,00	Etkin	Sabit
ÇORUM	68,49	Etkin Değil	68,77	Etkin Değil	Artan
DENİZLİ	100,00	Etkin	100,00	Etkin	Sabit
DIYARBAKIR	36,91	Etkin Değil	47,12	Etkin Değil	Artan
DÜZCE	72,01	Etkin Değil	100,00	Etkin	Sabit
EDİRNE	72,31	Etkin Değil	72,66	Etkin Değil	Azalan
ELAZIĞ	49,28	Etkin Değil	52,46	Etkin Değil	Artan
ERZİNCAN	34,09	Etkin Değil	46,86	Etkin Değil	Artan
ERZURUM	42,34	Etkin Değil	44,88	Etkin Değil	Artan
ESKİŞEHİR	96,96	Etkin Değil	99,97	Etkin Değil	Azalan
GAZİANTEP	51,82	Etkin Değil	52,48	Etkin Değil	Azalan
GİRESUN	53,54	Etkin Değil	55,03	Etkin Değil	Azalan
GÜMÜŞHANE	36,63	Etkin Değil	37,72	Etkin Değil	Artan
HAKKARİ	26,21	Etkin Değil	46,05	Etkin Değil	Artan
HATAY	71,55	Etkin Değil	84,05	Etkin Değil	Azalan
İĞDIR	53,44	Etkin Değil	55,01	Etkin Değil	Artan

Çizelge 6.3. (Devam) Erişim Şebekeleri için verimlilik değerleri ve ölçek özelliği

ÜNİTE	CCR VERİMLİLİĞİ	ETKİNLİK	BCC VERİMLİLİĞİ	ETKİNLİK	ÖLÇEK ÖZELLİĞİ
ISPARTA	44,76	Etkin Değil	47,98	Etkin Değil	Artan
İSTANBUL AND.YAK.	100,00	Etkin	100,00	Etkin	Sabit
İSTANBUL YAK.	100,00	Etkin	100,00	Etkin	Sabit
İZMİR	84,83	Etkin Değil	85,28	Etkin Değil	Azalan
KAHRAMANMARAŞ	83,63	Etkin Değil	86,03	Etkin Değil	Azalan
KARABÜK	86,21	Etkin Değil	86,25	Etkin Değil	Artan
KARAMAN	83,73	Etkin Değil	84,97	Etkin Değil	Azalan
KARS	54,40	Etkin Değil	55,36	Etkin Değil	Artan
KASTAMONU	69,41	Etkin Değil	70,14	Etkin Değil	Azalan
KAYSERİ	64,32	Etkin Değil	65,34	Etkin Değil	Azalan
KIRIKKALE	47,41	Etkin Değil	54,29	Etkin Değil	Artan
KIRKLARELİ	76,60	Etkin Değil	100,00	Etkin	Sabit
KİRŞEHİR	58,93	Etkin Değil	60,22	Etkin Değil	Azalan
KİLİS	64,59	Etkin Değil	68,00	Etkin Değil	Artan
KOCAELİ	80,33	Etkin Değil	87,18	Etkin Değil	Azalan
KONYA	74,79	Etkin Değil	75,19	Etkin Değil	Artan
KÜTAHYA	100,00	Etkin	100,00	Etkin	Sabit
MALATYA	60,25	Etkin Değil	60,32	Etkin Değil	Artan
MANİSA	89,60	Etkin Değil	100,00	Etkin	Sabit
MARDİN	56,24	Etkin Değil	57,18	Etkin Değil	Azalan
MERSİN	100,00	Etkin	100,00	Etkin	Sabit
MUĞLA	63,37	Etkin Değil	63,72	Etkin Değil	Artan
MUŞ	41,45	Etkin Değil	56,80	Etkin Değil	Artan
NEVŞEHİR	73,13	Etkin Değil	79,58	Etkin Değil	Azalan
NİĞDE	63,63	Etkin Değil	70,44	Etkin Değil	Azalan
ORDU	60,79	Etkin Değil	89,87	Etkin Değil	Azalan
OSMANİYE	61,15	Etkin Değil	66,67	Etkin Değil	Azalan
RİZE	55,78	Etkin Değil	55,89	Etkin Değil	Artan
SAKARYA	45,18	Etkin Değil	45,25	Etkin Değil	Artan
SAMSUN	52,57	Etkin Değil	53,87	Etkin Değil	Azalan
SİİRT	30,97	Etkin Değil	44,97	Etkin Değil	Artan
SİNOP	45,34	Etkin Değil	69,17	Etkin Değil	Artan
SİVAS	54,94	Etkin Değil	56,07	Etkin Değil	Artan
ŞANLIURFA	31,54	Etkin Değil	32,59	Etkin Değil	Artan
ŞIRNAK	34,04	Etkin Değil	35,48	Etkin Değil	Artan
TEKİRDAĞ	100,00	Etkin	100,00	Etkin	Sabit
TOKAT	52,92	Etkin Değil	53,41	Etkin Değil	Azalan
TRABZON	39,70	Etkin Değil	46,16	Etkin Değil	Artan
TUNCELİ	24,57	Etkin Değil	43,10	Etkin Değil	Artan
UŞAK	72,43	Etkin Değil	79,62	Etkin Değil	Azalan
VAN	31,32	Etkin Değil	40,19	Etkin Değil	Artan
YALOVA	100,00	Etkin	100,00	Etkin	Sabit
YOZGAT	49,99	Etkin Değil	50,27	Etkin Değil	Artan
ZONGULDAK	56,14	Etkin Değil	56,20	Etkin Değil	Azalan

Çizelge 6.3’de 0 ile 1 arasında olan verimlilik değerlerinin yüzde olarak eşdeğeridir. Görülmektedir ki BCC verimliliği, daha iyimser sonuçlar vermektedir. Daha gerçekçi olmak adına CCR verimlilik sonuçları esas alınmıştır.

Çizelge 6.4’de CCR modeline göre verimlilik analizinin özet sonuçları görülmektedir.

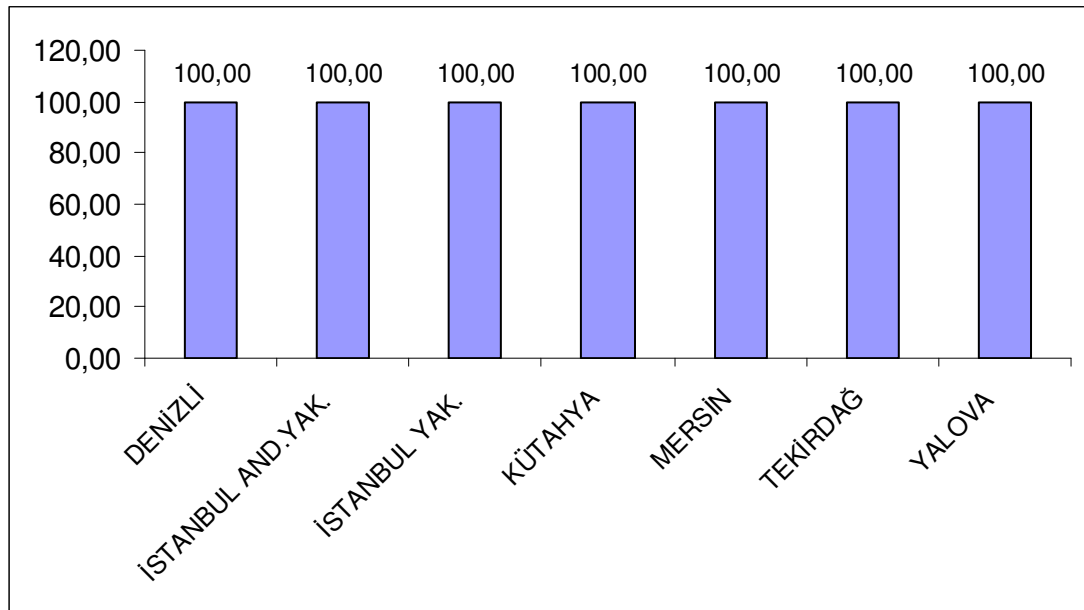
Çizelge 6.4. CCR Modeli verimlilik sonuçları

CCR ÖZET İSTATİSTİKLER	
Toplam Ünite Sayısı	82
Verimli Ünite Sayısı	7
Verimsiz Ünite Sayısı	75
Ortalama Verimlilik	62,93
En Düşük Verimlilik	24,57
En Yüksek Verimlilik	100,00
Standart Sapma	20,56

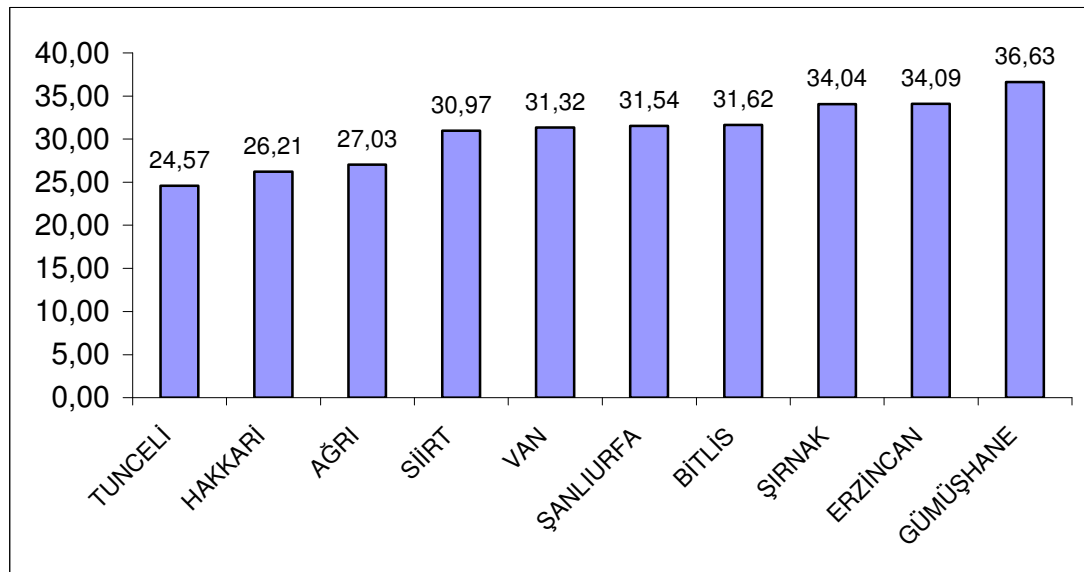
2 girdi ve 2 çıktıdan oluşan modelde 82 erişim şebekesi müdürlüğünden 7 tanesi %100,00 verimli bulunmuştur.

Bunlar Denizli, İstanbul Anadolu Yakası, İstanbul Yakası, Kütahya, Mersin, Tekirdağ ve Yalova Erişim Şebekeleri Müdürlükleridir. Verimli olduğu tespit edilen bu 7 il, erişim şebekesi hizmetleri yönünden verimlilik sınırı üzerinde yer almakta ve en iyi gözlem kümesini oluşturmaktadır.

Verimli ve verimsiz şebeke müdürlükleri ve bu şebeke müdürlüklerine ait verimlilik değerlerini Şekil 6.3’de ve Şekil 6.4’de görülmektedir.



Şekil 6.3. CCR Modeline göre etkin erişim müdürlükleri



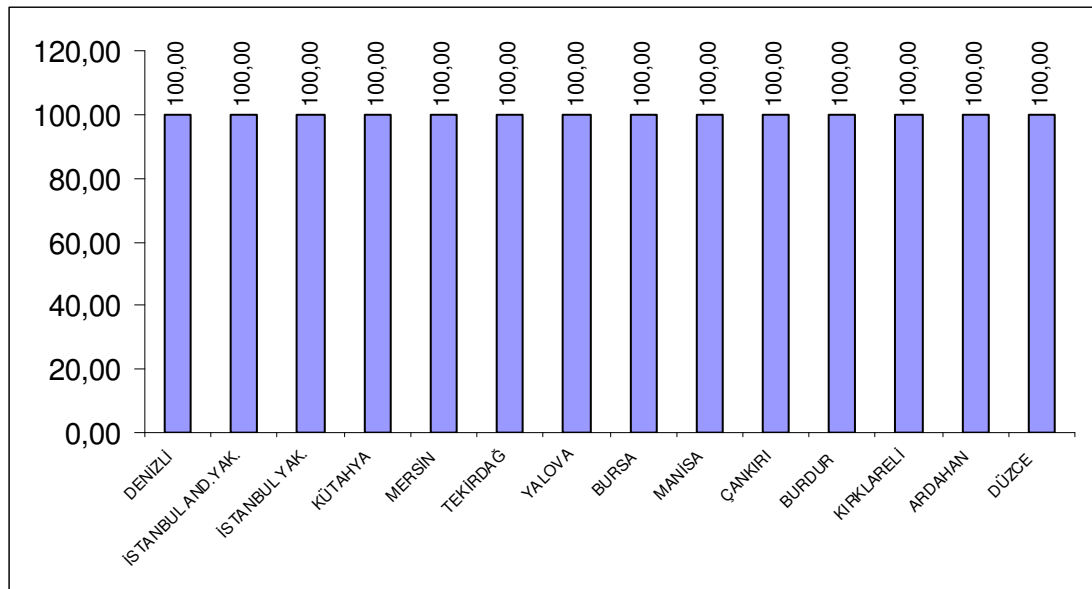
Şekil 6.4. CCR Modeline göre etkin olmayan erişim müdürlükleri

Çizelge 6.5’de BCC modeline göre verimlilik analizinin özet sonuçları görülmektedir. BCC modelinde ise 82 erişim şebekesi müdürlüğünden 14 tanesi %100,00 verimli bulunmuştur. Bunlar Denizli, İstanbul Anadolu Yakası, İstanbul Yakası, Kütahya, Mersin, Tekirdağ, Yalova, Bursa, Manisa, Çankırı, Burdur, Kırklareli, Ardahan ve Düzce erişim şebekeleri müdürlükleridir. Verimli olduğu

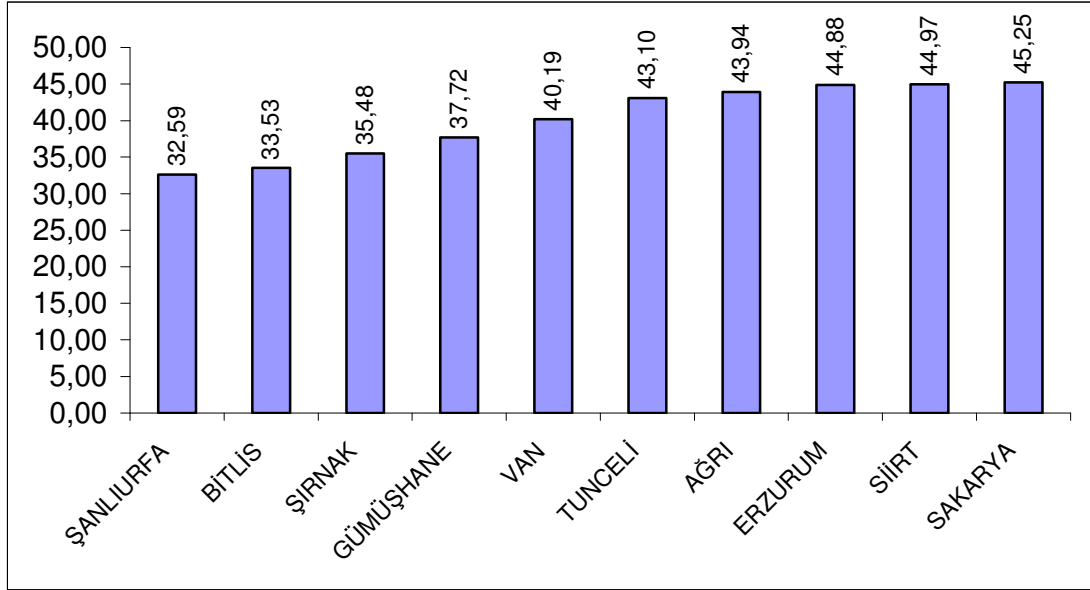
tespit edilen bu 14 il, erişim şebekesi hizmetleri yönünden verimlilik sınırı üzerinde yer almakta ve en iyi gözlem kümesini oluşturmaktadır. Verimli ve verimsiz şebeke müdürlükleri ve bu şebeke müdürlüklerine ait verimlilik değerlerini Şekil 6.5’de ve Şekil 6.6’da görülmektedir.

Çizelge 6.5. BCC Modeli verimlilik sonuçları

BCC ÖZET İSTATİSTİKLER	
Toplam Ünite Sayısı	82
Verimli Ünite Sayısı	14
Verimsiz Ünite Sayısı	68
Ortalama Verimlilik	68,86
En Düşük Verimlilik	32,59
En Yüksek Verimlilik	100,00
Standart Sapma	20,28



Şekil 6.5. BCC Modeline göre etkin erişim müdürlükleri



Şekil 6.6. BCC Modeline göre etkin olmayan erişim müdürlükleri

Verimlilik analizi gerçekleştirilen iller için ölçek ekonomilerinden yararlanması için ölçek özelliklerinin (artan, azalan yada sabit getirili ölçek) bilinmesi gereklidir. Bu çalışmada gerçekleştirilen ve kısmi olarak analizi sonuçlarına göre, 68 ünite ölçek verimsizliğine sahiptir. Bu ünitelerden 39 tanesi ölçeğe göre artan getiri, 29 tanesi ölçeğe göre azalan getiriye sahiptir. Ölçeğe göre artan getiriye sahip ve verimsiz kaynak kullanımlarının yanı sıra, ölçek ekonomilerden yararlanamamaları sonucu yüksek gelişme potansiyellerinin çok altında katma değer üreten bu 39 ünite tespit edilmiştir. Gelişme potansiyeline sahip olan bu ünitelere yapılacak yatırım, en iyi sonuçları doğuracaktır. Ölçeğe göre azalan getiriye sahip ve verimsiz kaynak kullanımlarının yanı sıra düşük gelişme potansiyeli gösteren, gelişmesi yavaşlamış ve ölçek ekonomilerinden yararlanamamaları sonucu görece olarak verimsiz kalmış bu 29 ünite tespit edilmiştir. Bu ünitelerde girdiler anlamında arzın daraltılması gereklidir.

Modelin çözümünden sonra etkin olmayan karar birimleri belirlenmiştir. Etkin olmayan karar verme birimlerini etkin hale getirmek için kuramsal birimin girdi ve çıktı vektörleri aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$I^{KB} = \sum_{j=1}^n (I_{ij} \cdot \mu_j) \cdots \text{yada} \cdots I^{KB} = (\alpha \cdot I^K) - S_i^-$$

$$O^{KB} = \sum_{j=1}^n (O_{ij} \cdot \mu_j) \cdots \text{yada} \cdots O^{KB} = I^K + S_r^+$$

Tüm erişim şebekeleri üniteleri için potansiyel iyileştirmeler hesaplanır. Ek-2’de ünitelere ait gerçekleşen değerler, hedef değerler ve potansiyel iyileşme % olarak, hem girdiye hem de çıktıya yönelik olarak gösterilmiştir.

7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Sonuçlar, ülkelerin daha ileri ve rekabete dayalı telekomünikasyon hizmetlerini sağlama amaçlı stratejilere yol göstermek için gelecek politikaların alınmasında kullanılabilecektir.

Elde edilen modellerin çözümleri Ek-2’de görülmektedir. Sonuçlar incelendiğinde CCR Modeline göre Denizli, İstanbul Anadolu Yakası, İstanbul Yakası, Kütahya, Mersin, Tekirdağ ve Yalova Erişim Şebekeleri Müdürlükleri etkin çıkmış; diğer müdürlükler etkin çıkmamıştır. BCC Modeline göre Denizli, İstanbul Anadolu Yakası, İstanbul Yakası, Kütahya, Mersin, Tekirdağ, Yalova, Bursa, Manisa, Çankırı, Burdur, Kırklareli, Ardahan ve Düzce Erişim Şebekeleri Müdürlükleri etkin çıkmış; diğer müdürlükler etkin çıkmamıştır. Ayrıca bu ünitelerden 39 tanesi ölçeğe göre artan getiri, 29 tanesi ölçeğe göre azalan getiriye sahiptir.

Zonguldak, Uşak, Tokat, Osmaniye, Ordu ve Niğde gibi ölçeğe göre azalan getiriye sahip 29 ünite, verimsiz kaynak kullanımlarının yanı sıra düşük gelişme potansiyellerine sahip ünitelerdir. Bu üniteler gelişmesi yavaşlamış ve ölçek ekonomilerinden yararlanamamalarının sonucuna göre verimsiz kalmıştır.

Yozgat, Van, Tunceli, Trabzon, Şırnak, Şanlıurfa ve Sivas gibi ölçeğe göre artan getiriye sahip 39 ünite yetersiz kaynak kullanımları sonucu verimsiz bir durum oluşturmuşlardır.

Bu değerleri incelediğimizde etkin olmayan karar birimleri için yanlış istihdam politikalarının bunun başlıca nedeni olduğu görülmektedir. Özellikle doğu ünitelerinde halihazırda bulunan personel sayılarının olması gerekenden daha fazla olduğu görülmektedir. Bununla birlikte yanlış istihdam politikasının verimliliğin düşük çıkmasına tek başına sebep olduğu söylemek doğru olmaz. Bu bölgelerde abone yatırımların, bu yerlerden beklenen geliri karşılamaması diğer bir verimsizlik nedeni olduğu söylenebilir.

Yapılan analiz sonucunda İstanbul Yakası ve İstanbul Anadolu Yakası en etkin ünitelerden biridir. Bu ünitelerin yüksek bir müşteri potansiyeline sahip olması ve müşteri gelir grubunun diğer ünitelere oranla daha yüksek olması bu ünitelere verilen müşteri hizmetlerinin daha fazla olmasına, bununla birlikte ekiplerin yüksek beceri ve kabiliyete sahip olması neden olmaktadır. Ayrıca fazla personel sayısı ve bu personelin telekom hizmetleri sunarken kullandığı üst seviyede donanım bulunmaktadır. Bu hizmet sürelerinin daha az çıkmasına neden olmaktadır.

Türk Telekom Müdürlüklerinin gelirlerini büyük oranda etkileyen birim personel maliyetleridir. Bu nedenle yüksek miktarda personel miktarı verimlilik analizinde sonuçları büyük oranda değiştirmektedir. Ayrıca uygulamada kullanılan veriler illerden toplanan istatistiklerden alınmıştır. Bu istatistiklerin, bazı ünitelerde manuel olarak hazırlanması, verilerin güvenilirliği yargılamaktadır. Fakat yeni hizmete sunulan yönetim sistemleri bu problemin ileriki günlerde çözülmesini sağlayacaktır.

Son yıllara bakıldığında 19 Milyon civarında abone sayısı PSTN müşterileri için sabitlenmiş olup, müşteri sayısı belirli bir doyum noktasına ulaşmıştır. Telekom altyapısının tüm Türkiye için yeterli olduğu ve altyapı için yeni yatırımlara daha az ihtiyaç duyulduğu görülmektedir. Bu nedenle yeni yatırımlar ile müşteri sayısının artırılması yerini katma değerli hizmetler sunularak bu sayının artırılması, ayrıca sunulan hizmetlerde kalite seviyesinin artırılması gereklidir.

Son yıllarda erişim şebekelerinde verimlilik düzeylerinin düşük çıkması ve erişim şebekelerinde çalışan personel sayılarının bazı ünitelerde yetersiz olması, bu ünitelerde dış kaynak kullanımı çözümlerini ortaya çıkarmıştır. 2 üniteye yapılan başarılı denemeden sonra son yılda bu ünitelerin sayısı 8'e çıkartılmıştır. Bu ünitelerde erişim şebekelerindeki tüm işletme ve bakım işleri, dış kaynak kullanımı ile firmalara yaptırılmaktadır. Yapılan uygulamaların eski durumları ile karşılaştırılması, bu uygulamanın işletme için yararlı olup olmadığını gösterecektir. Bu anda veri zarflama analizinin uygulanması Türk Telekom için daha fazla önem kazanacaktır.

Son beş yılın verileri incelendiğinde Türk Telekom'un gelirlerinin aynı seviyelerde seyrettiği görülmektedir. Ancak aynı dönemde harcamalar ciddi bir artış trendi izlenmiştir. Son yıllarda Türk Telekom'un maliyet/hasılat oranının artması ve faaliyet kar/hasılat, dönem karı/hasılat oranlarının azalması bu duruma işaret etmektedir.

Türk Telekom yatırımları, son beş yılda artmadığı görülmektedir. Sabit telefon pazarının ses iletiminde doyuma ulaştığı varsayılsa bile, bilgi iletişim teknolojilerinden faydalanmak için gerekli olan altyapılara yeterince yatırım yapılamadığı düşünülmektedir.

Türk Telekom'un mevcut sorunlarını aşabilmek için kullanılacak en etkin enstrümanlarda biri insan kaynağıdır. Türk Telekom'un personel yapısı bu noktada önem kazanmaktadır. Çalışanların eğitim seviyesi bir işletmenin insan kaynağı kapasitesinin en belirgin göstergelerindendir. Dünyadaki emsalleriyle karşılaştırıldığında ne yazık ki Türk Telekom'un eğitilmiş ve profesyonel çalışanlar bakımından iyi durumda olduğunu söylemek mümkün değildir. Daha az sayıda personelle çalışanlara rağmen verimlilik açısından daha iyi durumda olan işletmeler olduğu gibi daha fazla sayıda personelle çalıştıkları halde daha verimli olan işletmelerde bulunmaktadır.

Verimlilik göstergeleri genelde çalışan sayısına dayalı değişkenlerdir. Türk Telekom'un 50000'i aşan personel sayısı verimliliğini etkilemektedir. Buna ek olarak, harcamalar içinde personel giderleri en büyük kalemi oluşturmaktadır. Personel sayısının optimum düzeye çekilmesiyle verimliliğin artırılması mümkün olacaktır.

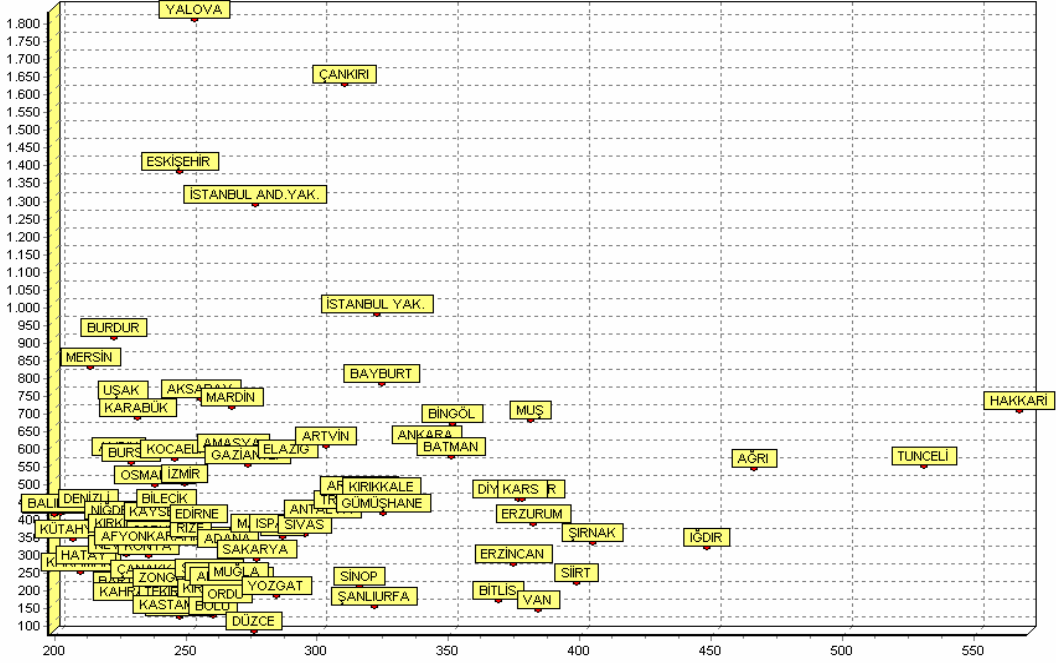
KAYNAKLAR

1. Akal, Z., “İşletmelerde Performans Ölçüm ve Denetimi”, *MPM Yayınları*, 4-16 (1996).
2. Banker, R., “Estimating Most Productive Scale Size Using Data Envelopment Analysis”, *European Journal of Operational Research*, 17: 35-44 (1984).
3. Battistoni, E., “European Integration and Telecommunication Productivity Convergence”, *ITS 15th Biennial Conference*, Berlin, 2-7 (2004).
4. Charnes, A., Cooper, W., Rhodes, E., “Measuring the Efficiency of Decision Making Units”, *European Journal of Operational Research*, 2: 429-444 (1978).
5. Charnes, A., Cooper, W., Rhodes, E., “Data Envelopment Analysis Theory, Methodolgy and Application”, *Kluwer Academic Publishers*, 7: 129-144 (1994).
6. Façanha, L. O., Resende, M., “Price Cap Regulation, Incentives and Quality: The Case of Brazilian Telecommunications”, *Internal Journal of Production Economics*, 92 (2): 133-144 (2004).
7. Oruç, E., Cantekinler, M. K., “Tekel Sonrası Telekomünikasyon Hizmetleri Pazarı: PSTN Şebekesinin Rekabete Açılması Üzerine Analizler”, *Telekomünikasyon Kurumu Yayınları*, 76-85 (2002).
8. Tarım, A., “Veri Zarflama Analizi Matematiksel Programlama Tabanlı Görelî Etkinlik Ölçüm Yaklaşımı”, *Sayıştay Yayınları*, 15: 5-18 (2001).
9. Tavares, G., Antunes C. H., “A DEA Approach to the Analysis of Modernisation of Telecommunication Services”, *Annual Conference of the Operational Research Society*, Berlin, 127-134 (1998).
10. Tavares G., Antunes C. H., “A DEA Study of Telecommunications Services in OECD Countries”, *Annual Conference of the Operational Research Society*, Berlin, 77-82 (1998).
11. Tavares G., “A Bibliography of Data Envelopment Anaysis”, *Rutcor Resarch Report*, 02: 3-17 (2002).
12. Thanassoulis, E., “Introduction to the Theory and Application of Data Envelopment Analysis”, *Kluwer Academic Publishers*, 17-54 (2001).
13. Türk Telekom 2003 Faaliyet Raporu, *TT Yayınları*, 38-72 (2004).
14. Türk Telekom 2004 Faaliyet Raporu, *TT Yayınları*, 48-75 (2005).

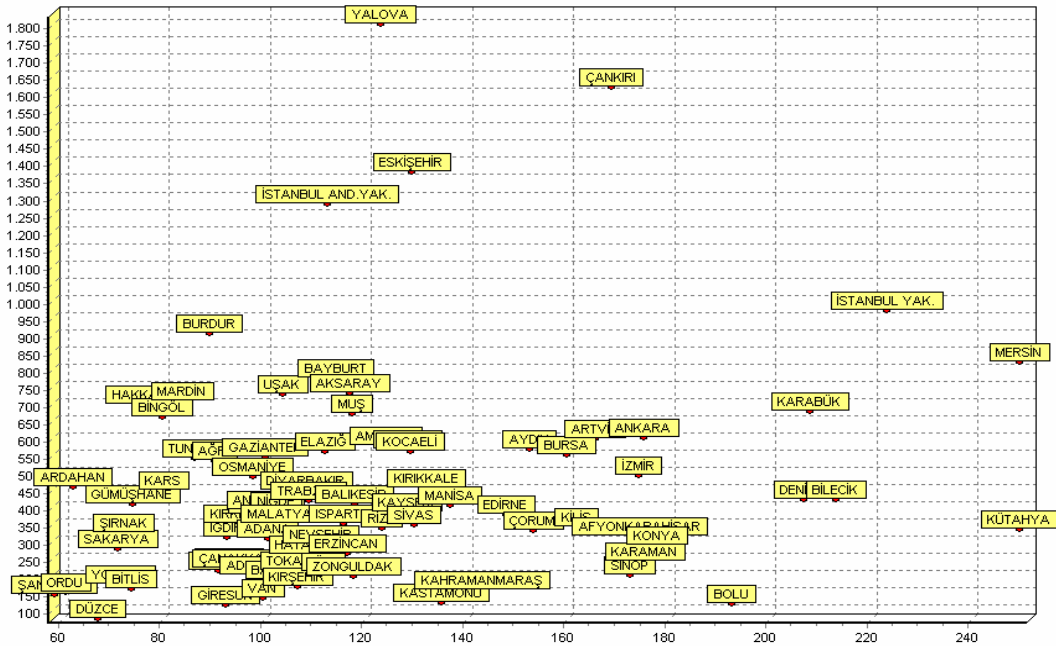
15. Yolalan, R., “İşletmeler Arası Görelî Etkinlik Ölçümü”, *MPM Yayınları*, 483: 65-70 (1993).

EKLER

EK-1 (Devam) Girdiler ve çıktılar için yapılmış korelasyonlar



Şekil 5. Abone başına düşen gider miktarı ile ortalama arızalı kalma süresi arasındaki dağılım (korelasyon katsayısı: 0,04)



Şekil 6. Arıza bindesi ile ortalama arızalı kalma süresi arasındaki dağılım (korelasyon katsayısı: 0,19)

EK-2 Girdiye ve çıktıya yönelik VZA sonuçları ve potansiyel iyileştirmeler

Çizelge 1. Çıktıya yönelik VZA sonuçları ve potansiyel iyileştirmeler

ERİŞİM ŞEBEKESİ	Girdi Çıktı	Değişkenler	Gerçekleşen	CCR Skor	Hedef	İyileşme	BCC Skor	Hedef	İyileşme
ADANA	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	28,95	63,65%	28,95	0,00	64,12%	28,95	0,00
		Abone Başına Düşen Gider	266,37		266,37	0,00		266,37	0,00
	Çıktılar	Arıza Bindesi	0,99		0,63	-36,35		0,63	-35,88
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	30,92		19,68	-36,35		19,83	-35,88
ADIYAMAN	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	39,36	51,87%	39,36	0,00	52,60%	39,36	0,00
		Abone Başına Düşen Gider	267,84		267,84	0,00		267,84	0,00
	Çıktılar	Arıza Bindesi	1,00		0,52	-48,14		0,52	-47,40
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	45,77		12,63	-72,40		18,01	-60,65
AFYONKARAHİSAR	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	71,56	68,80%	71,56	0,00	70,84%	71,56	0,00
		Abone Başına Düşen Gider	241,26		241,26	0,00		225,74	-6,43
	Çıktılar	Arıza Bindesi	0,57		0,39	-31,20		0,40	-29,16
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	30,18		14,73	-51,19		11,72	-61,16
AĞRI	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	87,1	27,03%	87,1	0,00	43,94%	87,1	0,00
		Abone Başına Düşen Gider	466,62		466,62	0,00		274,88	-41,09
	Çıktılar	Arıza Bindesi	1,10		0,30	-72,97		0,48	-56,06
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	18,16		4,91	-72,97		7,98	-56,06

EK-2 (Devam) Girdiye ve çıktıya yönelik VZA sonuçları ve potansiyel iyileştirmeler

Çizelge 2. Çıktıya yönelik VZA sonuçları ve potansiyel iyileştirmeler

ERİŞİM ŞEBEKESİ	Girdi Çıktı	Değişkenler	Gerçekleşen	CCR Skor	Hedef	İyileşme	BCC Skor	Hedef	İyileşme
AKSARAY	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	42,12	68,48%	42,12	0,00	70,67%	42,12	0,00
		Abone Başına Düşen Gider	255,81		255,81	0,00		255,81	0,00
	Çıktılar	Arıza Bindsesi	0,85		0,58	-31,52		0,60	-29,33
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	13,38		9,16	-31,52		9,45	-29,33
AMASYA	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	45,89	62,41%	45,89	0,00	63,86%	45,89	0,00
		Abone Başına Düşen Gider	268,27		268,27	0,00		268,27	0,00
	Çıktılar	Arıza Bindsesi	0,80		0,50	-37,59		0,51	-36,14
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	16,82		10,50	-37,59		10,74	-36,14
ANKARA	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	63,26	63,69%	63,26	0,00	73,12%	63,26	0,00
		Abone Başına Düşen Gider	342,03		342,03	0,00		254,41	-25,62
	Çıktılar	Arıza Bindsesi	0,57		0,36	-36,31		0,42	-26,88
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	16,19		10,31	-36,31		11,21	-30,78
ANTALYA	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	32,54	57,67%	32,54	0,00	58,23%	32,54	0,00
		Abone Başına Düşen Gider	301,97		301,97	0,00		284,35	-5,84
	Çıktılar	Arıza Bindsesi	0,99		0,57	-42,33		0,58	-41,77
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	24,65		14,22	-42,33		14,36	-41,77
ARDAHAN	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	17,12	72,87%	17,12	0,00	100,00%	17,12	0,00
		Abone Başına Düşen Gider	316,4		187,16	-40,85		316,4	0,00
	Çıktılar	Arıza Bindsesi	1,59		1,16	-27,13		1,59	0,00
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	21,14		15,41	-27,13		21,14	0,00

EK-2 (Devam) Girdiye ve çıktıya yönelik VZA sonuçları ve potansiyel iyileştirmeler

Çizelge 3. Çıktıya yönelik VZA sonuçları ve potansiyel iyileştirmeler

ERİŞİM ŞEBEKESİ	Girdi Çıktı	Değişkenler	Gerçekleşen	CCR Skor	Hedef	İyileşme	BCC Skor	Hedef	İyileşme
ARTVİN	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	90,37	52,58%	90,37	0,00	68,22%	77,55	-14,19
		Abone Başına Düşen Gider	303,71		303,71	0,00		221,3	-27,13
	Çıktılar	Arıza Bindsesi	0,60		0,32	-47,42		0,41	-31,78
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	16,29		8,57	-47,42		11,12	-31,78
AYDIN	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	45,89	80,50%	45,89	0,00	85,18%	45,89	0,00
		Abone Başına Düşen Gider	224,49		224,49	0,00		224,49	0,00
	Çıktılar	Arıza Bindsesi	0,65		0,53	-19,50		0,56	-14,82
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	17,18		13,83	-19,50		14,63	-14,82
BALIKESİR	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	35,69	74,33%	35,69	0,00	86,28%	35,69	0,00
		Abone Başına Düşen Gider	202,68		202,68	0,00		202,68	0,00
	Çıktılar	Arıza Bindsesi	0,84		0,63	-25,67		0,70	-16,39
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	23,66		17,59	-25,67		20,41	-13,72
BARTIN	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	32,4	63,82%	32,4	0,00	67,57%	32,4	0,00
		Abone Başına Düşen Gider	226,02		226,02	0,00		226,02	0,00
	Çıktılar	Arıza Bindsesi	0,97		0,62	-36,18		0,66	-32,42
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	49,30		14,82	-69,93		33,32	-32,43
BATMAN	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	92,3	39,64%	92,3	0,00	56,14%	82,9	-10,18
		Abone Başına Düşen Gider	351,51		351,51	0,00		237,9	-32,32
	Çıktılar	Arıza Bindsesi	0,77		0,31	-60,36		0,43	-43,86
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	17,20		6,82	-60,36		9,65	-43,86

EK-2 (Devam) Girdiye ve çıktıya yönelik VZA sonuçları ve potansiyel iyileştirmeler

Çizelge 4. Çıktıya yönelik VZA sonuçları ve potansiyel iyileştirmeler

ERİŞİM ŞEBEKESİ	Girdi Çıktı	Değişkenler	Gerçekleşen	CCR Skor	Hedef	İyileşme	BCC Skor	Hedef	İyileşme
BAYBURT	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	58,02	52,27%	58,02	0,00	60,38%	58,02	0,00
		Abone Başına Düşen Gider	324,8		324,8	0,00		305,3	-6,00
	Çıktılar	Arıza Bindesi	0,87		0,45	-47,73		0,52	-39,62
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	12,68		6,63	-47,73		7,66	-39,62
BİLECİK	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	60,94	91,97%	60,94	0,00	92,52%	60,94	0,00
		Abone Başına Düşen Gider	242,71		242,71	0,00		242,71	0,00
	Çıktılar	Arıza Bindesi	0,47		0,43	-8,03		0,43	-7,48
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	22,92		19,49	-14,97		13,08	-42,90
BİNGÖL	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	38,21	45,16%	38,21	0,00	50,90%	38,21	0,00
		Abone Başına Düşen Gider	351,98		351,98	0,00		287,34	-18,36
	Çıktılar	Arıza Bindesi	1,24		0,56	-54,84		0,63	-49,10
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	14,76		6,66	-54,84		7,51	-49,10
BİTLİS	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	43,05	31,62%	43,05	0,00	33,53%	43,05	0,00
		Abone Başına Düşen Gider	369,1		369,1	0,00		321,01	-13,03
	Çıktılar	Arıza Bindesi	1,34		0,42	-68,38		0,45	-66,47
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	56,45		14,10	-75,01		10,34	-81,69
BOLU	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	57,87	83,16%	57,87	0,00	83,59%	57,87	0,00
		Abone Başına Düşen Gider	260,66		260,66	0,00		260,66	0,00
	Çıktılar	Arıza Bindesi	0,52		0,43	-16,84		0,43	-16,40
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	75,31		16,33	-78,32		12,04	-84,01

EK-2 (Devam) Girdiye ve çıktıya yönelik VZA sonuçları ve potansiyel iyileştirmeler

Çizelge 5. Çıktıya yönelik VZA sonuçları ve potansiyel iyileştirmeler

ERİŞİM ŞEBEKESİ	Girdi Çıktı	Değişkenler	Gerçekleşen	CCR Skor	Hedef	İyileşme	BCC Skor	Hedef	İyileşme
BURDUR	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	29,39	80,11%	29,39	0,00	100,00%	29,39	0,00
		Abone Başına Düşen Gider	222,88		222,88	0,00		222,88	0,00
	Çıktılar	Arıza Bindesi	1,11		0,89	-19,89		1,11	0,00
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	10,90		8,73	-19,89		10,90	0,00
BURSA	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	35,48	94,77%	35,48	0,00	100,00%	35,48	0,00
		Abone Başına Düşen Gider	229,53		229,53	0,00		229,53	0,00
	Çıktılar	Arıza Bindesi	0,62		0,59	-5,23		0,62	0,00
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	17,70		15,05	-14,96		17,70	0,00
ÇANAKKALE	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	26,59	64,42%	26,59	0,00	68,42%	26,59	0,00
		Abone Başına Düşen Gider	239,2		239,2	0,00		239,2	0,00
	Çıktılar	Arıza Bindesi	1,04		0,67	-35,58		0,71	-31,58
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	41,97		26,48	-36,90		28,72	-31,58
ÇANKIRI	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	106,39	82,71%	70,08	-34,13	100,00%	106,39	0,00
		Abone Başına Düşen Gider	310,76		310,76	0,00		310,76	0,00
	Çıktılar	Arıza Bindesi	0,59		0,49	-17,29		0,59	0,00
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	6,12		5,06	-17,29		6,12	0,00
ÇORUM	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	58,18	68,49%	58,18	0,00	68,77%	58,18	0,00
		Abone Başına Düşen Gider	238,95		238,95	0,00		238,95	0,00
	Çıktılar	Arıza Bindesi	0,65		0,44	-31,51		0,45	-31,23
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	28,86		19,23	-33,36		14,63	-49,32

EK-2 (Devam) Girdiye ve çıktıya yönelik VZA sonuçları ve potansiyel iyileştirmeler

Çizelge 6. Çıktıya yönelik VZA sonuçları ve potansiyel iyileştirmeler

ERİŞİM ŞEBEKESİ	Girdi Çıktı	Değişkenler	Gerçekleşen	CCR Skor	Hedef	İyileşme	BCC Skor	Hedef	İyileşme
DENİZLİ	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	55,03	100,00%	55,03	0,00	100,00%	55,03	0,00
		Abone Başına Düşen Gider	212,68		212,68	0,00		212,68	0,00
	Çıktılar	Arıza Bindesi	0,48		0,48	0,00		0,48	0,00
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	22,91		22,91	0,00		22,91	0,00
DİYARBAKIR	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	67,63	36,91%	67,63	0,00	47,12%	67,63	0,00
		Abone Başına Düşen Gider	376,66		376,66	0,00		262,83	-30,22
	Çıktılar	Arıza Bindesi	0,92		0,34	-63,09		0,43	-52,88
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	21,66		7,99	-63,09		10,21	-52,88
DÜZCE	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	15,88	72,01%	15,88	0,00	100,00%	15,88	0,00
		Abone Başına Düşen Gider	276,13		163,62	-40,75		276,13	0,00
	Çıktılar	Arıza Bindesi	1,47		1,06	-27,99		1,47	0,00
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	110,47		79,55	-27,99		110,47	0,00
EDİRNE	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	47	72,31%	47	0,00	72,66%	47	0,00
		Abone Başına Düşen Gider	254,72		254,72	0,00		254,72	0,00
	Çıktılar	Arıza Bindesi	0,67		0,49	-27,69		0,49	-27,34
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	25,32		14,80	-41,54		16,98	-32,95
ELAZİĞ	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	59,39	49,28%	59,39	0,00	52,46%	59,39	0,00
		Abone Başına Düşen Gider	288,88		288,88	0,00		288,88	0,00
	Çıktılar	Arıza Bindesi	0,89		0,44	-50,72		0,46	-47,54
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	17,32		8,53	-50,72		9,08	-47,54

EK-2 (Devam) Girdiye ve çıktıya yönelik VZA sonuçları ve potansiyel iyileştirmeler

Çizelge 7. Çıktıya yönelik VZA sonuçları ve potansiyel iyileştirmeler

ERİŞİM ŞEBEKESİ	Girdi Çıktı	Değişkenler	Gerçekleşen	CCR Skor	Hedef	İyileşme	BCC Skor	Hedef	İyileşme
ERZİNCAN	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	87,45	34,09%	87,45	0,00	46,86%	76,51	-12,51
		Abone Başına Düşen Gider	374,85		374,85	0,00		210,59	-43,82
	Çıktılar	Arıza Bindesi	0,85		0,29	-65,91		0,40	-53,14
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	35,63		11,81	-66,84		16,70	-53,14
ERZURUM	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	44,74	42,34%	44,74	0,00	44,88%	44,74	0,00
		Abone Başına Düşen Gider	382,7		382,7	0,00		318,4	-16,80
	Çıktılar	Arıza Bindesi	0,99		0,42	-57,66		0,44	-55,12
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	25,41		10,76	-57,66		10,21	-59,83
ESKİŞEHİR	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	40,03	96,96%	40,03	0,00	99,97%	40,03	0,00
		Abone Başına Düşen Gider	248,03		248,03	0,00		248,03	0,00
	Çıktılar	Arıza Bindesi	0,77		0,75	-3,04		0,77	-0,04
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	7,20		6,98	-3,04		7,20	-0,03
GAZİANTEP	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	46,54	51,82%	46,54	0,00	52,48%	46,54	0,00
		Abone Başına Düşen Gider	273,99		273,99	0,00		273,99	0,00
	Çıktılar	Arıza Bindesi	0,99		0,51	-48,18		0,52	-47,52
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	17,84		9,24	-48,18		9,36	-47,52
GİRESUN	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	34,21	53,54%	34,21	0,00	55,03%	34,21	0,00
		Abone Başına Düşen Gider	248		248	0,00		248	0,00
	Çıktılar	Arıza Bindesi	1,07		0,57	-46,46		0,59	-44,97
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	77,27		13,31	-82,77		29,26	-62,14

EK-2 (Devam) Girdiye ve çıktıya yönelik VZA sonuçları ve potansiyel iyileştirmeler

Çizelge 8. Çıktıya yönelik VZA sonuçları ve potansiyel iyileştirmeler

ERİŞİM ŞEBEKESİ	Girdi Çıktı	Değişkenler	Gerçekleşen	CCR Skor	Hedef	İyileşme	BCC Skor	Hedef	İyileşme
GÜMÜŞHANE	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	41,36	36,63%	41,36	0,00	37,72%	41,36	0,00
		Abone Başına Düşen Gider	325,3		325,3	0,00		309,07	-4,99
	Çıktılar	Arıza Bindesi	1,34		0,49	-63,36		0,50	-62,28
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	23,71		8,69	-63,37		8,94	-62,28
HAKKARİ	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	71,3	26,21%	71,3	0,00	46,05%	71,3	0,00
		Abone Başına Düşen Gider	567,65		567,65	0,00		293,55	-48,29
	Çıktılar	Arıza Bindesi	1,31		0,34	-73,79		0,60	-53,95
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	14,01		3,67	-73,79		6,45	-53,95
HATAY	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	30	71,55%	30	0,00	84,05%	30	0,00
		Abone Başına Düşen Gider	211,71		211,71	0,00		211,71	0,00
	Çıktılar	Arıza Bindesi	0,93		0,67	-28,45		0,78	-15,95
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	36,22		15,75	-56,51		26,00	-28,22
İĞDIR	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	31,29	53,44%	31,29	0,00	55,01%	31,29	0,00
		Abone Başına Düşen Gider	448,5		330,07	-26,41		278,3	-37,95
	Çıktılar	Arıza Bindesi	1,07		0,57	-46,56		0,59	-44,99
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	30,49		16,29	-46,56		16,77	-44,99
ISPARTA	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	65,76	44,76%	65,76	0,00	47,98%	65,76	0,00
		Abone Başına Düşen Gider	287,42		287,42	0,00		245,78	-14,49
	Çıktılar	Arıza Bindesi	0,86		0,38	-55,24		0,41	-52,02
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	27,23		12,19	-55,24		11,36	-58,30

EK-2 (Devam) Girdiye ve çıktıya yönelik VZA sonuçları ve potansiyel iyileştirmeler

Çizelge 9. Çıktıya yönelik VZA sonuçları ve potansiyel iyileştirmeler

ERİŞİM ŞEBEKESİ	Girdi Çıktı	Değişkenler	Gerçekleşen	CCR Skor	Hedef	İyileşme	BCC Skor	Hedef	İyileşme
İSTANBUL AND.YAK.	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	24,62	100,00%	24,62	0,00	100,00%	24,62	0,00
		Abone Başına Düşen Gider	276,74		276,74	0,00		276,74	0,00
	Çıktılar	Arıza Bindsesi	0,88		0,88	0,00		0,88	0,00
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	7,72		7,72	0,00		7,72	0,00
İSTANBUL YAK.	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	43,49	100,00%	43,49	0,00	100,00%	43,49	0,00
		Abone Başına Düşen Gider	322,72		322,72	0,00		322,72	0,00
	Çıktılar	Arıza Bindsesi	0,45		0,45	0,00		0,45	0,00
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	10,15		10,15	0,00		10,15	0,00
İZMİR	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	48,09	84,83%	48,09	0,00	85,28%	48,09	0,00
		Abone Başına Düşen Gider	249,91		249,91	0,00		249,91	0,00
	Çıktılar	Arıza Bindsesi	0,57		0,49	-15,18		0,49	-14,72
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	19,69		15,46	-21,47		16,79	-14,72
KAHRAMANMARAŞ	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	34,64	83,63%	34,64	0,00	86,03%	34,64	0,00
		Abone Başına Düşen Gider	240,69		240,69	0,00		240,69	0,00
	Çıktılar	Arıza Bindsesi	0,69		0,58	-16,37		0,60	-13,97
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	57,55		13,94	-75,78		33,33	-42,08
KARABÜK	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	67,97	86,21%	67,97	0,00	86,25%	67,97	0,00
		Abone Başına Düşen Gider	231,91		231,91	0,00		231,91	0,00
	Çıktılar	Arıza Bindsesi	0,48		0,41	-13,79		0,41	-13,75
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	14,44		12,45	-13,79		12,10	-16,19

EK-2 (Devam) Girdiye ve çıktıya yönelik VZA sonuçları ve potansiyel iyileştirmeler

Çizelge 10. Çıktıya yönelik VZA sonuçları ve potansiyel iyileştirmeler

ERİŞİM ŞEBEKESİ	Girdi Çıktı	Değişkenler	Gerçekleşen	CCR Skor	Hedef	İyileşme	BCC Skor	Hedef	İyileşme
KARAMAN	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	56,89	83,73%	56,89	0,00	84,97%	56,89	0,00
		Abone Başına Düşen Gider	210,05		210,05	0,00		210,05	0,00
	Çıktılar	Arıza Bindesi	0,57		0,48	-16,27		0,48	-15,03
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	39,00		20,74	-46,83		23,96	-38,57
KARS	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	28,26	54,40%	28,26	0,00	55,36%	28,26	0,00
		Abone Başına Düşen Gider	378,09		304,36	-19,50		275,69	-27,08
	Çıktılar	Arıza Bindesi	1,23		0,67	-45,60		0,68	-44,64
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	21,56		11,73	-45,60		11,94	-44,64
KASTAMONU	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	43,86	69,41%	43,86	0,00	70,14%	43,86	0,00
		Abone Başına Düşen Gider	248,27		248,27	0,00		248,27	0,00
	Çıktılar	Arıza Bindesi	0,74		0,51	-30,59		0,52	-29,86
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	73,29		14,83	-79,76		20,15	-72,51
KAYSERİ	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	47,31	64,32%	47,31	0,00	65,34%	47,31	0,00
		Abone Başına Düşen Gider	239,79		239,79	0,00		239,79	0,00
	Çıktılar	Arıza Bindesi	0,78		0,50	-35,68		0,51	-34,66
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	25,10		16,15	-35,68		16,40	-34,66
KIRIKKALE	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	68,44	47,41%	68,44	0,00	54,29%	68,44	0,00
		Abone Başına Düşen Gider	324,64		324,64	0,00		236,52	-27,14
	Çıktılar	Arıza Bindesi	0,75		0,36	-52,59		0,41	-45,71
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	21,26		10,08	-52,59		11,52	-45,79

EK-2 (Devam) Girdiye ve çıktıya yönelik VZA sonuçları ve potansiyel iyileştirmeler

Çizelge 11. Çıktıya yönelik VZA sonuçları ve potansiyel iyileştirmeler

ERİŞİM ŞEBEKESİ	Girdi Çıktı	Değişkenler	Gerçekleşen	CCR Skor	Hedef	İyileşme	BCC Skor	Hedef	İyileşme
KIRKLARELİ	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	23,18	76,60%	23,18	0,00	100,00%	23,18	0,00
		Abone Başına Düşen Gider	229,29		229,29	0,00		229,29	0,00
	Çıktılar	Arıza Bindesi	1,03		0,79	-23,40		1,03	0,00
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	27,27		20,89	-23,40		27,27	0,00
KIRŞEHİR	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	35,74	58,93%	35,74	0,00	60,22%	35,74	0,00
		Abone Başına Düşen Gider	260,35		260,35	0,00		260,35	0,00
	Çıktılar	Arıza Bindesi	0,93		0,55	-41,07		0,56	-39,77
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	54,34		12,66	-76,70		22,31	-58,94
KİLİS	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	61,86	64,59%	61,86	0,00	68,00%	61,86	0,00
		Abone Başına Düşen Gider	287,14		287,14	0,00		259,25	-9,71
	Çıktılar	Arıza Bindesi	0,61		0,40	-35,41		0,42	-32,00
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	28,07		14,50	-48,36		11,12	-60,37
KOCAELİ	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	31,1	80,33%	31,1	0,00	87,18%	31,1	0,00
		Abone Başına Düşen Gider	246,06		246,06	0,00		246,06	0,00
	Çıktılar	Arıza Bindesi	0,77		0,62	-19,67		0,67	-12,82
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	17,32		13,92	-19,67		15,10	-12,82
KONYA	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	65,18	74,49%	65,18	0,00	75,19%	65,18	0,00
		Abone Başına Düşen Gider	235,93		235,93	0,00		235,93	0,00
	Çıktılar	Arıza Bindesi	0,56		0,42	-25,21		0,42	-24,81
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	32,82		17,62	-46,30		12,50	-61,90

EK-2 (Devam) Girdiye ve çıktıya yönelik VZA sonuçları ve potansiyel iyileştirmeler

Çizelge 12. Çıktıya yönelik VZA sonuçları ve potansiyel iyileştirmeler

ERİŞİM ŞEBEKESİ	Girdi Çıktı	Değişkenler	Gerçekleşen	CCR Skor	Hedef	İyileşme	BCC Skor	Hedef	İyileşme
KÜTAHYA	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	78,02	100,00%	78,02	0,00	100,00%	78,02	0,00
		Abone Başına Düşen Gider	207,43		207,43	0,00		207,43	0,00
	Çıktılar	Arıza Bindsesi	0,40		0,40	0,00		0,40	0,00
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	28,51		28,51	0,00		28,51	0,00
MALATYA	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	31,83	62,25%	31,83	0,00	60,32%	31,83	0,00
		Abone Başına Düşen Gider	282,24		282,24	0,00		280,06	-0,77
	Çıktılar	Arıza Bindsesi	0,96		0,58	-39,75		0,58	-39,68
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	27,39		16,50	-39,75		16,52	-39,68
MANİSA	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	33,43	89,60%	33,43	0,00	100,00%	33,43	0,00
		Abone Başına Düşen Gider	200,13		200,13	0,00		200,13	0,00
	Çıktılar	Arıza Bindsesi	0,73		0,65	-10,41		0,73	0,00
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	23,79		17,89	-24,80		23,79	0,00
MARDİN	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	37,83	56,24%	37,83	0,00	57,18%	37,83	0,00
		Abone Başına Düşen Gider	267,74		267,74	0,00		267,74	0,00
	Çıktılar	Arıza Bindsesi	1,18		0,66	-43,76		0,68	-42,82
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	13,81		7,77	-43,76		7,90	-42,82
MERSİN	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	75,07	100,00%	75,07	0,00	100,00%	75,07	0,00
		Abone Başına Düşen Gider	213,61		213,61	0,00		213,61	0,00
	Çıktılar	Arıza Bindsesi	0,40		0,40	0,00		0,40	0,00
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	11,95		11,95	0,00		11,95	0,00

EK-2 (Devam) Girdiye ve çıktıya yönelik VZA sonuçları ve potansiyel iyileştirmeler

Çizelge 13. Çıktıya yönelik VZA sonuçları ve potansiyel iyileştirmeler

ERİŞİM ŞEBEKESİ	Girdi Çıktı	Değişkenler	Gerçekleşen	CCR Skor	Hedef	İyileşme	BCC Skor	Hedef	İyileşme
MUĞLA	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	25,19	63,37%	25,19	0,00	63,72%	25,19	0,00
		Abone Başına Düşen Gider	270,15		262,94	-2,67		255,03	-5,60
	Çıktılar	Arıza Bindesi	1,09		0,69	-36,63		0,70	-36,28
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	43,69		27,69	-36,63		27,84	-36,28
MUŞ	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	75,1	41,45%	75,1	0,00	56,80%	75,1	0,00
		Abone Başına Düşen Gider	381,48		381,48	0,00		294,45	-22,81
	Çıktılar	Arıza Bindesi	0,85		0,35	-58,55		0,48	-43,20
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	14,56		6,04	-58,55		8,27	-43,20
NEVŞEHİR	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	29,14	73,13%	29,14	0,00	79,58%	29,14	0,00
		Abone Başına Düşen Gider	227,7		227,7	0,00		227,7	0,00
	Çıktılar	Arıza Bindesi	0,89		0,65	-26,88		0,71	-20,42
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	32,70		16,70	-48,94		26,03	-20,42
NİĞDE	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	33,65	63,63%	33,65	0,00	70,44%	33,65	0,00
		Abone Başına Düşen Gider	221,27		221,27	0,00		221,27	0,00
	Çıktılar	Arıza Bindesi	0,97		0,62	-36,37		0,68	-29,56
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	24,89		15,51	-37,69		17,53	-29,56
ORDU	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	17,74	60,79%	17,74	0,00	89,87%	17,74	0,00
		Abone Başına Düşen Gider	265,84		185,62	-30,18		265,84	0,00
	Çıktılar	Arıza Bindesi	1,63		0,99	-39,21		1,32	-18,64
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	59,74		36,32	-39,21		53,69	-10,13

EK-2 (Devam) Girdiye ve çıktıya yönelik VZA sonuçları ve potansiyel iyileştirmeler

Çizelge 14. Çıktıya yönelik VZA sonuçları ve potansiyel iyileştirmeler

ERİŞİM ŞEBEKESİ	Girdi Çıktı	Değişkenler	Gerçekleşen	CCR Skor	Hedef	İyileşme	BCC Skor	Hedef	İyileşme
OSMANİYE	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	33,46	61,15%	33,46	0,00	66,67%	33,46	0,00
		Abone Başına Düşen Gider	238,43		238,43	0,00		238,43	0,00
	Çıktılar	Arıza Bindsesi	1,02		0,62	-38,85		0,68	-33,33
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	19,81		12,12	-38,85		13,21	-33,33
RİZE	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	55,06	55,78%	55,06	0,00	55,89%	55,06	0,00
		Abone Başına Düşen Gider	252		252	0,00		252	0,00
	Çıktılar	Arıza Bindsesi	0,81		0,45	-44,22		0,45	-44,11
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	28,23		15,74	-44,22		14,00	-50,40
SAKARYA	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	29,46	45,18%	29,46	0,00	45,25%	29,46	0,00
		Abone Başına Düşen Gider	277,19		277,19	0,00		274,31	-1,04
	Çıktılar	Arıza Bindsesi	1,39		0,63	-54,82		0,63	-54,75
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	34,24		15,47	-54,83		15,49	-54,75
SAMSUN	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	34,59	52,57%	34,59	0,00	53,87%	34,59	0,00
		Abone Başına Düşen Gider	259,08		259,08	0,00		259,08	0,00
	Çıktılar	Arıza Bindsesi	1,06		0,56	-47,43		0,57	-46,13
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	41,54		12,97	-68,78		22,38	-46,13
SİİRT	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	91,86	30,97%	91,86	0,00	44,97%	77,1	-16,07
		Abone Başına Düşen Gider	399,21		399,21	0,00		209,36	-47,56
	Çıktılar	Arıza Bindsesi	0,89		0,28	-69,03		0,40	-55,03
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	44,22		10,97	-75,20		19,89	-55,03

EK-2 (Devam) Girdiye ve çıktıya yönelik VZA sonuçları ve potansiyel iyileştirmeler

Çizelge 15. Çıktıya yönelik VZA sonuçları ve potansiyel iyileştirmeler

ERİŞİM ŞEBEKESİ	Girdi Çıktı	Değişkenler	Gerçekleşen	CCR Skor	Hedef	İyileşme	BCC Skor	Hedef	İyileşme
SİNOP	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	125,35	45,34%	119,04	-5,03	69,17%	78,02	-37,76
		Abone Başına Düşen Gider	316,48		316,48	0,00		207,43	-34,46
	Çıktılar	Arıza Bindesi	0,58		0,26	-54,66		0,40	-30,83
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	46,31		18,69	-59,65		28,51	-38,43
SİVAS	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	54,17	54,94%	54,17	0,00	56,07%	54,17	0,00
		Abone Başına Düşen Gider	295,46		295,46	0,00		285,82	-3,26
	Çıktılar	Arıza Bindesi	0,77		0,42	-45,06		0,43	-43,93
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	27,58		12,72	-53,90		10,69	-61,24
ŞANLIURFA	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	33,37	31,54%	33,37	0,00	32,59%	33,37	0,00
		Abone Başına Düşen Gider	322		322	0,00		283,41	-11,98
	Çıktılar	Arıza Bindesi	1,69		0,53	-68,45		0,55	-67,41
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	62,76		19,80	-68,46		17,73	-71,75
ŞIRNAK	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	39,91	34,04%	39,91	0,00	35,48%	39,91	0,00
		Abone Başına Düşen Gider	405,16		405,16	0,00		311,81	-23,04
	Çıktılar	Arıza Bindesi	1,37		0,47	-65,96		0,49	-64,52
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	29,45		10,03	-65,96		10,45	-64,52
TEKİRDAĞ	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	24,01	100,00%	24,01	0,00	100,00%	24,01	0,00
		Abone Başına Düşen Gider	247,06		247,06	0,00		247,06	0,00
	Çıktılar	Arıza Bindesi	0,70		0,70	0,00		0,70	0,00
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	57,45		57,45	0,00		57,45	0,00

EK-2 (Devam) Girdiye ve çıktıya yönelik VZA sonuçları ve potansiyel iyileştirmeler

Çizelge 16. Çıktıya yönelik VZA sonuçları ve potansiyel iyileştirmeler

ERİŞİM ŞEBEKESİ	Girdi Çıktı	Değişkenler	Gerçekleşen	CCR Skor	Hedef	İyileşme	BCC Skor	Hedef	İyileşme
TOKAT	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	43,36	52,92%	43,36	0,00	53,41%	43,36	0,00
		Abone Başına Düşen Gider	260,37		260,37	0,00		260,37	0,00
	Çıktılar	Arıza Bindsesi	0,95		0,50	-47,08		0,51	-46,59
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	43,37		13,73	-68,35		17,58	-59,48
TRABZON	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	69,56	39,70%	69,56	0,00	46,16%	69,56	0,00
		Abone Başına Düşen Gider	313,5		313,5	0,00		248,45	-20,75
	Çıktılar	Arıza Bindsesi	0,91		0,36	-60,30		0,42	-53,84
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	23,16		9,20	-60,30		10,69	-53,84
TUNCELİ	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	86,43	24,57%	86,43	0,00	43,10%	86,43	0,00
		Abone Başına Düşen Gider	531,12		531,12	0,00		285,04	-46,33
	Çıktılar	Arıza Bindsesi	1,15		0,28	-75,43		0,49	-56,90
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	17,95		4,41	-75,43		7,74	-56,90
UŞAK	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	36	72,43%	36	0,00	79,62%	36	0,00
		Abone Başına Düşen Gider	225,99		225,99	0,00		225,99	0,00
	Çıktılar	Arıza Bindsesi	0,96		0,69	-27,57		0,76	-20,38
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	13,47		9,76	-27,57		10,72	-20,38
VAN	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	75,73	31,32%	75,73	0,00	40,19%	75,73	0,00
		Abone Başına Düşen Gider	384,4		384,4	0,00		212,23	-44,79
	Çıktılar	Arıza Bindsesi	0,99		0,31	-68,68		0,40	-59,81
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	66,30		10,20	-84,62		13,74	-79,28

EK-2 (Devam) Girdiye ve çıktıya yönelik VZA sonuçları ve potansiyel iyileştirmeler

Çizelge 17. Çıktıya yönelik VZA sonuçları ve potansiyel iyileştirmeler

ERİŞİM ŞEBEKESİ	Girdi Çıktı	Değişkenler	Gerçekleşen	CCR Skor	Hedef	İyileşme	BCC Skor	Hedef	İyileşme
YALOVA	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	46,52	100,00%	46,52	0,00	100,00%	46,52	0,00
		Abone Başına Düşen Gider	253,49		253,49	0,00		253,49	0,00
	Çıktılar	Arıza Bindsesi	0,81		0,81	0,00		0,81	0,00
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	5,50		5,50	0,00		5,50	0,00
YOZGAT	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	25,26	49,99%	25,26	0,00	50,27%	25,26	0,00
		Abone Başına Düşen Gider	284,88		264,07	-7,30		255,73	-10,23
	Çıktılar	Arıza Bindsesi	1,39		0,69	-50,01		0,70	-49,72
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	52,46		26,22	-50,01		26,38	-49,73
ZONGULDAK	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	50,57	56,14%	50,57	0,00	56,20%	50,57	0,00
		Abone Başına Düşen Gider	247,77		247,77	0,00		247,77	0,00
	Çıktılar	Arıza Bindsesi	0,84		0,47	-43,85		0,47	-43,80
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	47,11		16,18	-65,65		16,69	-64,58

EK-2 (Devam) Girdiye ve çıktıya yönelik VZA sonuçları ve potansiyel iyileştirmeler

Çizelge 18. Girdiye yönelik VZA sonuçları ve potansiyel iyileştirmeler

ERİŞİM ŞEBEKESİ	Girdi Çıktı	Değişkenler	Gerçekleşen	CCR Skor	Hedef	İyileşme	BCC Skor	Hedef	İyileşme
ADANA	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	28,95	63,65%	18,43	-36,34	84,66%	24,51	-15,34
		Abone Başına Düşen Gider	266,37		169,54	-36,35		225,51	-15,34
	Çıktılar	Arıza Bindesi	0,99		0,99	0,00		0,98	-1,06
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	30,92		30,92	0,00		26,76	-13,45
ADIYAMAN	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	39,36	51,87%	20,41	-48,15	77,73%	30,59	-22,28
		Abone Başına Düşen Gider	267,84		138,92	-48,13		208,2	-22,27
	Çıktılar	Arıza Bindesi	1,00		1,00	0,00		0,79	-20,70
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	45,77		24,35	-46,79		24,66	-46,13
AFYONKARAHİSAR	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	71,56	68,80%	49,23	-31,20	83,96%	48,31	-32,49
		Abone Başına Düşen Gider	241,26		165,99	-31,20		202,57	-16,04
	Çıktılar	Arıza Bindesi	0,57		0,57	0,00		0,57	0,00
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	30,18		21,41	-29,06		25,18	-16,57
AĞRI	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	87,1	27,03%	23,55	-72,96	43,91%	38,24	-56,10
		Abone Başına Düşen Gider	466,62		126,14	-72,97		204,87	-56,09
	Çıktılar	Arıza Bindesi	1,10		1,10	0,00		0,68	-38,37
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	18,16		18,16	0,00		18,16	0,00
AKSARAY	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	42,12	68,48%	28,84	-31,53	83,35%	35,11	-16,64
		Abone Başına Düşen Gider	255,81		175,18	-31,52		213,22	-16,65
	Çıktılar	Arıza Bindesi	0,85		0,85	0,00		0,78	-7,62
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	13,38		13,38	0,00		13,38	0,00

EK-2 (Devam) Girdiye ve çıktıya yönelik VZA sonuçları ve potansiyel iyileştirmeler

Çizelge 19. Girdiye yönelik VZA sonuçları ve potansiyel iyileştirmeler

ERİŞİM ŞEBEKESİ	Girdi Çıktı	Değişkenler	Gerçekleşen	CCR Skor	Hedef	İyileşme	BCC Skor	Hedef	İyileşme
AMASYA	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	45,89	62,41%	28,64	-37,59	77,07%	35,37	-22,92
		Abone Başına Düşen Gider	268,27		167,42	-37,59		206,76	-22,93
	Çıktılar	Arıza Bindesi	0,80		0,80	0,00		0,73	-8,73
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	16,82		16,82	0,00		16,82	0,00
ANKARA	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	63,26	63,69%	40,29	-36,31	66,55%	42,1	-33,45
		Abone Başına Düşen Gider	342,03		217,84	-36,31		227,64	-33,44
	Çıktılar	Arıza Bindesi	0,57		0,57	0,00		0,57	0,00
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	16,19		16,19	0,00		16,19	0,00
ANTALYA	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	32,54	57,67%	18,77	-42,32	75,10%	24,44	-24,89
		Abone Başına Düşen Gider	301,97		174,15	-42,33		226,78	-24,90
	Çıktılar	Arıza Bindesi	0,99		0,99	0,00		0,99	0,00
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	24,65		24,65	0,00		24,65	0,00
ARDAHAN	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	17,12	72,87%	12,48	-27,10	100,00%	17,12	0,00
		Abone Başına Düşen Gider	316,4		136,39	-56,89		316,4	0,00
	Çıktılar	Arıza Bindesi	1,59		1,59	0,00		1,59	0,00
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	21,14		21,14	0,00		21,14	0,00
ARTVİN	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	90,37	52,58%	47,52	-47,42	67,96%	52,77	-41,61
		Abone Başına Düşen Gider	303,71		159,71	-47,41		206,39	-32,04
	Çıktılar	Arıza Bindesi	0,60		0,60	0,00		0,53	-12,42
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	16,29		16,29	0,00		16,29	0,00

EK-2 (Devam) Girdiye ve çıktıya yönelik VZA sonuçları ve potansiyel iyileştirmeler

Çizelge 20. Girdiye yönelik VZA sonuçları ve potansiyel iyileştirmeler

ERİŞİM ŞEBEKESİ	Girdi Çıktı	Değişkenler	Gerçekleşen	CCR Skor	Hedef	İyileşme	BCC Skor	Hedef	İyileşme
AYDIN	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	45,89	80,50%	36,94	-19,50	91,70%	42,08	-8,30
		Abone Başına Düşen Gider	224,49		180,71	-19,50		205,85	-8,30
	Çıktılar	Arıza Bindesi	0,65		0,65	0,00		0,63	-3,03
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	17,18		17,18	0,00		17,18	0,00
BALIKESİR	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	35,69	74,33%	26,53	-25,67	98,78%	33,66	-5,69
		Abone Başına Düşen Gider	202,68		150,65	-25,67		200,2	-1,22
	Çıktılar	Arıza Bindesi	0,84		0,84	0,00		0,72	-14,17
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	23,66		23,66	0,00		23,66	0,00
BARTIN	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	32,4	63,82%	20,68	-36,17	92,78%	30,06	-7,22
		Abone Başına Düşen Gider	226,02		144,25	-36,18		209,71	-7,22
	Çıktılar	Arıza Bindesi	0,97		0,97	0,00		0,80	-17,22
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	49,30		23,23	-52,89		24,83	-49,64
BATMAN	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	92,3	39,64%	36,58	-60,37	58,42%	49,55	-46,32
		Abone Başına Düşen Gider	351,51		139,33	-60,36		205,35	-41,58
	Çıktılar	Arıza Bindesi	0,77		0,77	0,00		0,55	-28,73
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	17,20		17,20	0,00		17,20	0,00
BAYBURT	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	58,02	52,27%	30,33	-47,72	65,92%	38,25	-34,07
		Abone Başına Düşen Gider	324,8		169,79	-47,72		214,11	-34,08
	Çıktılar	Arıza Bindesi	0,87		0,87	0,00		0,72	-16,73
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	12,68		12,68	0,00		12,68	0,00

EK-2 (Devam) Girdiye ve çıktıya yönelik VZA sonuçları ve potansiyel iyileştirmeler

Çizelge 21. Girdiye yönelik VZA sonuçları ve potansiyel iyileştirmeler

ERİŞİM ŞEBEKESİ	Girdi Çıktı	Değişkenler	Gerçekleşen	CCR Skor	Hedef	İyileşme	BCC Skor	Hedef	İyileşme
BİLECİK	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	60,94	91,97%	56,04	-8,04	92,11%	56,13	-7,89
		Abone Başına Düşen Gider	242,71		223,21	-8,03		223,57	-7,89
	Çıktılar	Arıza Bindesi	0,47		0,47	0,00		0,47	0,00
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	22,92		21,19	-7,54		18,69	-18,43
BİNGÖL	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	38,21	45,16%	17,26	-54,83	66,47%	25,4	-33,53
		Abone Başına Düşen Gider	351,98		158,96	-54,84		233,97	-33,53
	Çıktılar	Arıza Bindesi	1,24		1,24	0,00		1,03	-17,07
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	14,76		14,76	0,00		14,76	0,00
BİTLİS	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	43,05	31,62%	13,61	-68,39	60,06%	25,86	-39,93
		Abone Başına Düşen Gider	369,1		116,71	-68,38		221,68	-39,94
	Çıktılar	Arıza Bindesi	1,34		1,34	0,00		0,93	-30,90
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	56,45		44,61	-20,98		26,27	-53,46
BOLU	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	57,87	83,16%	48,13	-16,83	83,96%	48,59	-16,04
		Abone Başına Düşen Gider	260,66		216,77	-16,84		218,84	-16,04
	Çıktılar	Arıza Bindesi	0,52		0,52	0,00		0,52	0,00
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	75,31		19,64	-73,93		25,87	-65,64
BURDUR	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	29,39	80,11%	23,54	-19,90	100,00%	29,39	0,00
		Abone Başına Düşen Gider	222,88		178,54	-19,89		222,88	0,00
	Çıktılar	Arıza Bindesi	1,11		1,11	0,00		1,11	0,00
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	10,90		10,90	0,00		10,90	0,00

EK-2 (Devam) Girdiye ve çıktıya yönelik VZA sonuçları ve potansiyel iyileştirmeler

Çizelge 22. Girdiye yönelik VZA sonuçları ve potansiyel iyileştirmeler

ERİŞİM ŞEBEKESİ	Girdi Çıktı	Değişkenler	Gerçekleşen	CCR Skor	Hedef	İyileşme	BCC Skor	Hedef	İyileşme
BURSA	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	35,48	94,77%	33,62	-5,24	100,00%	35,48	0,00
		Abone Başına Düşen Gider	229,53		217,52	-5,23		229,53	0,00
	Çıktılar	Arıza Bindesi	0,62		0,62	0,00		0,62	0,00
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	17,70		15,88	-10,27		17,70	0,00
ÇANAKKALE	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	26,59	64,42%	17,13	-35,58	93,77%	24,93	-6,24
		Abone Başına Düşen Gider	239,2		154,09	-35,58		224,3	-6,23
	Çıktılar	Arıza Bindesi	1,04		1,04	0,00		0,96	-8,10
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	41,97		41,11	-2,06		26,61	-36,61
ÇANKIRI	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	106,39	82,71%	57,97	-45,51	100,00%	106,39	0,00
		Abone Başına Düşen Gider	310,76		257,04	-17,29		310,76	0,00
	Çıktılar	Arıza Bindesi	0,59		0,59	0,00		0,59	0,00
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	6,12		6,12	0,00		6,12	0,00
ÇORUM	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	58,18	68,49%	39,85	-31,51	84,20%	39,91	-31,40
		Abone Başına Düşen Gider	238,95		163,66	-31,51		201,19	-15,80
	Çıktılar	Arıza Bindesi	0,65		0,65	0,00		0,65	0,00
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	28,86		28,08	-2,71		24,37	-15,56
DENİZLİ	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	55,03	100,00%	55,03	0,00	100,00%	55,03	0,00
		Abone Başına Düşen Gider	212,68		212,68	0,00		212,68	0,00
	Çıktılar	Arıza Bindesi	0,48		0,48	0,00		0,48	0,00
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	22,91		22,91	0,00		22,91	0,00

EK-2 (Devam) Girdiye ve çıktıya yönelik VZA sonuçları ve potansiyel iyileştirmeler

Çizelge 23. Girdiye yönelik VZA sonuçları ve potansiyel iyileştirmeler

ERİŞİM ŞEBEKESİ	Girdi Çıktı	Değişkenler	Gerçekleşen	CCR Skor	Hedef	İyileşme	BCC Skor	Hedef	İyileşme
DİYARBAKIR	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	67,63	36,91%	24,96	-63,09	53,51%	36,19	-46,49
		Abone Başına Düşen Gider	376,66		139,02	-63,09		201,56	-46,49
	Çıktılar	Arıza Bindesi	0,92		0,92	0,00		0,69	-24,42
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	21,66		21,66	0,00		21,66	0,00
DÜZCE	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	15,88	72,01%	11,43	-28,02	100,00%	15,88	0,00
		Abone Başına Düşen Gider	276,13		117,82	-57,33		276,13	0,00
	Çıktılar	Arıza Bindesi	1,47		1,47	0,00		1,47	0,00
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	110,47		110,47	0,00		110,47	0,00
EDİRNE	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	47	72,31%	33,98	-27,70	79,16%	37,2	-20,85
		Abone Başına Düşen Gider	254,72		184,18	-27,69		201,63	-20,84
	Çıktılar	Arıza Bindesi	0,67		0,67	0,00		0,67	0,00
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	25,32		20,47	-19,15		23,84	-5,83
ELAZIĞ	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	59,39	49,28%	29,27	-50,72	71,19%	42,28	-28,81
		Abone Başına Düşen Gider	288,88		142,37	-50,72		205,66	-28,81
	Çıktılar	Arıza Bindesi	0,89		0,89	0,00		0,63	-28,97
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	17,32		17,32	0,00		17,32	0,00
ERZİNCAN	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	87,45	34,09%	29,81	-65,91	53,39%	33,43	-61,77
		Abone Başına Düşen Gider	374,85		127,79	-65,91		200,13	-46,61
	Çıktılar	Arıza Bindesi	0,85		0,85	0,00		0,73	-14,77
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	35,63		34,65	-2,74		23,79	-33,24

EK-2 (Devam) Girdiye ve çıktıya yönelik VZA sonuçları ve potansiyel iyileştirmeler

Çizelge 24. Girdiye yönelik VZA sonuçları ve potansiyel iyileştirmeler

ERİŞİM ŞEBEKESİ	Girdi Çıktı	Değişkenler	Gerçekleşen	CCR Skor	Hedef	İyileşme	BCC Skor	Hedef	İyileşme
ERZURUM	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	44,74	42,34%	18,94	-57,67	57,94%	25,92	-42,07
		Abone Başına Düşen Gider	382,7		162,03	-57,66		221,75	-42,06
	Çıktılar	Arıza Bindesi	0,99		0,99	0,00		0,93	-5,88
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	25,41		25,41	0,00		25,41	0,00
ESKİŞEHİR	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	40,03	96,96%	38,81	-3,05	99,98%	40,02	-0,02
		Abone Başına Düşen Gider	248,03		240,48	-3,04		247,97	-0,02
	Çıktılar	Arıza Bindesi	0,77		0,77	0,00		0,77	0,00
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	7,20		7,20	0,00		7,20	0,00
GAZİANTEP	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	46,54	51,82%	24,12	-48,17	74,99%	34,9	-25,01
		Abone Başına Düşen Gider	273,99		141,97	-48,18		205,48	-25,00
	Çıktılar	Arıza Bindesi	0,99		0,99	0,00		0,73	-26,14
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	17,84		17,84	0,00		17,84	0,00
GİRESUN	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	34,21	53,54%	18,32	-46,45	85,50%	29,25	-14,50
		Abone Başına Düşen Gider	248		132,79	-46,46		212,03	-14,50
	Çıktılar	Arıza Bindesi	1,07		1,07	0,00		0,83	-23,13
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	77,27		24,87	-67,82		25,10	-67,52
GÜMÜŞHANE	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	41,36	36,63%	15,15	-63,37	66,81%	27,63	-33,20
		Abone Başına Düşen Gider	325,3		119,17	-63,37		217,32	-33,19
	Çıktılar	Arıza Bindesi	1,34		1,34	0,00		0,89	-33,66
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	23,71		23,71	0,00		23,71	0,00

EK-2 (Devam) Girdiye ve çıktıya yönelik VZA sonuçları ve potansiyel iyileştirmeler

Çizelge 25. Girdiye yönelik VZA sonuçları ve potansiyel iyileştirmeler

ERİŞİM ŞEBEKESİ	Girdi Çıktı	Değişkenler	Gerçekleşen	CCR Skor	Hedef	İyileşme	BCC Skor	Hedef	İyileşme
HAKKARİ	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	71,3	26,21%	18,69	-73,79	39,23%	27,97	-60,77
		Abone Başına Düşen Gider	567,65		148,77	-73,79		222,67	-60,77
	Çıktılar	Arıza Bindesi	1,31		1,31	0,00		1,04	-20,70
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	14,01		14,01	0,00		14,01	0,00
HATAY	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	30	71,55%	21,47	-28,43	99,39%	29,82	-0,60
		Abone Başına Düşen Gider	211,71		151,49	-28,44		210,41	-0,61
	Çıktılar	Arıza Bindesi	0,93		0,93	0,00		0,81	-12,85
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	36,22		22,02	-39,21		24,91	-31,23
IĞDIR	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	31,29	53,44%	16,72	-46,56	61,80%	19,34	-38,19
		Abone Başına Düşen Gider	448,5		176,39	-60,67		269,54	-39,90
	Çıktılar	Arıza Bindesi	1,07		1,07	0,00		1,07	0,00
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	30,49		30,49	0,00		30,49	0,00
ISPARTA	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	65,76	44,76%	29,44	-55,23	69,63%	33,43	-49,16
		Abone Başına Düşen Gider	287,42		128,65	-55,24		200,13	-30,37
	Çıktılar	Arıza Bindesi	0,86		0,86	0,00		0,73	-15,44
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	27,23		27,23	0,00		23,79	-12,66
İSTANBUL AND.YAK.	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	24,62	100,00%	24,62	0,00	100,00%	24,62	0,00
		Abone Başına Düşen Gider	276,74		276,74	0,00		276,74	0,00
	Çıktılar	Arıza Bindesi	0,88		0,88	0,00		0,88	0,00
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	7,72		7,72	0,00		7,72	0,00

EK-2 (Devam) Girdiye ve çıktıya yönelik VZA sonuçları ve potansiyel iyileştirmeler

Çizelge 26. Girdiye yönelik VZA sonuçları ve potansiyel iyileştirmeler

ERİŞİM ŞEBEKESİ	Girdi Çıktı	Değişkenler	Gerçekleşen	CCR Skor	Hedef	İyileşme	BCC Skor	Hedef	İyileşme
İSTANBUL YAK.	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	43,49	100,00%	43,49	0,00	100,00%	43,49	0,00
		Abone Başına Düşen Gider	322,72		322,72	0,00		322,72	0,00
	Çıktılar	Arıza Bindesi	0,45		0,45	0,00		0,45	0,00
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	10,15		10,15	0,00		10,15	0,00
İZMİR	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	48,09	84,83%	40,79	-15,18	88,06%	42,35	-11,94
		Abone Başına Düşen Gider	249,91		211,99	-15,17		220,08	-11,94
	Çıktılar	Arıza Bindesi	0,57		0,57	0,00		0,57	0,00
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	19,69		18,23	-7,42		19,69	0,00
KAHRAMANMARAŞ	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	34,64	83,63%	28,97	-16,37	90,55%	31,37	-9,44
		Abone Başına Düşen Gider	240,69		201,3	-16,37		217,95	-9,45
	Çıktılar	Arıza Bindesi	0,69		0,69	0,00		0,69	0,00
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	57,55		16,67	-71,04		30,12	-47,67
KARABÜK	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	67,97	86,21%	58,59	-13,80	90,10%	60,65	-10,77
		Abone Başına Düşen Gider	231,91		199,92	-13,79		208,94	-9,90
	Çıktılar	Arıza Bindesi	0,48		0,48	0,00		0,47	-1,17
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	14,44		14,44	0,00		14,44	0,00
KARAMAN	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	56,89	83,73%	47,63	-16,28	96,46%	48,65	-14,48
		Abone Başına Düşen Gider	210,05		175,87	-16,27		202,62	-3,54
	Çıktılar	Arıza Bindesi	0,57		0,57	0,00		0,57	0,00
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	39,00		24,77	-36,50		25,21	-35,36

EK-2 (Devam) Girdiye ve çıktıya yönelik VZA sonuçları ve potansiyel iyileştirmeler

Çizelge 27. Girdiye yönelik VZA sonuçları ve potansiyel iyileştirmeler

ERİŞİM ŞEBEKESİ	Girdi Çıktı	Değişkenler	Gerçekleşen	CCR Skor	Hedef	İyileşme	BCC Skor	Hedef	İyileşme
KARS	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	28,26	54,40%	15,37	-45,61	70,17%	19,83	-29,83
		Abone Başına Düşen Gider	378,09		165,57	-56,21		265,3	-29,83
	Çıktılar	Arıza Bindesi	1,23		1,23	0,00		1,16	-6,22
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	21,56		21,56	0,00		21,56	0,00
KASTAMONU	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	43,86	69,41%	30,44	-30,60	80,61%	33,43	-23,78
		Abone Başına Düşen Gider	248,27		172,32	-30,59		200,13	-19,39
	Çıktılar	Arıza Bindesi	0,74		0,74	0,00		0,73	-1,16
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	73,29		21,37	-70,84		23,79	-67,54
KAYSERİ	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	47,31	64,32%	30,43	-35,68	83,46%	33,43	-29,34
		Abone Başına Düşen Gider	239,79		154,22	-35,69		200,13	-16,54
	Çıktılar	Arıza Bindesi	0,78		0,78	0,00		0,73	-6,32
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	25,10		25,10	0,00		23,79	-5,25
KIRIKKALE	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	68,44	47,41%	32,45	-52,59	62,15%	38,44	-43,83
		Abone Başına Düşen Gider	324,64		153,9	-52,59		201,75	-37,85
	Çıktılar	Arıza Bindesi	0,75		0,75	0,00		0,66	-12,09
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	21,26		21,26	0,00		21,26	0,00
KIRKLARELİ	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	23,18	76,60%	17,76	-23,38	100,00%	23,18	0,00
		Abone Başına Düşen Gider	229,29		175,64	-23,40		229,29	0,00
	Çıktılar	Arıza Bindesi	1,03		1,03	0,00		1,03	0,00
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	27,27		27,27	0,00		27,27	0,00

EK-2 (Devam) Girdiye ve çıktıya yönelik VZA sonuçları ve potansiyel iyileştirmeler

Çizelge 28. Girdiye yönelik VZA sonuçları ve potansiyel iyileştirmeler

ERİŞİM ŞEBEKESİ	Girdi Çıktı	Değişkenler	Gerçekleşen	CCR Skor	Hedef	İyileşme	BCC Skor	Hedef	İyileşme
KIRŞEHİR	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	35,74	58,93%	21,06	-41,07	81,55%	29,15	-18,44
		Abone Başına Düşen Gider	260,35		153,42	-41,07		212,32	-18,45
	Çıktılar	Arıza Bindesi	0,93		0,93	0,00		0,83	-11,09
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	54,34		21,48	-60,46		25,13	-53,75
KİLİS	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	61,86	64,59%	39,96	-35,40	70,26%	43,36	-29,91
		Abone Başına Düşen Gider	287,14		185,46	-35,41		201,76	-29,73
	Çıktılar	Arıza Bindesi	0,61		0,61	0,00		0,61	0,00
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	28,07		22,44	-20,05		24,70	-12,02
KOCAELİ	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	31,1	80,33%	24,98	-19,68	92,91%	28,9	-7,07
		Abone Başına Düşen Gider	246,06		197,66	-19,67		228,62	-7,09
	Çıktılar	Arıza Bindesi	0,77		0,77	0,00		0,77	0,00
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	17,32		17,32	0,00		17,32	0,00
KONYA	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	65,18	74,79%	48,75	-25,21	85,95%	49,68	-23,78
		Abone Başına Düşen Gider	235,93		176,45	-25,21		202,79	-14,05
	Çıktılar	Arıza Bindesi	0,56		0,56	0,00		0,56	0,00
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	32,82		23,57	-28,20		25,31	-22,87
KÜTAHYA	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	78,02	100,00%	78,02	0,00	100,00%	78,02	0,00
		Abone Başına Düşen Gider	207,43		207,43	0,00		207,43	0,00
	Çıktılar	Arıza Bindesi	0,40		0,40	0,00		0,40	0,00
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	28,51		28,51	0,00		28,51	0,00

EK-2 (Devam) Girdiye ve çıktıya yönelik VZA sonuçları ve potansiyel iyileştirmeler

Çizelge 29. Girdiye yönelik VZA sonuçları ve potansiyel iyileştirmeler

ERİŞİM ŞEBEKESİ	Girdi Çıktı	Değişkenler	Gerçekleşen	CCR Skor	Hedef	İyileşme	BCC Skor	Hedef	İyileşme
MALATYA	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	31,83	60,25%	19,18	-39,74	79,20%	25,21	-20,80
		Abone Başına Düşen Gider	282,24		170,05	-39,75		223,52	-20,80
	Çıktılar	Arıza Bindesi	0,96		0,96	0,00		0,95	-1,23
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	27,39		27,39	0,00		26,50	-3,25
MANİSA	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	33,43	89,60%	29,95	-10,41	100,00%	33,43	0,00
		Abone Başına Düşen Gider	200,13		179,31	-10,40		200,13	0,00
	Çıktılar	Arıza Bindesi	0,73		0,73	0,00		0,73	0,00
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	23,79		19,96	-16,07		23,79	0,00
MARDİN	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	37,83	56,24%	21,28	-43,75	80,50%	30,45	-19,51
		Abone Başına Düşen Gider	267,74		150,58	-43,76		215,53	-19,50
	Çıktılar	Arıza Bindesi	1,18		1,18	0,00		0,94	-20,41
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	13,81		13,81	0,00		13,81	0,00
MERSİN	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	75,07	100,00%	75,07	0,00	100,00%	75,07	0,00
		Abone Başına Düşen Gider	213,61		213,61	0,00		213,61	0,00
	Çıktılar	Arıza Bindesi	0,40		0,40	0,00		0,40	0,00
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	11,95		11,95	0,00		11,95	0,00
MUĞLA	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	25,19	63,37%	15,96	-36,64	87,55%	22,05	-12,47
		Abone Başına Düşen Gider	270,15		166,63	-38,32		236,52	-12,45
	Çıktılar	Arıza Bindesi	1,09		1,09	0,00		1,08	-1,20
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	43,69		43,69	0,00		30,86	-29,37

EK-2 (Devam) Girdiye ve çıktıya yönelik VZA sonuçları ve potansiyel iyileştirmeler

Çizelge 30. Girdiye yönelik VZA sonuçları ve potansiyel iyileştirmeler

ERİŞİM ŞEBEKESİ	Girdi Çıktı	Değişkenler	Gerçekleşen	CCR Skor	Hedef	İyileşme	BCC Skor	Hedef	İyileşme
MUŞ	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	75,1	41,45%	31,13	-58,55	55,04%	41,33	-44,97
		Abone Başına Düşen Gider	381,48		158,12	-58,55		209,95	-44,96
	Çıktılar	Arıza Bindesi	0,85		0,85	0,00		0,66	-22,05
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	14,56		14,56	0,00		14,56	0,00
NEVŞEHİR	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	29,14	73,13%	21,31	-26,87	95,05%	27,7	-4,94
		Abone Başına Düşen Gider	227,7		166,51	-26,87		216,44	-4,95
	Çıktılar	Arıza Bindesi	0,89		0,89	0,00		0,87	-2,58
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	32,70		22,84	-30,17		25,62	-21,67
NİĞDE	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	33,65	63,63%	21,41	-36,37	93,13%	31,34	-6,86
		Abone Başına Düşen Gider	221,27		140,8	-36,37		206,08	-6,86
	Çıktılar	Arıza Bindesi	0,97		0,97	0,00		0,77	-20,18
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	24,89		24,37	-2,08		24,42	-1,86
ORDU	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	17,74	60,79%	10,78	-39,23	99,71%	17,69	-0,28
		Abone Başına Düşen Gider	265,84		112,84	-57,55		265,07	-0,29
	Çıktılar	Arıza Bindesi	1,63		1,63	0,00		1,33	-18,21
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	59,74		59,74	0,00		59,74	0,00
OSMANİYE	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	33,46	61,15%	20,46	-38,85	89,17%	29,83	-10,85
		Abone Başına Düşen Gider	238,43		145,79	-38,85		212,6	-10,83
	Çıktılar	Arıza Bindesi	1,02		1,02	0,00		0,85	-15,91
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	19,81		19,81	0,00		19,81	0,00

EK-2 (Devam) Girdiye ve çıktıya yönelik VZA sonuçları ve potansiyel iyileştirmeler

Çizelge 31. Girdiye yönelik VZA sonuçları ve potansiyel iyileştirmeler

ERİŞİM ŞEBEKESİ	Girdi Çıktı	Değişkenler	Gerçekleşen	CCR Skor	Hedef	İyileşme	BCC Skor	Hedef	İyileşme
RİZE	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	55,06	55,78%	30,71	-44,22	79,42%	33,43	-39,28
		Abone Başına Düşen Gider	252		140,56	-44,22		200,13	-20,58
	Çıktılar	Arıza Bindesi	0,81		0,81	0,00		0,73	-9,76
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	28,23		28,23	0,00		23,79	-15,73
SAKARYA	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	29,46	45,18%	13,31	-54,82	81,78%	24,09	-18,23
		Abone Başına Düşen Gider	277,19		125,22	-54,83		226,69	-18,22
	Çıktılar	Arıza Bindesi	1,39		1,39	0,00		0,99	-28,94
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	34,24		34,24	0,00		26,92	-21,38
SAMSUN	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	34,59	52,57%	18,18	-47,44	82,59%	28,57	-17,40
		Abone Başına Düşen Gider	259,08		136,19	-47,43		213,97	-17,41
	Çıktılar	Arıza Bindesi	1,06		1,06	0,00		0,84	-20,65
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	41,54		24,67	-40,60		25,32	-39,04
SİİRT	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	91,86	30,97%	28,45	-69,03	50,13%	33,43	-63,61
		Abone Başına Düşen Gider	399,21		123,62	-69,03		200,13	-49,87
	Çıktılar	Arıza Bindesi	0,89		0,89	0,00		0,73	-18,20
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	44,22		35,42	-19,91		23,79	-46,21
SİNOP	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	125,35	45,34%	53,97	-56,94	63,96%	47,49	-62,11
		Abone Başına Düşen Gider	316,48		143,48	-54,66		202,43	-36,04
	Çıktılar	Arıza Bindesi	0,58		0,58	0,00		0,58	0,00
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	46,31		41,22	-10,99		25,10	-45,80

EK-2 (Devam) Girdiye ve çıktıya yönelik VZA sonuçları ve potansiyel iyileştirmeler

Çizelge 32. Girdiye yönelik VZA sonuçları ve potansiyel iyileştirmeler

ERİŞİM ŞEBEKESİ	Girdi Çıktı	Değişkenler	Gerçekleşen	CCR Skor	Hedef	İyileşme	BCC Skor	Hedef	İyileşme
SİVAS	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	54,17	54,94%	29,76	-45,06	67,74%	33,43	-38,29
		Abone Başına Düşen Gider	295,46		162,32	-45,06		200,13	-32,26
	Çıktılar	Arıza Bindesi	0,77		0,77	0,00		0,73	-5,11
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	27,58		23,14	-16,09		23,79	-13,77
ŞANLIURFA	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	33,37	31,54%	10,53	-68,44	70,81%	23,63	-29,19
		Abone Başına Düşen Gider	322		101,57	-68,46		228,01	-29,19
	Çıktılar	Arıza Bindesi	1,69		1,69	0,00		1,01	-40,17
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	62,76		62,76	0,00		27,10	-56,82
ŞIRNAK	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	39,91	34,04%	13,59	-65,95	57,17%	22,82	-42,82
		Abone Başına Düşen Gider	405,16		137,92	-65,96		231,63	-42,83
	Çıktılar	Arıza Bindesi	1,37		1,37	0,00		1,04	-23,89
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	29,45		29,45	0,00		28,34	-3,79
TEKİRDAĞ	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	24,01	100,00%	24,01	0,00	100,00%	24,01	0,00
		Abone Başına Düşen Gider	247,06		247,06	0,00		247,06	0,00
	Çıktılar	Arıza Bindesi	0,70		0,70	0,00		0,70	0,00
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	57,45		57,45	0,00		57,45	0,00
TOKAT	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	43,36	52,92%	22,95	-47,07	76,94%	33,36	-23,06
		Abone Başına Düşen Gider	260,37		137,79	-47,08		200,33	-23,06
	Çıktılar	Arıza Bindesi	0,95		0,95	0,00		0,73	-23,12
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	43,37		25,94	-40,19		23,81	-45,11

EK-2 (Devam) Girdiye ve çıktıya yönelik VZA sonuçları ve potansiyel iyileştirmeler

Çizelge 33. Girdiye yönelik VZA sonuçları ve potansiyel iyileştirmeler

ERİŞİM ŞEBEKESİ	Girdi Çıktı	Değişkenler	Gerçekleşen	CCR Skor	Hedef	İyileşme	BCC Skor	Hedef	İyileşme
TRABZON	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	69,56	39,70%	27,62	-60,29	63,95%	34,56	-50,32
		Abone Başına Düşen Gider	313,5		124,46	-60,30		200,5	-36,04
	Çıktılar	Arıza Bindesi	0,91		0,91	0,00		0,71	-22,08
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	23,16		23,16	0,00		23,16	0,00
TUNCELİ	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	86,43	24,57%	21,23	-75,44	38,76%	33,5	-61,24
		Abone Başına Düşen Gider	531,12		130,48	-75,43		205,87	-61,24
	Çıktılar	Arıza Bindesi	1,15		1,15	0,00		0,77	-33,15
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	17,95		17,95	0,00		17,95	0,00
UŞAK	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	36	72,43%	26,07	-27,58	94,47%	34,01	-5,53
		Abone Başına Düşen Gider	225,99		163,68	-27,57		213,48	-5,54
	Çıktılar	Arıza Bindesi	0,96		0,96	0,00		0,82	-14,74
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	13,47		13,47	0,00		13,47	0,00
VAN	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	75,73	31,32%	23,72	-68,68	52,06%	33,43	-55,86
		Abone Başına Düşen Gider	384,4		120,39	-68,68		200,13	-47,94
	Çıktılar	Arıza Bindesi	0,99		0,99	0,00		0,73	-26,91
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	66,30		32,56	-50,89		23,79	-64,12
YALOVA	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	46,52	100,00%	46,52	0,00	100,00%	46,52	0,00
		Abone Başına Düşen Gider	253,49		253,49	0,00		253,49	0,00
	Çıktılar	Arıza Bindesi	0,81		0,81	0,00		0,81	0,00
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	5,50		5,50	0,00		5,50	0,00

EK-2 (Devam) Girdiye ve çıktıya yönelik VZA sonuçları ve potansiyel iyileştirmeler

Çizelge 34. Girdiye yönelik VZA sonuçları ve potansiyel iyileştirmeler

ERİŞİM ŞEBEKESİ	Girdi Çıktı	Değişkenler	Gerçekleşen	CCR Skor	Hedef	İyileşme	BCC Skor	Hedef	İyileşme
YOZGAT	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	25,26	49,99%	12,63	-50,00	84,58%	21,36	-15,44
		Abone Başına Düşen Gider	284,88		132	-53,66		240,94	-15,42
	Çıktılar	Arıza Bindesi	1,39		1,39	0,00		1,11	-19,75
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	52,46		52,46	0,00		33,56	-36,03
ZONGULDAK	Girdiler	10000 Arızaya Düşen Personel	50,57	56,14%	28,39	-43,86	80,77%	33,43	-33,89
		Abone Başına Düşen Gider	247,77		139,11	-43,86		200,13	-19,23
	Çıktılar	Arıza Bindesi	0,84		0,84	0,00		0,73	-13,92
		Ortalama Arızalı Kalma Süresi	47,11		28,82	-38,82		23,79	-49,51

ÖZGEÇMİŞ

Serdar KOÇAK, 26.02.1978’de Ankara’da doğdu. İlkokulu Ulubey İlkokulu’nda, ortaokulu Ulubey Ortaokulu’nda ve liseyi Ankara Lisesi’nde bitirdikten sonra 1995 yılında Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Endüstri Mühendisliği bölümünde lisans eğitime başladı. 1999 yılında bu bölümü bitirdikten sonra 2000 yılında askerlik hizmetini tamamladı. 2003 yılında Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı’nda yüksek lisans eğitime başladı. 2003 yılından beri Türk Telekom İşletme Dairesi Erişim Şebekeleri İşletme Müdürlüğü’nde Telekom Uzman Yardımcısı olarak çalışmaktadır.