

**TOPLAM FAKTÖR VERİMLİLİĞİ
VE BİLEŞENLERİ**

Mustafa AYDEĞER

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
İSTATİSTİK ANABİLİM DALI**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

ARALIK 2005

ANKARA

**TOPLAM FAKTÖR VERİMLİLİĞİ
VE BİLEŞENLERİ**

Mustafa AYDEĞER

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
İSTATİSTİK ANABİLİM DALI**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

ARALIK 2005

ANKARA

Mustafa AYDEĞER tarafından hazırlanan TOPLAM FAKTÖR VERİMLİLİĞİ VE BİLEŞENLERİ adlı bu tezin yüksek lisans tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Doç.Dr.İhsan ALP
Tez Yöneticisi

Bu çalışma, jürimiz tarafından İstatistik Anabilim Dalında yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan: : Prof Dr. Alptekin ESİN

Üye : Prof.Dr. Hasan BAL

Üye : Prof.Dr. Bilal TOKLU

Üye : Prof.Dr. Hadi GÖKÇEN

Üye : Doç.Dr. İhsan ALP

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

TOPLAM FAKTÖR VERİMLİLİĞİ VE BİLEŞENLERİ**(Yüksek Lisans Tezi)****Mustafa AYDEĞER****GAZİ ÜNİVERSİTESİ****FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ****Aralık 2005****ÖZET**

Toplam faktör verimliliği yada çok faktörlü verimlilik tüm çıktıları ve girdileri tek bir orana düşüren performans ölçüm yaklaşımıdır. Veri Zarflama Analizi(VZA) ise birden fazla girdi ve çıktı durumlarında performans değerlendirmesi yapabilmemizi sağlayan doğrusal programlama teorisinin prensiplerine dayanan ve karar verme birimlerinin göreceli verimliliğini tahmin etmek için tasarlanmış olan parametre dışı bir yöntemdir. Gücüne ve yaklaşık 30 yıllık teorik kurulumuna rağmen halen uygulamacılar, performans değerlendirmesi için çıktı-girdi oranını(kısmi verimlilik) kullanmaktadır. Bu tezin amacı; VZA tarafından sağlanan teknik etkinlik(TE) değeri ve geleneksel kısmi etkinlik(PE) değeri arasındaki ilişkiyi toplam faktör verimliliği yardımıyla teorik ve sayısal olarak göstermek, küreselleşen dünya ekonomisinde Türkiye Cumhuriyeti imalat sanayi verimlilik ve etkinlik gelişimini VZA yardımıyla irdelemektir. Bu tezde kısmi verimlilik, kısmi etkinlik, toplam faktör verimliliği ile teknik etkinlik teorik olarak ilişkilendirmiş olup bu ilişki sayısal olarak da gösterilmiştir. Ayrıca 1990-2001 dönemi Türkiye Cumhuriyeti İmalat Sanayi verimlilik ve etkinlik gelişimi VZA yardımıyla ayrıntılı bir şekilde irdelenmiştir.

Bilim Kodu : 205.1.148
Anahtar Kelimeler : Toplam Faktör Verimliliği, Veri Zarflama Analizi, Kısmi Verimlilik
Sayfa Adedi : 112
Tez Yöneticisi : Doç.Dr. İhsan ALP

TOTAL FACTOR PRODUCTIVITY AND IT'S COMPONENTS**(M.Sc. Thesis)****Mustafa AYDEĞER****GAZI UNIVERSITY****INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY****December 2005****ABSTRACT**

Total factor productivity or multi-factor productivity, aggregates outputs and inputs into a single ratio. Data Envelopment Analysis is a nonparametric method based on Linear Programming principles. Data Envelopment Analysis provide to us assesment performance of multiple inputs and outputs simultaneously. Even though the strength and about 30 years history, most of decision makers still use partial productivity for assesment. The aim of this study to show that relationship between technical efficieny provided by Data Envelopment Analysis and partial efficiency by theoretical and numeric examples with total factor productivity and than reviewing development of productivity and efficiency of Republic of Turkey manufacturing industry in the global world economy. In this thesis the relationship between partial productivity, partial efficiency, total factor productivity and technical efficieny is showed and development of productivity and efficiency of Republic of Turkey manufacturing industry for between years 1990-2001 examine with details.

Science Code : 205.1.148**Key Words : Total factor productivity, Data Envelopment Analysis, Partial Productivity****Page Number : 112****Adviser : Doç.Dr. İhsan ALP**

TEŞEKKÜR

Çalışmalarım boyunca değerli yardım ve katkılarıyla beni yönlendiren Hocam Doç. Dr. İhsan ALP'e , ayrıca İktisatçı Dr. Halit SUIÇMEZ'e , kardeşim Mesut AYDEĞER'e ve manevi destekleriyle beni hiçbir zaman yalnız bırakmayan çok değerli arkadaşlarıma teşekkürü bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	.iii
ABSTRACT.....	.iv
TEŞEKKÜR.....	v
İÇİNDEKİLER	vi
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	ix
ŞEKİLLERİN LİSTESİ	xi
RESİMLERİN LİSTESİ	xii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xiii
1. GİRİŞ	1
2. ANALİTİK ÇERÇEVE	11
2.1. Üretim Olanakları Kümesi	11
2.1.1. Debrue Farrell teknik etkinliği	12
2.1.2. Ölçeğe göre getiri	13
2.1.3. Deneysel üretim olanakları kümesi	14
2.2. Veri Zarflama Analizi Modelleri	16
2.2.1. BCC modeli.....	16
2.2.2. CCR modeli.....	18
2.2.3. Ölçek etkinliği	19
2.3. Uzaklık Fonksiyonları	21
2.4. Literatür İncelemesi.....	24
2.5. Notasyon ve Problem Tanımı.....	25
3. KISMİ ETKİNLİK VE TEKNİK ETKİNLİK ARASINDAKİ İLİŞKİNİN KURULMASI.....	28

	Sayfa
3.1. Giriş.....	28
3.1.1. Toplam faktör verimliliği	28
3.1.2. Kısmi verimlilik ve toplam faktör verimliliği	29
3.1.3. Karlılık ve VZA.....	30
3.1.4. Laspeyres ve Paasche tipi endeksler.....	31
3.2. Kısmi Etkinlik ve Toplam Faktör Verimliliği	35
3.2.1. Karar verme birimi.....	36
3.2.2. Kısmi verimlilik ve toplam faktör verimliliği	36
3.2.3. Kısmi etkinlik ve toplam faktör verimliliği	36
3.3. Görelî Toplam Faktör Verimliliği Farkı ve Veri Zarflama Analizi.....	39
3.3.1. Görelî toplam faktör verimliliği farkının parçaları.....	39
3.3.2. Görelî toplam faktör verimliliği farkının parçalarına ayrılması.....	49
3.4. RTFPD(k,b) ve Veri Zarflama Analizi	63
3.5. Özet.....	68
4. UYGULAMALAR	73
4.1. Tek Girdi-Tek Çıktıdan Oluşan Sistemler için Örnek	73
4.2. İki Girdi-İki Çıktıdan Oluşan Sistemler için Örnek	80
4.3. Yıllar İtibariyle Türkiye İmalat Sanayi Verimlilik ve Etkinlik Gelişimi.....	87
5. SONUÇ.....	105
KAYNAKLAR.....	107
EKLER	109
EK-1. Tek Girdi-Tek Çıktıdan Oluşan Sistemler İçin Verilen Örneğe İlişkin LP Modelleri.....	110
ÖZGEÇMİŞ.....	112

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 3.1. Üç mal üretilen bir ülkeye ilişkin miktar ve fiyat verileri.....	32
Çizelge 3.2. Laspeyres endeksinin hesaplanması.....	34
Çizelge 3.3. Paasche endeksinin hesaplanması.....	35
Çizelge 4.1. Tek Girdi ve Tek Çıktıdan Oluşan Sistemler için sayısal veriler.....	73
Çizelge 4.2. Ölçeğe göre sabit getiri varsayımı altında S^1 ve S^2 üretim olanakları kümelerine ait etkinlik değerleri	74
Çizelge 4.3. Ölçeğe göre değişken getiri varsayımı altında S^1 ve S^2 üretim olanakları kümelerine ait etkinlik değerleri.....	75
Çizelge 4.4. S^1 ve S^2 üretim olanakları kümelerine ait verimlilik, kısmi etkinlik ve teknik etkinlik değerleri	75
Çizelge 4.5. İki Girdi ve İki Çıktıdan Oluşan Sistemler için sayısal veriler.....	80
Çizelge 4.6. Ölçeğe göre sabit getiri varsayımı altında S^1 ve S^2 üretim olanakları kümelerine ait etkinlik değerleri	81
Çizelge 4.7. Ölçeğe göre değişken getiri varsayımı altında S^1 ve S^2 üretim olanakları kümelerine ait etkinlik değerleri	81
Çizelge 4.8. S^1 ve S^2 üretim olanakları kümelerine ait verimlilik, teknik etkinlik değerleri	81
Çizelge 4.9. S^1 ve S^2 üretim olanakları kümelerine ait kısmi etkinlik ve toplam faktör verimliliği değerleri	82
Çizelge 4.10. Yıllar itibariyle Türkiye imalat sanayi etkinlik değerleri.....	91
Çizelge 4.11. Yıllar itibariyle Türkiye imalat sanayi işgücü etkinlik değerleri.....	93
Çizelge 4.12. Yıllar itibariyle Türkiye imalat sanayi sermaye etkinlik değerleri.....	94
Çizelge 4.13. Yıllar itibariyle Türkiye kamu imalat sanayi için etkinlik özet tablosu.....	96
Çizelge 4.14. Yıllar itibariyle Türkiye kamu imalat sanayi işgücü etkinlik özet tablosu.....	97

Çizelge	Sayfa
Çizelge 4.15. Yıllar itibariyle Türkiye kamu imalat sanayi sermaye etkinlik özet tablosu.....	98
Çizelge 4.16. Yıllar itibariyle Türkiye özel imalat sanayi için toplam etkinlik tablosu.....	99
Çizelge 4.17. Yıllar itibariyle Türkiye özel imalat sanayi için işgücü etkinlik tablosu	100
Çizelge 4.18. Yıllar itibariyle Türkiye özel imalat sanayi için sermaye etkinlik tablosu	101
Çizelge 4.19. 2001 yılında Türkiye imalat sanayinde sektörlere ait etkinlik özet tablosu	104

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 1.1. İçerme ve Bilgi Sunma boyutlarının karşılaştırılması.....	8
Şekil 1.2. İçerme ve Bilgi İhtiyacı boyutlarının karşılaştırılması.....	9
Şekil 2.1. Konveksliğin(Dışbükeylik) gösterilmesi.....	14
Şekil 2.2. Gerçekleşebilirlik.....	15
Şekil 2.3. Ölçek Verimliliğinin Grafik Gösterimi.....	19
Şekil 2.4. Tek Girdi-Tek Çıktı İçin Mesafe Fonksiyonu.....	22
Şekil 2.5. Kısmi Etkinlik ve Teknik Etkinliğin İlişkilendirilmesi.....	27
Şekil 3.1. Kâr Değişim Parçalanması.....	30
Şekil 3.2. RTFPD(m,n)'nin Tek Girdi-Çıktı İçin Parçalanması.....	50
Şekil 3.3. İki Girdili Durumlar İçin RTFPD(m,n)'nin Parçalanması.....	55
Şekil 3.4. İki Çıktılı Durumlar İçin RTFPD(m,n)'nin Parçalanması.....	56
Şekil 3.5. Tek Girdi Tek Çıktı İçin RTFPD(k,b)'nin Parçalanması.....	65
Şekil 3.6. İki Girdili Durum İçin RTFPD(k,b) Parçalanması.....	66
Şekil 3.7. İki Çıktılı Durum İçin RTFPD(k,b) Parçalanması.....	66
Şekil 4.1. Tek girdi ve tek çıktı için girdi-çıktı değerleri.....	74
Şekil 4.2. Yıllar itibariyle Türkiye imalat sanayi etkinlik değerleri.....	91
Şekil 4.3. Yıllar itibariyle Türkiye imalat sanayi işgücü etkinlik değerleri	93
Şekil 4.4. Yıllar itibariyle Türkiye imalat sanayi işgücü etkinlik değerleri.....	95
Şekil 4.5. Yıllar itibariyle Türkiye kamu imalat sanayi etkinlik değerleri.....	96
Şekil 4.6. Yıllar itibariyle Türkiye kamu imalat sanayi işgücü etkinlik değerleri.....	97
Şekil 4.7. Yıllar itibariyle Türkiye kamu imalat sanayi sermaye etkinlik değerleri.....	98
Şekil 4.8. Yıllar itibariyle Türkiye özel imalat sanayi etkinlik değerleri.....	100
Şekil 4.9. Yıllar itibariyle Türkiye özel imalat sanayi işgücü etkinlik değerleri.....	101

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 4.1. İmalat sanayi verilerin WinDEAP programına girilmiş hali.....	90
Resim 4.2. İşgücü verilerinin WinDEAP programına girilmiş hali.....	92
Resim 4.3. Sermaye verilerinin WinDEAP programına girilmiş hali.....	94
Resim 4.4. Sektörler itibariyle verilerin WinDEAP programına girilmiş hali	103

SİMGELER VE KISALTMALAR

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

Kısaltmalar	Açıklama
TFV	Toplam Faktör Verimliliği
VZA	Veri Zarflama Analizi
PE	Kısmi Etkinlik
DİE	Devlet İstatistik Enstitüsü
RTFPD	Görelî Toplam Faktör Verimliliği Farkı
LP	Lineer Programlama
RDDUP	Görelî Eksik Üretim Derecesi Farkı
ÖGG	Ölçeğe Göre Getiri
MPSS	En Üretken Ölçek Büyüklüğü
KVB	Karar Verme Birimi
TE	Teknik Etkinlik

1. GİRİŞ

İşletmelerin performanslarının belirlenmesinde, verimlilik ve etkinlik iki önemli ölçüdür. Verimlilik, üretime girenlerle (girdi) üretimden çıkanlar (çıktı) arasındaki oran olarak tanımlanırken; etkinlik, sistemi ve kaynakları maksimum düzeyde kullanarak, minimum çaba veya masraf ile maksimum sonuçlar elde etme kapasitesi olarak ifade edilmektedir (1).

İngilizce de “to produce” fiili üretmek demektir. Bu fiilden türetilen “productivite” kelimesi üretim kabiliyeti, verimlilik anlamlarına gelmektedir. Türkçe’de “prodüktivite” olarak da kullanılan kelime, ilk olarak 1776’da Dr.Quesnay tarafından kullanılmıştır. 1883 yılında Littré prodüktiviteyi üretme kabiliyeti şeklinde tanımlamıştır(2). Verimlilik 1899 yılında ilk olarak Amerikan istatistiklerinde kullanılmış, ancak XX. yüzyılda anlam kazanmıştır. İktisatçı, sosyolog ve mühendisler farklı amaçlarda bu kelimeyi tanımlamışlardır. Verimlilik tanımları genellikle birbirine benzemekle birlikte, aşağıdaki gibi genel bir gösterimle ifade edilebilir (3).

$$\text{Verimlilik} = \frac{\text{Çıktı}}{\text{Girdi}} \quad [1.1]$$

Verimlilik kavramı, üretimde kullanılan girdilerle, üretim faaliyetlerinin sonunda elde edilen çıktılar arasındaki ilişkiyi ifade eder (4).

Amerikan Verimlilik Merkezi’nden George Sadler’in verimlilik tanımı şöyledir (5):

“Verimlilik, bir üretim sürecinde her ikisi de fiziksel büyüklükler ile ölçüler kullanılan kaynaklar başına mal ve hizmet çıktılarıdır”.

Verimlilik, bir maliyet merkezi veya tek bir ürün için ölçülebileceği gibi, tesis, işletme, sistem, endüstri veya ulusal ekonomi düzeyinde de ölçülebilir.

Verimlilik, Büyük Britanya kökenli bir yazar olan Alan Lowlar' a göre ise şöyledir (6):

“Verimlilik, çıktının girdiye oranı olup, kaynakların ne ölçüde etken ve etkili kullanıldığına ilişkin bir ölçüdür. Örgütsel performansın daha çok fiziksel bir ölçümüdür”.

Etkinlik ise, İngilizcedeki “efficiency” kelimesinin karşılığı olarak, çıktının elde edilmesi için kullanılan işçilik, hammadde, malzeme, makine ve teçhizatın ne denli etken kullanıldığını anlatan bir kavramdır.

Önceden tanımlanmış ve saptanmış amaçlara ulaşmak için gerçekleştirilen etkinlik sonucunda bu amaçlara ulaşma derecesini belirleyen bir performans boyutudur (6).

$$\text{Etkinlik} = \frac{\text{Gerçekleşen Çıktı}}{\text{Planlanan Çıktı}} \quad [1.2]$$

Bedri Gürsoy etkinliği şu şekilde tanımlamıştır (7):

“Yapılan her işte verimli sonuç elde etmeye yarayan yöntemlerin tümü.”

Endüstri işletmelerinin kuruluşundaki amaçlarını gerçekleştirmesi, o işletmenin ne kadar etkin çalıştığının göstergesidir. “Amaca ulaşma derecesi” olarak da tanımlanan etkinlik, sistemin çıktılarının amaca uygunluğu ile ölçülür. Ürün istenilen zamanda, istenilen yerde, istenilen özelliklerde olabiliyorsa, bu sistemin etkin olduğunu gösterir. Etkin bir sistemin karakteristik özellikleri şunlardır:

1. Basitlik
2. Esneklik
3. Güvenilirlik
4. Ekonomiklik

Etkin çalışan sistem, daha çok ürün veren sistem değildir. Gereğinden fazla kaynak kullanarak imalatın artması sistemin etkinliğini göstermez. Etkin sistemde girdileri etkin bir şekilde kullanma ve sonucunda da, en yüksek verimi elde etmek söz konusudur.

Verimlilik ve etkinlik kavramlarındaki anlam karışıklığını ortadan kaldırmak için bir örnek verelim. Bir makinenin, dakikada bir parça üretebildiğini ve sekiz saatlik bir vardiyada altı saat (eksik kapasite ile) çalışarak 288 parça ürettiğini varsayalım. Bu makine, altı saatte 360 parça üretebilecek kapasitede iken, 288 parça üreterek %80 etkinlikle çalıştırılabilmiştir. Makine tam kapasite ile sekiz saat çalıştırılabilseydi, 480 parça üretililebilecekti. Bu durumda %60 verimlilikle çalıştırılmıştır. Görüldüğü gibi kapasite kullanımındaki değişimler, verimliliği doğrudan etkilemekte iken, etkinlik etkilenmemiştir. Etkinlikte çalışılan saat dikkate alınırken, verimlilikte kapasite dikkate alınır (1).

Verimlilik ve etkinlik kavramlarına ayrı ayrı tanımlamalar yapılsa da, bir işletme için bu iki kavram iç içe geçmiş durumdadır. İşletmenin etkin çalışması, verimliliğin de artmasına neden olacaktır.

Özet olarak ;

Organizasyonlar kaynakları (girdileri) değerli eşyalar yada hizmetler (çıktılar) üretmek için kullanır. Etkinlik için organizasyonlar bu süreci izlemek ve kontrol etmek zorundadır. Bunu yapmak için temel yaklaşım girdileri ve çıktıları test etmektir. Verimlilik değerleri girdiler ve çıktılar arasındaki ilişkiyi göstermektedir. Etkinlik değerleri ise standart yada en iyi bir durum karşısında ne kadar iyi bir süreç olduğunu söyler. Standartı elde etmek zordur, çünkü standartı elde etmek maliyetli ve zaman alıcıdır yada bazı durumlarda standartı bulma yolu yoktur. En iyi benzer uygulamadan öğrenilen performans ölçümü proses belirlemek için kullanılabilir bir yoldur. Bu tezde performans ölçüm aktivitelerinde verimlilik ve etkinlik ölçümü için farklı yaklaşımlar ve onların olumlu ve olumsuz yönleri belirtilecek. Bir

organizasyonu değerlendirmek, diğer organizasyonlara yada geçmiş tecrübelere bakılarak yapılabilir. Verimlilik ve etkinlik değerleri, performans değerlendirme aktivitelerinde önemli bir rol oynamaktadır. Çünkü bu değerler organizasyonların performanslarının ve potansiyel ilerleme fırsatlarının miktarını göstermektedir.

Verimlilik çıktının girdiye oranı olarak belirlenmektedir. Belirli çıktı ve girdilere bağlı olarak, verimlilik ölçümünün farklı çeşitleri vardır. Bu çeşitler daha sonra anlatılacaktır.

Sadece verimlilik endeksi karar vermek için işe yarar olmayabilir. Örneğin sadece verimlilikle ilgilenirsek, her girdi birimi için 40 çıktılı bir süreçte, hangi çıktı için iyi yada kötü performansı belirleyeceğiz? Verimlilik, sadece rakipler aynı durumlarda karşılaştırıldığında anlamlı olur. Aksine etkinlik görel bir ölçümdür. Görel ölçüm spesifik verimliliğin sınıfındaki en iyi verimliliğe oranıdır. Örneğin eğer bir organizasyon 8 birim girdi kullanarak arzu edilen çıktıyı elde ederken, incelenen organizasyon 10 tane girdi kullanarak aynı çıktıyı elde ediyorsa etkinliğine 0,8 yada %80 diyebiliriz.

Temel verimlilik ve etkinlik değerlerinde farklılıklar vardır. Brinkerhoff ve Dressler geleneksel verimlilik ölçüm metotlarını incelemiş ve geleneksel verimlilik ölçüm metotlarını iki kategoriye ayırmıştır (8) :

1. Kısmi' ye karşı Toplam Faktör Ölçümleri
2. Tek' e karşı Aile Ölçümleri

Gelecek üç bölümde, bu iki kategori altında farklı ölçüm yaklaşımları tanıtılacak ve farklı performans ölçüm metotlarını aşağıdaki boyutlara göre karşılaştıracacağız.

1. İçerme Boyutu : Organizasyonların tüm yönlerini (girdi, çıktı) İçermeli (9).
2. Bilgi Sunma Boyutu : Tutarlı ve basit bilgiler sağlamalı (10).
3. Bilgi İhtiyacı Boyutu : Olabilecek en az bilgiyi kullanmalı.

Kısmi Faktöre Karşı Toplam Faktör Ölçümleri

Kısmi verimlilik

Kısmi verimlilik yada basitçe çıktı-girdi oranı sadece bir çıktı ve bir girdinin oranıdır. Aynı zamanda toplam çıktının bir girdiye oranı da kısmi verimlilik olarak adlandırılır. Göreli karşılaştırma için kullanılabilecek terim ise kısmi etkinlik (PE)'dir. Kısmi etkinlik, ilgilenilen kısmi verimlilik değerinin sınıftaki en iyi kısmi verimliliğe sahip değere oranıdır.

Kısmi verimlilik ölçümü ton/lira gibi orijinal birimlerle hesaplanabilir ve yorumlanması oldukça kolaydır. Kısmi verimlilik yada kısmi etkinlik için ana problem içermekten yoksunluktur. Örneğin bir lokanta düşünelim. Girdiler kira, işgücü, kullanılan malzemeler olsun. Bir kısmi verimlilik değeri saat başına hizmet verilen toplam müşteri sayısı olabilir. Buna göre, eğer A dükkanı müşteri / iş saati ile ilgili olarak, B dükkanından daha iyi ise dükkan sahibi açısından A'nın B'den daha iyi olduğu sonucuna varabilir miyiz ? Bu soruya cevap “ Koşullara bağlıdır” şeklinde olur çünkü bazı dükkan sahipleri kiralara incelenmesi gerektiğini çünkü daha yüksek kiralı yerlerin daha yoğun olacağını ve daha fazla müşteriye sahip olduğunu savunacaktır. Bu noktadan bakınca müşterilere yapılan verimlilik hesabında kira için ödenen miktarlar ihmal edilmemelidir.

Toplam faktör verimliliği

Toplam faktör verimliliği (TFV) yada çok faktörlü verimlilik tüm seçilmiş çıktıları ve girdileri tek bir orana düşürür. Bu oran Türkçe yazımda iktisadilik veya verimlilik, teknik ve ekonomik olarak ele alındığında ekonomik verimlilik olarak da adlandırılır. Oranın hem pay hem de paydası parasal değerlerle ifade edilen büyüklüklerdir. Lokanta örneği için toplam faktör verimliliği aşağıdaki gibi ölçülebilir:

Hizmet Edilen Müşterilerden Elde Edilen Toplam Gelir

[1.3]

f (kira, işgücü, kullanılan malzeme)

Bu değer tüm girdileri ve f fonksiyonu ile bu girdilerin toplamını içermektedir. Eğer hizmet edilen müşteri sayısı gerçekten tek çıktı ise, Eş.1.3 lokantanın tüm yönlerini göstermektedir. Ayrıca Eş.1.3' deki $f(.)$ fonksiyonu toplam prosesi göstermektedir. Eğer fiyat bilgisi mevcut ise, toplam proses parasal birim olarak hesaplanabilir. Böylece lokanta örneğindeki toplam faktör verimliliği Eş.1.3 aşağıdaki gibi yeniden yazılabilir:

Hizmet Edilen Müşterilerden Elde Edilen Toplam Gelir

[1.4]

(kira maliyeti+ işgücü maliyeti+ kullanılan malzeme maliyeti)

Toplam faktör verimliliği ya öncelikli ağırlıklara (endeks numaraları yaklaşımları olarak) yada girdiler ve çıktılar arasındaki fonksiyonel ilişkilere ihtiyaç duyar. Genellikle öncelikli olarak ağırlıkları belirlemek karar vericiler için zordur. Çünkü fiyatların sürekli değişmesinin yanında doğal olarak bazı girdiler ve çıktılar için fiyat yoktur yada fiyat biçilmesi çok zordur. Sonuç olarak ağırlıklandırma süreci genellikle objektif olmaktan daha çok subjektiftir. Kar amacı gütmeyen organizasyonlar hizmetlerini satmadıkları için yada hizmetlerinin fiyatlarını belirlemesi zor olduğu için ağırlıkları bulmak daha zordur. Çünkü gerçek girdi-çıktı dönüşüm süreci tek bir fonksiyon tarafından belirlenmek için çok karmaşıktır ve önerilen bir fonksiyon içermeme riskine sahiptir.

Veri zarflama analizi

Veri Zarflama Analizi literatürdeki adıyla Data Envelopment Analysis (DEA) çok girdi ve çok çıktı bir süreç için doğrusal programlama teorisinin prensiplerine dayanan parametre dışı bir yöntemdir. Veri Zarflama Analizi 1978 yılında Charnes ve arkadaşları tarafından sunulan, göreceli olarak daha yeni ve farklı bir yaklaşımdır. Karar verme birimlerinin göreceli etkinliklerinin değerlendirmesi için tasarlanmış

matematiksel programlama metodudur. VZA çok sayıda girdileri ve çıktıları aynı anda değerlendirebilir. Ayrıca VZA , TFV'nin aksine ağırlıklandırmaya yada fonksiyonel bir forma ihtiyaç duymaz. Belirli karar verme birimi için verimliliğin hesaplanması yerine VZA deneysel üretim olanakları kümesi ve etkinlik sınırı üretmek için matematiksel programlama kullanır ve sınır üstündeki “gerçek üretici” ile karşılaştırarak karar verme birimi için tek bir etkinlik değeri verir.

Teke Karşı Aile Ölçümleri

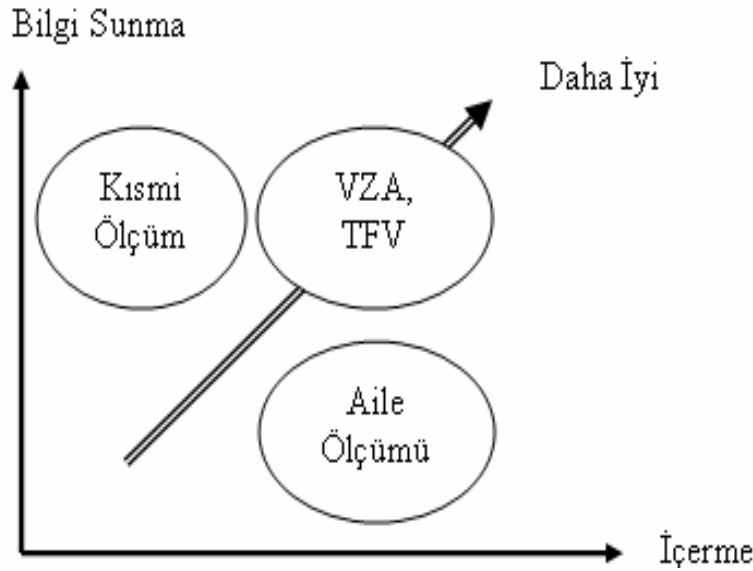
Performans ölçümü için diğer bir kategori ise teke karşı aile ölçümüdür. Tek ölçüm yaklaşımı karar verme biriminin performansını göstermek için tek bir endeks kullanır. TFV, VZA ve tek kısmi verimlilik ölçümlerinin hepsi tek endeks ile ölçüm yapar.

Tek ölçüm yaklaşımının aksine aile verimlilik ölçümü kısmi verimlilik değerlerinin bir kümesini kullanır. Küme karar verme birimlerine ilişkin tüm yönleri gösterir. Lokanta örneğinde , aile ölçümü üç kısmi verimlilik değerinden oluşur.

<u>Hizmet Edilen Toplam Müşteri Sayısı</u>	[1.5]
Kira	

<u>Hizmet Edilen Toplam Müşteri Sayısı</u>	[1.6]
İşgücü (çalışma saati)	

<u>Hizmet Edilen Toplam Müşteri Sayısı</u>	[1.7]
Kullanılan malzeme	



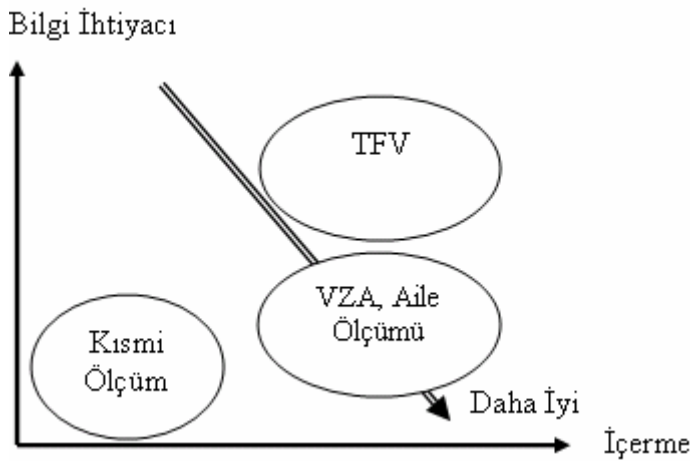
Şekil 1.1. İçerme ve Bilgi Sunma boyutlarının karşılaştırılması

Buradaki asıl dezavantaj; ailedeki kısmi ölçümler genellikle her bir değerle tutarlı değildir. Farklı ölçümler farklı tanımlara neden olabilir ve bazen farklı yönlerde de olabilir. Örneğin lokanta için; bir lokanta diğer lokanta ile karşılaştırılırken Eş. 1.5’de %95 olarak iyi görülebilir ancak Eş. 1.6 ve Eş. 1.7 ‘de sırasıyla %25 ve %40 değerleriyle çok kötü olabilir. Bu durumda bu lokantanın performansının iyi mi, kötü mü olduğu sorusuna ve toplam performansı nasıl sorusuna cevap vermemiz mümkün olmayacaktır (11).

Farklı Ölçümlerin Karşılaştırılmasının Özeti

Şekil 1.1, İçerme ve Bilgi Sunma Boyutunu temel alan yukarda sunulan farklı yaklaşımları karşılaştırmaktadır. İyi performanslı ölçüm yaklaşımı yüksek içerme ve bilgi sunmaya sahip olmalıdır. Aile kısmi ölçümleri içermede iyi ama bilgi sunma boyutun da zayıftır. Aksine tek kısmi ölçüm bilgi sunma boyutunda iyi ama içermede zayıftır. VZA ve TFV bu iki boyutta da yüksek değerlere sahiptir (Her ikisi de tüm değerleri içerir ve her bir karar verme birimi için tek bir sonuç verir).

Şekil 1.2, İçerme ve Bilgi İhtiyacı Boyutunu göstermektedir. Düşük bilgi ihtiyacı iyidir, çünkü bu değerlendirmeyi kolaylaştırır. Tek kısmi ölçüm bu konuda en iyidir, çünkü sadece bir girdi ve bir çıktıya ihtiyaç duyar. Buna karşın VZA, TFV ve aile kısmi verimlilik oranları daha fazla girdi ve daha fazla çıktı faktörlerini inceler. Bu yüzden bilgi ihtiyacı daha fazladır. Kısmi ölçümler bilgi ihtiyacında güçlü iken bu içerme boyutunda zayıflığa yol açmaktadır. Çünkü eğer sistem birden fazla girdi çıktı kullanıyorsa, tek girdi ve tek çıktı sistemi tam olarak temsil etmeyi garanti edemez. Diğer taraftan benzer içerme seviyelerini temel alan VZA ve Aile kısmi ölçümü bilgi ihtiyacı bakımından TFV'den daha iyidir. Çünkü hiçbirisi toplamsal veri istemez (Ayrıca TFV fiyat bilgisi de istiyor, VZA bu veriye ihtiyaç duymaz).



Şekil 1.2. İçerme ve Bilgi İhtiyacı Boyutlarının incelenmesi

Şekil 1.1 ve Şekil 1.2 ye göre VZA; kısmi verimlilik, aile ölçümleri ve TFV'nin kusurlarını üç kritere göre de aşmaktadır.

Kısmi verimlilik değerleri ile karşılaştırıldığında VZA özellikle Bilgi Sunma, İçerme ve Bilgi İhtiyacı boyutları bakımından istenen bir çok özelliğe sahiptir. Bu avantajlarına karşın ve yaklaşık 30 yıllık geçmişine rağmen çoğu uygulamacı halen kısmi ölçümleri kullanmaktadır. VZA'nın kullanılmasındaki en büyük engel VZA'nın anlaşılmasının ekonomik ve matematiksel programlama bilgisi gerektirdiğine olan inanç ve VZA'nın sonuçlarının daha az sezgisel olduğuna olan inançlardır. İki konuyu birleştirmek ve uygulamacılar için VZA'yı basitleştirmek

için VZA tarafından hesaplanan etkinlik değeri ve kısmi etkinlik değeri arasındaki ilişki açıklanmalıdır.

Bu tezin ana amacı, VZA tarafından sağlanan etkinlik değeri ve kısmi verimlilik değeri arasındaki ilişkiyi teorik ve sayısal olarak göstermek, küreselleşen dünya ekonomisinde Türkiye Cumhuriyeti İmalat sanayi verimlilik ve etkinlik gelişimini irdelemektir. Kısmi etkinlik ve VZA arasındaki farkı daha iyi anlamaya ve kısmi etkinlikten VZA' ya teorik bir yapı kurmaya çalışacağız. Bu iki yaklaşım arasındaki ilişkiler ve farklılıkların bilgisiyle kullanıcılar kendi uygulamaları için uygun yaklaşımı seçebilecektir.

2. ANALİTİK ÇERÇEVE

VZA, öncelikli bir üretim fonksiyonu olmadan üretim olanakları kümesi kavramını kullanan parametredışı üretim analizi yaklaşımıdır. VZA'yı üretim olanakları kümesi ile başlayarak tanıtaacağız ve ondan sonra ekonomideki üretim olanakları kümesi ile ilişkili bazı kavramları göstereceğiz. Ölçeğe göre getiri ve teknik etkinlik kavramları üretim olanakları kümesi çerçevesinde karakterize edilecektir. VZA için gözlemleri kullanan ve üretim olanakları kümesi tahmini için varsayımları koruyan ve teknik etkinliği belirleyen bir Lineer Programlama(LP) modeli kurulacaktır.

Analitik çerçeveyi tamamlamak için iki ek kavram tanıtılacaktır: Ölçek etkinliği (ölçeğin ekonomisi), LP formülasyonuna uygun kısıt eklenerek VZA modeline katılabilir. Son olarak da genel uzaklık fonksiyonu, sadece girdi – çıktı kümesi değil tüm olası hipotez karışımlarının üretim olanakları kümesinin sınırına olan uzaklığın ölçümü olarak belirlenir.

Bu kesimde, kısmi verimlilik ve VZA arasında ki ilişkiye ilişkin literatürler incelenecek. Notasyonlar, biçimsel tanımlar ve önerilen yaklaşımlar gösterilecektir.

2.1. Üretim Olanakları Kümesi

Bu kesimde tanıtılan notasyonlar ve terminolojiler üretim ekonomisine ait standartlara uygundur.

Girdi kümesi I ve çıktı kümesi J ile gösterebiliriz. $\mathbf{x}$, $|I| \times 1$ boyutlu pozitif girdi vektörünü ve $\mathbf{y}$, $|J| \times 1$ boyutlu pozitif çıktı vektörünü gösteririz. Üretim olanakları kümesi T aşağıdaki gibi tanımlanır.

$$T \equiv \{ (\mathbf{x}, \mathbf{y}) : \text{çıkıtı } \mathbf{y} \text{ girdi } \mathbf{x} \text{ tarafından üretilebilir.} \} \quad [2.1]$$

$\mathbf{x}$ girdi vektörüne ilişkin $\mathbf{y}$ çıktı kümesi aşağıdaki gibi tanımlanır:

$$P(x) \equiv \{ y: (x, y) \in T \} \quad [2.2]$$

Çıktı kümesi $P(x)$ için sınır :

$$\partial P(x) \equiv \{ y: y \in P(x), \alpha y \notin P(x), \alpha > 1 \} \quad [2.3]$$

Aynı yolla verilen çıktı vektörü y 'ye karşılık gelen girdi kümesi $L(y)$ aşağıdaki gibi tanımlanır.

$$L(y) \equiv \{ x: (x, y) \in T \} \quad [2.4]$$

Girdi kümesi $L(y)$ için sınır :

$$\partial L(y) \equiv \{ x: x \in L(y), \alpha x \notin L(y), \alpha < 1 \} \quad [2.5]$$

Bu kesimde ölçeğe göre getiri ve etkinlik gibi bazı kavramlar üretim kümesi çerçevesinde tanıtılacaktır. Ayrıca deneysel üretim olanakları kümesi gösterilecektir (11,12,13).

2.1.1. Debreu- Farrell teknik etkinliği

Debreu ve Farrell teknik etkinliğin (TE) radyal ölçümünü geliştirmiştir. Girdi yönlü ve çıktı yönlü modeller olmak üzere iki çeşit teknik etkinlik vardır. Girdi yönlü modeller verilen çıktı seviyesini koruyarak mevcut kullanılan girdilerin ne kadar azaltılabileceğini ölçer. Girdi yönlü modellerden elde edilen değerler mevcut çıktıya ulaşmak için kullanılan girdilerin ne kadar azaltılabileceğini gösteren bir orandır.

Bir $(x,y) \in T$ olan KVB için , girdi yönlü model şöyle ifade edilebilir:

$$\min \{ \alpha : (\alpha x, y) \in T \} \quad \text{yada} \quad \min \{ \alpha : \alpha x \in L(y) \} \quad [2.6]$$

Çıktı yönlü model ise mevcut girdileri kullanırken çıktıların arttırılabileceği maksimum oranı gösterir. Çıktı yönlü modellerden elde edilen değerler artırımdan sonraki ulaşılacak maksimum çıktıyı gösterir.

Bir $(x,y) \in T$ olan KVB için, çıktı yönlü model şöyle ifade edilebilir:

$$[\max\{\beta : (x, \beta y) \in T\}]^{-1} \text{ yada } [\max\{\beta : \beta y \in P(x)\}]^{-1} \quad [2.7]$$

Örneğin, eğer $\beta^* = 1,20$ ise $y^* = y.1,20$ olacak başka bir $(x,y^*) \in T$ bulmak mümkündür. Bu ise, mevcut girdilerin kullanılarak çıktıların seviyesinin %120'sine artırılmasıyla mümkündür ve (x,y) sadece $1/1.20=0,83$ (yada %83) girdi etkinliğidir. Böylece $\alpha^* \leq 1$ ve $\beta^* \geq 1$ olduğunu biliyoruz. $\alpha^* = 1$ yada $\beta^* = 1$ ise (x,y) sırasıyla girdi ve çıktı teknik etkinliğini gösterir (14,15).

2.1.2. Ölçeğe göre getiri

Ölçeğe göre getiri girdilerdeki artış/azalış 'a karşılık çıktılardaki artış/azalış arasındaki ilişkiyi gösterir. Eğer $y \in \partial P(x)$, (x,y) üretim olanakları kümesi sınırı üstünde ise ölçeğe göre getiri ÖGG (x,y, α) aşağıdaki gibi ifade edilebilir.

$$\text{ÖGG}(x,y, \alpha) \equiv \frac{\max\{\beta : (\alpha x, \beta y) \in T\}}{\alpha} \quad [2.8]$$

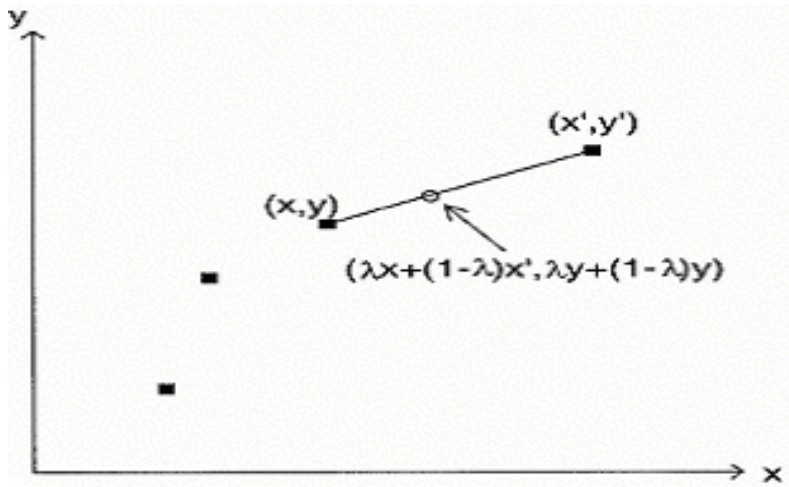
ÖGG $(x,y, \alpha)=1$ ise ölçeğe göre sabit getiri vardır denir ve bu durumda girdi değiştiğinde çıktıda aynı yönde ve aynı miktarda değişir. Yani girdiler α kadar artırıldığında çıktılarda α kadar artar. Eğer ÖGG $(x,y, \alpha) > 1$ ise ölçeğe göre artan getiri vardır denir ve girdi arttırıldığında çıktı girdiden daha fazla artar. Son durum ise ÖGG $(x,y, \alpha) < 1$ ise ölçeğe göre azalan getiri vardır ve girdiler artırıldığında çıktılar girdilerden daha az artar.

2.1.3. Deneysel üretim olanakları kümesi

Uygulamada T gerçek üretim olanakları kümesi bilinemez. Buna karşın gözlemler kümesinden tahmin edilebilir. Gözlem kümesi $S, \{(x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots, (x_s, y_s)\}$ burada x_k, y_k pozitif girdi-çıktı vektörleridir. Üretim olanakları kümesinin özellikleri aşağıdadır.

Aksiyom 2.1. (Dışbükeylik) : Eğer $(x, y) \in T$ ve $(x', y') \in T$ ise, $(\lambda x + (1-\lambda)x', \lambda y + (1-\lambda)y') \in T$, her $\lambda \in [0, 1]$ için sağlanır.

Bu aksiyom Şekil 2.1 'de tek girdi-tek çıktı bir örnek için gösterilmiştir. Bu durumda değerler gözlemlenmiş KVB'leridir ve tabi ki T 'nin elemanıdır.



Şekil 2.1. Konveksliğin (Dışbükeylik) gösterilmesi

Aksiyom 2.1'e göre (x, y) ve (x', y') arasındaki bölüm üretim olanakları kümesi T 'ye aittir.

Aksiyom 2.2. $(x', y') \in T$, eğer $(x, y) \in T$, $x' \geq x$ ve $y' \leq y$

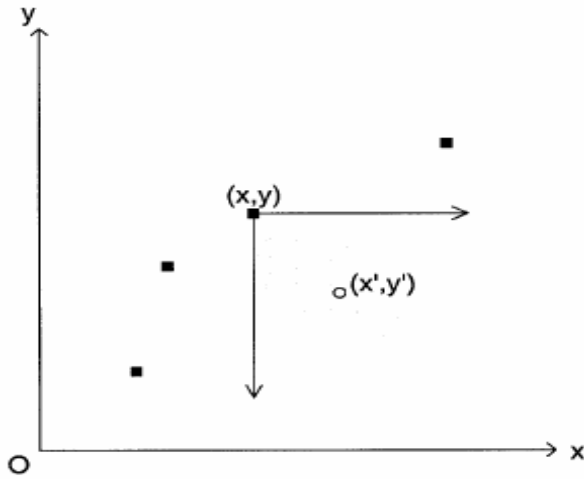
Şekil 2.2'de aynı basit tek girdi-tek çıktı örneğini kullanarak; verilen (x, y) gözlemleri, herhangi (x', y') noktası üretim olanakları kümesi olacaktır.

Aynı üretim durumunda, Aksiyon 2.2'ye göre, daha fazla kaynak kullanılarak aynı çıktı yada aynı girdilerle daha az çıktı mümkün olabilir.

Aksiyom 2.3. Gözlemler $(x_k, y_k) \in T$, tüm $k \in S$ için, deneysel üretim olanakları kümesi mevcut gözlemlerden elde edilir.

Aksiyom 2.4. Eğer üretim olanakları kümesi T' Aksiyom 2.1, 2.2 ve 2.3' ü sağlar ise $T \subseteq T'$ dır.

Bu aksiyom, deneysel üretim olanakları kümesi S' tarafından tahmin edilebilen en küçük olası üretim olanakları kümesini gösterir anlamına gelir. Farz edelim ki S ve Aksiyon 2.1, 2.2 ve 2.3 kullanılarak T tahmin edilebilsin. Herhangi T' 'yi içeren T' Aksiyon 2.1, 2.2 ve 2.3 'ü sağlayacaktır. T , T' nin ufak bir parçası olsa bile. Bu yüzden bu aksiyom;



Şekil 2.2. Gerçekleşebilirlik

X , $k \in S$ olmak üzere k . Karar Verme Birimi için, $|X|$ boyutlu girdi vektörü ve Y , $k \in S$ olmak üzere k . Karar Verme Birimi için, $|Y|$ boyutlu çıktı vektörü, λ ise $|S|$ boyutlu negatif olmayan vektördür. Deneysel üretim olanakları

kümesi (gözlem kümesi S tarafından oluşturulmuş) T^S $|S|$ negatif olmayan değişkenlerde lineer eşitsizliklerin bir kümesi olarak ifade edilebilir.

$$T^S \equiv \{(x, y) : X \lambda \leq x, Y \lambda \geq y, 1 \lambda = 1, \lambda \geq 0\} \quad [2.9]$$

$\tilde{x}$ girdi vektörü verildiğinde, deneysel çıktı kümesi ;

$$P^S(\tilde{x}) \equiv \{y : X \lambda \leq \tilde{x}, Y \lambda \geq y, 1 \lambda = 1, \lambda \geq 0\} \quad [2.10]$$

$\tilde{y}$ çıktı kümesi verildiğinde, deneysel girdi kümesi ;

$$L^S(\tilde{y}) \equiv \{x : X \lambda \leq x, Y \lambda \geq \tilde{y}, 1 \lambda = 1, \lambda \geq 0\} \quad [2.11]$$

2.2. Veri Zarflama Analizi Modelleri

Esas olarak, VZA modelleri deneysel üretim olanakları kümesi ve Debreu-Farrell teknik etkinlik kavramlarını kullanır. Farklı varsayımlara dayanan bir çok farklı model vardır. Burada en çok kullanılan CCR (Charnes, Cooper ve Rhodes) ve BCC (Banker, Charnes ve Cooper) modellerinden bahsedeceğiz.

2.2.1. BCC modeli

Banker, Charnes ve Cooper 'ın 1984'de tanıttıkları VZA'nın BCC modelidir. BCC modelinin bir versiyonu, mevcut olan çıktı seviyesini karşılayabilecek şekilde girdileri minimize etmeyi amaçlayan girdi-yönlü model (BCC-I), bir diğer versiyonu ise gözlemlenmiş girdilerden daha fazlasını talep etmeyecek şekilde çıktıları maksimize etmeyi amaçlayan çıktı- yönlü (BCC-0) modeldir.

Girdi yönlü BCC modeli (BCC-I)

$$\min_{\theta, \lambda} \theta$$

kısıtlar

$$X \lambda \leq \theta x_k$$

$$Y \lambda \geq y_k \quad [2.12]$$

$$1 \lambda = 1$$

$$\lambda \geq 0$$

Çıktı yönlü BCC modeli (BCC-0)

$$\max_{\phi, \lambda} \phi$$

kısıtlar

$$X \lambda \leq x_k$$

$$Y \lambda \geq \phi y_k \quad [2.13]$$

$$1 \lambda = 1$$

$$\lambda \geq 0$$

Eş. 2.12 ve Eş. 2.13 'de yer alan (x_k, y_k) vektörleri performansı değerlendirilen karar verme birimleridir (16).

Örneğin $\theta^*=0,75$ ise k. KVB için girdi etkinliği 0,75 yada %75 'dir ve bu değer mevcut çıktı seviyesi korunarak girdilerin 0,75 yada %75'ine azaltılabileceğini gösterir.

Benzer şekilde $\phi^*=1,43$ ise k. KVB mevcut girdilerle, çıktılarını %143 yada 1,43 kadar arttırabilir.

Her iki modelde optimum çözüm $(x \lambda^*, y \lambda^*)$ en iyi durumdur. $(x \lambda^*, y \lambda^*)$ çözümü T kümesi içindedir ve "gerçek üretici" olarak adlandırabiliyoruz. Örneğin $\theta^*=0,75$ ise aynı çıktı seviyesini koruyarak girdileri 0,75 yada %75 düzeyine azaltabiliriz. Çünkü $(x \lambda^*, y \lambda^*)$ koşullarını sağlayan gerçek üretici bulunabilir.

2.2.2. CCR modeli

Diğer popüler model olan CCR Modeli ise Charnes, Cooper ve Rhodes tarafından 1978’de sunulmuştur. Bu modelin BCC modelinden farkı ise ölçeğe göre sabit getiri varsayımına sahip olmasıdır. Ölçeğe göre sabit getiri olduğunda, girdileri bir kat arttırdığımızda, çıktılarda bir kat artacaktır. Aynı yolla eğer girdiler yarıya düşürülürse, çıktılarda yarıya düşer. Sonuç olarak CCR modeli ölçeğe göre sabit getirili model olarak da görülür. BCC ise ölçeğe göre değişken getirili model olarak (VRS) görülür. CCR modelinin bir versiyonu, mevcut olan çıktı seviyesini karşılayabilecek şekilde girdileri minimize etmeyi amaçlayan girdi – yönlü model (CCR-I), bir diğer versiyonu ise gözlemlenmiş girdilerden daha fazlasını talep etmeyecek şekilde çıktıları maksimize etmeyi amaçlayan çıktı-yönlü (CCR-0) modeldir.

Girdi yönlü CCR modeli (CCR-I)

$$\min_{\theta, \lambda} \theta$$

kısıtlar

$$X \lambda \leq \theta x_k \quad [2.14]$$

$$Y \lambda \geq y_k$$

$$\lambda \geq 0$$

Çıktı yönlü CCR modeli (CCR-0)

$$\max_{\phi, \lambda} \phi$$

kısıtlar

$$X \lambda \leq x_k$$

$$Y \lambda \geq \phi y_k \quad [2.15]$$

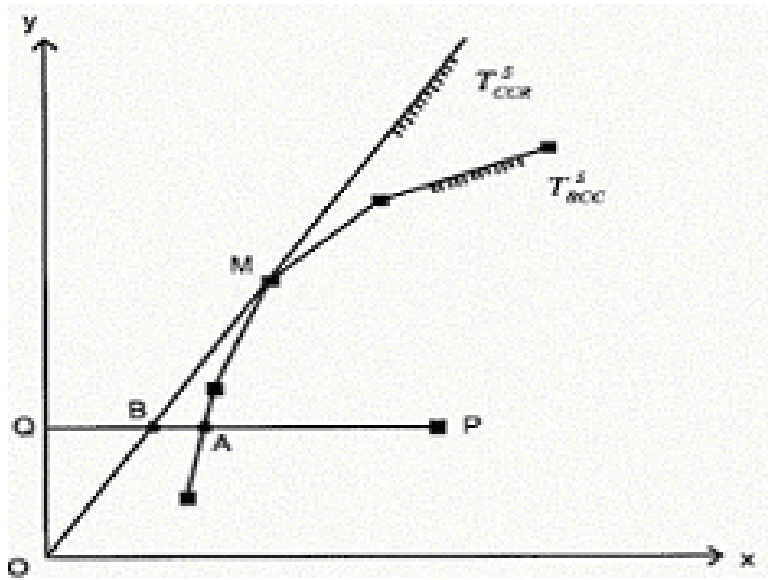
$$\lambda \geq 0$$

Farklı gözlem kümeleri ve farklı varsayımlar farklı deneysel üretim olanakları kümesi oluşturur. Bu yüzden, deneysel üretim olanakları kümesi gözlemler kümesi S ‘yi ve BCC modelini kullandığı için T_{BCC}^S olarak gösterilebilir. T_{BCC}^S karşılık gelen deneysel

girdi kümesi ise $P_{BCC}^S(\tilde{x})$, deneysel çıktı kümesi ise $L_{BCC}^S(\tilde{y})$ 'dir. Benzer şekilde CCR modeli kullanılırsa deneysel üretim olanakları kümesi T_{CCR}^S , deneysel girdi kümesi ise $P_{CCR}^S(\tilde{x})$, deneysel çıktı kümesi ise $L_{CCR}^S(\tilde{y})$ 'dir (11,17).

2.2.3. Ölçek etkinliği

BCC ve CCR modellerinden elde edilen optimum değerler karşılaştırıldığında $\theta_{CCR}^* \leq \theta_{BCC}^*$ ve $\phi_{CCR}^* \geq \phi_{BCC}^*$ olduğu görülecektir. Çünkü BCC modelinde yer alan konvekslik kısıtı CCR modeline göre çözüm kümelerini azaltır. Ayrıca CCR modelleri ölçeğe göre sabit getiri varsayımı altındadır. Bu yüzden CCR modellerinden elde edilen değerler teknik etkinlik ve ölçek etkinliğinin ürünüdür ($\theta_{CCR}^* = \theta_{BCC}^* \cdot \text{Ölçek Etkinliği}$). Ölçek etkinliği bir KVB'nin en üretken ölçek büyüklüğünden (MPSS) ne kadar uzakta olduğunu ölçer. Banker en üretken ölçek büyüklüğünü (MPSS) aşağıdaki gibi tanımlamıştır.



Şekil 2.3. Ölçek Verimliliğinin Grafik Gösterimi

Şekil 2.3'de bir girdi ve bir çıktılı bir örneği göstermektedir. T_{CCR}^S ve T_{BCC}^S sırasıyla CCR ve BCC modellerini temel alan deneysel üretim olanakları kümesidir. T_{BCC}^S

sınırı üstündeki noktalar gözlemlenmiş veri noktalarıdır ve M noktası girdinin her birimi için çıktının maksimum miktarına sahip olduğu için en üretken ölçek büyüklüğüdür (MPSS). OM' nin eğimine eşittir. Diğer noktalar ise orijinle birleştirildiğinde daha az eğime sahiptir. Örneğin A noktası için OA'nın eğimi OM'nin eğiminden daha azdır.

Ölçeğe göre sabit getiri varsayımına göre, eğer girdi-çıkı seti uygulanabilir ise bu kümenin herhangi bir ölçek artışı yada ölçek azalışı uygulanabilirdi. CCR modelinin sınırı; küçük üretim seviyesinin ölçeğinin artırılmasıyla yada yüksek önemli KVB'nin ölçeğinin azaltılmasıyla elde edilebilir. Şekil 2.3'de T_{CCR}^S 'in sınırı MPSS olan M ile elde edilir. Ölçeğe göre sabit getiri varsayımı altında ve sınır üstündeki tüm noktalar girdinin her birimi için maksimum çıktı oranını verir. Bu MPSS'dir.

Örneğin Şekil 2.3'de P'yi alırsak, A etkinlik sınırı üstünde projeksiyon (tahmin) olsun. Bu sınır değişken ölçeğe göre değişken getiri varsayımını temel almaktadır ve ölçek endişesi yoktur. Bu yüzden girdi etkinlik değeri $\theta_{BCC}^* = \frac{QA}{QP}$ (saf) teknik etkinliktir. B tüm noktaları MPSS olan T_{CCR}^S 'in sınırı üstünde P'nin tahminidir. Aralık AB MPSS'ye ulaşmanın başarısızlığından dolayıdır ve $\frac{QB}{QA}$ ölçek etkinliği olarak ölçülür (4,5,11).

$$\theta_{CCR}^* = \frac{QB}{QP} = \frac{QA}{QP} \frac{QB}{QA} = \theta_{BCC}^* \times (\text{Ölçek Etkinliği}) \quad [2.16]$$

$$\text{yada Ölçek Etkinliği} = \frac{\theta_{CCR}^*}{\theta_{BCC}^*} \quad [2.17]$$

2.3. Uzaklık Fonksiyonu

Uzaklık fonksiyonları ilk olarak Shephard tarafından sunulan, herhangi belli girdi-çıkı seti (x,y) nin spesifik üretim olanakları kümesinin sınırına uzaklığını ölçmek için kullanılan fonksiyonlardır. Uzaklık fonksiyonları, maliyet minimizasyonu yada kar maksimizasyonu gibi davranışsal bir hedef belirlemeye gerek olmaksızın, çoklu girdi ve çoklu çıktı içeren bir üretim teknolojisini tanımlamaya olanak tanır. Hem girdi uzaklık fonksiyonları, hem de çıktı uzaklık fonksiyonları tanımlanabilir. Burada (x,y) üretim olanakları kümesi T 'nin içinde olmaya ihtiyaç duymamaktadır ve herhangi bir hipotetik girdi-çıkı karışımı olabilir. Girdi uzaklık fonksiyonu aşağıdaki gibi belirlenebilir.

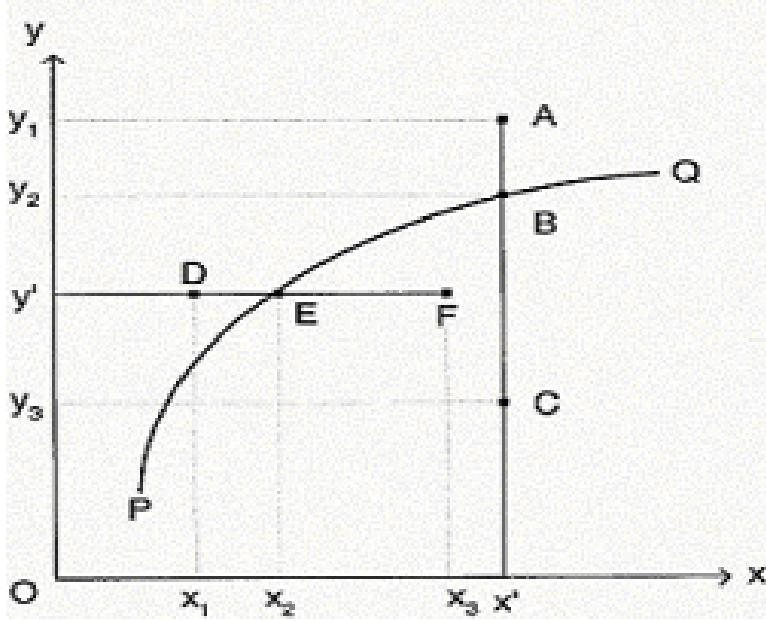
$$D_I(x,y) \equiv \max \left\{ h : \frac{x}{h} \in L(y) \right\} \quad [2.18]$$

Eş.2.18 ne kadar girdi x , girdi kümesinin $(L(y))$ sınırı üstünde yer alması için ölçeğin ne kadar azaltılabileceğini yada arttırılabileceğini ölçer. Burada şunu belirtmek gerekir ki uzaklık fonksiyonu yalnızca x ışıını $L(y)$ ile kesiştiğinde anlamlıdır. Aksi taktirde $h=0$ 'ı elde edeceğiz ve eğer $y=0$ ise $L(0)$ ve $h=\infty$ 'a sahibiz. Anlamlı uzaklık için biz $h \in \mathbb{R}^+$ 'ya sahibiz ve

1. Eğer $D_I(x,y) \geq 1$ ise $(x,y) \in T$
2. Eğer $D_I(x,y) < 1$ ise $(x,y) \notin T$
3. Eğer $D_I(x,y)=1$ ise x , $L(y)$ 'nin sınırı üstündedir ($\partial L(y)$).

Bunu bir girdi-bir çıktı örneği ile Şekil 2.4'de gösterebiliriz. Bu durumda üretim olanakları kümesi T , PQ eğrisi altındaki alandır. Verilen çıktı y' için, girdi kümesi $(L(y'))$ x_2 'den daha az olmayan tüm x değerlerdir, bu yüzden E ve F , T 'dedir ama D değildir. Bu durumda biz $x_2 \in \partial L(y')$ ye sahibiz ve D , E ve F için uzaklık

fonksiyonları $\frac{x_k}{h} = x_2$ $k=1,2,3$ h değişkeni ile, eşitlik çözülerek kolayca hesaplanabilir. Biz burada aşağıdaki eşitliklere sahibiz;



Şekil 2.4. Tek girdi ve tek çıktı için mesafe fonksiyonu

D noktası için uzaklık fonksiyonu değeri, $D_I(x_1, y') = \frac{x_1}{x_2}$,

E noktası için uzaklık fonksiyonu değeri, $D_I(x_2, y') = \frac{x_2}{x_2}$,

F noktası için uzaklık fonksiyonu değeri, $D_I(x_3, y') = \frac{x_3}{x_2}$ şeklindedir.

Şekil 2.4'den $x_1 < x_2 < x_3$ olduğunu bildiğimizden dolayı, bu $D_I(x_1, y') < 1$, $D_I(x_2, y') = 1$ ve $D_I(x_3, y') > 1$ 'e neden olur.

Benzer şekilde çıktı uzaklık fonksiyonu ne kadar çıktı y $P(x)$ 'in sınırı üstünde yer almak için ölçeğinin arttırılması yada azaltulmasını ölçer. Aşağıdaki eşitlik ile elde edilebilir:

$$D_0(x,y) \equiv \min\{h : \frac{y}{h} \in P(x)\} \quad [2.19]$$

ve girdi uzaklık fonksiyonuna benzer özelliklere sahibiz:

1. Eğer $D_0(x,y) \leq 1$ ise $(x,y) \in T$,
2. Eğer $D_0(x,y) > 1$ ise $(x,y) \notin T$,
3. Eğer $D_0(x,y) = 1$ ise y , $P(x)$ 'in sınırı üstündedir ($\partial P(x)$).

Şekil 2.4'de verilen girdi x' , girdi kümesi $P(x')$ için, tüm y 'lerdir ki y_2 'den daha büyüğü yoktur. Bu yüzden B ve C T 'dedir ama A değildir. Bu durumda $y_2 \in \partial P(x')$ ve A, B ve C için uzaklık fonksiyonları $\frac{y_k}{h} = y_2$ $k=1,2,3$ eşitliği çözülerek kolayca hesaplanabilir.

$$A \text{ noktası için uzaklık fonksiyonu, } D_0(x', y_1) = \frac{y_1}{y_2}$$

$$B \text{ noktası için uzaklık fonksiyonu, } D_0(x', y_2) = \frac{y_2}{y_2}$$

$$C \text{ noktası için uzaklık fonksiyonu, } D_0(x', y_3) = \frac{y_3}{y_2}$$

Uygulamadaki aksiyomları temel alan deneysel üretim olanakları kümesi ve verilen gözlemler kümesi S , bazı girdi-çıktı karışımlarına karşılık gelen girdi uzaklık fonksiyonu, $(\tilde{x}, \tilde{y})$

$$D_{BCC-I}^S(\tilde{x}, \tilde{y}) = [\min_{\theta, \lambda} \{ \theta : X \lambda \leq \theta \tilde{x}, Y \lambda \geq \tilde{y}, 1 \lambda = 1, \lambda \geq 0 \}]^{-1} \quad [2.20]$$

BCC modelini temel alan ve CCR modeli için;

$$D_{CCR-I}^S(\tilde{x}, \tilde{y}) = [\min_{\theta, \lambda} \{ \theta : X\lambda \leq \theta \tilde{x}, Y\lambda \geq \tilde{y}, \lambda \geq 0 \}]^{-1} \quad [2.21]$$

Benzer şekilde çıktı uzaklık fonksiyonu;

$$D_{BCC-O}^S(\tilde{x}, \tilde{y}) = [\max_{\phi, \lambda} \{ \phi : X\lambda \leq \tilde{x}, Y\lambda \geq \phi \tilde{y}, 1\lambda = 1, \lambda \geq 0 \}]^{-1} \quad [2.22]$$

$$D_{CCR-O}^S(\tilde{x}, \tilde{y}) = [\max_{\phi, \lambda} \{ \phi : X\lambda \leq \tilde{x}, Y\lambda \geq \phi \tilde{y}, \lambda \geq 0 \}]^{-1} \quad [2.23]$$

Minimumlar ve maksimumlar LP problemlerinin çözümleri olarak hesaplanabilir ve uzaklık fonksiyonu değeri LP problemde hesaplanan optimal değere karşılık gelir.

Uzaklık fonksiyonunun notasyonlarını temel alan ortak bir LP problemini belirtebiliriz. Girdiler ve çıktılar $(\tilde{x}, \tilde{y})$ kısıtların sağ tarafını oluşturacaktır. Üstteki değer S gözlem kümesidir ve altta gösterilen değer kullanılan VZA modelini tanımlar. Bu ikisi LP modeline karşılık gelen sol kısıtların yapımında kullanılır. Örnek olarak $D_{CCR-I}^S(\tilde{x}, \tilde{y})$ 'yi alalım. $\tilde{x}, \tilde{y}$ $|I|$ girdi kısıtlarını ve $|J|$ çıktı kısıtlarını gösterir. Çünkü $\tilde{x}$ $|I| \times 1$ ve $\tilde{y}$ $|J| \times 1$ 'lik bir vektördür. Ayrıca kısıtların sağ tarafının değerlerini göstermektedir $(\tilde{x}, \tilde{y})$. S, S'deki KVB tarafından yapılan sol taraftaki kısıt anlamına gelir. Ayrıca alttaki CCR-I konvekslik kısıtı olmadığını ve girdi - yönlü model olduğunu gösterir. Başka bir örnek $D_{CCR-I}^S(x_{ik}, y_{jk})$ sadece iki kısıt olduğunu göstermektedir. Birincisi girdi i için, diğeri çıktı j için ve sağ taraftaki kısıtlar x_{ik} ve y_{jk} 'dir (13).

2.4. Literatür İncelemesi

VZA ve geleneksel kısmi verimlilik ölçümleri arasındaki ilişkinin gösterilmesi hakkında literatürde kısıtlı çalışmalar vardır ve bu çalışmaların çoğu VZA ve kısmi verimlilik değerleri arasındaki ilişkiyi sayısal olarak sunmaktadır.

Schefczyk 1993 yılında yayımlanan çalışmasında toptancılara ait verilerle kısmi verimlilik ve VZA arasındaki ilişkiyi, Lyons 1995 yılında yayınladığı çalışmasında taşımacılık sektörüne ait verilerle kısmi ölçümler, TFV ve VZA arasındaki ilişkiyi, Thanassoulis 1996 yılında yayınladığı çalışmasında İngiltere bölgesel sağlık ofislerine ait verilerle kısmi verimlilik ve VZA değerleri arasındaki ilişkiyi irdemiştir. Chen ise 2003 yılında yayınladığı çalışmasında kısmi ölçümler ve VZA'nın birleştirilmesini incelemiştir.

2.5. Notasyon ve Problem Tanımı

Bu tezde geleneksel kısmi verimlilik ve VZA tarafından elde edilen etkinlik arasındaki ilişki tanımlanacaktır. Karar Verme Birimleri kümesini düşünelim. (Girdi kümesi I ve çıktı kümesi J ' ye sahip her bir KVB'den oluşan). Bu Karar Verme Birimleri aynı zamanda aynı organizasyonlar için girdi-çıkı verilerini yada benzer durumlar altındaki rekabetçiler için girdi-çıkı verilerini göstermektedir. Biz kısmi yaklaşım, VZA yada çıktı-girdi oranına göre S 'deki bir KVB'ini diğer tüm KVB'leri ile karşılaştırırız. Kullanılacak notasyonlar;

$x_{ik} = k$. KVB'nin i . girdi değeri, $i \in I$ ve $k \in S$

$x_k = I \times 1$ boyutlu k . KVB için girdi vektörü

$y_{jk} = k$. KVB'nin j . çıktı değeri $j \in J$ ve $k \in S$

$y_k = J \times 1$ boyutlu k . KVB için çıktı vektörü

$c_k = I \times 1$ boyutlu k . KVB için maliyet vektörü

$P_k = J \times 1$ boyutlu k . KVB için fiyat vektörü

Burada tüm girdi-çıkı faktörleri ve fiyat/maliyet faktörleri pozitifdir. Eğer i girdi ve j çıktı için kısmi verimlilik değerini düşünürsek, bu değeri temel alan en iyi uygulamayı gösterebiliriz. KVB b , alarak;

$$\frac{y_{jb}}{x_b} \equiv \max_{k \in S} \left(\frac{y_{jk}}{x_k} \right) \quad [2.24]$$

S'deki herhangi bir KVB k için etkinlik ve onun kısmi verimlilik değerleri KVB b'nin karşılığı ile karşılaştırılır. KVB k'nın kısmi etkinlik değeri (girdi i ve çıktı j) aşağıdaki gibi ifade edilebilir;

$$PE(i,j,k) \equiv \frac{\frac{y_{jk}}{x_{ik}}}{\frac{y_{jb}}{x_{ib}}} \quad [2.25]$$

Girdi yönlü BCC modelini [BCC-I] temel alan VZA ölçümü saf teknik etkinliği verir. [BCC-I] tarafından verilen k. KVB için Teknik Etkinlik TE(k) tarafından gösterilmektedir. PE(i,j,k) ve TE(k) arasındaki ilişkiyi aşağıdaki şekilde açıklayabileceğimizi öneriyoruz:

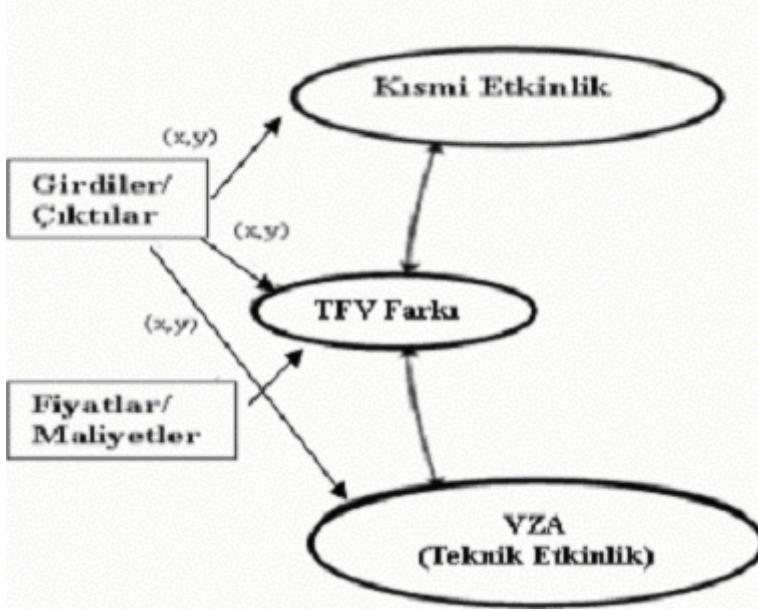
$$PE(i,j,k) = \left(\prod_f D_f \right) TE(k) \quad [2.26]$$

Burada $\left(\prod_f D_f \right)$ tüm faktörlerin ürünüdür. D_f k. KVB için PE ve TE arasındaki ilişkiyi belirlemektedir. Bu tezde aşağıdaki sorular cevaplandırılmaya çalışılacaktır.

- (1) “ D_f ’s ler nedir?”
- (2) “ D_f ’s nasıl ölçülebilir?”
- (3) “İlişkiyi uygulamada nasıl kullanabiliriz?”

Eş. 2.26 formatındaki ilişki Şekil 2.5’de gösterilen yol kullanılarak yapılabilir. Önerilen ilişki Bölüm 3’te gösterilecektir. Öncelikli ağırlıklar verildiğinde TFV farkı aracılığıyla rota çizilmiştir. PE ve TE arasındaki ilişki KVB_k ve KVB_b arasındaki

kısmi etkinlik, TFV ve teknik etkinliğin iki yönlü karşılaştırılmasını temel alır. Bu ilişkiyi oluşturan her bir etki irdelenecektir (11).



Şekil 2.5. Kısmi etkinlik ve teknik etkinliğin ilişkilendirilmesi

3. KİSMİ ETKİNLİK VE TEKNİK ETKİNLİK ARASINDAKİ İLİŞKİNİN KURULMASI

Kısmi etkinlik değeri göreceli bir ölçümdür. İlgilenilen KVB k'nın en iyi uygulanan KVB b'nin performansına oranıdır. (Kısmi verimlilik değeri dikkate alınarak). Eğer öncelikli ağırlıklar biliniyor ise KVB k ve b için toplam faktör verimliliği elde edilebilir ve bağlantı kısmi etkinlik (PE) 'den TFV ve TFV'den Teknik etkinliğe ilişkilendirilerek yapılabilir. Çünkü bu iki parça literatürde adreslenmiştir.

PE belirli kısmi verimlilik değerini temel alan KVB_k ve KVB_b arasındaki çift yönlü karşılaştırmanın özel bir halidir. Bu bölümde gösterilecek karşılaştırma k'dan b'ye beş oranının ürünü olarak ifade edilebilir. Beş oran; TFV oranları, girdi yoğunluğu, çıktı yoğunluğu ile kişisel maliyet ve fiyat etkileri. Daha sonra tek oran tarafından gösterilen TFV oranları karşılaştırılması yedi parçaya ayrılabilir: göreceli fiyat farkı, teknik değişme, göreceli teknik etkinlik farkı, ölçek etkisi, eksik kapasite kullanım derecesindeki göreceli fark, göreceli ürün karışım farkı ve göreceli kaynak tahsis farkı. Her biri kişisel bir etkinin iki yönlü karşılaştırmasındaki sonuçlardır. Her kişisel parçayı temel alan KVB'leri k ve b için karşılaştırma sonuçları elde edilince, kısmi verimlilik ve VZA tarafından ölçülen TE arasındaki ilişki tamamlanacaktır.

3.1. Giriş

Ağırlıklar bilindiği zaman, TFV elde edilebilir. Kısmi verimlilik ve TFV arasındaki ilişki önceleri çalışılmıştır. TFV ve TE arasındaki ilişkiler çeşitli TFV tanımlamaları ile literatürde görüşülmüştür. Buna karşın TFV, kısmi verimlilik ve VZA tarafından elde edilen TE'yi birleştirmek için çalışma yoktur.

3.1.1. Toplam faktör verimliliği

Farklı ağırlıklandırma planları temel alan TFV'nin birçok tanımlaması vardır. Burada Bölüm 1.1.2'de tanımlandığı gibi TFV ağırlıklandırılmış çıktıların toplamının

ağırlıklandırılmış toplam girdilere oranıdır. Eğer fiyatlar ve maliyetler mevcut ise doğal olarak girdiler ve çıktılar için ağırlıklar olarak uyarlanabilir.

Fiyatlar ve maliyetler zaman boyunca farklıdır ve bir yerden başka bir yere değişir. Bu yüzden her KVB kendi tek girdi/çıktı ağırlığına sahiptir. KVB k (x_k, y_k) 'yi düşünelim. Eğer maliyet/fiyat bilgisi (c_k, p_k) verilmiş ise, KVB k için TFV;

$$TFV(c_k, p_k, k) \equiv \frac{p_k^T y_k}{c_k^T x_k} \quad [3.1]$$

3.1.2. Kısmi verimlilik ve toplam faktör verimliliği

Kısmi verimlilik (tek faktör) ve TFV arasındaki bağlantı birçok araştırmada tartışılmıştır. Farz edelim ki $Q(y_k) = p_k^T y_k$ ağırlıklandırılmış tüm kişisel çıktıların toplamı tarafından verilen toplam çıktı ve $I(x_k) = c_k^T x_k$ toplam girdi olsun. Ayrıca x_{ik} , k . karar verme biriminin girdilerden birisi, örneğin işgücü olsun. $Q(y_k)/x_{ik}$ Eş. 3.1'deki TFV ile aşağıdaki gibi ilişkilendirilebilir :

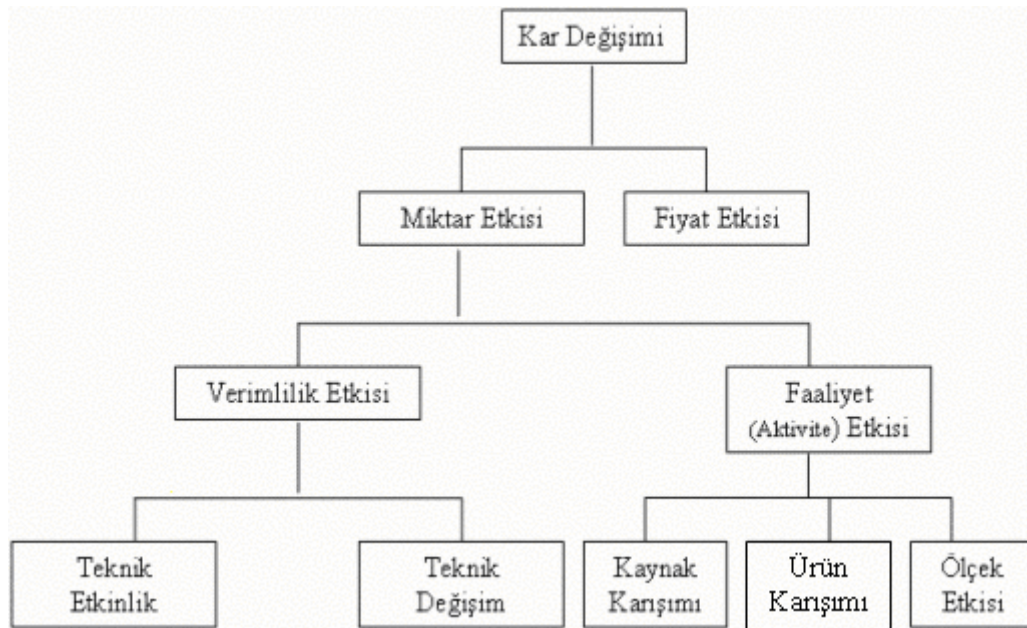
$$\frac{Q(y_k)}{x_{ik}} = \frac{Q(y_k)}{I(x_k)} \times \frac{I(x_k)}{x_{ik}} = TFV(c_k, p_k, k) \times \frac{I(x_k)}{x_{ik}} \quad [3.2]$$

Burada $x_{ik}/I(x_k)$, x_{ik} 'nin x_k 'ya ne kadar (nasıl) katkıda bulunduğunu gösterir ve diğer girdilerin yerine koyulması vasıtasıyla elde edilir. Bu yüzden kısmi verimlilik TFV'nin bir fonksiyonu olarak görülebilir ve her bir girdinin ne kadar ağırlığı olduğunu gösterir. Kısmi verimlilik= (toplam çıktı) / (kısmi girdi) olarak da ifade edilebilir (13).

3.1.3. Karlılık ve veri zarflama analizi

Grifell ve Lovell verimlilik değişimi ve kârlılık değişimi arasındaki ilişkiyi kurmuştur. Çalışmalarında iki KVB t ve t+1 farklı zaman periyotları t ve t+1 için aynı organizasyona ait verileri gösterir. Kâr satışlardan maliyetleri çıkarmak olduğundan dolayı, KVB t için kar $p_t^T y_t - c_t^T x_t$ ve KVB t+1 için $p_{t+1}^T y_{t+1} - c_{t+1}^T x_{t+1}$ 'dir. Alt simgeler t ve t+1 sırasıyla KVB t ve t+1 için fiyat/maliyet ve girdi/çıktıyı ayırt eder. t'den t+1'e kârlılık değişimi aşağıdaki gibi belirlenir;

$$(p_{t+1}^T y_{t+1} - c_{t+1}^T x_{t+1}) - (p_t^T y_t - c_t^T x_t) \quad [3.3]$$



Şekil 3.1. Kâr Değişim Parçalanması

Grifell-Tatje ve Lovel Eş. 3.3'ü Şekil 3.1'de gösterilen 3 adımlı yaklaşımı kullanarak kâr değişimini 6 parçaya ayırmıştır; fiyat etkisi, teknik etkinlik, teknik değişim, kaynak karışım etkisi, ürün karışım etkisi ve ölçek etkisi.

Çalışmalarındaki teknik etkinlik, Bölüm 2.1.1'de belirlenen tanım ile aynıdır. Kâr tam bir form olarak Eş. 3.3'de belirlenmiştir. Buna karşın Eş. 3.1'de tanımlanan TFV

toplam çıktının toplam girdiye oranıdır. Bu tezde, kâr değişim kavramı görelî TFV farkı kavramına genişletilmiştir. Bunu Bölüm 3.3’de göstereceğiz. Bundan dolayı Grifell-Tatje ve Lovell tarafından belirlenen aynı parçalar (ama görelî formda) TE ve TFV linkini kurmak için kullanılabilir (18).

3.1.4. Laspeyres ve Paasche tipi endeksler

Laspeyres ve Paasche indeksi ilk olarak 19.yüzyılda çift yönlü miktar yada fiyat karşılaştırması(farklı zaman periyotlarından geçişlerde) için geliştirilmiştir. q_{it} t periyodun da i parçasının miktarını gösterir ve P_{it} t periyodunda i parçasının fiyatı olsun. Benzer şekilde q_{io} temel alınan periyot 0’da i parçasının miktarı ve P_{io} 0 periyodunda i parçasının fiyatıdır. Periyot 0’dan $(\sum_i P_{io} q_{io})$. Periyot t’ye $(\sum_i P_{it} q_{it})$ toplam değerin değişimi genellikle görelî formda ölçülür:

$$\frac{\sum_i P_{it} q_{it}}{\sum_i P_{io} q_{io}} \quad [3.4]$$

Gerçek miktar değişimini bulabilmek için, fiyatları iki benzer fiyat yapmaya ihtiyaç duyarız. Aynı fiyatlar enflasyon gibi fiyat etkilerini elemine etmek için her iki periyotta da kullanılabilir. Miktar endeksinin en genel uygulaması Gayri safi yurt içi hasıla (GDP) hesaplamasıdır. GDP milli üretim büyümesini esas alan harcamaları ölçer. Laspeyres indeksi temel alınan periyot fiyatlarını kullanır. Paasche indeksi ise geçerli periyot fiyatlarını kullanır. Görelî ölçüm miktar endeksi olarak t zamanı için Laspeyres miktar endeksi;

$$QI_{Lasp}^t = \frac{\sum_i P_{i0} q_{it}}{\sum_i P_{i0} q_{i0}} \quad [3.5]$$

Burada P_{i0} t ve 0 zamanları için ağırlıklar olarak kullanılır.

t zamanı için Paasche miktar endeksi;

$$QI_{Paas}^t = \frac{\sum_i p_{it} q_{it}}{\sum_i p_{it} q_{i0}} \quad [3.6]$$

t ve 0 periyotları için ağırlıklar olarak P_{it} kullanılır.

Laspeyres ve Paasche indekslerin her ikisi de dezavantajlara sahiptir. Geçerli (periyot t) miktar birleşim sıfır (0) zamanında t zamanına göreli fiyat değişimi tarafından kullanılır. Bazı parça fiyatları hızlıca arttığında, talepleri yada tüketim miktarları göreli azalacaktır. Çünkü piyasa göreli daha az fiyat artış miktarı ile yerine koymayı arayacaktır. Bir sonuç olarak, farklı periyotlardaki miktar birleşimi fiyat değişimlerinin piyasa dengesini yansıtır ve i parçasındaki miktar artışı i'de 0 zamanına fiyatların azalmasının sonucu olabilir. Bu yüzden, Laspeyres miktar endeksi toplam miktar büyümesinin üstünde belirtilebilir ve büyümenin üst sınırı olur. Benzer bir düşünce, Paasche miktar endeksi toplam miktar büyümesinin altında belirlenecektir.

Fiyat endeksi iki periyot arasındaki toplam fiyat değişimini ölçer. Fiyat değişiminin doğru trendini bulmak için, miktar etkisi elemine edilmelidir. Paasche çeşitli miktarları uygularken (geçerli zaman t için), Laspeyres fiyat endeksi fikslenmiş miktarları (temel alınan periyot) kullanır. t zamanı için Laspeyres fiyat endeksi temel alınan periyot miktarını kullanır. Ağırlıklar ve yazılışı;

$$PI_{Lasp}^t = \frac{\sum_i p_{it} q_{i0}}{\sum_i p_{i0} q_{i0}} \quad [3.7]$$

t zamanı için Paasche fiyat endeksi geçerli harcama biçimini kullanır. Ağırlıklar olarak;

$$PI_{Lasp}^t = \frac{\sum_i p_{it} q_{it}}{\sum_i p_{i0} q_{it}} \quad [3.8]$$

Fiyat endeksi genellikle enflasyon miktarını tahmin için kullanılır. TÜFE ve ÜFE. Miktar endeksine benzer şekilde, yerine koyma etkisi ile beraber Laspeyres fiyat endeksi enflasyon miktarının üstünde bir tahmin alacaktır ve Paasche fiyat endeksi enflasyon miktarı altında olacaktır.

Bu endeksleri bir örnek üstünde açıklamaya çalışalım:

Çizelge 3.1. Üç mal üretilen bir ülkeye ilişkin miktar ve fiyat verileri

	I.dönem			II.dönem			Değişim Oranı (%)	
Mallar	Miktar	Fiyat	Değer	Miktar	Fiyat	Değer	Miktar	Fiyat
A	20	100	2 000	24	110	2 640	20	10
B	30	60	1 800	33	90	2 970	10	50
C	50	20	1 000	45	40	1 800	-10	100
Toplam Üretim			4 800			7 410		

Yukarıdaki basit örnekte toplam üretimin cari fiyatlarla değeri %54.4 artmıştır (7 410/4 800). Ancak, bu artışın bir kısmı üretimdeki artıştan, bir kısmı ise fiyat artışından gelmektedir. Şimdi yapılması gereken, nominal değer artışının bu iki bileşenini ayırmaktır. Fiyat artışının ne olduğunu bulmak için tek tek mallara baktığımızda, fiyatların %10 ile %100 arasında değişen oranlarda arttığı görülmektedir. Dolayısıyla, her bir artış oranının ağırlıklandırılması gerekmektedir. Her bir malın toplam üretim içindeki payının ağırlık olarak kullanılması uygun bir yöntemdir. Ancak, burada karşımızda iki seçenek vardır: Malların birinci dönemdeki payları mı, yoksa, ikinci dönemdeki payları mı kullanılacaktır? Fiyatların her bir mal

için farklı oranlarda değişmesi sonucu mallara olan talep yapısı değişecek, bunun sonucu olarak da malların toplam üretim içindeki ağırlıkları da değişecektir. Dolayısıyla, hangi dönemdeki ağırlıkların kullanılacağı önem kazanmaktadır.

Bu konuda birinci yaklaşım Laspeyres Endeksini kullanmaktır. Burada malların birinci dönemdeki payları kullanılmaktadır. Yani, "geçen yıl üretilen mallar bu yılki fiyatlarla satılsaydı toplam üretimin değeri ne olurdu?" şeklinde düşünülür.

Çizelge 3.2. Laspeyres endeksinin hesaplanması

Mallar	Miktar	Fiyat	Değer	Laspeyres Endeksi
A	20	110	2 200	$L = 6\,900 / 4\,800 = 1,438$ Enflasyon oranı = %43,8
B	30	90	2 700	
C	50	40	2 000	
Toplam Üretim			6 900	

Bu yaklaşımda, üretim miktarında herhangi bir değişiklik olmasaydı toplam üretiminin değerinin ne olacağı bulunmaktadır. Örneğimizde, toplam üretimin değeri 4 800'den 6 900'e çıkmıştır. Herhangi bir üretim artışı söz konusu olmadığı için, bu %43,8'lik artışın tamamı fiyat artışlarından kaynaklanmaktadır. Yani fiyatların genel düzeyi %43,8 artmıştır.

İkinci yaklaşım Paasche Endeksini kullanmaktır. Burada ise, malların ikinci dönemdeki payları kullanılmaktadır. Yani, "bu yıl üretilen mallar, geçen yılki fiyatlarla satılsaydı toplam üretimin değeri ne olurdu?" şeklinde düşünülür.

Çizelge 3.1'de bulunan ise, bu yıl 7 410 değerinde olan toplam üretimin fiyatların artmamış olması halinde ne olacağıdır. Burada da 7 410 ile 5 180 arasındaki fark (%40,3) tümüyle fiyatlardan kaynaklanmaktadır.

Çizelge 3.3. Paasche endeksinin hesaplanması

Mallar	Miktar	Fiyat	Değer	Paasche Endeksi
A	24	100	2 400	$L = 7\,410 / 5\,280 = 1\,403$ Enflasyon oranı = %40,3
B	33	60	1 980	
C	45	20	9 00	
Toplam Üretim			6 900	

Hangi tür endeksin daha iyi olduğu sorusu da cevapsız kalacaktır. Her bir malın fiyatının değişik oranlarda artması nedeniyle ülkedeki göreceli fiyatlar değişecektir. Bunun sonucu olarak da fiyatı göreceli olarak daha çok artan maldan daha az talep edilecektir. Dolayısıyla, bu malların üretim içindeki ağırlığı düşecektir.

Laspeyres Endeksi I. dönemdeki ağırlıkları kullandığı için talepteki bu farklılaştırmanın etkisi ihmal edilmektedir. Göreceli olarak daha pahalı olan mallara olması gerekenden fazla ağırlık verilmektedir. Dolayısıyla, Laspeyres Endeksinin fiyat artışlarını olduğundan yüksek göstermek eğilimi vardır.

Paasche Endeksi ise, tam tersine ikinci dönemdeki ağırlıkları kullandığı için fiyatı göreceli olarak daha az artan mallara olması gerekenden fazla ağırlık vermektedir. Sonuç olarak, Paasche Endeksi fiyat artışlarını olduğundan düşük gösterme eğilimi taşımaktadır (11,19).

3.2. Kısmi Etkinlik ve Toplam Faktör Verimliliği

Bu kesimde linkin birinci parçası olan PE ve TFV'nin ilişkisi sunulacaktır. Daha sonra PE ve TFV linki, Bölüm 3.1.2'de gösterilen önceki çalışmalara ilişkilendirilecektir.

3.2.1. Karar verme birimi

Bu çalışmada, bir Karar Verme Birimi (KVB) belirli bir yerde kısmi bir zaman periyodu üstündeki bir organizasyonu göstermektedir. İki farklı KVB’i aynı organizasyonda olabilir ama farklı zaman periyotları yada aynı zaman periyodu ama farklı yerde olur. Bu yüzden 2004 ve 2005 yıllarında A şirketi için girdi-çıkıtı verisi iki farklı KVB olarak gösterilir ve 2005 yılındaki A ve B şirketleri için veri seti iki farklı KVB’ni gösterir. Tabii ki 2004 yılı A ve 2005 yılı B iki farklı KVB’ni gösterir.

3.2.2. Kısmi verimlilik ve toplam faktör verimliliği

Eş.3.2 ’nin genişletilmiş fikri ve Bölüm 3.1.1’de tanımlanan ağırlıklı liste kullanılarak, girdi i ve çıktı j’yi temel alan k KVB için kısmi verimlilik y_{ik}/x_{ik} ‘dır. Bu oran şu şekilde yazılabilir:

$$\frac{y_{jk}}{x_{ik}} = \left(\frac{p_{jk} y_{jk}}{p_k^T y_k} \right) \left(\frac{p_k^T y_k}{c_k^T x_k} \right) \left(\frac{c_k^T x_k}{c_{ik} x_{ik}} \right) \left(\frac{c_{ik}}{p_{jk}} \right) \quad [3.9]$$

Eş. 3.8’deki ilk terim çıktı j nin toplam çıktıya yaptığı katkısı ölçer (çıkıtı j nin çıktı yoğunluğu). Bu faktörün yoğunluğu onun toplam içindeki yüzde payını gösterir.

Buradan hareketle $\sum_j \frac{p_{jk} y_{jk}}{p_k^T y_k} = 1$ ve $\sum_k \frac{c_k^T x_k}{c_k^T x_k} = 1$ eşitliklerine sahibiz. Eşitlikteki

ikinci terim ise daha önce tanımlanan TFV’dir. Üçüncü terim ise girdi i nin toplam girdiye katkısını gösterir (girdi i’nin girdi yoğunluğu). Eş. 3.8’deki son terim ise girdileri ve çıktıları parasal değere çevirmek için kullanılan değerlerdir.

3.2.3. Kısmi etkinlik ve toplam faktör verimliliği

Eş. 2.24’ de belirlenen KVB b, çıktı j ve girdi i’ yi temel alan kısmi verimlilikteki en iyi değerdir. Buradan hareketle Eş. 2.25’de ise iki kısmi verimlilik değerinin bir oranı olarak tanımlanan ve görelî bir ölçüm olan kısmi etkinlik

ölçümüne $PE(i,j,k)$ sahibiz (k.KVB'nin en iyi olan b KVB'ne oranı). Eş. 3.9'u kullanarak $PE(i,j,k)$ 'yı aşağıdaki gibi yazabiliriz.

$$PE(i,j,k) = \frac{\frac{y_{jk}}{x_{ik}}}{\frac{y_{jb}}{x_{ib}}} = \frac{\left(\frac{p_{jk} y_{jk}}{p_k^T y_k} \right) \left(\frac{p_k^T y_k}{c_k^T x_k} \right) \left(\frac{c_k^T x_k}{c_{ik} x_{ik}} \right) \left(\frac{c_{ik}}{p_{jk}} \right)}{\left(\frac{p_{jb} y_{jb}}{p_b^T y_b} \right) \left(\frac{p_b^T y_b}{c_b^T x_b} \right) \left(\frac{c_b^T x_b}{c_{ib} x_{ib}} \right) \left(\frac{c_{ib}}{p_{jb}} \right)} \quad [3.10]$$

terimleri kendi aralarında düzenlersek;

$$PE(i,j,k) = \left(\frac{p_{jk} y_{jk}}{p_k^T y_k} \right) \left(\frac{p_k^T y_k}{c_k^T x_k} \right) \left(\frac{c_k^T x_k}{c_{ik} x_{ik}} \right) \left(\frac{p_{jb}}{p_{jk}} \right) \left(\frac{c_{ik}}{c_{ib}} \right) \quad [3.11]$$

eşitliğine sahibiz. Bu eşitliğin birinci terimi ise çıktı j için iki çıktı yoğunluğunun oranıdır. Bu oranı KVB k ve KVB b arasındaki görelî çıktı yoğunluk farkı olarak adlandırırız. Örneğin eğer çıktı j , KVB k 'da toplam çıktıya %20 katkı sağlıyor ama KVB b'de ise %40 katkı sağlıyor ise bu oran 0,5 yada %50' dir. Bu değer ise KVB k için , çıktı j toplam çıktıya sadece yarı katkıya sahiptir şeklinde yorumlanır. Aynı şekilde üçüncü terimi de yorumlarsak girdi i için iki girdi yoğunluğunun oranıdır. Bu oranı KVB k ve KVB b arasındaki görelî girdi yoğunluk farkı olarak adlandırırız. Eşitlikte ki son iki terim ise bireysel fiyat değişimlerini elemine etmek için kullanılan fiyat deflatörü, bir fiyat ayarlamasıdır. İkinci terim ise daha ayrıntılı bir şekilde inceleyelim. Bu terim için önce genel bir durum için tanıtım yapalım ve daha sonra KVB k ve b için özelleştirelim. $TFV(c_m, p_m, m)$ 'nin $TFV(c_n, p_n, n)$ 'ye oranı olarak KVB m ve n arasındaki görelî toplam faktör verimliliği farkı (RTFPD) aşağıdaki gibidir.

$$RTFPD(m,n) \equiv \frac{TFP(c_m, p_m, m)}{TFP(c_n, p_n, n)} = \frac{\frac{p_m^T y_m}{c_m^T x_m}}{\frac{p_n^T y_n}{c_n^T x_n}} \quad [3.12]$$

buradan da görüleceği gibi Eş. 3.11 deki ikinci terim KVB k ve KVB b arasındaki görelî toplam faktör verimliliği farkıdır (RTFPD).

Kısaca Eş. 3.11 eşitliğinde elde ettiğimiz formülasyonu tekrar yazarsak ;

$$PE(i,j,k) = (\text{çıktı j için görelî yoğunluk farkı}) \times (RTFPD(k,b)) \\ \div (\text{girdi i için görelî yoğunluk farkı}) \times (\text{fiyat ayarlaması}) \\ \times (\text{maliyet ayarlaması})$$

Her ne kadar Eş. 2.24 tarafından belirlenen KVB b en yüksek kısmî verimlilik değerine sahip olsa da (çıktı j/girdi i) , $TFV(c_b, p_b, b)$ $TFV(c_k, p_k, k)$ 'dan daha az olabilir. Bir performans ölçümü olarak kullanılan PE değeri, bir KVB için daha küçük TFV değerine sahip bir referans KVB ile karşılaştırılabilir. Diğer faktörler $TFV(c_b, p_b, b)$ 'yi aşağı çekebilir ama girdi i ve çıktı j için en yüksek kısmî verimlilik burada olabilir. Ayrıca $PE(i,j,k) \leq 1$, yoğunluk ve fiyat/maliyet ayarlama faktörleri, pozitif olma şartı ile kısıtlıdır. Faktör değerleri birden büyük ise KVB k, KVB b 'den daha yüksek değere sahiptir. Eğer çıktı j için çıktı yoğunluk farkı 1,5 ise çıktı j , KVB k 'nın toplam çıktısı içinde, KVB'nin toplam çıktısı içinde olduğundan %50 daha fazladır. Çıktı j KVB b için toplam çıktıya %20 katkıda bulunuyorsa KVB k için toplam çıktıdaki değeri %30'dur.

Bu yüzden PE , sadece daha önce Bölüm 2.1.1'de tanımlanan TE' yi yansıtmaz. Aynı zamanda TFV, faktör yoğunlukları ve fiyat ayarlamalarını da içerir. Buradan hareketle PE' nin daha geniş kapsamlı etkinlik ölçümleri için kullanabileceğimiz sonucunu çıkarabiliriz (11).

3.3. Görelî Toplam Faktör Verimliliği Farkı ve Veri Zarflama Analizi

RTFPD (k,b), KVB m ve KVB n yi karşılaştıran RTFPD (m,n)'nin özel bir halidir. 1999 da Grifell-Tatje ve Lovell tarafından yapılan çalışmalar sonucu iki TFV arasındaki fark yedi kaynağın sonucu olarak bulunmuştur. Fiyat etkisi, teknik etkinsizlik, teknik değişme, kaynak tahsisi, ürün karışımı, ölçek etkisi ve eksik üretimin derecesidir. Bu kesimde , yedi etkinin ölçümü tartışılacaktır. Bu etkiler ayrıştırılırken Şekil 3.1'de gösterilen üç aşamalı parçalama prosedürü kullanılacaktır. Bu prosedür KVB m ve n in TFV ' lerini adım adım parçalara ayıracaktır. KVB b 'nin TE değeri bire eşittir. Buradan hareketle KVB k nın TE'nin KVB b ye oranı TE(k)' ya eşittir. KVB b'nin bu özel durumu RTFPD (m,n)'ye uygulanınca RTFPD (k,b) ve TE (k) arasındaki ilişki tamamlanacaktır (11,18).

3.3.1. Görelî toplam faktör verimliliği farkının parçaları

S^1 ve S^2 gözlemlenmiş KVB'lerinin kümesi olsun ve $S^1 \subseteq S^2$ olduğunu varsayalım. Burada S^1 ve S^2 iki farklı zaman periyodu olabilir ama S^2 , S^1 'i içerir. Örneğin S^1 2004 yılı için veri olurken, S^2 2004 ve 2005 yılları için veri olabilir yada S^1 ve S^2 'nin her ikisi de 2005 yılı için olabilir. Buna karşın S^1 2005 yılını S^2 2004 yılını gösterir ise varsayım ihlal edilmiş olur. Ayrıca bu varsayımı sadece zaman ile kısıtlamak doğru olmaz . S^1 ve S^2 iki yer, iki organizasyon gibi iki farklı emsal grup yerine geçebilir ama burada S^1 , S^2 kümesinin alt kümesidir. Örneğin S^2 ülke çapında olabilir ve S^1 sadece ülkenin bir bölümü olabilir. Yada S^2 tüm KVB' lerini gösterirken (Ankara'daki tüm marketleri), S^1 belli bir kısmı (Çankaya'daki marketleri) gösterebilir.

Herhangi bir gözlem kümesi için, bu kümeye karşılık gelen üretim olanakları kümesi vardır ve kümedeki tüm KVB'leri aynı karakteristiğe sahiptir. S^1 kümesinin bir elemanı gerçek üretim olanakları kümesi T^1 'inde elemanı olmalıdır . T^1 ve T^2 sırasıyla S^1 ve S^2 ye karşılık gelen gerçek üretim olanakları kümesidir. Eğer $(x,y) \in S^1$ ise (x,y) , T^1 'in özelliklerini taşımalı ve $(x,y) \in T^1$ olmalıdır. $S^1 \subseteq S^2$

olduğundan dolayı $T^1 \subseteq T^2$ 'dir. Ayrıca ortak girdi ve çıktı kümeleri sırasıyla $L^1(y) \equiv \{x:(x,y) \in T^1\}$, $L^2(y) \equiv \{x:(x,y) \in T^2\}$, $P^1(x) \equiv \{y:(x,y) \in T^1\}$ ve $P^2(x) \equiv \{y:(x,y) \in T^2\}$ dır.

Girdi ve çıktı kümelerinin sınırları ise $\partial P^1(x)$ ve $\partial L^1(y)$ ile $\partial P^2(x)$ ve $\partial L^2(y)$ şeklinde gösterilmiştir.

Parça Tanımları

Aşağıda verilen parça tanımları RTFPD parçalandığında karşımıza çıkacak parçalardır.

Görelî Miktar Farkı

(c_m, p_m) maliyet/fiyat vektörü verilmiş olan (x_m, y_m) girdi/çıktı ya sahip KVB m ile, (c_n, p_n) maliyet/fiyat vektörü verilmiş olan ve (x_n, y_n) girdi/çıktı ya sahip olan KVB n için , KVB m 'nin KVB n ye ilişkin TFV formunda görelî miktar farkı ;

$$\frac{\frac{p_n^T y_m}{c_n^T x_m}}{\frac{p_n^T y_n}{c_n^T x_n}} \quad [3.13]$$

şeklindedir.

Bu miktar farkı KVB n 'yi temel almaktadır ve her iki KVB içinde (c_n, p_n) vektörünü ağırlık olarak kullanmaktadır. Bu indeks Eş. 3.5'de tanımlandığı gibi Laspeyres tipi bir miktar endekstir. Bu ölçümde sadece toplam miktar değişimi ile ilgilenmekteyiz ve maliyet/fiyat etkisi aynı ağırlıklar kullanılarak elemine edilmiştir.

Burada fiziksel değişmeyi ölçmek için Laspeyres tipi miktar endeksi kullanılmıştır. Çünkü bu endeks ülke ekonomileri tarafından miktar değişiminin ölçümünde

kullanılan bir endekstir. Birçok ulusal istatistik enstitüsü Gayri Safi Yurtiçi Hasıladaki reel değişim ölçmek için bu endeksi kullanmaktadır. Buna karşın bu endeks toplam miktarı aşabilir ve gerçek farkın üst sınırı olabilir.

$$\left(\frac{p_n^T y_m}{c_n^T x_m} \right) / \left(\frac{p_n^T y_n}{c_n^T x_n} \right) = \pi \quad [3.14]$$

Burada π sayısı herhangi bir pozitif sayı olabilir. Eğer $\pi > 1$ ise KVB m için toplam miktarın KVB n 'den daha fazla olduğunu söyleyebiliriz. $\pi = 1$ ise her iki KVB içinde fiyat etkisi arındırıldıktan sonra TFV'nin eşit olduğunu söyleyebiliriz. $\pi < 1$ ise fiyat etkisini elemine ettikten sonra KVB m için TFV 'nin KVB n 'den daha az olduğunu söyleyebiliriz (20).

Görelî fiyat farkı

(c_m, p_m) maliyet/fiyat vektörü verilmiş olan (x_m, y_m) girdi/çıktı ya sahip KVB m ile (c_n, p_n) maliyet/fiyat vektörü verilmiş olan ve (x_n, y_n) girdi/çıktı ya sahip olan KVB n için KVB m 'nin KVB n ye ilişkin TFV formunda görelî fiyat farkı ;

$$\frac{\frac{p_m^T y_m}{c_m^T x_m}}{\frac{p_n^T y_m}{c_n^T x_m}} \quad [3.15]$$

şeklindedir.

Bu endeks iki KVB'nin TFV'leri arasındaki farklılığın fiyatlardaki değişimden kaynaklanan kısmını ölçer. Enflasyon fikrine benzer olarak bu endeks iki zaman periyodu arasındaki fiyat değişimini TFV formunda ölçer. KVB n için (x_m, y_m) girdi/çıktı vektörünü temel aldığı için Paasche tipi bir endekstir. Örneğin bu oran 1,2 ise toplam çıktı/toplam girdi oranında KVB m, KVB n ile karşılaştırıldığında fiyat etkisinden kaynaklanan değişim %20 'dir. Bu sayı bire eşit veya birden küçük

değerlere de eşit olabilir. Bire eşit olduğunda bir fiyat değişiminden söz edilemez iken diğer durumlarda enflasyon ve deflasyondan kaynaklanan sonuçlarla ortaya çıkar. Bu endeks aynı zaman periyodu ama farklı bölgeler için de kullanılabilir. Burada bölgeler arası maliyet/fiyat farklılıkları ölçülebilir. Burada Paasche endeksi kullanılmıştır. Çünkü içinde bulunulan zamanın bilgileri temel alınan zamanın bilgilerinden daha önemlidir. Bu endeks iki KVB'nin toplam fiyat farklarının alt sınırı olacaktır.

Buna karşın, Paasche tipi miktar endeksi ve Laspeyres tipi fiyat endeksi de kullanılabilir. Bu durumda görelî miktar ve görelî fiyat farkları sırasıyla $(\frac{P_m^T y_m}{c_m^T x_m}) / (\frac{P_m^T y_n}{c_m^T x_n})$ ve $(\frac{P_m^T y_n}{c_m^T x_n}) / (\frac{P_n^T y_n}{c_n^T x_n})$ şeklinde olur. Bu durumda yorumlar aynı şekilde olacaktır. Sadece alt ve üst sınırlar değişecektir (20).

Görelî Verimlilik Farkı

KVB m $(x_m, y_m) \in T^1$ ve KVB n $(x_n, y_n) \in T^2$ verilsin. $T^1 \subseteq T^2$, KVB m'nin KVB n'ye ilişkin görelî verimlilik farkı ;

$$\frac{\min\{\alpha : (\alpha x_m, y_m) \in T^2\}}{\min\{\beta : (\beta x_n, y_n) \in T^2\}} \quad [3,16]$$

şeklindedir.

(x_m, y_m) ve (x_n, y_n) arasındaki fark sadece verimlilikten değil, girdi-çıktı tahsis farkından da kaynaklanabilir. Verimlilik farkı belli bir teknoloji altında üretim olanakları kümesinin sınırına olan uzaklıkların oranı olarak ölçülür. Verimliliğin bu karşılaştırması tüm karar verme birimlerinin aynı teknolojiyi kullandığını varsayar. Örneğin üretim sürecinde işgücü becerisi, tecrübe ve eğitim seviyeleri aynı seviyededir veya çok yakındır.

Verimlilik farkının analizi yapılırken aynı teknoloji olması gerekir iken, KVB m ve n karşılaştırıldığında her ikisi de sırasıyla T^1 ve T^2 olmak üzere farklı üretim olanakları kümesindedir. Bu ise farklı teknolojilerin kullanıldığı şeklinde yorumlanabilir. Öyle ise iki KVB’de aynı küme içerisinde karşılaştırılmalıdır. Bunu sağlamak için ise $T^1 \cup T^2$ kullanılmıştır. Sonuç olarak iki KVB de iki teknolojinin birleştirilmiş kümesi altında tek teknoloji gibi karşılaştırılabilir. $T^1 \subseteq T^2$ varsayımından dolayı $T^1 \cup T^2 = T^2$ ’ye sahibiz. Bu sayede KVB m ve n nin verimlilik farkı toplam üretim olanakları kümesi olan T^2 ’nin sınırına uzaklıklarının oranı olarak ölçülür.

$T^1 \subseteq T^2$ olduğundan dolayı, $\beta^* \leq 1$ ve $\alpha^* \leq 1$ ‘e sahibiz ve 1 den küçük değerler tam verimli olunmadığını gösterir. Ayrıca $\alpha^* / \beta^* > 1$ demek x_n ’nin $\partial L^2(y_n)$ ’e olan uzaklığı x_m ’nin $\partial L^2(y_m)$ ’e uzaklığından daha fazladır ve bu KVB m’nin KVB n ‘den görece olarak daha verimli olduğunu gösterir. Benzer şekilde $\alpha^* / \beta^* = 1$ ise her iki KVB’nin aynı verimliliğe sahip olduğu söylenebilir ve $\alpha^* / \beta^* < 1$ ise KVB m’nin verimliliğinin KVB n’nin verimliliğinin $(100 \times \alpha^* / \beta^*)\%$ ’si kadar verimli olduğu şeklinde yorumlanır.

Varsayalım ki tüm KVB’lerinin aynı teknolojiyi kullanması şartı gevşetilsin, burada alt küme ve toplam küme olmak üzere iki üretim olanakları kümesi var. O zaman verimlilik ölçümü teknik etkinlik ve teknik değişimi içermektedir. Alt kümeden bir KVB için (x_m, y_m) toplam üretim olanakları kümesinin sınırına iki adımda taşınır. $\min\{\alpha : (\alpha x_m, y_m) \in T^2\}$. (x_m, y_m) örnek olarak alınırsa T^1 alt kümesinin sınırına olan uzaklık TE ‘den kaynaklanır. Alt kümenin sınırından toplam kümenin T^2 sınırına olan uzaklık üretim olanakları kümesinin sınır değişimi olarak adlandırılır. Bu değişimin derecesi ise teknik değişme veya teknik ilerleme olarak adlandırılır. Zaman serisi karşılaştırması yapıldığında bu olgu önemlidir. Etkinlik sınırının değişmesine sebep olan örnekler ise: yeni bilgi ve teknoloji yada daha hünereleşmiş ve tecrübelenmiş işçiler. Verimlilik değişimine diğer nedenler teknik etkinlik değişimidir.

Görelî Teknik Etkinlik Farkı

KVB m $(x_m, y_m) \in T^1$ ve KVB n $(x_n, y_n) \in T^2$ verilsin. KVB n'ye ilişkin, KVB m için görelî teknik etkinlik farkı,

$$\frac{\min\{\alpha : (\alpha x_m, y_m) \in T^1\}}{\min\{\beta : (\beta x_n, y_n) \in T^2\}} \quad [3.17]$$

şeklindedir.

Bu oran ise Bölüm 2.1.1'de tanımlanan iki Debreu-Farrell teknik etkinliğin oranına eşittir ve herhangi bir pozitif sayı olabilir. Eğer $\alpha^* / \beta^* = 1$ ise her iki KVB'nin aynı etkinliğe sahiptir. $\alpha^* / \beta^* < 1$ ise KVB n, KVB m 'den daha etkindir. Eğer $\alpha^* / \beta^* > 1$ ise KVB m daha etkindir.

Teknik Değişme

KVB m için $x_m \in \partial L^1(y_m)$ iken $T^1 \subseteq T^2$ şartı sağlanırken T^1 'den T^2 'ye teknik değişme ;

$$\min\{h : (hx_m, y_m) \in T^2\} \quad [3.18]$$

şeklindedir.

Bu tanım KVB m için T^1 'den T^2 'ye sınır değişimini ölçer. Herhangi bir KVB için, belli bir denk gruba karşı daha büyük bir grubun karşılaştırılmasında kontrol edilemeyen dış şartlar, teknolojik farklar gibi değişkenler teknik değişme olarak adlandırılır.

Örneğin süpermarketler için 2000 yılı veri kümesi ile 2005 yılı verileri karşılaştırılırken teknik değişimler yer almaktadır. Burada karşılaştırma yapılırken farkın bir kısmı da teknik değişimle ölçülür.

Eğer $T^1 = T^2$ ise teknik farklılık olmadığı şeklinde yorumlanır ve $x_m \in \partial L^1(y_m)$ olduğundan dolayı $h^*=1$ değerini verir. h^* daima pozitif bir sayıdır ama sıfır ile bir arasında değerler alır. h^* ne kadar küçük ise T^1 ve T^2 arasındaki teknik fark o kadar belirgindir. Buradan şu sonucu çıkarabiliriz: T^1 ve T^2 çok farklıdır ve aynı grupta değerlendirilmemesi daha uygun olur.

Görelî Aktivite Farkı

KVB m, $x_m \in \partial L(y_m)$, KVB n $x_n \in \partial L(y_n)$ iken fiyat/maliyet vektörü (p_n, c_n) verildiğinde KVB m için KVB n'ye ilişkin görelî aktivite farkı :

$$\frac{\frac{p_n^T y_m}{c_n^T x_m}}{\frac{p_n^T y_n}{c_n^T x_n}} \quad [3.19]$$

Görelî aktivite farkı KVB'leri arasındaki yapısal farklılıkları yansıtmaktadır. Üretim seviyesini, kaynak tahsisini, ürün karışımını ve eksik üretimin derecesini içerir. Bu değerler uygulamadan önce verilmiş uzun vadeli kararlardır ve müşteri talebi, maliyet gibi dış çevreye bağlıdır. “İşlemleri doğru yapıyor muyuz?” sorusuna cevap amacıyla üretim sürecinde israfı azaltmak için kullanılır. Takip eden tanımlar görelî aktivite farkının parçalarıdır.

Ölçek Değişimi

KVB m $x_m \in \partial L(y_m)$ ve $y_m \in \partial P(x_m)$ ve KVB n $x_n \in \partial L(y_n)$ ve $y_n \in \partial P(x_n)$ verilsin. Eğer $x_m = \mu x_n$ ve $y_m = \nu y_n$ ise KVB m'nin KVB n'ye ilişkin ölçek değişimi:

$$\frac{\frac{y_m}{x_m}}{\frac{y_n}{x_n}} = \frac{\nu}{\mu} \quad [3.20]$$

Girdi, n'den m'ye μ tarafından ölçeklendiğinde, görelî ölçek farkı çıktı ölçek karşılığını gösterir. Tamamının birincisi Tanım Eş. 3.20'de KVB m ve n aynı girdi-çıkıtı karışımına sahiptir ama çıktının ölçeği farklıdır. m ve n üretim seviyesinde karşılaştırılabilir ve m ve n'nin her ikisi de sadece girdide teknik etkin değil, çıktıda da teknik etkin olursa gerçek üretim ölçek etkisi ölçülebilir. Aynı zamanda her iki KVB'de aynı girdi/çıkıtı karışımına sahip olmalıdır. Bu ise Bölüm 2.1.2'de tanımlanan ölçeğe göre getiri ile ilişkilidir. Bu ise girdi ve çıktı arasındaki değişimin büyüklüğünü tanımlayan ölçek farkını gösterir. Bu da ölçeğe göre artan, azalan, sabit getiriye gösterir. KVB m ve n karşılaştırılırken $\frac{\nu}{\mu} > 1$ ise, üretim bakımından m, n'den daha fazla ölçek değerine sahiptir.

Ancak burada girdi ve çıktıda teknik etkinlik için tanım verilmiştir ama girdide teknik etkinlik çıktıda ise teknik etkinsizlik söz konusu olduğu durumlar için tanım aşağıda verilmiştir.

Görelî Eksik Üretimin Derecesinin Farkı (RDDUP)

KVB m $x_m \in \partial L(y_m)$ ve KVB n $x_n \in \partial L(y_n)$ verilsin. KVB m'nin KVB n'ye ilişkin görelî eksik üretimin derecesinin farkı

$$RDDUP(m,n) = \frac{[\max\{\alpha : (x_m, \alpha y_n) \in T\}]^{-1}}{[\max\{\beta : (x_n, \beta y_m) \in T\}]^{-1}} = \frac{\max\{\beta : (x_n, \beta y_m) \in T\}}{\max\{\alpha : (x_m, \alpha y_n) \in T\}} \quad [3.21]$$

şeklindedir.

Burada (x,y) girdide teknik etkin iken, çıktıda teknik etkin olmaya gerek yoktur. Sadece ölçeğe göre sabit getiri söz konusu olduğunda girdide teknik etkinlik aynı zamanda çıktıda da teknik etkinlik anlamına gelir. Mevcut çıktı y'nin x tarafından üretilen maksimum çıktıya oranı eksik üretimin derecesi olarak adlandırılır. Eğer x tarafından üretilen çıktının, mevcut çıktının 1,25 katı kadar olduğunu biliyorsak eksik üretimin derecesi $1/1,25=0,8$ 'dir.

Bir organizasyon, talebi karşılayacak ihtiyaçları üretmeyi ve kaynaklarını etkin bir şekilde kullanmayı amaçlar. Aynı kaynakları kullanarak daha fazla üretim yapmak mümkün olabilir ama işletme talep edilenden daha fazla ürün üretmek istemez. Çünkü fazla üretim depolama maliyetlerini arttıracaktır. Buradan hareketle eksik üretimin derecesi maksimum çıktıya oran olduğu için bire eşit yada birden küçüktür. Eksik üretimin derecesi daha fazla girdi kullanmadan çıktının artırılabilme potansiyelini ölçer. Eksik üretim işletmeler için iyi de olabilir. Çünkü eksik üretim derecesi aynı zamanda girdilerde değişiklik yapılmadan gelecek talep artışını karşılayabilme yeteneğini gösterir.

RDDUP (m,n) ise KVB m'nin KVB n'ye ilişkin eksik üretimin derecesinin oranıdır. Bu oran iki KVB'ni karşılaştıran bir orandır. Bu karşılaştırma KVB'lerinin üretebilecekleri ama üretmekte isteksiz davrandıkları miktarı temel alır. Eğer $RDDUP(m,n)<1$ ise KVB m, KVB n'den daha fazla eksik üretime sahiptir. $RDDUP(m,n)=1$ ise KVB m, KVB n eşit eksik üretime sahiptir ve burada her ikisinin de etkin yada etkinsiz olabilir.

Görelî Ürün Karışım Farkı

$y_m \in \partial P(x_m)$ ve $y_n \in \partial P(x_n)$ olmak üzere y_m için, y_n 'ye ilişkin görelî ürün karışım farkı

$$\frac{p_n^T y_m}{p_n^T y_n} \quad [3.22]$$

şeklindedir.

Bu değer toplam çıktı bileşimlerini tek Laspeyres tipi miktar indeksinde birleştirir. Buna karşın tanımdaki daha fazla varsayımlar ile daha derin yönetsel yorumlara sahiptir. y_m ve y_n 'nin her ikisi de x tarafından etkin bir şekilde üretilebilir. Bu KVB'leri için tek fark çıktının bileşimleridir. Her üretilen ürün sınırlı kaynakların kullanımı ile üretilir.

y_m ve y_n 'nin karşılaştırılmasında görelî ürün karışımı farkı y_m 'nin y_n 'den daha iyi olup olmadığını gösterir. Buna karşın bu oran en iyi çıktı karışımını göstermez. Çünkü ne y_m nede y_n $p^T y$ 'yi maksimum yapan ürün karışımı olmayabilir. Eğer bu oran 1,25 (yada %125) ise y_m, y_n 'den %25 kadar daha iyidir.

Görelî Kaynak Tahsis Farkı

$x_m \in \partial L(y)$ ve KVB n $x_n \in \partial L(y)$ verilsin. x_m için x_n 'ye ilişkin görelî kaynak tahsis farkı

$$\frac{c_n^T x_m}{c_n^T x_n} \quad [3.23]$$

şeklindedir.

Görelî kaynak tahsis farkı tanımı da , görelî ürün karışımı farkına benzer şekilde yorumlanabilir ancak girdi yönüyle ele alınmalıdır. Bu oran m'nin n'ye ilişkin kaynak tüketim karşılaştırmasını gösteren Laspeyres tipi miktar indeksidir. y x_m ve x_n tarafından etkin bir şekilde üretilebileceği için bu değer hangi KVB'nin daha iyi bir kaynak karışımı kullandığını gösterir. Bu oran birden küçük ise KVB m, KVB n 'den daha az girdi kullanır şeklinde yorumlanır.

3.3.2. RTFPD parçalanması

Ek Notasyonlar ve Varsayımlar

Bu kesimde RTFPD(m,n)'nin parçalanması ele alınacaktır. Gözlemlenmiş KVB'leri kümesi S^1 ve S^2 ve ölçeğe göre değişken getiri BCC modeli gerçek üretim kümesi T^1 ve T^2 'yi tahmin için kullanılmıştır. Bu amaçla T^1 , $T_{BCC}^{S^1}$ tarafından ve T^2 ise $T_{BCC}^{S^2}$ tarafından tahmin edilmiştir.

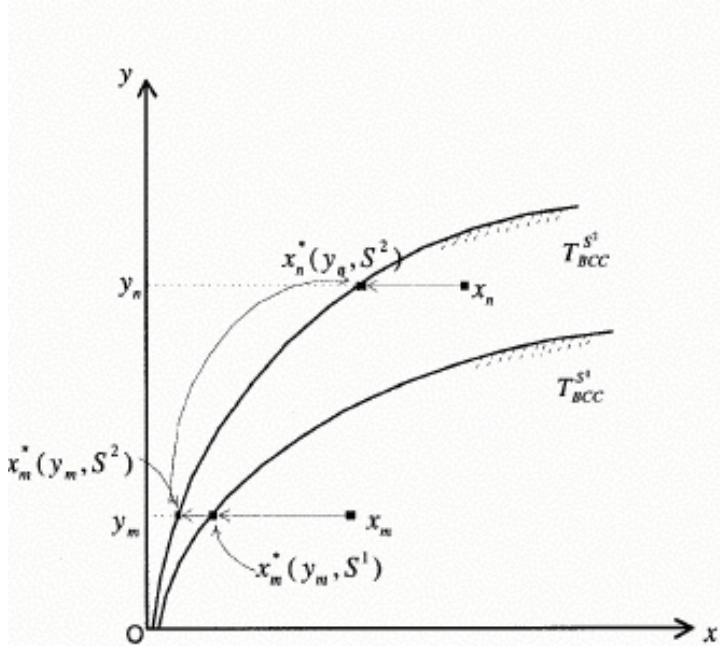
Herhangi iki KVB olan KVB m ve KVB n 'yi karşılaştırmak amacıyla $(x_m, y_m) \in S^1$ ve $(x_n, y_n) \in S^2$ ve $S^1 \subseteq S^2$ olduğu varsayılmıştır.

Ayrıca $x_u^*(y_v, S)$, x_u 'nun T_{BCC}^S sınırı üstüne gelmesini sağlayan tahmini olsun. Bu tahmin ile y_v üretilmektedir. $x_u^*(y_v, S) = \frac{x_u}{D_{BCC-I}^S(x_u, y_v)}$ burada $D_{BCC-I}^S(x_u, y_v)$ terimi T_{BCC}^S 'ye karşılık gelen ve Bölüm 2.3'de tanımlanan girdi yönlü mesafe fonksiyonudur. Örneğin Şekil 3.2'de gösterilen $x_m^*(y_m, S^1)$ aynı çıktı y_m 'e ulaşan $T_{BCC}^{S^1}$ sınırı üstüne gelen ölçeklendirilmiş X_m 'dir. Benzer şekilde $y_v^*(x_u, S) = \frac{y_v}{D_{BCC-0}^S(x_u, y_v)}$ 'de elde edilebilir. $D_{BCC-0}^S(x_u, y_v)$ çıktı yönlü mesafe fonksiyonudur ve T_{BCC}^S sınırı üstüne gelen ve x_u ile ilgili ölçeklendirilmiş y_v^* 'dir

RTFPD (m,n) Parçalanması

RTFPD(m,n) Şekil 3.1'de gösterildiği gibi üç aşamalı bir prosedür uygulanarak parçalanacaktır. Bu prosedür ile ilk önce fiyat ve miktar faktörlerini belirleyeceğiz, daha sonra verimlik ve aktivite etkilerinden kaynaklanan miktar farklarını ve son adımda ise verimlilik ve aktivite etkilerinin ayrıntılarını inceleyeceğiz.

VZA ve diğer geleneksel verimlilik yada etkinlik ölçümlerinde girdi-çıkıtı arasındaki ilişki kendi orijinal birimleri ile incelenir her hangi bir birim dönüştürmesine yada ağırlıklandırmaya ihtiyaç duymayız. Bu yüzden ilk adımda fiyat faktörü ve miktar faktörü arasındaki ayrımı yapacağız ve böylece reel ürün arasındaki farkları görebileceğiz.



Şekil 3.2. RTFPD (m,n)'nin tek girdi-çıkıtı için parçalanması

Öneri 1

RTFPD (m,n), KVB m'nin KVB n'ye ilişkin görelî toplam faktör verimliliği farkı

Şekil 3.1 deki prosedürün ilk aşamasına göre şu şekilde ayrıştırılabilir.

$$\begin{aligned}
 \text{RTFPD (m,n)} &= \left(\frac{\frac{P_m^T y_m}{c_m^T x_m}}{\frac{P_n^T y_n}{c_n^T x_n}} \right) = \left(\frac{\frac{P_n^T y_m}{c_n^T x_m}}{\frac{P_n^T y_n}{c_n^T x_n}} \right) \times \left(\frac{\frac{P_m^T y_m}{c_m^T x_m}}{\frac{P_n^T y_m}{c_n^T x_m}} \right) \\
 &= (\text{görelî miktar farkı}) \times (\text{görelî fiyat farkı})
 \end{aligned}
 \tag{3.24}$$

Eş. 3.24 'deki ilk terim daha önce tanımlı verilen göreli miktar farkıdır ve ikinci terim ise göreli fiyat farkıdır. Buradan hareketle Eş. 3.24 eşitliği Laspeyres tipi miktar indeksi ile Paasche tipi fiyat indeksinin bir ürünüdür. Bu indekslerden daha önce bahsedilmişti.

Birinci adımda fiyat etkisini dışarı aldıktan sonra ikinci adımda ise miktar etkisini verimlilik ve aktivite etkisi olarak ayıracağız. Bu aşama yönetsel amaçları ayırt eder. Nesneler doğru yapıldı mı? (Verimlilik konusu) ve doğru nesneler mi? (aktivite seçim konusu) Bu ise takip eden Öneri 2' de gösterilecektir.

(x_m, y_m) ve (x_n, y_n) arasındaki fark sadece verimlilikten kaynaklanan fark olmayıp aynı zamanda girdi-çıktı karışımından dolayı da kaynaklanmaktadır. Şekil 3.2 'de gösterildiği gibi olası verimlilik kazancı (yada mevcut verimlilik kaybı) (x_m, y_m) 'in , $(x_m^*(y_m, S^2), y_m)$ tarafından toplamın sınırı olan $T_{BCC}^{S^2}$ 'ye taşınması ile ifade edilir yada aynı durum (x_n, y_n) için $(x_n^*(y_n, S^2), y_n)$ içinde geçerlidir. Bu yüzden verimlilik farkı bu olası verimlilik kazançlarının(yada mevcut verimlilik kaybı) karşılaştırılması ile elde edilebilir. Eğer bir KVB diğer KVB'den daha yüksek olası verimlilik kazancına sahip ise, daha az verimlidir şeklinde yorumlanır. Çünkü daha yüksek verimlilik kaybına sahiptir. Verimlilik karşılaştırmasından sonra ise her iki KVB'nin de aynı sınır $T_{BCC}^{S^2}$ üstünde olduğu bilgisine sahibiz. Ancak burada aynı sınır üstünde ama farklı yerlerde ise bu fark aktivite farkı olarak adlandırdığımız yapısal farklılıktır. Bu fark $(x_m^*(y_m, S^2), y_m)$ ve $(x_n^*(y_n, S^2), y_n)$ 'nin karşılaştırılması anlamına gelir.

Öneri 2

RTFPD (m,n) 'den elde edilen göreli miktar farkı aşağıdaki gibi ayrıştırılabilir.

Görelî miktar farkı= (Görelî verimlilik Farkı)x(Görelî aktivite Farkı)

İspat:

$x_m^*(y_m, S^2)$ ve $x_n^*(y_n, S^2)$ 'nin tanımından;

$$x_m^*(y_m, S^2) = \frac{x_m}{D_{BCC-I}^{S^2}(x_m, y_m)} = \min \left\{ \alpha : (\alpha x_m, y_m) \in T_{BCC}^{S^2} \right\} x_m \quad [3.25]$$

$$x_n^*(y_n, S^2) = \frac{x_n}{D_{BCC-I}^{S^2}(x_n, y_n)} = \min \left\{ \beta : (\beta x_n, y_n) \in T_{BCC}^{S^2} \right\} x_n \quad [3.26]$$

ve $S^1 \subseteq S^2$ ve $T_{BCC}^{S^1} \cup T_{BCC}^{S^2} = T_{BCC}^{S^2}$ bilgisine sahibiz.

$$\text{Buradan hareketle görelî verimlilik farkı, } \frac{\frac{x_m^*(y_m, S^2)}{x_m}}{\frac{x_n^*(y_n, S^2)}{x_n}} = \frac{\min \left\{ \alpha : (\alpha x_m, y_m) \in T_{BCC}^{S^2} \right\}}{\min \left\{ \beta : (\beta x_n, y_n) \in T_{BCC}^{S^2} \right\}}$$

şeklindedir.

$x_m^*(y_m, S^2) \in \partial L_{BCC}^{S^2}(y_m)$ ve $x_n^*(y_n, S^2) \in \partial L_{BCC}^{S^2}(y_n)$ tanımı ile her iki $(x_m^*(y_m, S^2), y_m)$ ve $(x_n^*(y_n, S^2), y_n)$ KVB'de $T_{BCC}^{S^2}$ sınırı üstündedir. Daha önce tanımlanan görelî aktivite farkı tanımına göre ;

$$\frac{\frac{p_n^T y_m}{c_n^T x_m^*(y_m, S^2)}}{\frac{p_n^T y_n}{c_n^T x_n^*(y_n, S^2)}} \quad \text{şeklinde yazılabilir.}$$

Buradan hareketle ;

$$\text{Görelî miktar farkı} = \left(\frac{\frac{p_n^T y_m}{c_n^T x_m^*(y_m, S^2)}}{\frac{p_n^T y_n}{c_n^T x_n^*(y_n, S^2)}} \right) = \left(\frac{\frac{p_n^T y_m}{c_n^T x_m^*(y_m, S^2)}}{\frac{p_n^T y_n}{c_n^T x_n^*(y_n, S^2)}} \right) \times \left(\frac{\frac{c_n^T x_m^*(y_m, S^2)}{c_n^T x_m^*(y_m, S^2)}}{\frac{c_n^T x_n^*(y_n, S^2)}{c_n^T x_n^*(y_n, S^2)}} \right) \quad [3.27]$$

$$= \left(\frac{x_m^*(y_m, S^2)}{x_m} \right) \times \left(\frac{\frac{p_n^T y_m}{c_n^T x_m^*(y_m, S^2)}}{\frac{p_n^T y_n}{c_n^T x_n^*(y_n, S^2)}} \right) \quad [3.28]$$

$$= (\text{görelî verimlilik farkı}) \times (\text{görelî aktivite farkı})$$

Gelecek bölümlerde ise görelî verimlilik ve görelî aktivite farkları daha fazla parçalanacaktır. Sırasıyla görelî verimlilik farkı ve görelî aktivite farkı bileşenlerine ayrılacaktır. Bölüm 3.3.1’de anlatıldığı gibi girdi vektörü x_m ’nin, $\partial L_{BCC}^{S^1}(y_m)$ üretim olanakları kümesi sınırına olan uzaklığı teknik etkinliği tanımlar. Bir sınırdan başka bir sınıra taşınma ise teknik değişme olarak adlandırılır. Bu tanımlar Şekil 3.2’den kolayca anlaşılabilir. $(x_m, y_m) \in T_{BCC}^{S^1}$ ve $(x_n, y_n) \in T_{BCC}^{S^2}$ olduğunu biliyoruz. (x_m, y_m) ’den $(x_m^*(y_m, S^1), y_m)$ ’e ve (x_n, y_n) ’den $(x_n^*(y_n, S^2), y_n)$ ’e tahminler sadece Teknik etkinlik değerlerine karşılı gelir. KVB m için ise $(x_m^*(y_m, S^1), y_m)$ ’den $(x_m^*(y_m, S^2), y_m)$ ’e, $\partial L_{BCC}^{S^1}(y_m)$ ’den $\partial L_{BCC}^{S^2}(y_m)$ ’ye sınır değişimini gösterir ve KVB m için teknik değişme olarak adlandırılır. Bu bulguları aşağıdaki öneride ifade edebiliriz.

Öneri 3

Görelî verimlilik farkı = (teknik değişme) x (görelî teknik etkinlik farkı) şeklindedir.

İspat :

1. $x_m^*(y_m, S^1) \in \partial L_{BCC}^{S^1}(y_m)$ ve $x_m^*(y_m, S^2) \in \partial L_{BCC}^{S^2}(y_m)$ tanımları vasıtasıyla

$$\frac{x_m^*(y_m, S^2)}{x_m} = \min\{h: hx_m \in L_{BCC}^{S^2}(y_m)\} \text{ sahibiz. KVB m için teknik değişme :}$$

$$\min\{\pi : \pi_m^*(y_m, S^1) \in L_{BCC}^{S^2}(y_m)\}$$

$$\left(\frac{x_m^*(y_m, S^2)}{x_m^*(y_m, S^1)} \right) = \frac{\min\{h : hx_m \in L_{BCC}^{S^2}(y_m)\}x_m}{x_m^*(y_m, S^1)} \quad \text{tanımından hareketle}$$

$$\left(\frac{x_m^*(y_m, S^2)}{x_m^*(y_m, S^1)} \right) = \frac{\min\{h : hx_m \in L_{BCC}^{S^2}(y_m)\}x_m}{x_m^*(y_m, S^1)} \quad [3.29]$$

$$x_m^*(y_m, S^1) = \min\{\gamma : \gamma x_m \in L_{BCC}^{S^1}(y_m)\}x_m \quad \text{tanımından hareketle}$$

$$x_m \text{ yerine ; } \left(\frac{x_m^*(y_m, S^1)}{\min\{\gamma : \gamma x_m \in L_{BCC}^{S^1}(y_m)\}} \right) \text{ yazarsak;}$$

$$\left(\frac{\min\left\{h : \frac{hx_m^*(y_m, S^1)}{\min\{\gamma : \gamma x_m \in L_{BCC}^{S^1}(y_m)\}} \in L_{BCC}^{S^1}(y_m)\right\}x_m}{\min\{\gamma : \gamma x_m \in L_{BCC}^{S^1}(y_m)\}x_m} \right) \quad [3.30]$$

h minumum olduğunda $\min\{\gamma : \gamma x_m \in L_{BCC}^{S^1}(y_m)\}$ bir sabittir ve

$$\begin{aligned} \pi &= \frac{h}{\min\{\gamma : \gamma x_m \in L_{BCC}^{S^1}(y_m)\}} = \left(\frac{\min\{\pi \min\{\gamma : \gamma x_m \in L_{BCC}^{S^1}(y_m)\} : \pi x_m^*(y_m, S^1) \in L_{BCC}^{S^2}(y_m)\}x_m}{\min\{\gamma : \gamma x_m \in L_{BCC}^{S^1}(y_m)\}x_m} \right) \\ &= \left(\frac{\min\{\pi \min\{\gamma : \gamma x_m \in L_{BCC}^{S^1}(y_m)\} \min\{\pi : \pi x_m^*(y_m, S^1) \in L_{BCC}^{S^2}(y_m)\}x_m\}}{\min\{\gamma : \gamma x_m \in L_{BCC}^{S^1}(y_m)\}x_m} \right) \end{aligned} \quad [3.31]$$

$$= \min\{\pi : \pi_m^*(y_m, S^1) \in L_{BCC}^{S^2}(y_m)\} = \text{teknik değişme}$$

$$2. x_m^*(y_m, S^1) \in L_{BCC}^{S^1}(y_m) \text{ ve}$$

$$x_m^*(y_m, S^1) = \min\{\alpha : \alpha x_m \in L_{BCC}^{S^1}(y_m)\}x_m$$

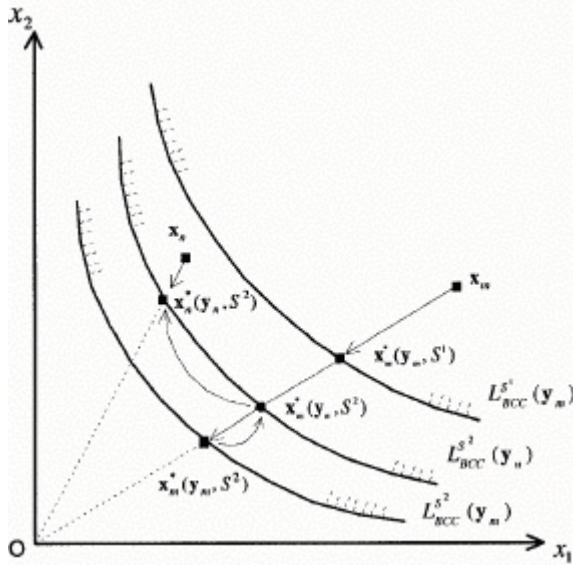
$$\text{Ayrıca } x_n^*(y_n, S^2) \in L_{BCC}^{S^2}(y_n) \text{ ve } x_n^*(y_n, S^2) = \min\{\beta : \beta x_n \in L_{BCC}^{S^2}(y_n)\}x_n$$

Böylece ;

$$\left(\frac{x_m^*(y_m, S^1)}{x_m} \right) \frac{x_n^*(y_n, S^2)}{x_n} = \frac{\min \left\{ \alpha : \alpha x_m \in L_{BCC}^{S^1}(y_m) \right\}}{\min \left\{ \beta : \beta x_n \in L_{BCC}^{S^2}(y_n) \right\}} = \left(\frac{x_m^*(y_m, S^2)}{x_m} \right) \frac{x_n^*(y_n, S^2)}{x_n} \quad [3.32]$$

$$= \left(\frac{x_m^*(y_m, S^2)}{x_m^*(y_m, S^1)} \right) x \left(\frac{x_m^*(y_m, S^1)}{x_n^*(y_n, S^2)} \right) \frac{x_n^*(y_n, S^2)}{x_n} \quad [3.33]$$

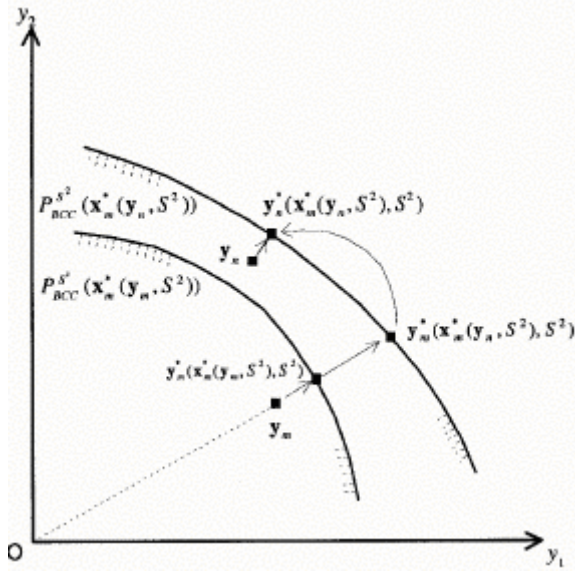
(teknik değişme) x (görelî teknik etkinlik farkı)



Şekil 3.3. İki girdili durumlar için RTFPD(m,n)'nin parçalanması

Görelî aktivite farkının parçalanması Şekil 3.2'de tüm durumlar için gösterilemez. Bu parçalanmayı tam anlamıyla anlayabilmek için Şekil 3.3 ve Şekil 3.4 kullanılacaktır. Şekil 3.3'de iki girdi için, Şekil 3.4'de ise iki çıktı için gösterim yapılmıştır. Öneri 2 ve Şekil 3.2'de gösterildiği gibi aktivite etkisi her ikisi de $T_{BCC}^{S^2}$ sınırı üstünde olan $(x_m^*(y_m, S^2), y_m)$ ve $(x_n^*(y_n, S^2), y_n)$ arasındaki fark olarak açıklanabilir. Bu ise x_m ve x_n arasındaki verimlilik farkların daha önceden tanımlandığı anlamına gelir. Buna karşın iki noktada ölçek ve girdi/çıktı karışımı

bakımından farklıdır. Çünkü (x_n, y_n) performans ölçümüdür ve biz girdi/çıktı birleşimini sabit tutmaya çalışacağız.



Şekil 3.4. İki çıktılı durumlar için RTFPD(m,n)'nin parçalanması

(x_m, y_m) ve (x_n, y_n) 'i karşılaştırabilir kılmak için, $x_m^*(y_m, S^2)$ 'den $x_m^*(y_n, S^2)$ 'ye yeniden ölçeklendirme vasıtasıyla her iki birimi aynı ölçeğe sahip hale getireceğiz ki böylece KVB m 'nin girdi karışımı ile farklı büyüklükte y_n üretilebilsin. Burdan sonra her iki $x_n^*(y_n, S^2)$ ve $x_m^*(y_n, S^2)$, $\partial L_{BCC}^{S^2}(y_n)$ sınırındadır ve $x_m^*(y_n, S^2)$ halen x_m gibi aynı karışımı tutar. Bu yüzden $x_n^*(y_n, S^2)$ ve $x_m^*(y_n, S^2)$ arasındaki fark kaynak tahsisinden kaynaklanmaktadır. Şekil 3.3 prosedürü göstermektedir.

Çıktı karışım etkisini hesaplayabilmek için her iki KVB'de aynı girdi büyüklüğünü kullanmalıdır. Şekil 3.4'de gösterilen ise; $y_m^*(x_m^*(y_n, S^2), S^2)$ ve $y_n^*(x_m^*(y_n, S^2), S^2)$ KVB m ve KVB n arasındaki çıktı karışım farkını gösterir. Bunun sebebi ilk olarak $\partial P_{BCC}^{S^2} x_m^*(y_n, S^2)$ üstündedirler. İkinci olarak $y_m^*(x_m^*(y_n, S^2), S^2)$ ölçeklenmiş y_m 'dir. Çünkü y_m gibi aynı karışıma sahiptir ve benzer şekilde $y_n^*(x_m^*(y_n, S^2), S^2)$ y_n ile aynı karışıma sahiptir.

Girdi karışım farkını ölçebilmek için $x_m^*(y_m, S^2) \in \partial L_{BCC}^{S^2}(y_m)$ 'den $x_m^*(y_n, S^2) \in \partial L_{BCC}^{S^2}(y_n)$ 'e yeniden ölçeklendireceğiz. Bu tahmin x_m 'nin bileşimini aynı tutarak üretimi y_m 'den y_n 'ye çevirecek şekilde ölçeği değiştirir. y_m 'nin y_n 'ye ölçek değişimi $x_m^*(y_m, S^2)$ 'den $x_m^*(y_n, S^2)$ 'ye karşılık gelen KVB m 'den KVB n 'ye ölçek değişimidir.

Şekil 3.3 'de $x_m^*(y_m, S^2)$ ve $x_m^*(y_n, S^2)$ sırasıyla y_m ve y_n çıktılarını üretebilmek için gerekli girdi etkinliğini gösterir. Buna karşın girdi de teknik etkin olmak çıktıda da teknik etkin olmayı gerektirmez ve bu durum Tanımlarda belirtilen eksik üretimin derecesi ile açıklanabilir. Şekil 3.4 'de gösterildiği gibi y_m 'nin $\partial P_{BCC}^{S^2}(x_m^*(y_m, S^2))$ 'ye ve y_n 'nin $\partial P_{BCC}^{S^2}(x_m^*(y_n, S^2))$ 'ye çıktı düzeltmesi KVB m ve n için eksik üretimin derecesi tanımlar ve elemine eder. Çıktılar için eksik üretimin derecesini elemine ettikten sonra, $y_m^*(x_m^*(y_m, S^2))$ ve $y_m^*(x_m^*(y_n, S^2))$, girdilerdeki $x_m^*(y_m, S^2)$ 'den $x_m^*(y_n, S^2)$ 'ye değişimine karşılık gelen saf çıktı ölçek değişimini gösterir. Ölçek değişimi ise çıktı ölçek değişiminin girdi ölçek değişimine oranı ile bulunabilir.

$$\frac{\frac{y_m^*(x_m^*(y_m, S^2))}{y_m^*(x_m^*(y_n, S^2))}}{\frac{x_m^*(y_m, S^2)}{x_m^*(y_n, S^2)}} \quad [3.34]$$

Sonuç olarak, $(x_m^*(y_m, S^2), y_m)$ ve $(x_m^*(y_n, S^2), y_n)$ görelî aktivite farkının parçalanması aşağıdaki öneride ifade edilebilir.

Öneri 4

Görelî aktivite farkı aşağıdaki gibi parçalanabilir:

Görelî aktivite farkı = (ölçek değışimi) x (eksik üretimin derecesinin görelî farkı)
 x (görelî ürün karışım farkı) ÷ (görelî kaynak tahsis farkı)

İspat:

Öneri 2’den hareketle görelî aktivite farkı ;

$$\begin{aligned}
 &= \left(\frac{\frac{p_n^T y_m}{c_n^T x_m^*(y_m, S^2)}}{\frac{p_n^T y_n}{c_n^T x_n^*(y_n, S^2)}} \right) \\
 &= \left(\frac{\frac{p_n^T y_m}{c_n^T x_m^*(y_m, S^2)}}{\frac{p_n^T y_n}{c_n^T x_n^*(y_n, S^2)}} \right) \left(\frac{p_n^T y_m^*(x_m^*(y_n, S^2), S^2)}{p_n^T y_m^*(x_m^*(y_n, S^2), S^2)} \right) \left(\frac{c_n^T x_m^*(y_n, S^2)}{c_n^T x_m^*(y_n, S^2)} \right) \left(\frac{p_n^T y_m^*(x_m^*(y_m, S^2), S^2)}{p_n^T y_m^*(x_m^*(y_m, S^2), S^2)} \right) \\
 &\left(\frac{p_n^T y_n^*(x_m^*(y_n, S^2), S^2)}{p_n^T y_n^*(x_m^*(y_n, S^2), S^2)} \right) \quad [3.35]
 \end{aligned}$$

terimleri düzenlersek;

$$\begin{aligned}
 &= \left(\frac{\frac{y_m^*(x_m^*(y_m, S^2), S^2)}{y_m^*(x_m^*(y_n, S^2), S^2)}}{\frac{(x_m^*(y_m, S^2))}{(x_m^*(y_n, S^2))}} \right) \left(\frac{\frac{y_m}{y_m^*(x_m^*(y_m, S^2), S^2)}}{\frac{y_n}{y_n^*(x_m^*(y_n, S^2), S^2)}} \right) \left(\frac{p_n^T y_m^*(x_m^*(y_n, S^2), S^2)}{p_n^T y_n^*(x_m^*(y_n, S^2), S^2)} \right) \\
 &\left(\frac{1}{\frac{c_n^T x_m^*(y_n, S^2)}{c_n^T x_n^*(y_n, S^2)}} \right) \quad [3.36]
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= \left(\frac{\frac{p_n^T y_m^*(x_m^*(y_m, S^2), S^2)}{p_n^T y_m^*(x_m^*(y_n, S^2), S^2)}}{\frac{c_n^T x_m^*(y_m, S^2)}{c_n^T x_m^*(y_n, S^2)}} \right) \left(\frac{\frac{p_n^T y_m}{p_n^T y_m^*(x_m^*(y_m, S^2), S^2)}}{\frac{p_n^T y_n}{p_n^T y_n^*(x_m^*(y_n, S^2), S^2)}} \right) \left(\frac{\frac{p_n^T y_m^*(x_m^*(y_n, S^2), S^2)}{p_n^T y_n^*(x_m^*(y_n, S^2), S^2)}}{\frac{p_n^T y_m^*(x_m^*(y_n, S^2), S^2)}{p_n^T y_n^*(x_m^*(y_n, S^2), S^2)}} \right) \\
&\left(\frac{1}{\frac{c_n^T x_m^*(y_n, S^2)}{c_n^T x_n^*(y_n, S^2)}} \right) \quad [3.37]
\end{aligned}$$

1. $x_m^*(y_n, S^2) \in \partial L^{S^2}(y_n)$ ve $x_n^*(y_n, S^2) \in \partial L^{S^2}(y_n)$ den dolayı, görelî kaynak tahsis farkı: $\frac{c_n^T x_m^*(y_n, S^2)}{c_n^T x_n^*(y_n, S^2)}$ şeklindedir.

2. Benzer şekilde $y_m^*(x_m^*(y_n, S^2), S^2) \in \partial P_{BCC}^S(x_m^*(y_n, S^2))$ ve $y_n^*(x_m^*(y_n, S^2), S^2) \in \partial P_{BCC}^S(x_m^*(y_n, S^2))$ tanımı aracılığıyla m'nin n'ye ilişkin görelî ürün karışımı $\left(\frac{p_n^T y_m^*(x_m^*(y_n, S^2), S^2)}{p_n^T y_n^*(x_m^*(y_n, S^2), S^2)} \right)$ şeklindedir. Bu sebeple her iki $y_m^*(x_m^*(y_n, S^2), S^2)$ ve $y_n^*(x_m^*(y_n, S^2), S^2)$ sırasıyla y_m ve y_n gibi aynı karışıma sahiptir ve $(x_m^*(y_n, S^2))$ tarafından etkince üretilebilir.

3. $y_m^*(x_m^*(y_m, S^2), S^2)$ 'nin tanımından hareketle $(x_m^*(y_m, S^2) \in \partial L_{BCC}^{S^2}(y_m))$ ve $\max \{ \alpha : (x_m^*(y_m, S^2), \alpha y_m) \in T_{BCC}^{S^2} \} y_m = y_m^*(x_m^*(y_m, S^2), S^2)$. Benzer şekilde $x_m^*(y_n, S^2) \in \partial L_{BCC}^{S^2}(y_n)$ ve bu sebeple $\max \{ \beta : (x_m^*(y_n, S^2), \beta y_n) \in T_{BCC}^{S^2} \} = y_n^*(x_m^*(y_n, S^2), S^2)/y_n$ 'dir.

Buradan ;

$$\left(\frac{\frac{y_m}{y_m^*(x_m^*(y_m, S^2), S^2)}}{\frac{y_n}{y_n^*(x_m^*(y_n, S^2), S^2)}} \right) = \frac{[\max\{\alpha : (x_m^*(y_m, S^2), \alpha y_m) \in T_{BCC}^{S^2}\}]^{-1}}{[\max\{\beta : (x_m^*(y_n, S^2), \beta y_n) \in T_{BCC}^{S^2}\}]^{-1}} = \text{RDDUP}(m,n)$$

elde edilir.

4. $x_m^*(y_m, S^2)$ tanımı vasıtasıyla $x_m^*(y_n, S^2)$ 'ye ölçeklendirilmiştir ve onlar $T_{BCC}^{S^2}$ 'de sırasıyla y_m ve y_n 'i etkince üretebilir. Ayrıca $y_m^*(x_m^*(y_m, S^2), S^2)$ ve $y_m^*(x_m^*(y_n, S^2), S^2)$ y_m 'nin aynı karışım çıktı seviyesine karşılık gelir (11).

Öneri 1,2,3 ve 4 birleştirilirse RTFPD (m,n)'nin parçalanması aşağıdaki gibi yazılabilir.

Öneri 5

$$\text{RTFPD}(m,n) \quad [3.38]$$

$$= \left(\frac{\frac{p_m^T y_m}{c_m^T x_m}}{\frac{p_n^T y_m}{c_n^T x_m}} \right) \quad \text{Görelî fiyat farkı}$$

$$\times \left(\frac{x_m^*(y_m, S^2)}{x_m^*(y_m, S^1)} \right) \quad \text{Teknik Değişme}$$

$$\times \left(\frac{\frac{x_m^*(y_m, S^1)}{x_m}}{\frac{x_n^*(y_n, S^2)}{x_n}} \right) \quad \text{Görelî Teknik Etkinlik Farkı}$$

$$x \left(\frac{\frac{y_m^* (x_m^* (y_m, S^2), S^2)}{y_m^* (x_m^* (y_n, S^2), S^2)}}{\frac{x_m^* (y_m, S^2)}{x_m^* (y_n, S^2)}} \right)$$

Ölçek Değişimi

$$x \left(\frac{\frac{y_m}{y_m^* (x_m^* (y_m, S^2), S^2)}}{\frac{y_n}{y_n^* (x_m^* (y_n, S^2), S^2)}} \right)$$

RDDUP (m,n)

$$x \left(\frac{p_n^T y_m^* (x_m^* (y_n, S^2), S^2)}{p_n^T y_n^* (x_m^* (y_n, S^2), S^2)} \right)$$

Görelî Ürün Karışımı Farkı

$$\div \left(\frac{c_n^T x_m^* (y_n, S^2)}{c_n^T x_n^* (y_n, S^2)} \right)$$

Görelî Kaynak Tahsis Farkı

Bu çözümler Lineer Programlama (LP) modelleri çözümlenerek elde edilebilir. Bu LP modelleri aşağıda verilmiştir.

$$x_m^* (y_m, S^1) = x_m / D_{BCC-I}^{S^1} (x_m, y_m) \quad [3.39]$$

$$[D_{BCC-I}^{S^1} (x_m, y_m)]^{-1} = \min_{\theta, \lambda} \theta \quad [3.40]$$

kısıtlar

$$\sum_{r \in S^1} x_{ir} \lambda_r \leq \theta x_{im} \quad \forall i \in I$$

$$\sum_{r \in S^1} y_{jr} \lambda_r \geq y_{jm} \quad \forall j \in J$$

$$\sum_{r \in S^1} \lambda_r = 1$$

$$\lambda_r \geq 0 \quad \forall r \in S^1$$

$$x_n^*(y_n, S^2) = x_n / D_{BCC-I}^{S^2}(x_n, y_n) \quad [3.41]$$

$$[D_{BCC-I}^{S^2}(x_n, y_n)]^{-1} = \min_{\theta, \lambda} \theta \quad [3.42]$$

kısıtlar

$$\sum_{r \in S^2} x_{ir} \lambda_r \leq \theta x_{in} \quad \forall i \in I$$

$$\sum_{r \in S^2} y_{jr} \lambda_r \geq y_{jn} \quad \forall j \in J$$

$$\sum_{r \in S^2} \lambda_r = 1$$

$$\lambda_r \geq 0 \quad \forall r \in S^2$$

$$x_m^*(y_m, S^2) = x_m / D_{BCC-I}^{S^2}(x_m, y_m) \quad [3.43]$$

$$[D_{BCC-I}^{S^2}(x_m, y_m)]^{-1} = \min_{\theta, \lambda} \theta \quad [3.44]$$

kısıtlar

$$\sum_{r \in S^2} x_{ir} \lambda_r \leq \theta x_{im} \quad \forall i \in I$$

$$\sum_{r \in S^2} y_{jr} \lambda_r \geq y_{jm} \quad \forall j \in J$$

$$\sum_{r \in S^2} \lambda_r = 1$$

$$\lambda_r \geq 0 \quad \forall r \in S^2$$

$$x_m^*(y_n, S^2) = x_m / D_{BCC-I}^{S^2}(x_m, y_n) \quad [3.45]$$

$$[D_{BCC-I}^{S^2}(x_m, y_n)]^{-1} = \min_{\theta, \lambda} \theta \quad [3.46]$$

kısıtlar

$$\sum_{r \in S^2} x_{ir} \lambda_r \leq \theta x_{im} \quad \forall i \in I$$

$$\sum_{r \in S^2} y_{jr} \lambda_r \geq y_{jn} \quad \forall j \in J$$

$$\sum_{r \in S^2} \lambda_r = 1$$

$$\lambda_r \geq 0 \quad \forall r \in S^2$$

$$y_m^*(x_m^*(y_n, S^2), S^2) = y_m / D_{BCC-0}^{S^2}(x_m^*(y_n, S^2), y_n) \quad [3.47]$$

$$y_n^*(x_m^*(y_n, S^2), S^2) = y_n / D_{BCC-0}^{S^2}(x_m^*(y_n, S^2), y_n) \quad [3.48]$$

$$\{D_{BCC-0}^{S^2}(x_m^*(y_n, S^2), y_n)\}^{-1} = \max_{\phi, \lambda} \phi \quad [3.49]$$

kısıtlar

$$\sum_{r \in S^2} x_{ir} \lambda_r \leq x_{im}^*(y_n, S^2) \quad \forall i \in I$$

$$\sum_{r \in S^2} y_{jr} \lambda_r \geq \phi y_{jn} \quad \forall j \in J$$

$$\sum_{r \in S^2} \lambda_r = 1$$

$$\lambda_r \geq 0 \quad \forall r \in S^2$$

3.4. RTFPD (k,b) ve Veri Zarflama Analizi

Şu ana kadar daha genel olan RTFPD (m,n)'nin parçalanmasını inceledik. Buradan hareketle verimlilik ve etkinlik arasındaki ilişkiyi kurabilmek amacıyla özel bir durum olan RTFPD (k,b)'nin parçalanmasını irdelleyeceğiz. Daha önce Bölüm 3.2.3'de bahsedildiği gibi, RTFPD (k,b) KVB k ve KVB b arasındaki görelî toplam faktör verimliliği farkını gösterir. KVB k ilgilendiğimiz değişkeni KVB b ise girdi i ve çıktı j için en iyi uygulamayı göstermektedir. RTFPD (k,b) , RTFPD (m,n) 'nin özel bir halidir ve aynı yol kullanılarak parçalanabilir (k=m ve b=n).

KVB b tüm KVB'leri içinde kısmi verimlilik bakımından en iyi değere sahiptir. $(x_b, y_b) \in S^2$ ve $S^1 \subseteq S^2$ (yada $(x_b, y_b) \in T^2$ ve $T^1 \subseteq T^2$) varsayımına sahibiz. Üstelik Chen ve Ali tarafından daha önce belirtildiği gibi, kısmi verimlilik ölçümü bakımından en iyi performansa sahip KVB VZA sınırı üstündedir ve bu yüzden teknik etkin olacaktır ve $TE(b)=1$ değerine sahip olacaktır ve $T_{BCC}^{S^2}$ sınırı üstünde olacaktır. Bu özel durumu göstermek için Şekil 3.5-3.7 kullanılabilir ve Öneri 5'i aşağıdaki gibi yazabiliriz (11).

RTFPD(k,b)

[3.50]

$$= \frac{\frac{p_k^T y_k}{c_k^T x_k}}{\frac{p_b^T y_k}{c_b^T x_k}}$$

Görelî fiyat farkı

$$\times \frac{x_k^*(y_k, S^2)}{x_k^*(y_k, S^1)}$$

Teknik Değişme

$$\times \frac{\frac{x_k^*(y_k, S^1)}{x_k}}{\frac{x_b^*(y_b, S^2)}{x_b}}$$

Görelî Teknik Etkinlik Farkı

$$\times \frac{\frac{y_k^*(x_k^*(y_k, S^2), S^2)}{y_k^*(x_k^*(y_b, S^2), S^2)}}{\frac{x_k^*(y_k, S^2)}{x_k^*(y_b, S^2)}}$$

Ölçek Değişimi

$$\times \frac{\frac{y_k}{y_k^*(x_k^*(y_k, S^2), S^2)}}{\frac{y_b}{y_b^*(x_k^*(y_b, S^2), S^2)}}$$

RDDUP (k,b)

$$\times \frac{p_b^T y_k^*(x_k^*(y_b, S^2), S^2)}{p_b^T y_b^*(x_k^*(y_b, S^2), S^2)}$$

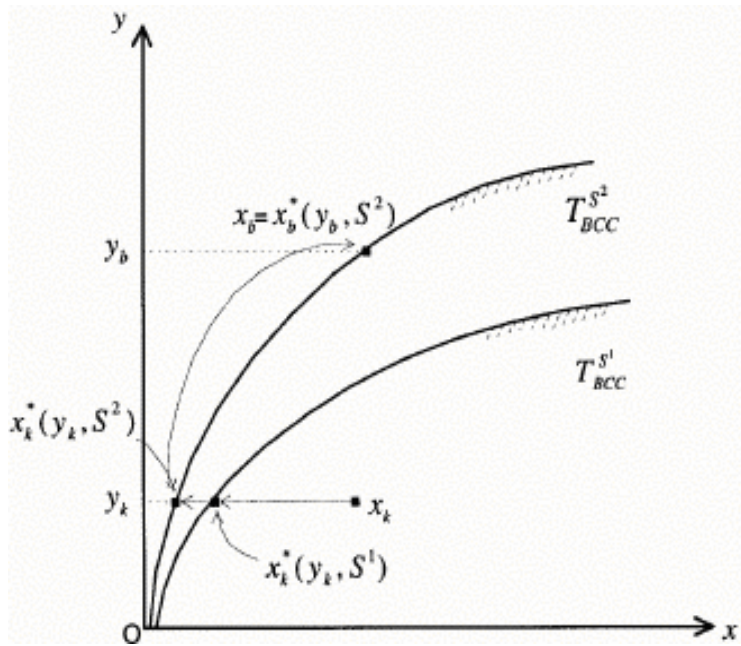
Görelî Ürün Karışımı Farkı

$$\div \frac{c_b^T x_k^*(y_b, S^2)}{c_b^T x_k^*(y_b, S^2)}$$

Görelî Kaynak Tahsis Farkı

$$TE(b) = \frac{x_b^*(y_b, S^2)}{x_b} = 1 \text{ olduğundan dolayı } \text{görelî teknik etkinlik farkı} \quad KVB \text{ k için}$$

BCC-I ile ölçülen $TE(k)$ ile aynıdır.



Şekil 3.5.Tek girdi tek çıktı için RTFPD(k,b)'nin parçalanması

Sonuç olarak Eş. 3.50 aşağıdaki gibi yazılabilir.

$$\begin{aligned} \text{RTFPD}(\mathbf{k}, \mathbf{b}) = & \left(\frac{p_k^T y_k}{c_k^T x_k} \right) \times \left(\frac{\frac{y_k^* (x_k^* (y_k, S^2), S^2)}{y_k^* (x_k^* (y_b, S^2), S^2)}}{\frac{x_k^* (y_k, S^2)}{x_k^* (y_b, S^2)}} \right) \times \left(\frac{\frac{y_k}{y_k^* (x_k^* (y_k, S^2), S^2)}}{\frac{y_b}{y_b^* (x_k^* (y_b, S^2), S^2)}} \right) \\ & \times \left(\frac{p_b^T y_k^* (x_k^* (y_b, S^2), S^2)}{p_b^T y_b^* (x_k^* (y_b, S^2), S^2)} \right) \div \left(\frac{c_b^T x_k^* (y_b, S^2)}{c_b^T x_k^* (y_b, S^2)} \right) \times \left(\frac{x_k^* (y_k, S^2)}{x_k^* (y_k, S^1)} \right) \times \left(\frac{x_k^* (y_k, S^1)}{x_k} \right) \end{aligned} \quad [3.51]$$

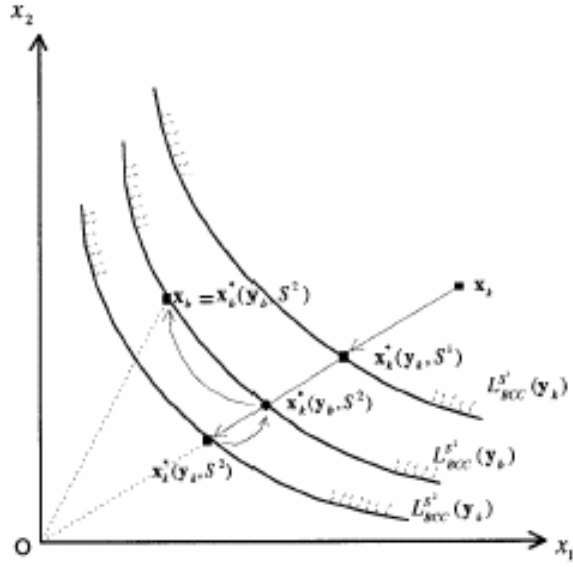
RTFPD(k,b)= (Görelî fiyat farkı) x (ölçek değışimi)

x (eksik üretimin derecesinin görelî farkı)

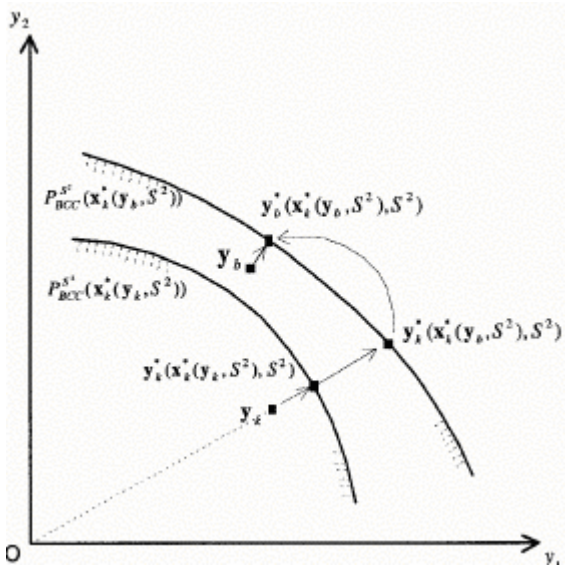
x (görelî ürün karışımı farkı) ÷ (görelî kaynak tahsis farkı)

x (teknik değışme) x (TE(k))

Bölüm 3.3.2’de olduğu gibi bu değêrler LP modelleri ile çözülebilir.



Şekil 3.6: İki girdili durum için RTFPD(k,b) parçalanması



Şekil 3.7: İki çıktılı durum için RTFPD(k,b) parçalanması

$$x_k^*(y_k, S^1) = x_k / D_{BCC-I}^{S^1}(x_k, y_k) \quad [3.52]$$

$$[D_{BCC-I}^{S^1}(x_k, y_k)]^{-1} = \min_{\theta, \lambda} \theta \quad [3.53]$$

kısıtlar

$$\sum_{r \in S^1} x_{ir} \lambda_r \leq \theta x_{ik} \quad \forall i \in I$$

$$\sum_{r \in S^1} y_{jr} \lambda_r \geq y_{jk} \quad \forall j \in J$$

$$\sum_{r \in S^1} \lambda_r = 1$$

$$\lambda_r \geq 0 \quad \forall r \in S^1$$

$$x_b^*(y_b, S^2) = x_b / D_{BCC-I}^{S^2}(x_b, y_b) \quad [3.54]$$

$$[D_{BCC-I}^{S^2}(x_b, y_b)]^{-1} = \min_{\theta, \lambda} \theta \quad [3.55]$$

kısıtlar

$$\sum_{r \in S^2} x_{ir} \lambda_r \leq \theta x_{ib} \quad \forall i \in I$$

$$\sum_{r \in S^2} y_{jr} \lambda_r \geq y_{jb} \quad \forall j \in J$$

$$\sum_{r \in S^2} \lambda_r = 1$$

$$\lambda_r \geq 0 \quad \forall r \in S^2$$

$$x_k^*(y_k, S^2) = x_k / D_{BCC-I}^{S^2}(x_k, y_k) \quad [3.56]$$

$$[D_{BCC-I}^{S^2}(x_k, y_k)]^{-1} = \min_{\theta, \lambda} \theta \quad [3.57]$$

kısıtlar

$$\sum_{r \in S^2} x_{ir} \lambda_r \leq \theta x_{ik} \quad \forall i \in I$$

$$\sum_{r \in S^2} y_{jr} \lambda_r \geq y_{jk} \quad \forall j \in J$$

$$\sum_{r \in S^2} \lambda_r = 1$$

$$\lambda_r \geq 0 \quad \forall r \in S^2$$

$$x_k^*(y_b, S^2) = x_k / D_{BCC-I}^{S^2}(x_k, y_b) \quad [3.58]$$

$$[D_{BCC-I}^{S^2}(x_k, y_b)]^{-1} = \min_{\theta, \lambda} \theta \quad [3.59]$$

kısıtlar

$$\sum_{r \in S^2} x_{ir} \lambda_r \leq \theta x_{ik} \quad \forall i \in I$$

$$\sum_{r \in S^2} y_{jr} \lambda_r \geq y_{jb} \quad \forall j \in J$$

$$\sum_{r \in S^2} \lambda_r = 1$$

$$\lambda_r \geq 0 \quad \forall r \in S^2$$

$$y_k^*(x_k^*(y_b, S^2), S^2) = y_k / D_{BCC-0}^{S^2}(x_k^*(y_b, S^2), y_b) \quad [3.60]$$

$$y_b^*(x_k^*(y_b, S^2), S^2) = y_b / D_{BCC-0}^{S^2}(x_k^*(y_b, S^2), y_b) \quad [3.61]$$

$$D_{BCC-0}^{S^2}(x_k^*(y_b, S^2), y_b)^{-1} = \max_{\phi, \lambda} \phi \quad [3.62]$$

kısıtlar

$$\sum_{r \in S^2} x_{ir} \lambda_r \leq x_{ik}^*(y_b, S^2) \quad \forall i \in I$$

$$\sum_{r \in S^2} y_{jr} \lambda_r \geq \phi y_{jb} \quad \forall j \in J$$

$$\sum_{r \in S^2} \lambda_r = 1$$

$$\lambda_r \geq 0 \quad \forall r \in S^2$$

3.5 Özet

Daha önce elde edilen Eş. 3.11 ve Eş. 3.51 birleştirilerek girdi i ve çıktı j'yi temel alan KVB k için kısmi etkinlik, VZA'dan elde elden teknik etkinlik ve diğer anlamlı on faktör olmak üzere toplam 11 parça olarak ifade edilebilir.

PE(i,j,k)

[3.63]

$$= \begin{pmatrix} \frac{p_{jk} y_{jk}}{p_k^T y_k} \\ \frac{p_{jb} y_{jb}}{p_b^T y_b} \end{pmatrix}$$

Görelî çıktı j yoğunluk farkı

$$\times \begin{pmatrix} \frac{p_{jb}}{p_{jk}} \end{pmatrix}$$

Çıktı j için fiyat uyarlaması

$$\div \begin{pmatrix} \frac{c_{ik} x_{ik}}{c_k^T x_k} \\ \frac{c_{ib} x_{ib}}{c_b^T x_b} \end{pmatrix}$$

Görelî girdi i yoğunluk farkı

$$\times \begin{pmatrix} \frac{c_{ik}}{c_{ib}} \end{pmatrix}$$

Girdi i için fiyat uyarlaması

$$\times \begin{pmatrix} \frac{p_k^T y_k}{c_k^T x_k} \\ \frac{p_b^T y_k}{c_b^T x_k} \end{pmatrix}$$

Görelî fiyat farkı

$$\times \begin{pmatrix} \frac{y_k^* \left(x_k^* \left(y_k, S^2 \right), S^2 \right)}{y_k^* \left(x_k^* \left(y_b, S^2 \right), S^2 \right)} \\ \frac{x_k^* \left(y_k, S^2 \right)}{x_k^* \left(y_b, S^2 \right)} \end{pmatrix}$$

Ölçek değişimi

$x \left(\frac{\frac{y_k}{y_k^*(x_k^*(y_k, S^2), S^2)}}{\frac{y_b}{y_b^*(x_k^*(y_b, S^2), S^2)}} \right)$	RDDUP (k,b)
$x \left(\frac{p_b^T y_k^*(x_k^*(y_b, S^2), S^2)}{p_b^T y_b^*(x_k^*(y_b, S^2), S^2)} \right)$	Görelî ürün karışım farkı
$\div \left(\frac{c_b^T x_k^*(y_b, S^2)}{c_b^T x_k^*(y_b, S^2)} \right)$	Görelî kaynak tahsis farkı
$x \left(\frac{x_k^*(y_k, S^2)}{x_k^*(y_k, S^1)} \right)$	Teknik değişme
$x \left(\frac{x_k^*(y_k, S^1)}{x_k} \right)$	TE (k)

Verimlilik değerlerinin aksine, etkinlik değerleri en iyi performans karşısındaki ölçüm değerini verir. İki farklı etkinlik ölçümü PE, PE (i,j,k) ve VZA (BCC-I) tarafından ölçülen TE, TE (k) Eş. 3.63'de birleştirilmiştir. Kısmi etkinlik değerleri TE'ye ek olarak on faktör daha içermektedir. Çıktı ve girdi yoğunluğu toplam çıktı yada toplam girdilerin oranıdır. Ürün karışımı ve kaynak karışımı toplam çıktı/girdi yapısal farklılığını yansıtır. Benzer şekilde fiyat ayarlaması incelenen PE'nin tek çıktı faktörünün fiyat farkını inceler ve maliyet ayarlama terimi tek girdi faktörünü gösterir. Fiyat etkisi farkı tüm girdi/çıktı ağılıklarını bir defada inceler ve fiyat/maliyet yapısal farkını gösterir.

Performans ölçüm prosesleri karşılaştırma için referans KVB'i seçer. Farklı referanslardan dolayı farklı performans değerleri ortaya çıkar. Örneğin kısmi verimlilik değerleri referans noktayı (en iyi uygulama KVB b) seçmek için kullanılabilir yada VZA Bölüm 2.2'de anılan gerçek üreticiyi belirlemek için kullanılır.

Eş. 3.63'deki herhangi bir faktör ise KVB k 'nın KVB b'ye oranı ile elde edilmiştir. Bu itibarla eğer bu oranlardan herhangi birisi değer bire eşit ise o faktör için iki KVB arasında fark olmadığı anlamına gelir. Eğer oran birden küçük ise örneğin 0,80 ise KVB k bu faktör için KVB b 'nin 0,80 kadar iyidir. Eğer değer birden büyük ise örneğin 1,2 ise bu faktör için KVB k , KVB b'nin 1,2 katı kadardır şeklinde yorumlanır. Eş. 3.63'de belirtilen terimlerden sadece TE (k) ve teknik değişme birden küçük yada bire eşittir. Diğer dokuz parça sadece pozitif olmak ile kısıtlıdır. Bunun anlamı KVB k, KVB b'den daha yüksek ölçek faktörüne sahip olabilir.

Eş. 3.63 ile şunu kanıtlayabiliriz ki; PE değeri organizasyonların operasyonel etkinliği hesaplayabilmek için açık bir ölçüm değildir. Çünkü PE değeri görelî karşılaştırmayı etkileyecek bir çok gizli etkene sahiptir. Bu etkenlere sahip olma nedeni ise dış çevreye bağlı faktörleri içermekte ve içsel olarak kontrol edilememektedir. Örneğin fiyatlar ve maliyetler organizasyonlar tarafından kontrol edilememektedir ve KVB'leri kaynak tahsisleri konusunda farklı kararlar vereceklerdir.

Bölüm 3.3'de ve Bölüm 3.2'de tartışıldığı gibi Eş. 3.63 herhangi iki KVB m ve n arasındaki karşılaştırmının özel bir halidir ve tüm varsayımları sağlar. Buradan hareketle Eş. 3.63'de $k=m$ ve $b=n$ yazılarak, KVB m ve KVB n gibi iki KVB arasındaki farkı açıklamak için kullanılabilir.

Burada PE (i,j,k) görelî kısmî verimlilik farkı tarafından yerine konulmuştur ve PE'ye benzemektedir. Kısmî verimlilik değerleri karşılaştırıldığında diğer elementleri gösterir.

PE (i,j,k) performans göstergesi olarak seçildiğinde y_{jb}/x_{ib} ilerlemek için örnek alınacak hedef kümedir. Eş. 3.63 eşitliği ise hedefe mesafenin uzaklığının ayrıntılı bir şekilde anlaşılmasını sağlar. Bu süreç KVB k ve KVB b arasındaki karşılaştırma olarak görülebilir. Böylece eşitlik Eş. 3.63, KVB k'nın KVB b karşısında 11 kritere göre zayıf ve güçlü yönlerini gösterir. Bu 11 kriter ile tüm karar seviyeleri ve farklı

dış çevre etkileri görülebilir. Sonuç olarak Eş. 3.63, y_{jb}/x_{ib} seviyesine ulaşabilmek için gerekli yolu gösterir.

4. UYGULAMALAR

Bu bölümde; kısmi verimlilik, kısmi etkinlik, toplam faktör verimliliği ve teknik etkinlik arasındaki ilişki sayısal olarak gösterilecektir. İlk örneğimizde tek girdi-tek çıktıya sahip karar verme birimleri için, ikinci örneğimizde ise iki girdi – iki çıktıya sahip karar verme birimleri için kısmi verimlilik, kısmi etkinlik, toplam faktör verimliliği ve teknik etkinlik arasındaki ilişki gösterilecektir. Son örneğimizde ise Türkiye imalat sanayine ait DİE’den elde edilen 1990-2001 yıllarına ait verilerle yıllara ilişkin etkinlik araştırması yapılacaktır ve bu uygulama ile ülkemizin imalat sektöründe verimlilik ve etkinlik açısından ne durumda olduğu ve rekabet edebilirlik gücü gösterilmeye çalışılacaktır.

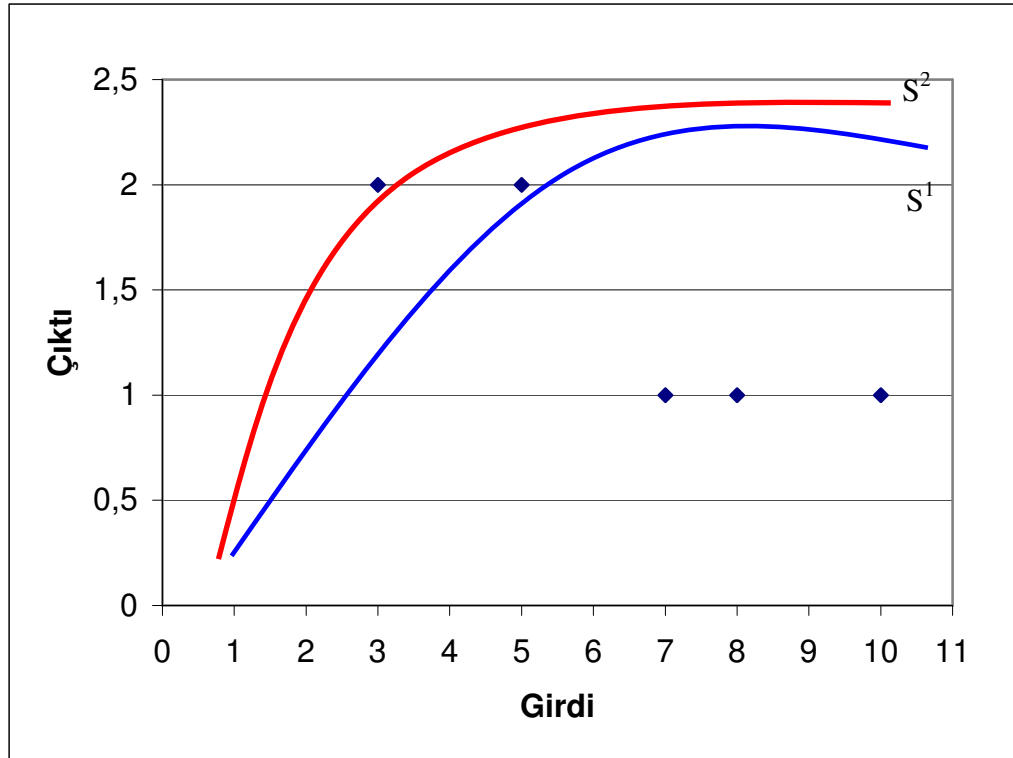
4.1. Tek Girdi-Tek Çıktıdan Oluşan Sistemler için Örnek

Kısmi verimlilik, kısmi etkinlik, toplam faktör verimliliği ve teknik etkinlik arasındaki ilişkinin anlatımına tek girdi ve tek çıktıdan oluşan bir sistemin analizini yaparak başlayalım.

Çizelge 4.1. Tek Girdi ve Tek Çıktıdan Oluşan Sistemler için sayısal veriler

KVB	Çıktı	Fiyat	Girdi	Fiyat
2000 Yılı	1	2	10	1
2001 Yılı	1	2,10	8	1,2
2002 Yılı	1	2,10	7	1,3
2003 Yılı	2	2,20	5	1,4
2004 Yılı	2	2,30	3	1,5

İşlemlerimizde kullanılmak üzere S^1 ve S^2 iki üretim olanakları kümesi alalım. S^1 2000, 2001, 2002, 2003 yılı KVB’lerinden, S^2 2000, 2001, 2002, 2003, 2004 yılı KVB’lerinden oluşsun.



Şekil 4.1. Tek girdi ve tek çıktı için girdi-çıkı değerleri

Öncelikle DEAP paket programı kullanılarak S^1 ve S^2 üretim olanakları kümelerine ait etkinlik değerini hesaplırsak :

Çizelge 4.2. Ölçeğe göre sabit getiri varsayımı altında S^1 ve S^2 üretim olanakları kümelerine ait etkinlik değerleri

S^1 Üretim Olanakları Kümesi		S^2 Üretim Olanakları Kümesi	
KVB	Toplam Etkinlik	KVB	Toplam Etkinlik
2000 Yılı	0,250	2000 Yılı	0,150
2001 Yılı	0,313	2001 Yılı	0,188
2002 Yılı	0,357	2002 Yılı	0,214
2003 Yılı	1,000	2003 Yılı	0,600
		2004 Yılı	1,000

Çizelge 4.3. Ölçeğe göre değişken getiri varsayımı altında S^1 ve S^2 üretim olanakları kümelerine ait etkinlik değerleri

S^1 Üretim Olanakları Kümesi				S^2 Üretim Olanakları Kümesi			
KVB	Toplam Etkinlik	Teknik Etkinlik	Ölçek Etkin.	KVB	Toplam Etkinlik	Teknik Etkinlik	Ölçek Etkin.
1	0,250	0,500	0,500*	1	0,150	0,300	0,500*
2	0,313	0,625	0,500*	2	0,188	0,375	0,500*
3	0,357	0,714	0,500*	3	0,214	0,429	0,500*
4	1,000	1,000	1,000	4	0,600	0,600	1,000
				5	1,000	1,000	1,000

Not: * Ölçeğe göre artan getiri

S^1 ve S^2 incelendiğinde sırasıyla 2003 ve 2004 yılları en iyi etkinlik değerlerine sahiptir.

Çizelge 4.4. S^1 ve S^2 üretim olanakları kümelerine ait verimlilik, kısmi etkinlik ve teknik etkinlik değerleri

KVB	Çıktı	Fiyat	Girdi	Fiyat	çıktı/girdi	PE(i,j,k)	TE(k) S^1 için	TE(k) S^2 için
2000 Yılı	1	2	10	1	0,10	0,15	0,50	0,30
2001 Yılı	1	2,1	8	1,2	0,13	0,19	0,63	0,38
2002 Yılı	1	2,1	7	1,3	0,14	0,21	0,71	0,43
2003 Yılı	2	2,2	5	1,4	0,40	0,60	1,00	0,60
2004 Yılı	2	2,3	3	1,5	0,67	1,00	-	1,00

PE (i,j,k) ile TE(K) arasındaki ilişkinin varlığını ilk olarak korelasyon matrisini

hesaplayarak gösterelim $\begin{vmatrix} 1 & 0,894929 \\ 0,894929 & 1 \end{vmatrix}$. Korelasyon matrisinden de

görüleceği üzere iki değişken arasında kuvvetli bir ilişki vardır. Şimdi bu ilişkiyi daha önce anlattığımız anlamlı parçalara ayırarak gösterelim.

KVB $k \in S^1$ ve KVB $b \in S^2$ olacak şekilde bir örnek olmak üzere KVB $k=2002$ yılını seçelim ve KVB b ise S^2 kümesinde 2004 yılıdır. Şimdi bu iki KVB arasındaki ilişkiyi inceleyelim.

$$\begin{aligned}
 PE(i,j,k) &= \left(\frac{p_{jk} y_{jk}}{p_k^T y_k} \right) \times \left(\frac{p_k^T y_k}{p_{jb} y_{jb}} \right) \times \left(\frac{p_{jb} y_{jb}}{p_b^T y_b} \right) \times \left(\frac{p_k^T y_k}{c_k^T x_k} \right) \times \left(\frac{c_k^T x_k}{c_{ik} x_{ik}} \right) \times \left(\frac{c_{ik} x_{ik}}{c_b^T x_b} \right) \times \left(\frac{c_b^T x_b}{c_{ib} x_{ib}} \right) \times \left(\frac{p_{jb}}{p_{jk}} \right) \times \left(\frac{c_{ik}}{c_{ib}} \right) \text{ yada} \\
 &= \left(\frac{p_{jk} y_{jk}}{p_k^T y_k} \right) \times \left(\frac{p_k^T y_k}{p_{jb} y_{jb}} \right) \times \left(\frac{p_{jb} y_{jb}}{p_b^T y_b} \right) \div \left(\frac{c_{ik} x_{ik}}{c_k^T x_k} \right) \times \left(\frac{p_{jb}}{p_{jk}} \right) \times \left(\frac{c_{ik}}{c_{ib}} \right) \quad [4.1]
 \end{aligned}$$

Formülünde değerleri yerine koyarsak:

Kısmi etkinlik değeri

$$PE(1,1,2002) = \frac{1}{\frac{7}{2}} = \frac{2}{3} = \left(\frac{2,10 * 1}{2,30 * 2} \right) \left(\frac{2,10 * 1}{7 * 1,3} \right) \left(\frac{7 * 1,3}{3 * 1,5} \right) \left(\frac{2,3}{2,1} \right) \left(\frac{1,3}{1,5} \right) = 0,214285 \quad [4.2]$$



RTFPD(2002,2004)

$PE(1,1,2002) = (\text{çıktı için görelî yoğunluk farkı})$
 $\times (RTFPD(2002,2004)) \div (\text{girdi için görelî yoğunluk farkı})$
 $\times (\text{fiyat ayarlaması}) \times (\text{maliyet ayarlaması})$

Bu eşitliğin birinci terimi çıktı için iki çıktı yoğunluğunun oranıdır. Bu oranı KVB 2002 ve KVB 2004 arasındaki görelî çıktı yoğunluk farkı olarak adlandırırız. Çıktı, KVB 2002 'de toplam çıktıya %100 ve KVB 2004'de de %100 katkı sağlıyor olduğundan bu oran 1 yada %100' dür. Aynı şekilde üçüncü terimi de yorumlarsak girdi için iki girdi yoğunluğunun oranıdır. Bu oranı KVB 2002 ve KVB 2004

arasındaki görelî girdi yoğunluk farkı olarak adlandırırız.(Birinci ve üçüncü terimlerin bir değeri alması tek girdi-tek çıktılı bir sistem olduğundan dolayıdır.) Eşitlikte ki son iki terim ise bireysel fiyat değişimlerini elemine etmek için kullanılan fiyat deflatörü, bir fiyat ayarlamasıdır. İkinci terim ise KVB 2002 ve 2004 için $TFV(c_{2002}, p_{2002}, 2002)$ 'nin $TFV(c_{2004}, p_{2004}, 2004)$ 'ye oranı olarak KVB 2002 ve 2004 arasındaki görelî toplam faktör verimliliği farkı (RTFPD)'dir ve Şekil 3.1'deki gibi parçalara ayrılabilir.

$$\text{Görelî fiyat farkı} = \frac{\frac{p_{2002}^T y_{2002}}{c_{2002}^T x_{2002}}}{\frac{p_{2004}^T y_{2002}}{c_{2004}^T x_{2002}}} = \frac{\frac{2,10 * 1}{1,3 * 7}}{\frac{2,30 * 1}{1,5 * 7}} = \frac{\frac{2,10}{9,1}}{\frac{2,30}{10,5}} = \frac{0,230769}{0,219047} = 1,053510 \quad [4.3]$$

Bu oran iki KVB'nin TFV'leri arasındaki farklılığın fiyatlardaki değişimden kaynaklanan kısmını ölçer. Enflasyon fikrine benzer olarak bu endeks iki zaman periyodu arasındaki fiyat değişimini TFV formunda ölçer. KVB 2004 için (x_{2002}, y_{2002}) girdi/çıktı vektörünü temel aldığı için Paasche tipi bir endekstir. Bu oran 1,05 olduğundan toplam çıktı/toplam girdi oranında KVB 2002, KVB 2004 ile karşılaştırıldığında fiyat etkisinden kaynaklanan değişim %5 'dir.

$$\text{Ölçek değişimi} = \frac{\frac{y_m}{x_m}}{\frac{y_n}{x_n}} = \frac{\frac{y_k^*(x_k^*(y_k, S^2), S^2)}{y_k^*(x_k^*(y_b, S^2), S^2)}}{\frac{x_k^*(y_k, S^2)}{x_k^*(y_b, S^2)}} = \frac{\frac{2}{1}}{\frac{7 * 0,428571}{7 * 0,428571}} = 2 \quad [4.4]$$

Burada KVB k ve KVB b karşılaştırıldığında bu oran birden büyük olduğu için KVB k'nın KVB'den daha büyük ölçeğe sahip olduğunu söyleyebiliriz.

$$RDDUP = \frac{\frac{y_k}{y_k^*(x_k^*(y_k, S^2), S^2)}}{\frac{y_b}{y_b^*(x_k^*(y_b, S^2), S^2)}} = \frac{\frac{1}{1 * 2}}{\frac{2}{2 * 1}} = 0,5 \quad [4.5]$$

Girdide teknik etkinlik çıktıda ise teknik etkinsizlik söz konusu olduğu durumlar için RDDUP söz konusudur. Bu örnek için (x,y) girdide teknik etkin iken , çıktıda teknik etkin değildir. Sadece ölçeğe göre sabit getiri söz konusu olduğunda girdide teknik etkinlik aynı zamanda çıktıda da teknik etkinlik anlamına gelir. Bu karşılaştırma KVB' lerinin üretebilecekleri ama üretmekte isteksiz davrandıkları miktarı temel alır. Eğer $RDDUP < 1$ ise KVB 2002, KVB 2004'den daha fazla eksik üretime sahiptir.

Genellikle bir organizasyon talebi karşılayacak ihtiyaçları üretmek ve kaynakları etkin bir şekilde kullanmayı amaçlar. Aynı kaynakları kullanarak daha fazla üretim yapmak mümkün olabilir ama işletme talep edilenden daha fazla ürün üretmek istemez. Çünkü fazla üretim depolama maliyetlerini arttıracaktır.

$$\text{Görelî Ürün Karışım Farkı} = \frac{p_b^T y_k}{p_b^T y_b} = \frac{p_b^T y_k^*(x_k^*(y_b, S^2), S^2)}{p_b^T y_b^*(x_k^*(y_b, S^2), S^2)} = \frac{2,30 * 1 * 1}{2,30 * 2 * 1} = 0,5 \quad [4.6]$$

Bu değer toplam çıktı bileşimlerini tek Laspeyres tipi miktar indeksinde birleştirir. Buna karşın tanımdaki daha fazla varsayımlar ile daha derin yönetsel yorumlara sahiptir. y_{2002} ve y_{2004} 'nin her ikisi de x tarafından etkin bir şekilde üretilebilir. Bu KVB'leri için tek fark çıktının bileşimleridir. Her üretilen ürün sınırlı kaynakların kullanımı ile üretilir.

y_{2002} ve y_{2004} 'nin karşılaştırılmasında görelî ürün karışımı farkı y_{2002} 'nin y_{2004} 'den daha iyi olup olmadığını gösterir. Buna karşın bu oran en iyi çıktı karışımını göstermez. Çünkü ne y_{2002} nede y_{2004} , $p^T y$ 'yi maksimum yapan ürün karışımı olmayabilir. Bu oranın 0,50 olması ise (yada %50) y_{2002} , y_{2004} 'den %50 kadar daha kötüdür şeklinde yorumlanabilir.

$$\text{Görelî kaynak tahsis farkı} = \frac{c_b^T x_k}{c_b^T x_b} = \frac{c_b^T x_k^*(y_b, S^2)}{c_b^T x_b^*(y_b, S^2)} = \frac{1,5 * 7 * 0,42875}{1,5 * 3 * 1} = 1 \quad [4.7]$$

Görelî kaynak tahsis farkı, Görelî Ürün Karışım Farkı ile benzer şekilde yorumlanabilir ancak girdi yönüyle ele alınmalıdır. Bu oran 2002'nin 2004'e ilişkin kaynak tüketim karşılaştırmasını gösteren Laspeyres tipi miktar indeksidir. $y_{x_{2004}}$ ve x_{2004} tarafından etkin bir şekilde üretilebileceği için bu değer hangi KVB'nin daha iyi bir kaynak karışımı kullandığını gösterir. Bu oranın bire eşit olması ise KVB 2002, KVB 2004 ile aynı miktarda girdi kullanır şeklinde yorumlanır.

$$\text{Teknik değişme} = \frac{x_k^*(y_k, S^2)}{x_k^*(y_k, S^1)} = \frac{7 * 0,42875}{7 * 0,714286} = 0,5999 \quad [4.8]$$

Bu değer KVB 2002 için T^1 'den T^2 'ye sınır değişimini ölçer. Herhangi bir KVB için, belli bir denk gruba karşı daha büyük bir grubun karşılaştırılmasında kontrol edilemeyen dış şartlar, teknolojik farklar gibi değişkenler teknik değişme olarak adlandırılır.

Eğer $T^1 = T^2$ ise teknik farklılık olmadığı şeklinde yorumlanır ve $x_{2002} \in \partial L^1(y_{2002})$ olduğundan dolayı oran 1 değerini verir. Bu oran daima pozitif bir sayıdır ama sıfır ile bir arasında değerler alır. Bu oran ne kadar küçük ise T^1 ve T^2 arasındaki teknik fark o kadar belirgindir. Buradan şu sonucu çıkarabiliriz: T^1 ve T^2 çok farklıdır ve aynı grupta değerlendirilmemesi daha uygun olur.

$$\text{Teknik etkinlik} = \frac{\frac{x_k^*(y_k, S^1)}{x_k}}{\frac{x_b^*(y_b, S^2)}{x_b}} = \frac{x_k^*(y_k, S^1)}{x_k} = \frac{7 * 0,714286}{7} = 0,714286 \quad [4.9]$$



1'e eşittir

Bu oran ise iki Debreu-Farrell teknik etkinliğin oranına eşittir ve herhangi bir pozitif sayı olabilir. Eğer bu oran 1 ise, her iki KVB'nin aynı etkinliğe sahiptir. 1'den küçük ise KVB 2004, KVB 2002 'den daha etkindir. Burada en iyi KVB ile

karşılaştırma yaptığımızdan dolayı paydadaki değer daima 1'e eşit olacaktır ve bu oran ilgilenilen (burada KVB 2002) KVB'nin teknik etkinliğini verecektir.

Sonuç olarak:

$$RTFPD (2002,2004) = \frac{\frac{2,10}{9,1}}{\frac{2,30}{10,5}} \times \frac{\frac{2}{1}}{7 \times 0,428571} \times \frac{\frac{1}{1 \times 2}}{2 \times 1} \times \frac{2,30 \times 1 \times 1}{2,30 \times 2 \times 1} \div \frac{1,5 \times 7 \times 0,42875}{1,5 \times 3 \times 1}$$

$$\times \frac{7 \times 0,42875}{7 \times 0,714286} \times \frac{7 \times 0,714286}{7} = 0,225712 \quad [4.10]$$

4.2. İki Girdi-İki Çıktıdan Oluşan Sistemler için Örnek

Kısmi verimlilik ve VZA ile ölçülen TE(k) arasındaki ilişkinin anlatımına iki girdi ve iki çıktıdan oluşan bir sistemin analizi ile devam edelim.

Çizelge 4.5. İki Girdi ve İki Çıktıdan Oluşan Sistemler için sayısal veriler

KVB	Çıktı 1	Fiyat 1	Çıktı 2	Fiyat 2	Girdi 1	Fiyat 1	Girdi 2	Fiyat 2
2000 Yılı	2	2	1	2	13	1	10	1
2001 Yılı	2	2,10	1	2,10	11	1,2	8	1,2
2002 Yılı	2	2,10	1	2,10	9	1,3	7	1,3
2003 Yılı	2	2,20	2	2,20	8	1,4	5	1,4
2004 Yılı	2	2,30	2	2,30	7	1,5	3	1,5

İşlemlerimizde kullanılmak üzere S^1 ve S^2 iki üretim olanakları kümesi alalım. S^1 2000, 2001, 2002, 2003 KVB'lerinden, S^2 2000, 2001, 2002, 2003, 2004 KVB'lerinden oluşsun.

Öncelikle DEAP paket programı kullanılarak S^1 ve S^2 üretim olanakları kümelerine ait etkinlik değerini hesaplırsak :

Çizelge 4.6. Ölçeğe göre sabit getiri varsayımı altında S^1 ve S^2 üretim olanakları kümelerine ait etkinlik değerleri

S^1 Üretim Olanakları Kümesi		S^2 Üretim Olanakları Kümesi	
KVB	Toplam Etkinlik	KVB	Toplam Etkinlik
2000 Yılı	0,615	2000 Yılı	0,538
2001 Yılı	0,727	2001 Yılı	0,636
2002 Yılı	0,889	2002 Yılı	0,778
2003 Yılı	1,000	2003 Yılı	0,875
		2004 Yılı	1,000

Çizelge 4.7. Ölçeğe göre değişken getiri varsayımı altında S^1 ve S^2 üretim olanakları kümelerine ait etkinlik değerleri

S^1 Üretim Olanakları Kümesi				S^2 Üretim Olanakları Kümesi			
KVB	Toplam Etkinlik	Teknik Etkinlik	Ölçek Etkin.	KVB	Toplam Etkinlik	Teknik Etkinlik	Ölçek Etkin.
1	0,615	0,615	1,000	1	0,538	0,538	1,000
2	0,727	0,727	1,000	2	0,636	0,636	1,000
3	0,889	0,889	1,000	3	0,778	0,778	1,000
4	1,000	1,000	1,000	4	0,875	0,875	1,000
				5	1,000	1,000	1,000

S^1 ve S^2 İncelendiğinde sırasıyla 2003 ve 2004 yılları en iyi etkinlik değerlerine sahiptir.

Çizelge 4.8. S^1 ve S^2 üretim olanakları kümelerine ait verimlilik, teknik etkinlik değerleri

KVB	KİSMİ VERİMLİLİK ÇIKTI1/GİRDİ1	KİSMİ VERİMLİLİK ÇIKTI2/GİRDİ1	KİSMİ VERİMLİLİK ÇIKTI1/GİRDİ2	KİSMİ VERİMLİLİK ÇIKTI2/GİRDİ2	TE(K) DEĞERLERİ
2000 YILI	0,1538	0,0769	0,2000	0,1000	0,538
2001 YILI	0,1818	0,0909	0,2500	0,1250	0,636
2002 YILI	0,2222	0,1111	0,2857	0,1429	0,778
2003 YILI	0,2500	0,2500	0,4000	0,4000	0,875
2004 YILI	0,2857	0,2857	0,6667	0,6667	1

Çizelge 4.9. S^1 ve S^2 üretim olanakları kümelerine ait kısmi etkinlik ve toplam faktör verimliliği değerleri

KVB	Kısmi Etkinlik Çıktı1/Girdi1	Kısmi Etkinlik Çıktı2/Girdi1	Kısmi Etkinlik Çıktı1/Girdi2	Kısmi Etkinlik Çıktı2/Girdi2	Toplam Faktör Verimliliği	Toplam Faktör Verimliliği Oranları
2000 YILI	0,5385	0,2692	0,3000	0,1500	0,2609	0,4253
2001 YILI	0,6364	0,3182	0,3750	0,1875	0,2763	0,4505
2002 YILI	0,7778	0,3889	0,4286	0,2143	0,3029	0,4938
2003 YILI	0,8750	0,8750	0,6000	0,6000	0,4835	0,7883
2004 YILI	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,6133	1,0000

k. KVB'nin i..girdisi ve j..çıktısı için kısmi etkinlik değeri $PE(1,1,k)$ ile $TE(k)$

arasındaki Korelasyon matrisi $\begin{vmatrix} 1 & 0,96485 \\ 0,96485 & 1 \end{vmatrix}$, $PE(1,2,k)$ ile $TE(k)$ arasındaki

Korelasyon matrisi $\begin{vmatrix} 1 & 0,879349 \\ 0,879349 & 1 \end{vmatrix}$, $PE(2,1,k)$ ile $TE(k)$ arasındaki

Korelasyon matrisi $\begin{vmatrix} 1 & 0,787103 \\ 0,787103 & 1 \end{vmatrix}$, $PE(2,2,k)$ ile $TE(k)$ arasındaki

Korelasyon matrisi $\begin{vmatrix} 1 & 0,791078 \\ 0,791078 & 1 \end{vmatrix}$ ve son olarak TFV oranları ile $TE(k)$

arasındaki Korelasyon matrisi $\begin{vmatrix} 1 & 0,835873 \\ 0,83573 & 1 \end{vmatrix}$ olarak EXCEL kullanılarak

elde edilmiştir.

Şimdi bu ilişkiyi daha önce anlattığımız anlamlı parçalara ayırarak gösterelim.

KVB $k \in S^1$ ve KVB $b \in S^2$ olacak şekilde bir örnek olmak üzere KVB $k=2002$ yılını seçelim ve KVB b ise S^2 kümesinde 2004 yılıdır. Şimdi bu iki KVB arasındaki ilişkiyi inceleyelim.

$$PE(i,j,k) = \begin{pmatrix} \frac{p_{jk} y_{jk}}{p_k^T y_k} \\ \frac{p_{jb} y_{jb}}{p_b^T y_b} \\ \frac{p_{ib} y_{ib}}{p_b^T y_b} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \frac{p_k^T y_k}{c_k^T x_k} \\ \frac{p_b^T y_b}{c_b^T x_b} \\ \frac{c_{ib}^T x_{ib}}{c_b^T x_b} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \frac{c_k^T x_k}{c_{ik} x_{ik}} \\ \frac{c_b^T x_b}{c_b^T x_b} \\ \frac{c_{ib}^T x_{ib}}{c_{ib} x_{ib}} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} p_{jb} \\ p_{jk} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} c_{ik} \\ c_{ib} \end{pmatrix} \quad [4.11]$$

Formülünde değerleri yerine koyarsak

Kısmi etkinlik değeri:

$$PE(1,1,2002) \quad [4.12]$$

$$= \frac{2}{\frac{9}{2}} = \frac{2}{7} = \left(\frac{\frac{2,10 * 2}{2 * 2,10 + 2,10 * 1}}{\frac{2,30 * 2}{2 * 2,30 + 2,30 * 2}} \right) \left(\frac{\frac{2,10 * 2 + 2,10 * 1}{9 * 1,3 + 7 * 1,3}}{\frac{2,30 * 2 + 2,30 * 2}{7 * 1,5 + 3 * 1,5}} \right) \left(\frac{\frac{9 * 1,3 + 7 * 1,3}{9 * 1,3}}{\frac{7 * 1,5 + 3 * 1,5}{7 * 1,5}} \right) \begin{pmatrix} 2,3 \\ 2,1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1,3 \\ 1,5 \end{pmatrix}$$

$$= 0,77778$$



$$1,3334$$



$$RTFPD(2002,2004)$$



$$1,24446$$

$$PE(1,1,2002) = (\text{çıktı 1 için görelî yoğunluk farkı})$$

$$\times (RTFPD(2002,2004)) \div (\text{girdi 1 için görelî yoğunluk farkı})$$

$$\times (\text{fiyat ayarlaması}) \times (\text{maliyet ayarlaması})$$

Bu eşitliğin birinci terimi çıktı 1 için iki çıktı yoğunluğunun oranıdır. Bu oranı KVB 2002 ve KVB 2004 arasındaki görelî çıktı yoğunluk farkı olarak adlandırırız. Çıktı 1, KVB 2002 ‘de toplam çıktıya %66,7 ve KVB 2004’de de %50 katkı sağlıyor olduğundan bu oran 1,334 yada %133,4’ dür. Aynı şekilde üçüncü terimi de yorumlarsak girdi 1 için iki girdi yoğunluğunun oranıdır. Bu oranı KVB 2002 ve KVB 2004 arasındaki görelî girdi yoğunluk farkı olarak adlandırırız. Eşitlikte ki son iki terim ise bireysel fiyat değişimlerini elemine etmek için kullanılan fiyat deflatörü, bir fiyat ayarlamasıdır. İkinci terim ise KVB 2002 ve 2004 için $TFV(c_{2002}, p_{2002}, 2002)$ ’nin $TFV(c_{2004}, p_{2004}, 2004)$ ’ye oranı olarak KVB 2002 ve 2004

arasındaki görelî toplam faktör verimliliği farkı (RTFPD)'dir ve Şekil 3.1'deki gibi parçalara ayrılabilir.

$$\text{Görelî fiyat farkı} = \frac{\frac{p_{2002}^T y_{2002}}{c_{2002}^T x_{2002}}}{\frac{p_{2004}^T y_{2002}}{c_{2004}^T x_{2002}}} = \frac{\frac{6,30}{20,8}}{\frac{6,9}{24}} = \frac{0,3028846}{0,2875} = 1,053511 \quad [4.13]$$

Bu oran iki KVB'nin TFV'leri arasındaki farklılığın fiyatlardaki değişimden kaynaklanan kısmını ölçer. Enflasyon fikrine benzer olarak bu endeks iki zaman periyodu arasındaki fiyat değişimini TFV formunda ölçer. KVB 2004 için (x_{2002}, y_{2002}) girdi/çıktı vektörünü temel aldığı için Paasche tipi bir endekstir. Bu oran 1,05 olduğundan toplam çıktı/toplam girdi oranında KVB 2002, KVB 2004 ile karşılaştırıldığında fiyat etkisinden kaynaklanan değişim %5 'dir.

$$\text{Ölçek değişimi} = \frac{\frac{y_m}{y_n}}{\frac{x_m}{x_n}} = \frac{\frac{y_k^*(x_k^*(y_k, S^2), S^2)}{y_k^*(x_k^*(y_b, S^2), S^2)}}{\frac{x_k^*(y_k, S^2)}{x_k^*(y_b, S^2)}} = \frac{\frac{\begin{bmatrix} 2 \\ 1 \end{bmatrix} * 1}{\begin{bmatrix} 2 \\ 1 \end{bmatrix} * 1}}{\frac{\begin{bmatrix} 9 \\ 7 \end{bmatrix} * 0,778}{\begin{bmatrix} 9 \\ 7 \end{bmatrix} * 0,778}} = 1 \quad [4.14]$$

Her iki KVB'de ölçeğe göre sabit getiriye sahip olduğundan bu oran bire eşittir.

$$\text{RDDUP} = \frac{\frac{y_k}{y_b} \frac{y_k^*(x_k^*(y_k, S^2), S^2)}{y_k^*(x_k^*(y_b, S^2), S^2)}}{\frac{\begin{bmatrix} 2 \\ 1 \end{bmatrix} * 1}{\begin{bmatrix} 2 \\ 1 \end{bmatrix} * 1}} = \frac{\frac{\begin{bmatrix} 2 \\ 1 \end{bmatrix} * 1}{\begin{bmatrix} 2 \\ 1 \end{bmatrix} * 1}}{\frac{\begin{bmatrix} 2 \\ 2 \end{bmatrix}}{\begin{bmatrix} 2 \\ 2 \end{bmatrix}}} = 1 \quad [4.15]$$

Girdide teknik etkinlik çıktıda ise teknik etkinsizlik söz konusu olduğu durumlar için RDDUP söz konusudur. Sadece ölçeğe göre sabit getiri söz konusu olduğunda girdide teknik etkinlik aynı zamanda çıktıda da teknik etkinlik anlamına gelir. Bu karşılaştırma KVB'lerinin üretebilecekleri ama üretmekte isteksiz davrandıkları miktarı temel alır. Eğer $RDDUP < 1$ ise KVB 2002, KVB 2004'den daha fazla eksik üretime sahiptir.

Genellikle bir organizasyon talebi karşılayacak ihtiyaçları üretmek ve kaynakları etkin bir şekilde kullanmayı amaçlar. Aynı kaynakları kullanarak daha fazla üretim yapmak mümkün olabilir ama işletme talep edilenden daha fazla ürün üretmek istemez. Çünkü fazla üretim depolama maliyetlerini arttıracaktır.

$$\text{Görelî Ürün Karışım Farkı} = \frac{p_b^T y_k^*(x_k^*(y_b, S^2), S^2)}{p_b^T y_b^*(x_k^*(y_b, S^2), S^2)} = \frac{\begin{bmatrix} 2,30 & 2,30 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 2 \\ 1 \end{bmatrix} * 1}{\begin{bmatrix} 2,30 & 2,30 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 2 \\ 2 \end{bmatrix} * 1}$$

$$= 0,75 \quad [4.16]$$

Bu değer toplam çıktı bileşimlerini tek Laspeyres tipi miktar indeksinde birleştirir. Buna karşın tanımdaki daha fazla varsayımlar ile daha derin yönetsel yorumlara sahiptir. y_{2002} ve y_{2004} 'nin her ikisi de x tarafından etkin bir şekilde üretilebilir. Bu KVB'leri için tek fark çıktının bileşimleridir. Her üretilen ürün sınırlı kaynakların kullanımı ile üretilir.

y_{2002} ve y_{2004} 'nin karşılaştırılmasında görelî ürün karışımı farkı y_{2002} 'nin y_{2004} 'den daha iyi olup olmadığını gösterir. Buna karşın bu oran en iyi çıktı karışımını göstermez. Çünkü ne y_{2002} nede y_{2004} , $p^T y$ 'yi maksimum yapan ürün karışımı olmayabilir. Bu oranın 0,75 olması ise (yada %75) y_{2002} , y_{2004} 'ün sadece %75 kadar iyidir şeklinde yorumlanabilir.

$$\text{Görelî kaynak tahsis farkı} = \frac{c_b^T x_k^*(y_b, S^2)}{c_b^T x_b^*(y_b, S^2)} = \frac{\begin{bmatrix} 1,5 & 1,5 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 9 \\ 7 \end{bmatrix} * 0,778}{\begin{bmatrix} 1,5 & 1,5 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 7 \\ 3 \end{bmatrix}} = 1,2448 \quad [4.17]$$

Görelî kaynak tahsis farkı, Görelî Ürün Karışım Farkı ile benzer şekilde yorumlanabilir ancak girdi yönüyle ele alınmalıdır. Bu oran 2002'nin 2004'e ilişkin kaynak tüketim karşılaştırmasını gösteren Laspeyres tipi miktar indeksidir. $y_{x_{2002}}$ ve x_{2004} tarafından etkin bir şekilde üretilebileceği için bu değer hangi KVB'nin daha iyi bir kaynak karışımı kullandığını gösterir. Burada 2002 yılı KVB, 2004 yılı KVB'den %24,48 daha fazla girdi kullanmaktadır. Yani 2002 yılı 2004 yılından daha kötüdür. Bu oranın bire eşit olması ise KVB 2002, KVB 2004 ile aynı miktarda girdi kullanır şeklinde yorumlanır.

$$\text{Teknik değişme} = \frac{x_k^*(y_k, S^2)}{x_k^*(y_k, S^1)} = \frac{\begin{bmatrix} 9 \\ 7 \end{bmatrix} * 0,778}{\begin{bmatrix} 9 \\ 7 \end{bmatrix} * 0,889} = 0,875239 \quad [4.18]$$

Bu değer KVB 2002 için T^1 'den T^2 'ye sınır değişimini ölçer. Herhangi bir KVB için, belli bir denk gruba karşı daha büyük bir grubun karşılaştırılmasında kontrol edilemeyen dış şartlar, teknolojik farklar gibi değişkenler teknik değişme olarak adlandırılır.

Eğer $T^1 = T^2$ ise teknik farklılık olmadığı şeklinde yorumlanır ve $x_{2002} \in \partial L^1(y_{2002})$ olduğundan dolayı oran 1 değerini verir. Bu oran daima pozitif bir sayıdır ama sıfır ile bir arasında değerler alır. Bu oran ne kadar küçük ise T^1 ve T^2 arasındaki teknik fark o kadar belirgindir. Buradan şu sonucu çıkarabiliriz : T^1 ve T^2 çok farklıdır ve aynı grupta değerlendirilmemesi daha uygun olur.

$$\text{Teknik etkinlik} = \frac{\frac{x_k^*(y_k, S^1)}{x_k}}{\frac{x_b^*(y_b, S^2)}{x_b}} = \frac{x_k^*(y_k, S^1)}{x_k} = \frac{\begin{bmatrix} 9 \\ 7 \end{bmatrix} * 0,889}{\begin{bmatrix} 9 \\ 7 \end{bmatrix}} = 0,889 \quad [4.19]$$

$\Downarrow$
1'e eşittir

Bu oran ise iki Debreu-Farrell teknik etkinliğin oranına eşittir ve herhangi bir pozitif sayı olabilir. Eğer bu oran 1 ise, her iki KVB'nin aynı etkinliğe sahiptir. 1'den küçük ise KVB 2004, KVB 2002 'den daha etkindir. Burada en iyi KVB ile karşılaştırma yaptığımızdan dolayı paydadaki değer daima 1'e eşit olacaktır ve bu oran ilgilenilen (burada KVB 2002) KVB'nin teknik etkinliğini verecektir.

Sonuç olarak:

$$\begin{aligned} \text{RTFPD (2002,2004)} &= (1,0535117) \times (1) \times (1) \times (0,75) \div (1,2448) \\ &\times (0,875239) \times (0,889) \\ &= 0,49388 \end{aligned} \quad [4.20]$$

4.3. Yıllar İtibariyle Türkiye İmalat Sanayi Verimlilik ve Etkinlik Gelişimi

Küreselleşen dünya ekonomisi, tüm alanlarda olduğu gibi imalat sanayi konusunda da rekabetin ve beklentilerin artmasına neden olmuştur. Rekabet edilebilirlik ve beklentilerin belirli bir maliyet düzeyinde karşılanması gerekliliği verimliliğin ve etkinliğin önemini arttırmaktadır. Bu önem, dünyada serbest piyasa koşullarında yoğun bir rekabet yaşanmasına neden olmaktadır. Bu sebeple Türkiye diğer tüm sektörlerde olduğu gibi imalat sanayisini de rekabet yeteneği bakımından ele almak ve dünya şartlarına uygun hale getirmek zorundadır.

Bir ülkenin gelişme performansı verimlilik ve etkinlik ile ölçülür. Ülkemizdeki imalat sanayinin verimlilik ve etkinliklerini yıllar itibariyle ölçmeye yönelik yapılan

bu çalışmada ülkemizin 1990-2001 yılları arasındaki verimlilik ve etkinlik gelişimini irdelemek, olumlu ve olumsuz yönleri tespit etmek amaçlanmaktadır. Ayrıca teknik etkinlik ve kısmi verimlilik arasındaki ilişki ortaya koyulacaktır ve ülkemizdeki sanayi sektöründe etkinliği temsil edebilecek bir kısmi ölçüm elde edilmeye çalışılacaktır.

4.3.1. Verilerin analizi

Araştırmada kullanılan veriler 1990-2001 yıllarına ait yıllık imalat sanayi verilerini içermektedir. Veriler T.C. Devlet İstatistik Enstitüsü Başkanlığından elde edilmiştir.

Bu analizde, göreceli etkinlik karşılaştırması yapılırken doğrusal programlama prensiplerine dayanan Veri Zarflama Analizi tekniği kullanılmıştır. Bu metod ise Win4DEAP (Window for DEAP) paket programı yardımıyla uygulanmıştır. VZA’da etkinlikleri birbiriyle karşılaştırılmak istenen üreticiler karar verme birimleri adını almaktadır ve bu çalışmada karar verme birimi yıllardır. Analizde ise altı girdi ve bir çıktı kullanılmıştır.

Verilere ilişkin Açıklamalar

Değişkenler

İşyeri sayısı, çalışanların yıllık ortalama sayısı, yılda çalışılan işçi/saat toplamı, sabit sermayeye yıl içinde yapılan gayri safi ilaveler, yıl sonunda kurulu olan toplam çevirici güç kapasitesi, girdi, çıktı.

Sanayi grubu: İşyerinin faaliyetleri, “Tüm Ekonomik Faaliyetlerin Uluslararası Standart Sanayi Sınıflaması (USSS, 2.Rev.) - İmalat Sanayii Sınıflaması”nın Türkiye’ye uyarlanmış şekline göre tasnif edilmiştir. Bir işyerinin birden fazla faaliyeti olduğu takdirde işyerinin ana faaliyeti esas alınmıştır. Ana faaliyetin tespitinde kullanılan işgücü esas alınmıştır. Bu yapılamadığı takdirde üretim değeri en fazla olan faaliyet ana faaliyet olarak kabul edilmiştir.

İşyeri sayısı (Girdi 1): Özel sektörde 10 ve daha fazla kişi çalışan işyerleri ile devlet sektöründeki tüm imalat sanayi işyerleri.

Çalışanların yıllık ortalama sayısı (Girdi 2): Hukuki durumu ferdi mülkiyet, adi ortaklık, kolektif şirket veya komandit şirket olan işyerleri için; ücretle çalışanların yıllık ortalama sayısına Kasım ayında işyerinde çalışan iş sahibi ve ortaklarla, ücretsiz çalışan aile fertlerinin ilavesiyle bulunmuştur. Diğer hukuki durumlar için, ücretle çalışanların yıllık ortalama sayısı, çalışanların yıllık ortalama sayısına eşittir.

Yılda çalışılan işçi-saat toplamı (Girdi 3): (Üretimde çalışanlar ortalaması) X (işyerinin ilgili vardiyada çalıştığı gün sayısı) X (vardiya çalışma süresi (saat)).

Sabit sermayeye yıl içinde yapılan gayri safi ilaveler (Girdi 4): İşyerlerinin kendi personeli tarafından yapılan sabit kıymetler ile ihale yolu ile yaptırılan sabit kıymetlerin yıl içinde yapılan kısmı, büyük tamir ve bakım harcamaları ve sabit kıymetler için yapılan etüt, proje ve montaj giderleri dahil olmak üzere işyeri tarafından kullanılan, kullanım süresi bir yılı aşan ve sabit sermaye hesabına kaydedilen yeni ve kullanılmış olarak yurt içinden satın alınan, ithal edilen bilgisayar ve yazılım programları, makine, teçhizat, ulaştırma aracı ile bina, arazi ıslahı, diğer inşaat, arsa ve arazi, demirbaş türünden büro malzemesi ve döşeme, orijinal film, bantlar, reklam filmleri vb. satın alış değerlerinden yıl içinde yapılan sabit sermaye satış değerlerinin çıkarılmasıyla elde edilmiştir.

Yıl sonunda kurulu olan toplam çevirici güç kapasitesi (Girdi 5): Yıl sonunda işyerlerinin sahip oldukları taşıt araçlarının motorları dışındaki çeviricilerin kapasite ve sayısına, elektrik motorlarının kapasite ve sayılarının ilavesiyle bulunmuştur. Çeviricilere ve elektrik motorlarına ilave edilen sabit ve hareketli birimler ile makinelere takılan motorlar kapasiteye dahildir.

Girdi (Girdi 6): Satın ve devralınan mal ve hizmetlerin değeri, yıl başı stokları (hammadde, yardımcı maddeler, ambalaj malzemesi ve yakıtlar) değeri ile dışarıdan

satın alınan elektrik değeri toplamından yıl sonu stok değerlerinin (hammadde, yardımcı maddeler, ambalaj malzemesi ve yakıtlar) çıkarılmasıyla elde edilmiştir.

Çıktı: Satışlar ve başkalarına yapılan hizmetler karşılığı elde edilen gelirler, yıl sonu mamul ve yarı mamul stokları, yıl içinde dışarıya satılan elektrik değeri ile kendi personeli yapılan sabit değerler üretim değeri toplamından yıl başı mamul ve yarı mamul stoklarının çıkarılmasıyla elde edilmiştir (21).

İlk olarak, Türkiye’deki imalat sanayi bir bütün olarak incelenmiş yıllar itibariyle etkinlik değişimi irdelemiştir. DİE tarafından cari fiyatlarla yayımlanan imalat sanayi verileri (Girdi4, Girdi6, Çıktı değişkenleri) reel değişimlerin incelenmesi amacıyla yine DİE tarafından yayımlanan 1987=100 alan bir deflatör kullanılarak reelleştirilmiştir.

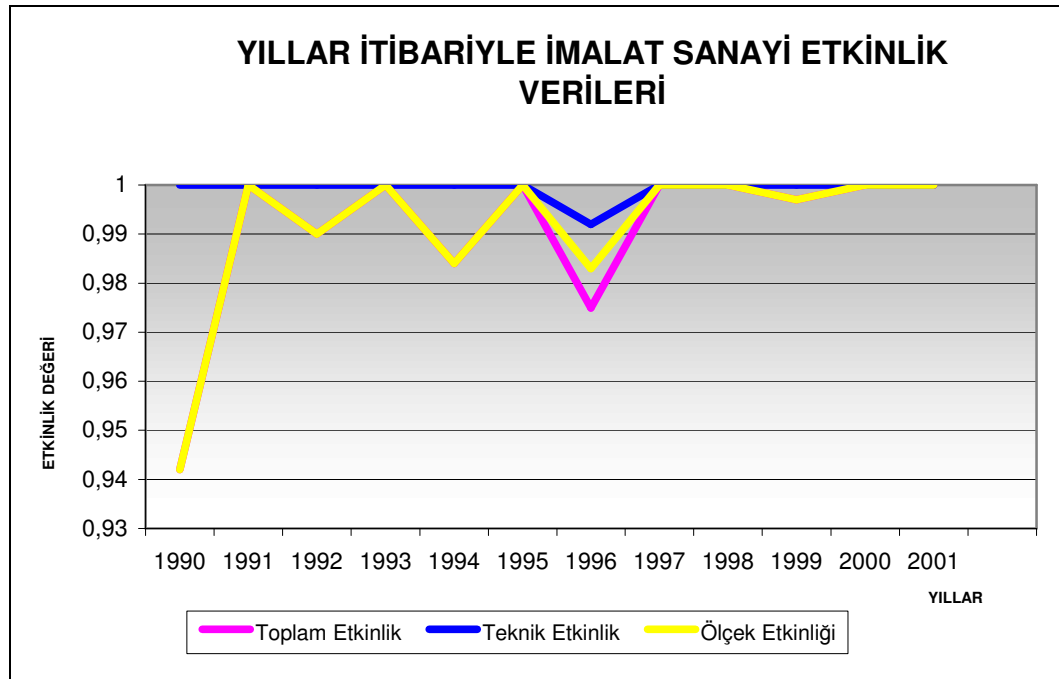


	Output	Input	Input	Input	Input	Input	Input
	CIKT1	GIRD1	GIRD2	GIRD3	GIRD4	GIRD5	GIRD6
YIL1990	46145357,00	8871,00	1028196,00	1882028687,00	2754050,00	9499990,00	28110076,00
YIL1991	49614887,00	8258,00	946838,00	1691253513,00	2143263,00	9562637,00	28506854,00
YIL1992	55164823,00	11201,00	984936,00	1774522783,00	2531750,00	10160729,00	31958893,00
YIL1993	63435871,00	10567,00	979480,00	1760919659,00	2845764,00	11300929,00	36398226,00
YIL1994	57749023,00	10127,00	936921,00	1667595440,00	2682493,00	11603648,00	33682452,00
YIL1995	64538032,00	10229,00	973933,00	1752876904,00	3036546,00	12469977,00	39612263,00
YIL1996	63555797,00	10590,00	1039913,00	1887577526,00	4292247,00	11442788,00	39396229,00
YIL1997	73504928,00	11372,00	1140557,00	2085461921,00	4166768,00	13126292,00	45111237,00
YIL1998	76049038,00	12326,00	1207403,00	2211597432,00	4216822,00	13265250,00	46672623,00
YIL1999	71305068,00	11261,00	1113836,00	2023915341,00	3184998,00	12877712,00	43232787,00
YIL2000	76112462,00	11118,00	1130488,00	2077704517,00	3155521,00	13478078,00	48955400,00
YIL2001	77118638,00	11311,00	1096817,00	2623747829,00	3898084,00	13952489,00	48969277,00

Resim 4.1.Verilerin WinDEAP programına girilmiş hali

Çizelge 4.10. Yıllar itibariyle Türkiye imalat sanayi etkinlik değerleri

Sıra No	KVB	Toplam Etkinlik	Teknik Etkinlik	Ölçek Etkinliği	
1	1990	0,942	1,000	0,942	Artan
2	1991	1,000	1,000	1,000	-
3	1992	0,990	1,000	0,990	Artan
4	1993	1,000	1,000	1,000	-
5	1994	0,984	1,000	0,984	Artan
6	1995	1,000	1,000	1,000	-
7	1996	0,975	0,992	0,983	Artan
8	1997	1,000	1,000	1,000	-
9	1998	1,000	1,000	1,000	-
10	1999	0,997	1,000	0,997	Azalan
11	2000	1,000	1,000	1,000	-
12	2001	1,000	1,000	1,000	-



Şekil 4.2. Yıllar itibariyle Türkiye imalat sanayi etkinlik değerleri

Bilindiği üzere VZA, ilgilenilen karar verme birimlerinden en iyisini görel olarak belirtmekte ve diğer karar verme birimlerinin en iyiye uzaklığını ölçmektedir.

Toplam etkinlik açısından baktığımızda ülkemizde imalat sanayi sektöründe son 12 yıllık dönemde çok büyük değişimler olmadığı dikkat çekmektedir. Şöyle ki imalat sanayi beş yılda bire çok yakın değerler almakta ve diğer yedi yılda ise etkin görülmektedir. Ayrıca 1990 yılı 2001 yılı ile karşılaştırıldığında etkinlikte sadece %6'lık bir artış olmuştur. Bu ise Türkiye imalat sanayinin son 12 yıllık süreçte, etkinliğini arttıracak tedbirler almadığını göstermektedir. Buradan hareketle imalat sanayimizin küreselleşen dünya ekonomisindeki rekabet ortamına uyum sağlamakta güçlük çekeceği söylenebilir. Burada etkinliğin artmamasındaki nedenlerini irdelemek amacıyla, yıllar itibariyle işgücüne ve sermayeye dayalı etkinlik değerlerini ayrı ayrı incelemek uygun olacaktır. Bu amaçla ilk olarak işgücü etkinliğini irdelemek için; işyeri sayısı, çalışanların yıllık ortalama sayısı, yılda çalışılan işçi-saat toplamı ve çıktı değişkenleri kullanılarak yeni bir analiz yapılmıştır.

Win4DEAP - Window for DEAP

File Edit View Analysis Export Help

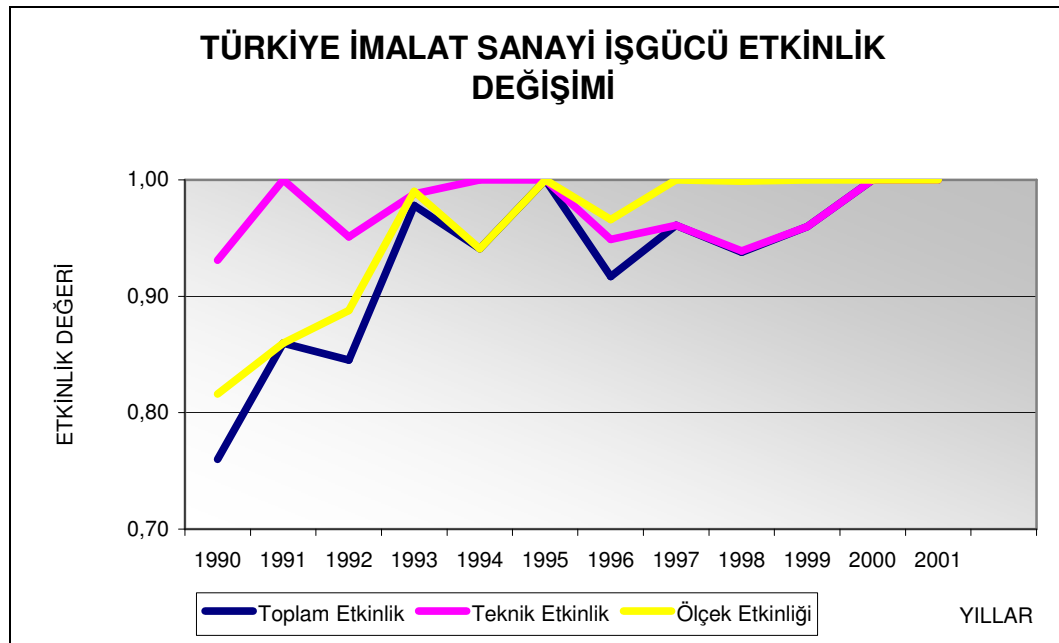
YIL1991, GIRD13 1691253513

	Output	Input	Input	Input	Input	Input	Input
	CIKT11	GIRD11	GIRD12	GIRD13	GIRD14	GIRD15	GIRD16
YIL1990	46145357,00	8871,00	1028196,00	1882028687,00	2754050,00	9499990,00	28110076,00
YIL1991	48614887,00	8258,00	946838,00	1691253513,00	2143263,00	9562637,00	28506854,00
YIL1992	55164823,00	11201,00	984936,00	1774522783,00	2531750,00	10160729,00	31958893,00
YIL1993	63435871,00	10567,00	979480,00	1760919659,00	2845764,00	11300929,00	36398226,00
YIL1994	57749023,00	10127,00	936921,00	1667595440,00	2682493,00	11603648,00	33682452,00
YIL1995	64538032,00	10229,00	973933,00	1752876904,00	3036546,00	12469977,00	39612263,00
YIL1996	63555797,00	10590,00	1039913,00	1887577526,00	4292247,00	11442788,00	39396229,00
YIL1997	73504928,00	11372,00	1140557,00	2085461921,00	4166768,00	13126292,00	45111237,00
YIL1998	76049038,00	12326,00	1207403,00	2211597432,00	4216822,00	13265250,00	46672623,00
YIL1999	71305068,00	11261,00	1113836,00	2023915341,00	3184998,00	12877712,00	43232787,00
YIL2000	76112462,00	11118,00	1130488,00	2077704517,00	3155521,00	13478078,00	48955400,00
YIL2001	77118638,00	11311,00	1096817,00	2623747829,00	3898084,00	13952489,00	48969277,00

Resim 4.2. İşgücü verilerinin WinDEAP programına girilmiş hali

Çizelge 4.11. Yıllar itibariyle Türkiye imalat sanayi işgücü etkinlik değerleri

Sıra No	KVB	Toplam Etkinlik	Teknik Etkinlik	Ölçek Etkinliği	
1	1990	0,760	0,931	0,816	Artan
2	1991	0,860	1,000	0,860	Artan
3	1992	0,845	0,951	0,888	Artan
4	1993	0,978	0,988	0,990	Artan
5	1994	0,941	1,000	0,941	Artan
6	1995	1,000	1,000	1,000	-
7	1996	0,917	0,949	0,966	Artan
8	1997	0,961	0,961	1,000	-
9	1998	0,938	0,939	0,999	Azalan
10	1999	0,960	0,960	1,000	-
11	2000	1,000	1,000	1,000	-
12	2001	1,000	1,000	1,000	-

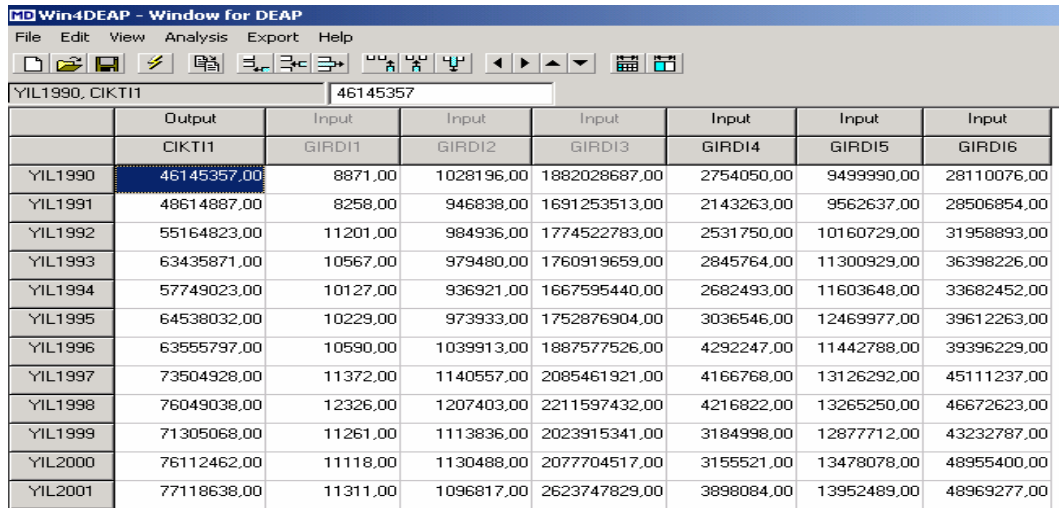


Şekil 4.3. Yıllar itibariyle Türkiye imalat sanayi işgücü etkinlik değerleri

Yıllar itibariyle işgücünün etkinlik değerlerini incelediğimizde Ülkemizdeki imalat sanayinde kullanılan işgücü etkinliği artma eğilimindedir. 1990 yılında işgücü etkinliği, 2001 yılının sadece %76'sı kadardır. Yani 12 yıllık süreçte yaklaşık %32'lik bir artış söz konusudur. Ancak burada özellikle kriz yıllarında işgücünün tam etkin olduğuna dikkat etmek gerekmektedir. Çünkü kriz dönemlerinde işçi açısından daha fazla çalışmanın ikamesi işsiz kalmaktır. Bu nedenle işgücü etkinliği

kriz yıllarında maksimuma çıkmakta ve kriz sonrası dönemde işgücü arz-talep dengesi sağlandıkça işgücü etkinliği azalma eğilimine girmektedir. Türkiye imalat sanayi krizlere karşı işgücü etkinliğini maksimum düzeye çıkarmaktadır.

İmalat sanayinde yıllar itibariyle işgücüne ait etkinlik değerleri hızlı bir şekilde iyileşmekte iken toplam etkinlikteki ilerleme yok denecek kadar azdır. Burada sermayeye dayalı etkinliği incelemek uygun olacaktır. Bu amaçla; yıl sonunda kurulu olan toplam çevrimiçi güç kapasitesi, sabit sermayeye yıl içinde yapılan gayri safi ilaveler, girdi ve çıktı değişkenleri kullanılarak yeni bir analiz yapılmıştır.



Win4DEAP - Window for DEAP

File Edit View Analysis Export Help

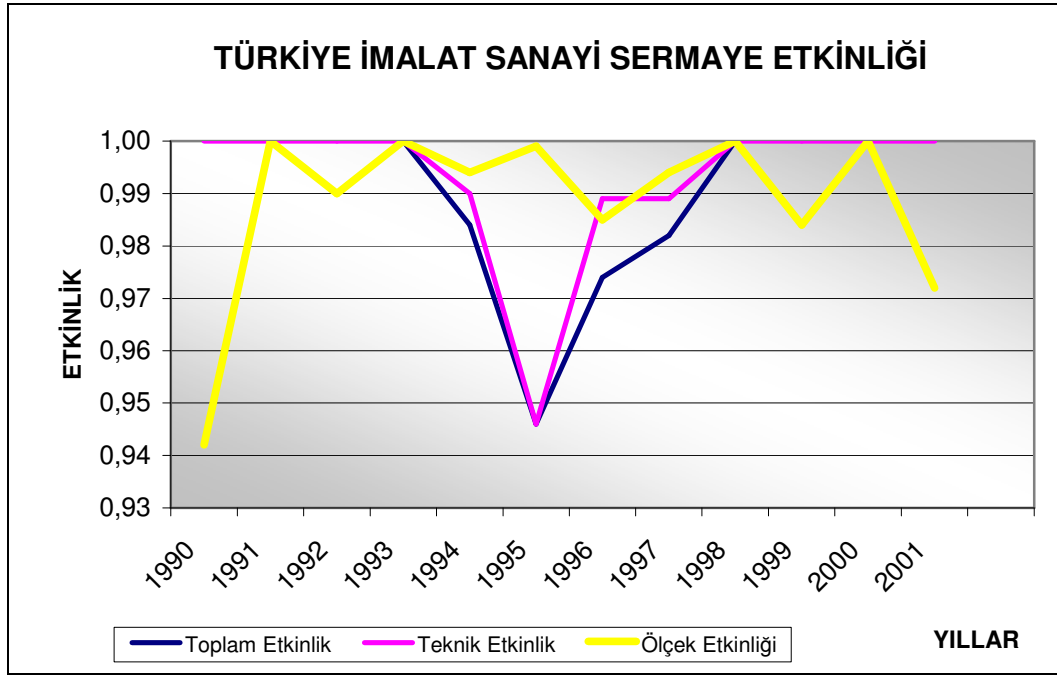
YIL1990, CIKT11 46145357

	Output	Input	Input	Input	Input	Input	Input
	CIKT11	GIRDI1	GIRDI2	GIRDI3	GIRDI4	GIRDI5	GIRDI6
YIL1990	46145357,00	8871,00	1028196,00	1882028687,00	2754050,00	9499990,00	28110076,00
YIL1991	48614887,00	8258,00	946838,00	1691253513,00	2143263,00	9562637,00	28506854,00
YIL1992	55164823,00	11201,00	984936,00	1774522783,00	2531750,00	10160729,00	31958893,00
YIL1993	63435871,00	10567,00	979480,00	1760919659,00	2845764,00	11300929,00	36398226,00
YIL1994	57749023,00	10127,00	936921,00	1667595440,00	2682493,00	11603648,00	33682452,00
YIL1995	64538032,00	10229,00	973933,00	1752876904,00	3036546,00	12469977,00	39612263,00
YIL1996	63555797,00	10590,00	1039913,00	1887577526,00	4292247,00	11442788,00	39396229,00
YIL1997	73504928,00	11372,00	1140557,00	2085461921,00	4166768,00	13126292,00	45111237,00
YIL1998	76049038,00	12326,00	1207403,00	2211597432,00	4216822,00	13265250,00	46672623,00
YIL1999	71305068,00	11261,00	1113836,00	2023915341,00	3184998,00	12877712,00	43232787,00
YIL2000	76112462,00	11118,00	1130488,00	2077704517,00	3155521,00	13478078,00	48955400,00
YIL2001	77118638,00	11311,00	1096817,00	2623747829,00	3898084,00	13952489,00	48969277,00

Resim 4.3.Sermaye verilerin WinDEAP programına girilmiş hali

Çizelge 4.12. Yıllar itibariyle Türkiye imalat sanayi sermaye etkinlik değerleri

Sıra No	KVB	Toplam Etkinlik	Teknik Etkinlik	Ölçek Etkinliği	
1	1990	0,942	1,000	0,942	Artan
2	1991	1,000	1,000	1,000	-
3	1992	0,990	1,000	0,990	Artan
4	1993	1,000	1,000	1,000	-
5	1994	0,984	0,990	0,994	Artan
6	1995	0,946	0,946	0,999	Azalan
7	1996	0,974	0,989	0,985	Artan
8	1997	0,982	0,989	0,994	Azalan
9	1998	1,000	1,000	1,000	-
10	1999	0,984	1,000	0,984	Azalan
11	2000	1,000	1,000	1,000	-
12	2001	0,972	1,000	0,972	Azalan



Şekil 4.4. Yıllar itibariyle Türkiye imalat sanayi işgücü etkinlik değerleri

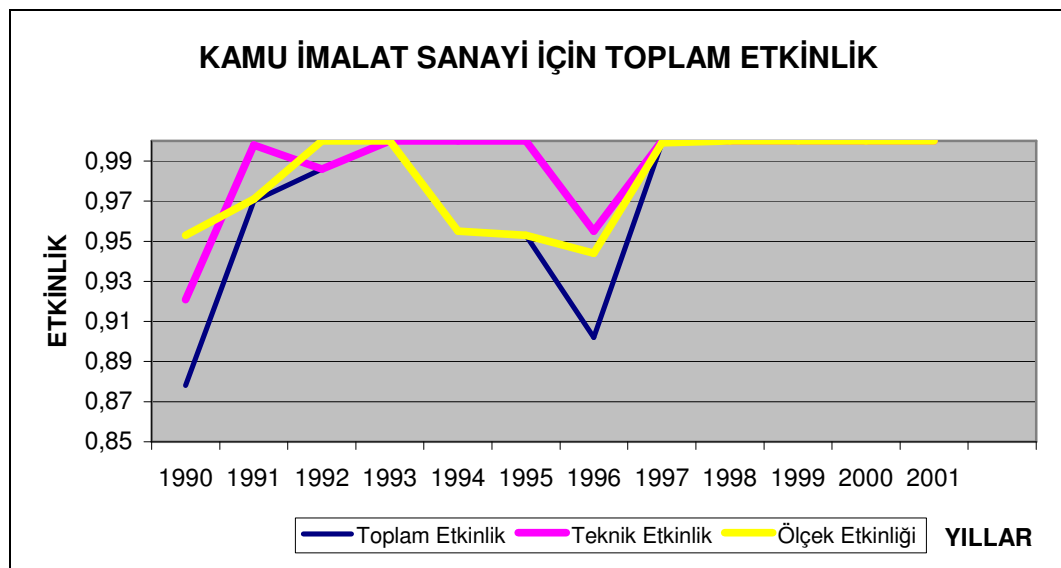
Etkinlik değerlerinden de görüleceği üzere ülkemizde sermayeye dayalı etkinlik değerlerinde de yıllar itibariyle bir dalgalanma görülmektedir. İşgücü etkinliğindeki hızlı ve istikrarlı artışın aksine, sermaye etkinliğinde sürekli dalgalanmalar yer almaktadır. 2001 yılında sermaye etkinliği, 1990 yılının sadece %3'ü kadar fazla, 1991 yılında yakalanan değer ise %2,8'i kadar azdır. Özellikle 1997 ile 2001 yılları arasındaki beş yılın; üç yılında ölçeğe göre azalan getiri ve iki yılında ise sabit getiri söz konusudur. Yani imalat sanayi yatırdığı her birim paraya karşılık, ya bir birim ya da bir birimden daha az çıktı alabilmektedir. Bu durum ise faktör fiyatları yüksek olduğunda ortaya çıkmaktadır. Faktör fiyatları yüksek olduğunda maliyetler yükselir, kâr azalır buda yeni yatırım yapacak sermaye birikiminin oluşumunu engeller. Bu ise ülkemizde yaşanan ekonomik krizlerin ve mali sorunların bir sonucu olarak, imalat sanayinin üretim etkinliğini arttıracak yeni teknolojiye yatırım yapmaya isteksiz olduğu yada maliyetlerin çok yüksek olması sebebiyle yeni yatırım yapmaya yeterli maddi gücü olmadığı şeklinde değerlendirilebilir. Bu ise toplam etkinliği olumsuz etkilemektedir. Sermaye etkinlik değerleri ile toplam etkinlik değerleri arasındaki korelasyon değeri 0,762 gibi yüksek bir değerdir ve bu değer

işgücü etkinliğindeki artışın toplam etkinliği arttırmama sebebi olarak yorumlanabilir.

Tezimin bu kısmında ise Ülkemizdeki imalat sanayinin 1990-2001 yılları arasındaki yıllar itibariyle etkinlik haritasını daha ayrıntılı bir şekilde çıkartabilmek amacıyla, etkinlik değerlerini kamu imalat sanayi – özel imalat sanayi ayrımında inceleyeceğim.

Çizelge 4.13. Yıllar itibariyle Türkiye kamu imalat sanayi için etkinlik özet tablosu

Sıra No	KVB	Toplam Etkinlik	Teknik Etkinlik	Ölçek Etkinliği	
1	1990	0,878	0,921	0,953	Artan
2	1991	0,970	0,998	0,971	Artan
3	1992	0,986	0,986	1,000	-
4	1993	1,000	1,000	1,000	-
5	1994	0,955	1,000	0,955	Artan
6	1995	0,953	1,000	0,953	Artan
7	1996	0,902	0,955	0,944	Artan
8	1997	0,999	1,000	0,999	Artan
9	1998	1,000	1,000	1,000	-
10	1999	1,000	1,000	1,000	-
11	2000	1,000	1,000	1,000	-
12	2001	1,000	1,000	1,000	-



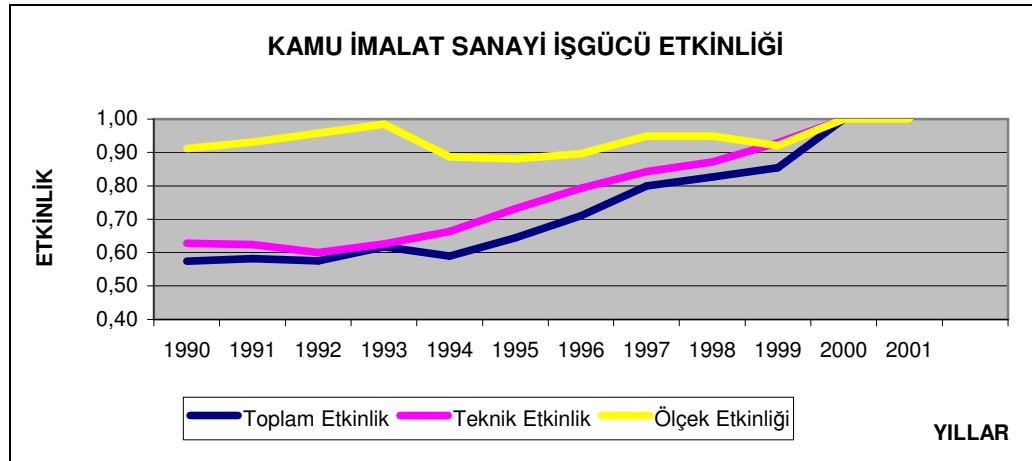
Şekil 4.5. Yıllar itibariyle Türkiye kamu imalat sanayi etkinlik değerleri

Etkinlik özet tablosundan da görüleceği üzere 2001 yılı, 1990 yılına göre %14 daha etkindir. Ancak bu etkinlik değeri 1993 yılında yakalanmasına karşın bu yıldan itibaren etkinlikte bir düşüş dönemine girilmiş ve 1993 yılındaki etkinlik ancak 1998 yılında yakalanabilmiştir. 1998 yılından 2001 yılına ise etkinlik değerinde bir artış olmamıştır. Bu ise bu yıllarda yaşanan ekonomik krizlerin bir etkisi olarak görülebilir.

Kamunun yer aldığı her sektörde olduğu gibi imalat sanayi sektöründe de işgücü fazlası ve işgücünün etkinliği her zaman tartışma konusu olmuştur. Bu tartışmalara ışık tutabilmek amacıyla kamu imalat sanayi işgücü etkinliğini incelediğimizde;

Çizelge 4.14. Yıllar itibariyle Türkiye kamu imalat sanayi işgücü etkinlik özet tablosu

Sıra No	KVB	Toplam Etkinlik	Teknik Etkinlik	Ölçek Etkinliği	
1	1990	0,574	0,629	0,912	Artan
2	1991	0,582	0,625	0,931	Artan
3	1992	0,575	0,600	0,958	Artan
4	1993	0,618	0,627	0,985	Artan
5	1994	0,589	0,664	0,887	Artan
6	1995	0,645	0,732	0,881	Artan
7	1996	0,711	0,793	0,897	Artan
8	1997	0,800	0,843	0,949	Artan
9	1998	0,827	0,872	0,949	Artan
10	1999	0,855	0,929	0,921	Artan
11	2000	1,000	1,000	1,000	-
12	2001	1,000	1,000	1,000	-

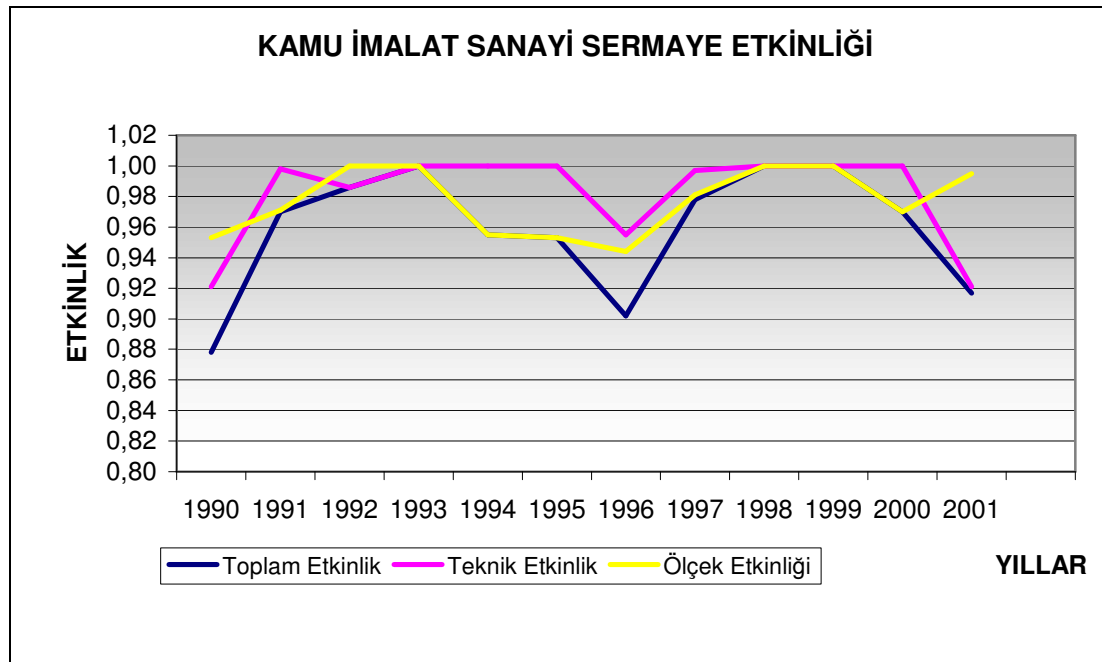


Şekil 4.6. Yıllar itibariyle Türkiye kamu imalat sanayi işgücü etkinlik değerleri

Özet tablodan da görüleceği üzere kamu imalat sanayi işgücü etkinliğinde 1990 yılından bu yana sürekli bir artış görülmektedir. 2001 yılı işgücü etkinlik değeri 1990 yılının %74 fazlasıdır. Ancak 2000 ve 2001 yılları incelendiğinde etkinlik değerlerinin aynı olduğuna ve bir ilerleme olmadığına dikkat etmek gerekir.

Çizelge 4.15. Yıllar itibariyle Türkiye kamu imalat sanayi sermaye etkinlik özet tablosu

Sıra No	KVB	Toplam Etkinlik	Teknik Etkinlik	Ölçek Etkinliği	
1	1990	0,878	0,921	0,953	Artan
2	1991	0,970	0,998	0,971	Artan
3	1992	0,986	0,986	1,000	-
4	1993	1,000	1,000	1,000	-
5	1994	0,955	1,000	0,955	Artan
6	1995	0,953	1,000	0,953	Artan
7	1996	0,902	0,955	0,944	Artan
8	1997	0,978	0,997	0,981	Artan
9	1998	1,000	1,000	1,000	-
10	1999	1,000	1,000	1,000	-
11	2000	0,970	1,000	0,970	Azalan
12	2001	0,917	0,921	0,995	Azalan
	Ortalama	0,959	0,982	0,977	



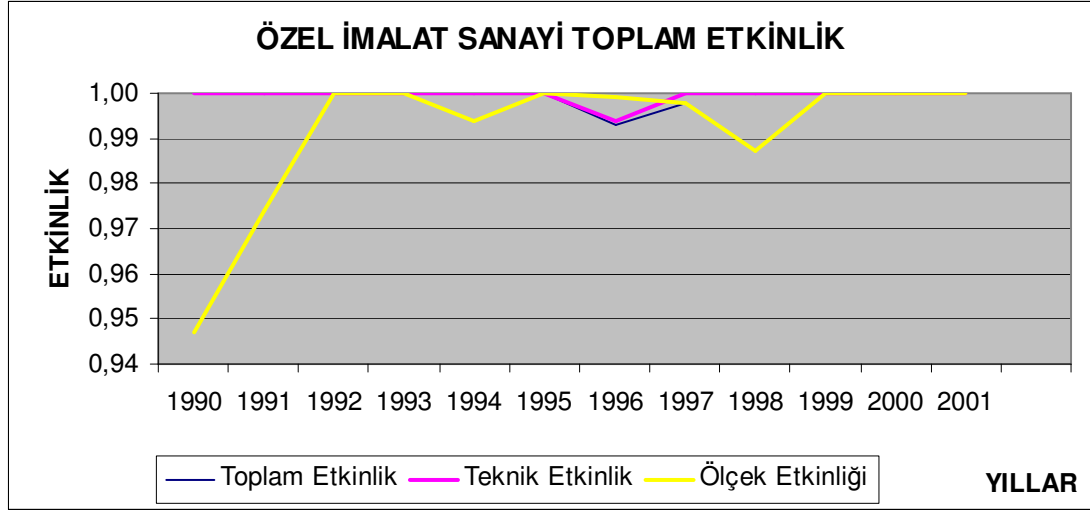
Şekil 4.7. Yıllar itibariyle Türkiye kamu imalat sanayi sermaye etkinlik değerleri

Etkinlik özet tablosundan da görüleceği üzere 2001 yılı, 1990 yılına göre %9 daha etkindir. Ancak bu etkinlik değeri 1993 yılına göre %8,3 daha azdır. Yani imalat sanayimiz 1993 yılındaki etkinliğine karşın bu yıldan itibaren etkinlikte bir düşüş dönemine girilmiş ve 1993 yılındaki etkinlik ancak 1998 ve 1999 yıllarında yakalanabilmiştir. 2000 ve 2001 yıllarında ise etkinlik değerinde azalma sürecine girilmiştir. Bu ise bu yıllarda yaşanan ekonomik krizlerin bir etkisi olarak görülebilir.

Bu sonuçlardan hareketle, kamudaki etkinlik artışının en önemli unsurunun işgücü etkinliğindeki artış olduğu sonucuna varabiliriz.

Çizelge 4.16. Yıllar itibariyle Türkiye özel imalat sanayi için toplam etkinlik tablosu

Sıra No	KVB	Toplam Etkinlik	Teknik Etkinlik	Ölçek Etkinliği	
1	1990	0,947	1,000	0,947	Artan
2	1991	0,974	1,000	0,974	Artan
3	1992	1,000	1,000	1,000	-
4	1993	1,000	1,000	1,000	-
5	1994	0,994	1,000	0,994	Artan
6	1995	1,000	1,000	1,000	-
7	1996	0,993	0,994	0,999	Artan
8	1997	0,998	1,000	0,998	Azalan
9	1998	0,987	1,000	0,987	Azalan
10	1999	1,000	1,000	1,000	-
11	2000	1,000	1,000	1,000	-
12	2001	1,000	1,000	1,000	-
	Ortalama	0,991	0,999	0,991	



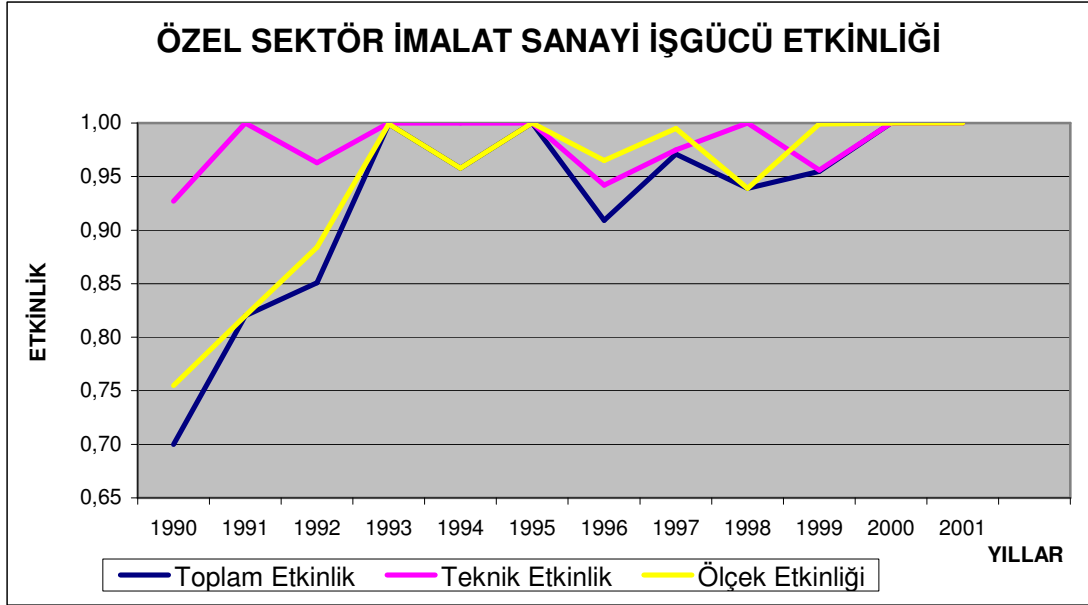
Şekil 4.8. Yıllar itibariyle Türkiye özel imalat sanayi etkinlik değerleri

Etkinlik özet tablosundan da görüleceği üzere 2001 yılı, 1990 yılına göre %6 daha etkindir. Ancak bu etkinlik değeri daha önce 1992,1993,1995,1999 ve 2000 yıllarında da yakalanmasına karşın bu yıllardan itibaren etkinlikte bir düşüş yada duraklama dönemine girilmiştir. Türkiye özel imalat sanayi halen 1992 yılındaki etkinlik değerinde yer almaktadır.

Beklentilerin aksine 1990-2001 dönemi fazla bir artış görülmeyen özel sektör imalat sanayi etkinlik değerini daha ayrıntılı irdelemek amacıyla işgücü etkinliğini incelediğimizde;

Çizelge 4.17. Yıllar itibariyle Türkiye özel imalat sanayi için işgücü etkinlik tablosu

Sıra No	KVB	Toplam Etkinlik	Teknik Etkinlik	Ölçek Etkinliği	
1	1990	0,700	0,927	0,755	Artan
2	1991	0,820	1,000	0,820	Artan
3	1992	0,851	0,963	0,884	Artan
4	1993	0,999	1,000	0,999	Artan
5	1994	0,958	1,000	0,958	Artan
6	1995	1,000	1,000	1,000	-
7	1996	0,909	0,942	0,965	Artan
8	1997	0,971	0,975	0,995	Azalan
9	1998	0,939	1,000	0,939	Azalan
10	1999	0,955	0,956	0,999	Artan
11	2000	1,000	1,000	1,000	-
12	2001	1,000	1,000	1,000	-

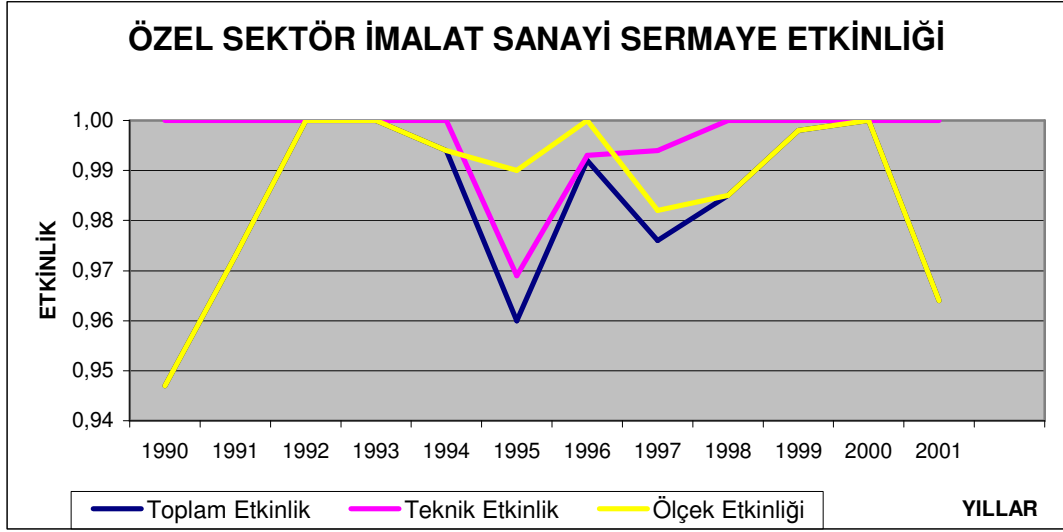


Şekil 4.9. Yıllar itibariyle Türkiye özel imalat sanayi işgücü etkinlik değerleri

Özet tablodan da görüleceği üzere özel sektör imalat sanayi işgücü etkinliğinde 1990 yılından bu yana istikrarlı bir artış görülmektedir. 2001 yılı işgücü etkinlik değeri 1990 yılının %43 fazlasıdır. Burada özel sektör, kamu sektöründen farklı olarak 1995 yılında da etkin görülmektedir. Bu ise özel sektörün krizlerde işgücü etkinliğini hemen arttırabildiği şeklinde yorumlanabilir. Kamu sektörü ise personel rejimi dolayısıyla işgücü etkinliğini çok kısa sürede arttıramamaktadır.

Çizelge 4.18. Yıllar itibariyle Türkiye özel imalat sanayi için sermaye etkinlik tablosu

Sıra No	KVB	Toplam Etkinlik	Teknik Etkinlik	Ölçek Etkinliği	
1	1990	0,947	1,000	0,947	Artan
2	1991	0,973	1,000	0,973	Artan
3	1992	1,000	1,000	1,000	-
4	1993	1,000	1,000	1,000	-
5	1994	0,994	1,000	0,994	Artan
6	1995	0,960	0,969	0,990	Azalan
7	1996	0,992	0,993	1,000	-
8	1997	0,976	0,994	0,982	Azalan
9	1998	0,985	1,000	0,985	Azalan
10	1999	0,998	1,000	0,998	Azalan
11	2000	1,000	1,000	1,000	-
12	2001	0,964	1,000	0,964	Azalan
	Ortalama	0,982	0,996	0,986	



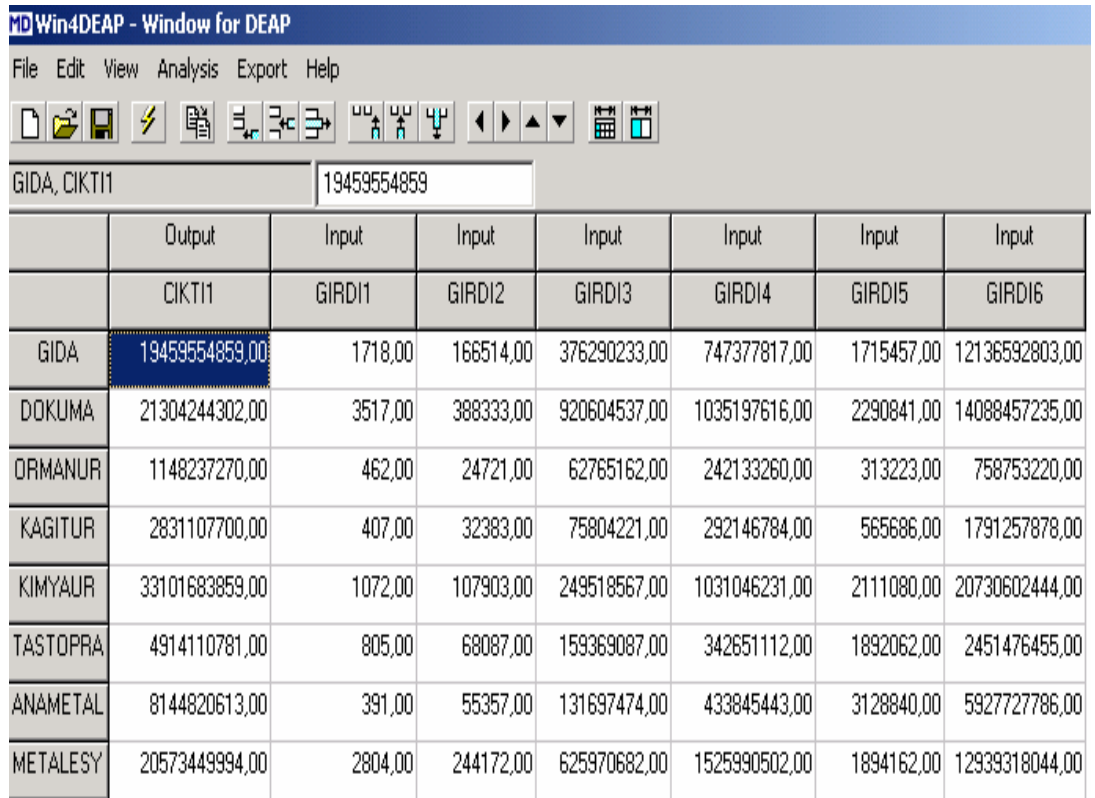
Şekil 4.10. Yıllar itibariyle Türkiye özel imalat sanayi sermaye etkinlik değerleri

Etkinlik değerlerinden de görüleceği üzere ülkemizde özel sektörde sermayeye dayalı etkinlik değerlerinde de yıllar itibariyle bir dalgalanma görülmektedir. İşgücü etkinliğindeki istikrarlı artışın aksine, sermaye etkinliğinde sürekli dalgalanmalar yer almaktadır. 2001 yılında sermaye etkinliği, 1990 yılının sadece %2'si kadar fazla, 1992 yılında yakalanan değer ise %4'ü kadar azdır. Bu ise toplam etkinliği olumsuz etkilemektedir. Özellikle 1995 yılından buyana ölçeğe göre azalan getiri yada ölçeğe göre sabit getiri söz konusudur. Yani özel sektör imalat sanayi yatırdığı her birim paraya karşılık, ya bir birim ya da bir birimden daha az çıktı alabilmektedir. Bu durum ise faktör fiyatları yüksek olduğunda ortaya çıkmaktadır. Faktör fiyatları yüksek olduğunda maliyetler yükselir, kâr azalır buda yeni yatırım yapacak sermaye birikiminin oluşumunu engeller. Buradan, ülkemizde yaşanan ekonomik krizlerden ve mali sorunlardan özel sektör imalat sanayinin üretim etkinliğini arttıracak yeni teknolojiye yatırım yapmaya isteksiz olduğu yada maliyetlerin çok yüksek olması sebebiyle yeni yatırım yapmaya yeterli maddi gücü olmadığı sonucuna varabiliriz.

Özet olarak 1990-2001 yılları arasında Türkiye imalat sektörü işgücü etkinliğinde hızlı bir ilerleme sağlamış olmasına karşın, sermayeye dayalı etkinliğini çok az arttırabilmiş hatta bazı yıllarda gerilemiştir. Bunun en önemli sebebi olarak ise özel

sektör imalat sanayi gösterilebilir. 1990-2001 yılları arasında yaşanan ekonomik krizler sonucu maliyetler yükselmiş, kâr marjı azalmış ve özel sektör imalat sanayi üretim etkinliğini arttıracak yeni teknolojiye yatırım yapmaya yeterli maddi gücü bulamamıştır yada bu güce sahip olsa bile gücünü bu alanda kullanmamış sadece işgücünden faydalanma oranını arttırmıştır. Kamu sektörü ise çok fazla kâr amacı gütmendiğinden dolayı ekonomik bunalımlarda sermaye yatırımlarını kesmemiştir. Burada önemli bir nokta ise kamu sektörü işgücü etkinliğinde muazzam bir artış sağlamış olmasıdır.

Ayrıca imalat sanayimizin etkinliğini irdelerken elimizdeki en güncel veriler olan 2001 yılında hangi sektörlerin daha etkin olduğunu da incelersek:



	Output	Input	Input	Input	Input	Input	Input
	CIKT1	GIRD1	GIRD2	GIRD3	GIRD4	GIRD5	GIRD6
GIDA	19459554859,00	1718,00	166514,00	376290233,00	747377817,00	1715457,00	12136592803,00
DOKUMA	21304244302,00	3517,00	388333,00	920604537,00	1035197616,00	2290841,00	14088457235,00
ORMANUR	1148237270,00	462,00	24721,00	62765162,00	242133260,00	313223,00	758753220,00
KAGITUR	2831107700,00	407,00	32383,00	75804221,00	292146784,00	565686,00	1791257878,00
KIMYAU	33101683859,00	1072,00	107903,00	249518567,00	1031046231,00	2111080,00	20730602444,00
TASTOPRA	4914110781,00	805,00	68087,00	159369087,00	342651112,00	1892062,00	2451476455,00
ANAMETAL	8144820613,00	391,00	55357,00	131697474,00	433845443,00	3128840,00	5927727786,00
METALESY	20573449994,00	2804,00	244172,00	625970682,00	1525990502,00	1894162,00	12939318044,00

Resim 4.4. Sektörler itibariyle verilerin WinDEAP programına girilmiş hali

Çizelge 4.19. 2001 yılında Türkiye imalat sanayinde sektörlere ait etkinlik özet tablosu

KVB	Toplam Etkinlik	Teknik Etkinlik	Ölçek Etkinliği	
1	0,989	0,991	0,998	Artan
2	0,926	0,928	0,997	Azalan
3	0,847	1,000	0,847	Artan
4	0,915	1,000	0,915	Artan
5	1,000	1,000	1,000	-
6	1,000	1,000	1,000	-
7	0,849	1,000	0,849	Artan
8	0,979	0,980	0,999	Artan
Ortalama	0,938	0,987	0,951	

Tablodan da görüleceği üzere 2001 yılında girdilerini en etkin kullanan sektörler: Kimya-petrol, kömür, kauçuk ve plastik ürünleri sanayi ve Taş ve toprağa dayalı sanayi olarak görülmektedir. Bu sektörlerde etkin olma ise bu sektörlerde kalifiye işgücü kullanılması, gizli isiz oranının düşük olması, talep konusunda sıkıntı yaşanmaması bu sektörlerin ürettiği ürünlerin her ekonomik koşulda pazarlanabilmesi gösterilebilir.

5. SONUÇ

Bu çalışmada verimliliği oransal olarak ölçme yaklaşımları değerlendirilmiş, daha sonra yaklaşık 30 yıldır gündemde olan yeni sınır yaklaşımlardan Veri Zarflama Analizi incelenmiştir. Burada geleneksel olarak anılan oransal yaklaşımların kullanım kolaylıklarının yanı sıra dezavantajlarından ve yetersizliklerinden bahsedilmiştir. Buna karşın birçok avantaja sahip Veri Zarflama Analiziyle elde edilen teknik etkinlik ile geleneksel verimlilik ölçümleri arasındaki ilişki; kısmi verimlilikten kısmi etkinliğe, kısmi etkinlikten toplam faktör verimliliğine ve toplam faktör verimliliğinden teknik etkinliğe olmak üzere teorik ve sayısal olarak gösterilmiştir. Bu çalışmada ele alınan teknikler, üretim ekonomisinin etkinlik verimlilik analizleri başlığı altında değerlendirilmektedir. Bu tekniklerin tümü temellerini toplam faktör verimliliği yaklaşımından almakta ve teknik etkinlik kavramını üretici birimin üretim olanakları sınırında yer alması olarak yorumlamaktadır.

Bir ülkenin gelişme performansı verimlilik ve etkinlik ile ölçülür. Ekonomik gelişmede kritik unsur kısa dönemli statik etkinlik değil, uzun dönemli dinamik etkinliğin arttırılmasıdır. Bu tezde analizi yapılan 1990-2001 dönemi Türkiye imalat sanayinde ise bu gelişme sağlanamamıştır. Toplam etkinlik açısından baktığımızda ülkemizde imalat sanayi sektöründe bu 12 yıllık dönemde çok büyük değişimler olmadığı dikkat çekmektedir. Ayrıca 1990 yılı 2001 yılı ile karşılaştırıldığında etkinlikte sadece %6'lık bir artış olmuştur. Bu ise Türkiye imalat sanayinin bu 12 yıllık süreçte, etkinliğini arttıracak tedbirler almadığını göstermektedir. Toplam etkinlik gelişimini işgücüne dayalı ve sermayeye dayalı etkinlik olarak ayrı ayrı incelediğimizde ise; Ülkemizdeki imalat sanayinde kullanılan işgücü etkinliği artma eğilimindedir. 1990 yılında işgücü etkinliği, 2001 yılının sadece %76'sı kadardır. Analizi yapılan bu dönemde işgücü etkinliği kriz yıllarında maksimuma çıkmakta ve kriz sonrası dönemde işgücü arz-talep dengesi sağlandıkça işgücü etkinliği azalmaktadır. Ülkemizdeki imalat sanayinde sermayeye dayalı etkinlik değerlerinde ise, işgücü etkinliğindeki hızlı ve istikrarlı artışın aksine, sürekli dalgalanmalar yer almaktadır. 2001 yılında sermaye etkinliği, 1990 yılının sadece %3'ü kadar fazla,

1991 yılında yakalanan değerin ise %2,8'i kadar azdır. Bu durum genellikle faktör fiyatları yüksek olduğunda ortaya çıkmaktadır. Faktör fiyatları yüksek olduğunda maliyetler yükselir, kâr azalır buda yeni yatırım yapacak sermaye birikiminin oluşumunu engeller. Bu ise ülkemizde analizi yapılan dönemde yaşanan ekonomik krizlerin ve mali sorunların bir sonucu olarak, imalat sanayinin üretim etkinliğini arttıracak yeni teknolojiye yatırım yapmaya isteksiz olduğu yada maliyetlerin çok yüksek olması sebebiyle yeni yatırım yapmaya yeterli maddi gücü olmadığı şeklinde değerlendirilebilir. İmalat sanayimizi kamu özel ayrımında incelediğimizde ise sermaye etkinsizliğinin asıl kaynağının özel sektör olduğu görülmektedir. 1990-2001 yılları arasında yaşanan ekonomik krizler sonucu maliyetler yükselmiş, kâr marjı azalmış ve özel sektör imalat sanayi üretim etkinliğini arttıracak yeni teknolojiye yatırım yapmaya yeterli maddi gücü bulamamıştır yada bu güce sahip olsa bile gücünü bu alanda kullanmamış sadece işgücünden faydalanma oranını arttırmıştır. Kamu sektörü ise çok fazla kâr amacı gütmendiğinden dolayı ekonomik bunalımlarda sermaye yatırımlarını kesmemiştir. Burada önemli bir nokta ise kamu sektörünün, işgücü etkinliğinde muazzam bir artış sağlamış olmasıdır. Sonuç olarak ülkemizin imalat sanayinde, analizi yapılan dönemde sadece işgücü verimliliği artırılarak üretim yapılmaya ve rekabet edilmeye çalışılmıştır. Bu durum küreselleşen dünya ekonomisinde Çin gibi işgücünün çok ucuz olduğu ülkelerle rekabet edebilme gücümüzü azaltacaktır. Oysa ekonomideki kıt kaynakların sosyal ve fiziki alt yapı ile bilgi/teknoloji yoğun imalat ve hizmet sektörlerine yönlendirilmesi zorunludur. Böylece tam anlamıyla etkin bir imalat sanayine sahip olabiliriz. Ancak 1990-2001 döneminde uzun dönemli verimlilik ve etkinlik artışı sağlayacak unsurlara gereken önem verilmemiş dolayısıyla istikrarsız ve sadece işgücü etkinliğine dayanan ama toplam etkinliğe dayanmayan bir büyüme süreci yaşanmıştır.

KAYNAKLAR

1. Kök, R., “Endüstriyel Verimlilik ve Etkinlik -Bir Uygulama-”, *Atatürk Üniversitesi Basımevi*, Erzurum, 9-65 (1991).
2. Gülmez, İ., “Endüstride Prodüktivite Semineri”, *Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları*, Ankara, 16 (1969).
3. Prokopenko, J., “Verimlilik Yönetimi Uygulamalı El Kitabı”, Baykal, O., Atalay, N., Fiden, E., *Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları*, Ankara, 1-10 (1992).
4. Üreten, S., “Üretim / İşlemler Yönetimi”, *Bizim Büro Basımevi*, Ankara, 3 (1997).
5. Semiz, S., “Endüstri İşletmelerinde Esnek Üretim Sistemlerinin Verimlilik ve Etkinlik Üzerindeki Etkiler ile İlgili Bir Araştırma”, Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 1-6 (1999).
6. Baş, İ. M., Artar, A., “İşletmelerde Verimlilik Denetimi”, *Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları*, Ankara, 1-3 (1990).
7. Gürsoy, B., “ Verimlilik Üzerine Düşünceler”, *Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları*, Ankara, 2 (1985).
8. Brinkerhoff, R. O., Dressler, D. E., “Productivity Measurement: A Guide for Managers and Evaluators”, *SAGE Publication*, Newbury Park, 1-25 (1990).
9. Beamon, B. M., “Measuring Supply Chain Performance”, *International Journal of Operations and Production Management*, 19(3): 275-292 (1999).
10. Bhargava, M., Dubelaar, C., Ramaswami, S., “Reconciling Diverse Measures of Performance: A Conceptual Framework and Test of Methodology”, *Journal of Business Research*, 31:235-246 (1994).
11. Chen, W. C., “ Integrating Approaches to Efficiency and Productivity Measurement ”, Doktora Tezi, *Georgia Institute of Technology, School of Industrial and Systems Engineering*, Georgia, 1-60 (2003).
12. Fare, R., Grosskopf, S., “Cost and Revenue Constrained Production” *Bilkent University Lecture Series*, Ankara, 1-35 (1994).
13. Shephard, R. W., “Theory of Cost and Production Functions”, *Princeton University Press*, New Jersey, 1-40 (1970).
14. Debreu, G., “The Coefficient of Resource Utilization”, *Econometrica*, 19:273-292 (1951).

15. Farrell, M. J., “The Measurement of Productivity Efficiency”, *Journal of The Royal Statistical Society*, 120:377-391 (1957).
16. Banker, R.D., Charnes, A., Cooper, W.W., “Some Models for Estimating-Technical and Scale Inefficiency in Data Envelopment Analysis”, *Management Science*, 30(9):1078-1092 (1984).
17. Charnes, A., Cooper, W.W., Rhodes, E., ” Measuring The Efficiency of Decision Making Units”, *European Journal of Operational Research*, 2:429-444 (1978).
18. Grifell-Tatjé, E., Lovell, C. A. K., “Profits and Productivity”, *Management Science*, 45(9):1177-1193 (1999).
19. İnternet: Hazine Müsteşarlığı. http://www.hazine.gov.tr/arastirma/reel_ekonomi.pdf (2003).
20. T.C. Devlet İstatistik Enstitüsü, “Fiyat İndeksleri ve Enflasyon”, *T.C. Devlet İstatistik Enstitüsü Matbaası*, Ankara, 1-3 (1998).
21. T.C. Devlet İstatistik Enstitüsü, “Türkiye İstatistik Yıllığı, 2004 ”, *T.C. Devlet İstatistik Enstitüsü Matbaası*, Ankara, 199-208 (2004)

EKLER

EK-1 Tek girdi-tek çıktıdan oluşan sistemler için verilen örneğe ilişkin LP modelleri

$$x_k^*(y_k, S^2) = x_k / D_{BCC-I}^{S^2}(x_k, y_k)$$

$$\{D_{BCC-I}^{S^2}(x_k, y_k)\}^{-1}$$

min u ↓
 st
 a) $7u - 10m_1 - 8m_2 - 7m_3 - 5m_4 - 3m_5 > 0$
 b) $1m_1 + 1m_2 + 1m_3 + 2m_4 + 2m_5 > 1$
 c) $m_1 + m_2 + m_3 + m_4 + m_5 = 1$
 end

$$x_k^*(y_b, S^2) = x_k / D_{BCC-I}^{S^2}(x_k, y_b)$$

$$\{D_{BCC-I}^{S^2}(x_k, y_b)\}^{-1}$$

min u ↓
 st
 a) $7u - 10m_1 - 8m_2 - 7m_3 - 5m_4 - 3m_5 > 0$
 b) $1m_1 + 1m_2 + 1m_3 + 2m_4 + 2m_5 > 2$
 c) $m_1 + m_2 + m_3 + m_4 + m_5 = 1$
 end

$$y_k^*(x_k^*(y_b, S^2), S^2) = y_k / D_{BCC-0}^{S^2}(x_k^*(y_b, S^2), y_b)$$

$$\{D_{BCC-0}^{S^2}(x_k^*(y_b, S^2), y_b)\}^{-1}$$

max u ↓
 st
 a) $10m_1 + 8m_2 + 7m_3 + 5m_4 + 3m_5 < 3.001$
 b) $2u - 1m_1 - 1m_2 - 1m_3 - 2m_4 - 2m_5 < 0$
 c) $m_1 + m_2 + m_3 + m_4 + m_5 = 1$
 end

$$y_k^*(x_k^*(y_k, S^2), S^2) = y_k / D_{BCC-0}^{S^2}(x_k^*(y_k, S^2), y_k)$$

$$\{D_{BCC-0}^{S^2}(x_k^*(y_k, S^2), y_k)\}^{-1}$$

max u ↓
 st
 a) $10m_1 + 8m_2 + 7m_3 + 5m_4 + 3m_5 < 3$
 b) $1u - 1m_1 - 1m_2 - 1m_3 - 2m_4 - 2m_5 < 0$
 c) $m_1 + m_2 + m_3 + m_4 + m_5 = 1$
 end

EK-1 (Devam) Tek girdi-tek çıktıdan oluşan sistemler için verilen örneğe ilişkin
LP modelleri

$$y_b^*(x_k^*(y_b, S^2), S^2) = y_b / D_{BCC-0}^{S^2}(x_k^*(y_b, S^2), y_b)$$

$$\{D_{BCC-0}^{S^2}(x_k^*(y_b, S^2), y_b)\}^{-1}$$

↓

max u
st
b) $10m_1 + 8m_2 + 7m_3 + 5m_4 + 3m_5 < 3.001$
d) $2u - 1m_1 - 1m_2 - 1m_3 - 2m_4 - 2m_5 < 0$
e) $m_1 + m_2 + m_3 + m_4 + m_5 = 1$
end

$$x_k^*(y_k, S^1) = x_k / D_{BCC-I}^{S^1}(x_k, y_k)$$

$$\{D_{BCC-I}^{S^1}(x_k, y_k)\}^{-1}$$

↓

min u
st
a) $7u - 10m_1 - 8m_2 - 7m_3 - 5m_4 > 0$
b) $1m_1 + 1m_2 + 1m_3 + 2m_4 > 1$
c) $m_1 + m_2 + m_3 + m_4 = 1$
end

ÖZGEÇMİŞ

Mustafa AYDEĞER 27.05.1980 tarihinde Ankara’da doğdu. 1998 Yılında Alparslan Lisesi’nden (Y.Dil Ağırlıklı) mezun oldu. 24.06.2002 tarihinde Gazi Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi İstatistik bölümünü başarıyla bitirerek istatistikçi unvanı almaya hak kazandı. 28.10.2004 tarihinde Türkiye İş Kurumu Genel Müdürlüğü’nde istatistikçi olarak göreve başladı ve hâlen bu kurumda görevine devam etmektedir.