

T.C.
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI

127710

**VERİ ZARFLAMA ANALİZİ İLE ETKİNLİK ÖLÇÜMÜ
VE
TEKSTİL İŞLETMELERİNE YÖNELİK BİR UYGULAMA**

127710

Yüksek Lisans Tezi

Cüneyt GÖZÜ

Tez Danışmanı
Prof. Dr. Özdemir AKMUT

Ankara-2003

TE. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

T.C.
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI

**VERİ ZARFLAMA ANALİZİ İLE ETKİNLİK ÖLÇÜMÜ
VE
TEKSTİL İŞLETMELERİNE YÖNELİK BİR UYGULAMA**

Yüksek Lisans Tezi

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Özdemir AKMUT

Tez Jürisi Üyeleri

Adı ve Soyadı

Prof. Dr. Özdemir AKMUT

Yrd. Doç. Dr. Yalçın KARATEPE

Doç. Dr. Ali Argun KARACABEY

.....

.....

.....

İmzası





.....

.....

.....

Tez Sınavı Tarihi ..12.09.2003.....

ÖNSÖZ

Üretim, mal ve hizmetlerin yaratıldığı bir süreçtir. Üretim yönetimi ise, kullanılacak sınırlı kaynaklarla, istenilen miktar, kalite ve zaman koşullarına uygun en ekonomik üretimi gerçekleştirmek şeklinde tanımlanabilir. Günümüzde, küreselleşmenin etkisiyle karmaşık bir hal alan rekabet ortamı, üretim yönetimi konularının önemini artırmıştır. İç ve dış çevrenin etkisiyle sürekli değişmek zorunda olan işletmeler, kendi üretim faaliyetleri kadar rakiplerinin de üretim faaliyetlerini dikkate alarak, göreceli etkinliklerini ölçmek zorundadırlar. Bu bağlamda, üretim yönetiminin öncelikli konularından biri olan göreceli etkinlik ölçümleri işletmelerin kurumsallaşarak varlıklarını sürdürebilmelerinde büyük önem arz etmektedir.

Göreceli etkinlik ölçümlerinin artan önemi, göreceli etkinlik ölçümlerinde yaygın bir biçimde kullanılan Veri Zarflama Analizi'nin tez konusu olarak seçilmesinde önemli bir rol oynamıştır. Kapsam olarak, teori ve uygulama olmak üzere, iki bölümden oluşan tez çalışmasının ilk bölümünde ele alınan teorik bilgilerle, ikinci bölümdeki uygulama çalışmasının alt yapısı hazırlanmıştır.

Tez çalışmama, tavsiye ve destekleriyle büyük katkı sağlayan Danışman Hocam Sayın Prof. Dr. Özdemir AKMUT'a, konu ile ilgili eserlerinden yararlandığım değerli yazarlara ve kendilerinden her zaman güç aldığım aileme en içten teşekkürlerimi sunuyorum.

Cüneyt GÖZÜ

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	I
İÇİNDEKİLER.....	II
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	V
TABLolar LİSTESİ.....	VI

GİRİŞ.....	1
------------	---

I. BÖLÜM

1. ETKİNLİK ve VERİMLİLİK.....	3
2. VERİMLİLİK ÖLÇÜM YÖNTEMLERİ.....	5
2.1. Oran Analizi.....	5
2.2. Parametrik Yöntemler.....	7
2.3. Parametrik Olmayan Yöntemler.....	9
3. ETKİNLİK ÖLÇÜMÜNÜN TEMEL KAVRAMLARI.....	11
3.1. Üretim Sınırı.....	11
3.2. Farrell Açısından Etkinlik Kavramı.....	19
4. VERİ ZARFLAMA ANALİZİ.....	23
4.1. Veri Zarflama Analizinin Temelleri.....	23
4.2. Veri Zarflama Analizinin Matematiksel Temelleri.....	24
4.2.1 Kesirli Matematiksel Programlama.....	24
4.2.2. Etkinlik Ölçümü ve Doğrusal Programlama.....	30
4.3. Temel Veri Zarflama Analizi Modelleri.....	36
4.3.1. Temel ve İkili CCR Modelleri.....	37
A. Girdiye Yönelik CCR Modelleri.....	37
B. Çıktıya Yönelik CCR Modelleri.....	39

4.3.2. Temel ve İkili BCC Modelleri.....	41
5. VERİ ZARFLAMA ANALİZİ UYGULAMA AŞAMALARI.....	47
5.1. Karar Birimlerinin Seçimi.....	48
5.2. Girdi ve Çıktıların Seçimi.....	49
5.3. Verilerin Elde Edilebilirliği ve Güvenirliği.....	49
5.4. Görelî Etkinliğin Ölçülmesi.....	50
5.5. Etkinlik Değerleri ve Etkinlik Sınırı.....	51
5.6. Referans Grupları.....	51
5.7. Etkin Olmayan Birimler İçin Hedef Belirlenmesi.....	52
5.8. Sonuçların Değerlendirilmesi.....	53

II. BÖLÜM

1. VERİ ZARFLAMA ANALİZİNİN UYGULAMA ALANLARI.....	54
2. UYGULAMA ÇALIŞMASININ TEMELLERİ.....	55
3. UYGULAMA SÜRECİ.....	58
3.1. Şirketlerin 2001 Yılı Görelî Etkinlik Ölçümleri.....	59
3.2. Şirketlerin 2002 Yılı Görelî Etkinlik Ölçümleri.....	65
3.3. Şirketlerin 2001 ve 2002 Yılı Görelî Etkinlik Ölçümlerinin Değerlendirilmesi.....	70
A. Her İki Yılda Etkin Bir Dönem Geçiren Şirketler.....	70
B. 2001’de Etkin Ancak 2002’de Etkin Olmayan Şirketler....	75
C. 2001’de Etkin Olmayan Ancak 2002’de Etkin Olan Şirketler.....	78
D. Her İki Yılda Etkin Olmayan Şirketler.....	80
4. UYGULAMANIN DEĞERLENDİRİLMESİ.....	89

SONUÇ.....	91
KAYNAKÇA.....	94
EKLER.....	98
EK-I : İMKB Dokuma, Giyim Eşyası ve Deri Sektörü Şirketlerinin 2001 Yılı Girdi Kalemlerinin Değerleri.....	98
EK-II : İMKB Dokuma, Giyim Eşyası ve Deri Sektörü Şirketlerinin 2001 Yılı Çıktı Kalemlerinin Değerleri.....	99
EK-III : İMKB Dokuma, Giyim Eşyası ve Deri Sektörü Şirketlerinin 2002 Yılı Girdi Kalemlerinin Değerleri.....	100
EK-IV : İMKB Dokuma, Giyim Eşyası ve Deri Sektörü Şirketlerinin 2002 Yılı Çıktı Kalemlerinin Değerleri.....	101
ÖZET.....	102
SUMMARY.....	103

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil.1 : Üretim İmkanları Kümesi.....	16
Şekil.2 : Üretim Sınırı.....	18
Şekil.3 : Teknik ve Tahsis Etkinliği.....	21
Şekil.4 : Etkin Sınır.....	22
Şekil.5 : Ölçeğe Göre Sabit Getirili Etkinlik Sınırı.....	42
Şekil.6 : Ölçeğe Göre Değişen Getirili Etkinlik Sınırı.....	44



TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo. 1 : 2001 Yılı Girdi Kalemlerinin Değerleri.....	61
Tablo. 2 : 2001 Yılı Çıktı Kalemlerinin Değerleri.....	62
Tablo. 3 : 2001 Yılı Göreli Etkinlik Değerleri.....	63
Tablo.4 : 2001 Yılı Gösterge Karar Birimleri.....	64
Tablo. 5 : 2002 Yılı Girdi Kalemlerinin Değerleri.....	66
Tablo. 6 : 2002 Yılı Çıktı Kalemlerinin Değerleri.....	67
Tablo. 7 : 2002 Yılı Göreli Etkinlik Değerleri.....	68
Tablo.8 : 2002 Yılı Gösterge Karar Birimleri.....	69
Tablo. 9 : Her İki Dönemde Etkin Olan İşletmelerin Etkinlik Değerleri.....	71
Tablo. 10 : Her İki Dönemde Teknik Etkin Olan Ancak Ölçek Etkinliğine Sahip Olamayan İşletmelerin Etkinlik Değerleri.....	72
Tablo. 11 : 2001’de Etkin Ancak 2002’de Etkin Olmayan İşletmeler.....	75
Tablo. 12 : Metemteks – 2002 Yılı Öngörülleri.....	76
Tablo. 13 : 2001’de Etkin Olmayan Ancak 2002’de Etkin Olan İşletmeler.....	78
Tablo. 14 : Söktaş – 2001 Yılı Öngörülleri.....	79
Tablo. 15 : Söktaş Karşılaştırmalı Değerler.....	79
Tablo. 16 : Her İki Yılda Etkin Olmayan Şirketler.....	81
Tablo. 17 : Aksu Tekstil 2001 ve 2002 Çalışma Dönemi Verileri.....	82
Tablo. 18 : Birlik Mensucat 2001 ve 2002 Çalışma Dönemi Verileri.....	83
Tablo. 19 : Okan Tekstil 2001 ve 2002 Çalışma Dönemi Verileri.....	85
Tablo. 20 : Edip İplik 2001 ve 2002 Çalışma Dönemi Verileri.....	86
Tablo. 21 : Gediz İplik 2001 ve 2002 Çalışma Dönemi Verileri.....	91

GİRİŞ

Sürekli değişen ve değişme hızı da giderek artan bir dünyada yaşamaktayız. Bu değişim, bir taraftan, işletmeleri kendine uymaya ve sürekli yenilik yapmaya zorlarken; diğer taraftan, yoğun bir rekabetle karşı karşıya bırakmaktadır. Sanayi toplumu işletmelerinin, belirli bir durumda denge kurmaları ve bunu muhafaza etmeleri beklenirken; artık, günümüz işletmelerinin değişen çevre şartları karşısında ayakta kalabilmek için, dengelerini sürekli değiştirmeleri ve yeni denge durumları için de hazırlıklı olmaları gerekmektedir. Bu değişime sebebiyet veren temel kavram, son yıllarda yaşanan sosyal ve politik değişimlerin sonucu olarak ortaya çıkan ve günümüz ekonomisine yön veren küreselleşme eğilimi olarak tanımlanmaktadır.

Günümüzde, çok büyük sayıda sanayi kolu tam anlamıyla küreselleşmektedir. Bir ülkede yaşanan olaylar ve yapılan uygulamalar, diğer ülkelerde de güçlü etkiler meydana getirmekte ve sistem değişiklikleri kısa zamanda evrensel boyutlara ulaşmaktadır. Karmaşık bir hal alan rekabet ortamı, işletme yöneticilerini zorlamaktadır. Yöneticiler, işletmelerinin varlığını sürdürebilme temel amacının yanı sıra, kaliteli mal ve hizmet üretmek, müşterilerinin isteklerini karşılayabilmek, çalışanlarını iş doyumuna ulaştırmak, esnek ve yeniliğe açık bir işletme yapısı oluşturabilmek gibi son yıllarda büyük önem kazanan, çeşitli amaçlara da ulaşabilmek için yoğun bir gayret göstermektedirler. Söz konusu amaçlara ulaşabilmek gayesiyle, üretimde kullanılan sınırlı kaynakların etkin kullanımı ve dağılımı üzerinde yoğun araştırma geliştirme çalışmaları yapılmaktadır. Araştırma sonuçları, işletmelerin, belirledikleri amaçlara ulaşabilmek için, gerek parça parça gerekse bir bütün olarak performanslarını optimum

noktaya çekmek zorunda olduklarına işaret etmektedir. Bu öngörü, mükemmele ulaşma yarışında, performans yönetimi ile performansı geliştirmeye yönelik bir ölçüm ve denetim sisteminin işletmeler açısından hayati bir anlam taşıdığının altını çizmektedir.

Performans kavramının işletme açısından taşıdığı önem, tez konusu olarak performans kavramının üzerinde durulmasını kaçınılmaz kılmıştır. Bu bağlamda, işletmelerin rekabet içinde oldukları firmalarla kıyaslanmasına yönelik göreceli etkinlik ölçümleri tez çalışmasının temel konusu olarak seçilmiştir. Kapsam itibarıyla, göreceli etkinlik ölçümlerinde yaygın bir biçimde kullanılan Veri Zarflama Analizi (VZA)'nın teorik temelleri ile uygulama sürecinin ele alındığı çalışma iki bölümden oluşmaktadır.

Birinci bölümde, verimlilik ve etkinlik kavramları ile ilgili genel tanımlamalarda bulunmaktadır. Bu bağlamda, verimlilik ölçüm teknikleri, üretim imkanları kümesi, üretim sınırı, toplam faktör verimliliği, teknik etkinlik, tahsis etkinliği, ölçek etkinliği gibi temel kavramlar ele alınmıştır. Bu kavramları takiben, VZA'nın matematiksel temelleri ile VZA modellerine yer verilmiş; VZA'nın uygulama aşamalarına değinilmek suretiyle de birinci bölüm tamamlanmıştır.

VZA'ya ilişkin uygulama, çalışmanın ikinci bölümünde incelenmiştir. VZA literatüründeki uygulamalara da yer verilen bu bölümde, İstanbul Menkul Kıymetler Borsası Dokuma, Giyim Eşyası ve Deri Sektörü'nde faaliyet gösteren 19 şirketle ilgili veriler ile etkinlik sonuçları analiz edilmiştir.

I. BÖLÜM

1. ETKİNLİK VE VERİMLİLİK

Değişme hızı giderek artan dünya ekonomisi, bir taraftan, işletmeleri kendine uymaya ve sürekli yenilik yapmaya zorlarken; diğer taraftan, yoğun bir rekabetle karşı karşıya bırakmaktadır. Karmaşık hal alan rekabet ortamı ise, işletmeleri kaynaklarını en etkin şekilde kullanmaya zorlamaktadır. Bu gerçek doğrultusunda, günümüz yöneticileri, işletmelerinin performanslarını artırmaya yönelik kararlar alırken, rekabet ettikleri sektör içindeki konumlarını da görelilik olarak değerlendirmeye çalışmaktadırlar.

İşletmelerin performanslarının değerlendirilmesinde verimliliğin ve etkinliğin ölçümü konusu büyük önem arz etmektedir. Fakat, performans ölçütlerinden biri olan ve yaygın olarak kullanılan verimlilik kavramının etkinlik kavramından farkına çoğu kez dikkat edilmemektedir.

Genel bir tanımlama yapılırsa, verimlilik, bir üretim ya da hizmet sisteminin ürettiği çıktı ile bu çıktıyı yaratmak için kullandığı girdi arasındaki ilişkidir. Bu ilişki, işletmenin amacı doğrultusunda yarattığı ürünün, bu ürünü ortaya koyabilmek için harcadığı kaynağa oranlamasıyla ölçülmektedir. Bu çerçevede, verimlilik kavramı göreceli bir kavram değildir. Zira, incelenen üretim birimlerinin verimliliklerini birbirinden bağımsız olarak ölçme imkanı bulunmaktadır.

Etkinlik kavramı ise, temelde, verimliliğe (çıktı/girdi ilişkisine) bağlı kalmakla birlikte, işletmenin amaçlarına yönelik bir kavramdır. Üretim sistemi amaçlarının gerçekleştirilme düzeyi, işletmenin çıktılarıyla, daha doğru bir yaklaşımla elde edilen sonuçlarıyla, ilişkilendirilerek belirlenmektedir. Etkinlik ölçümüyse, eldeki girdiler bileşiminin en verimli biçimde kullanılmasıyla mümkün olan maksimum çıktıyı üretme başarısı olarak tanımlanır.

Verimlilik ve etkinlik kavramlarının tanımları doğrultusunda; “*verimlilik bir şeyi doğru yapmak ise, etkinlik doğru şeyi yapmaktır*” şeklinde bir genelleme yapılabilir¹. Bu genelleme göz önüne alındığında, verimlilik ölçümünün etkinlik ölçümüne yardımcı olmak üzere yapıldığı sonucuna ulaşılabilir. Verimlilik ve etkinlik ölçümlerinin birbirini tamamlayan bir bütün olarak düşünülmesi, verimlilik kavramı ile etkinlik kavramları arasındaki tanımsal farklılıkların önemini azaltmaktadır. Dolayısıyla, verimlilik ölçümünün göreceli bir performans ölçümü olmadığı, etkinlik ölçümünün ise göreceli bir performans ölçümü olduğu gerçeği göz ardı edilmemek kaydıyla, verimlilik ölçümü ile etkinlik ölçümünün aynı anlamı ifade ettikleri de düşünülebilir. Bu temel yaklaşım doğrultusunda, etkinlik ölçümleri için, verimlilik ölçüm tekniklerinden yararlanıldığı sonucuna ulaşılabilir.

İşletmelerin etkinlik ölçümü için esas aldığı verimlilik ölçüm yöntemleri çeşitlilik göstermektedir. Bu çeşitliliğe yol açan temel nedenlerden biri, girdi ve çıktılardaki niteliksel farklılıklardır. Özellikle, girdi ve çıktıların farklı birimlere sahip olması etkinlik, dolayısıyla verimlilik, ölçümünü zorlaştırmaktadır. Ayrıca, günümüzde

¹ Bülent Kocu, *Üretim Yönetimi*, İ.Ü. İşletme Fakültesi İşletme İktisadi Enstitüsü Araştırma ve Yardım Vakfı Yayın No: 01, 1996, s. 32.

kullanılan birbirinden farklı kaynaklar ve bunların sonucunda elde edilen birçok farklı ürün söz konusu ölçümlerin hesaplanmasını daha da güçleştirmektedir. Literatürde, verimlilik ölçümü ile ilgili çok sayıda model önerisi sunulmuş olmakla birlikte, çok faktörlü ölçümlerle ilgili ölçüm sorunlarını çözümlmeye yönelik arayışlarda durmaksızın devam etmektedir. Temel farklılıklarına göre en çok kullanılan verimlilik ölçüm yöntemleri; oran analizi, parametrik yöntemler ve parametrik olmayan yöntemler şeklinde sıralanmaktadır².

2. VERİMLİLİK ÖLÇÜM YÖNTEMLERİ

2.1. ORAN ANALİZİ

İşletme verimliliğinin ölçülmesinde kullanılan yöntemlerden en basit olanı oran (rasyo) analizidir. İş dünyasında yaygın olarak kullanılan oran analizi; fiziksel birimlerle ölçülen çıktıların, yine fiziksel birimlerle ölçülen girdilere oranıdır. Bu yaklaşımda, analizin gerek girdi gerekse çıktı taraflarını oluşturan farklı niteliklere sahip fiziki birimlerinin toplanmasında önemli sorunlar ortaya çıkmakta, hatta bu toplama işlemi zaman zaman imkansız hale gelmektedir. Dolayısıyla, oran analizi yardımıyla verimlilik ölçümü sağlıklı bir biçimde gerçekleşmemektedir.

Oran analiziyle verimliliğin ölçülmesi sorunu, toplam verimliliğin yanı sıra kısmi verimlilik kavramını da gündeme getirmektedir. Toplam verimlilikte, verimlilik oranının girdi tarafı üretim sürecinde kullanılan tüm üretim faktörlerini kapsamaktadır.

² Reha Yolalan, *İşletmelerarası Görelî Etkinlik Ölçümü*, Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları: 483, 1993, s. 5.

Çıktı tarafı ise, üretim süreci sonunda elde edilen çıktılardan oluşmaktadır. Fakat, gerek çıktıların gerekse girdilerin fiziksel birimlerle ölçülmesinin imkansızlığı toplam verimliliğin ölçümünü imkansız kılmaktadır. Bu durum, kısmi verimlilik kavramlarının geliştirilmesini gerekli kılmıştır. Kısmi verimlilik kavramı, verimlilik oranının paydasında yer alan üretim faktörlerinden homojen nitelik taşıyanları bir araya toplamaktadır. Böylece, oranın paydasında yer alan unsurların tamamı için olmasa bile, bir kısmının toplanabilirlik niteliğine kavuşturulmasına çalışılmaktadır. Bu yaklaşımla, işgücü verimliliği, sabit varlıkların verimliliği ve malzeme verimliliği olmak üzere üç kısmi verimlilik oranı elde edilmektedir³.

Toplam üretim miktarını tek bir girdi ile ilişkilendiren kısmi verimlilik oranları, işletmenin durumu ile ilgili bütüncül olmayan bilgiler vermektedir. Bazı oranlar işletmenin son derece başarılı olduğu görünümünü verirken, bazıları da işletmenin son derece başarısız olduğu sonucuna varabilmektedir. Çoğu zaman da, bu oranlar tek başlarına fazla bir anlam ifade etmemektedirler. Girdi ve çıktı sayısının artması ise, analizi daha da etkisiz kılmaktadır. Öte yandan, toplam verimlilik oranı yerine, sadece kısmi verimlilik oranlarının değerlendirilmesi, analizin ifade gücünü büyük ölçüde azaltmaktadır. Bu nedenle, oran analiziyle verimlilik ölçüm çalışmalarında, değişik oranların anlamlı bir şekilde ağırlandırılarak tek bir ölçütün türetilmesine fazlasıyla gereksinim duyulmaktadır.

Çok girdili ve çok çıktılı üretim süreçlerinin verimliliklerinin ölçülmesinde yetersiz kalan basit oran analizinin, bahis konusu edilen, eksikliklerini ortadan

³ Tamer Müftüoğlu, *İşletme İktisadı*, Turhan Kitabevi Yayınları, 1999, s. 270-273.

kaldırmak üzere; toplam faktör verimliliği (total factor productivity) kavramından yararlanılmaktadır. Toplam faktör verimliliğinde, üretim sürecinin girdileri toplanarak tek bir girdi faktörüne (sanal girdi) ve çıktıların toplamı da tek bir çıktı toplamına (sanal çıktı) indirgenmektedir. Daha sonra, toplam girdi ve toplam çıktı faktörlerinin oranına bakılarak değerlendirme yapılmaktadır. Farklı özellikteki girdi ve çıktı faktörlerinin nasıl toplanacağı hususunda herhangi bir bilginin olmaması, başka bir deyişle faktörler için uygulanacak olan katsayıların bilinmemesi, bu yaklaşımı yetersiz kılmaktadır⁴.

2.2. PARAMETRİK YÖNTEMLER

Oran analizi yardımıyla, işletmenin kısıtlı bir yönünün veya işlevsel yönlerinin detayları ile ilgili verimlilik sonuçları elde edilmektedir. Mikro ölçekli bu değerlendirmeler, bileşik birimlerin toplam verimliliği söz konusu olunca etkisiz kalmaktadır. Oran analizinin yetersizliği karşısında geliştirilen bir diğer verimlilik ölçüm tekniği, parametrik yöntemlerdir.

Parametrik yöntemlerde, verimlilik ölçümü gerçekleştirilecek olan endüstri dalına ilişkin üretim fonksiyonunun analitik bir yapıya sahip olduğu varsayımı yapılır ve bu fonksiyonun parametrelerinin belirlenmesine çalışılır. Verimlilikle ilgili literatürde çok yaygın bir şekilde kullanılan, “Cobb-Douglas” tipi üretim fonksiyonuna

⁴ Armağan Tarım, Veri Zarflama Analizi Matematiksel Programlama Tabanlı Göreli Etkinlik Ölçüm Yaklaşımı, Sayıştay Yayınları, 2001, s. 13.

ilişkin parametrelerin belirlenmesi bu tür yöntemlere örnek olarak gösterilebilir⁵.

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

Parametrik yöntemlerde, regresyon denklemi bağımsız girdi miktarlarıyla bağımlı çıktı miktarı arasındaki ilişkiyi verdiği için üretim fonksiyonu olarak düşünülebilir; ancak, bir üretim fonksiyonu, belirli girdi düzeyinde üretilebilecek maksimum çıktı miktarını gösterirken, regresyon analiziyle bulunan üretim fonksiyonu ortalama değer vermektedir. Etkinlik ölçümünün en yüksek performans yerine ortalama performansa göre yapılıyor olması, regresyon analizinin etkinlik ölçümünde

⁵ Cobb-Douglas üretim fonksiyonu genel olarak şu şekilde ifade edilmektedir: $Y = F(t) * A^{\alpha} * K^{\beta}$ Fonksiyonda yer alan terimleri; parametreler ve değişkenler olmak üzere iki gruba ayırabiliriz. $F(t)$, α ve β ; fonksiyon parametreleri veya fonksiyon sabitleridir. Buna karşılık, Y , A ve K ; fonksiyonun değişkenlerini oluşturmaktadır. Bu değişkenlerden Y ; bağımlı değişkeni, A ve K ise açıklayıcı değişkenleri göstermektedir. Burada A üretim süresince giren emek (işgücü) miktarını, K sermaye miktarını, Y ise modelde yer alan iki üretim faktörü olan emek ve sermaye tarafından gerçekleştirilen üretim miktarını simgelemektedir. $F(t)$ ise, teknolojik gelişmelere bağlı olarak üretim miktarında meydana gelen artışları gösteren bir katsayıdır. α ve β ise sırayla, A ve K faktörlerinin kuvvet parametreleridir.

kullanılmasının yarattığı bir sakınca olarak ifade edilebilir. Regresyon analizinin bir diğer sakıncalı yönü, sadece tek bir çıktı faktörünün söz konusu olduğu durumlarda kullanılabilmesidir. Ayrıca, gözlemlerden hareketle elde edilen ortalama üretim fonksiyonu, endüstri içindeki çeşitliliği değerlendirmemekte ve tüm üretim birimlerinin aynı şekilde üretim yaptığı varsayımında bulunmaktadır⁶.

Tüm sakıncalarına rağmen, verimlilik ölçüm çalışmalarının çoğunluğunu halen parametrik yöntemler oluşturmaktadır; ancak, parametrik yöntemlerle gerek kavramsal olarak gerekse matematiksel olarak çok faktörlü bir performans ölçütü elde edebilmek son derece güçtür.

2.3. PARAMETRİK OLMAYAN YÖNTEMLER

Parametrik yöntemlere bir alternatif olarak ortaya çıkan parametrik olmayan yöntemler, genel olarak matematiksel programlamayı çözüm tekniği olarak benimsemişlerdir. Parametrik olmayan yöntemler, üretim fonksiyonunun ardında herhangi bir analitik formun varlığını öngörmezler. Bu bağlamda, görelî performans ölçüm ve değerlemesinde kullanılabilirler. Özellikle, birçok girdili ve birçok çıktıli üretim ortamlarında, görelî etkinlik ölçümüne uygun bir yapıya sahip olması nedeniyle; bu yöntemler, parametrik olmayan etkinlik yöntemleri olarak da adlandırılmaktadır.

⁶ Armağan Tarım, 2001, s. 46-48.

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

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

Parametrik olmayan etkinlik ölçütleri arasında, göreceli etkinlik ölçümlerinde yaygın olarak kullanılan ve en çok bilineni Veri Zarflama Analizidir. Veri Zarflama Analizi (Data Envelopment Analysis) doğrusal programlama modeline dayanan ve göreceli etkinliği tahmin etmek için tasarlanmış olan parametrik olmayan bir ölçüm yöntemidir. Veri Zarflama Analizi, ilk olarak, kâr amacı gütmeyen işletmelerin performansını ölçebilmek amacıyla uygulanmıştır. Yöntem, çok girdili ve çok çıktı

Üretim ilifkilerindeki performans karşılaştırmaları için halen yoğun bir biçimde kullanılmaktadır⁷.

3. ETKİNLİK ÖLÇÜMÜNÜN TEMEL KAVRAMLARI

Hizmet sektörünün üretim sektöründen daha hızlı büyümesi, etkinlik ölçümlerini hizmet sektörü üzerine odaklamaktadır. Bu gerçek göz ardı edilmemek kaydıyla, çalışmanın bu kısmında; üretim teorisinin temelinde yer alan ve parametrik olmayan etkinlik ölçütlerine temel oluşturan bazı önemli kavramlara yer verilmiştir.

3.1. ÜRETİM SINIRI

Farklı firma politikalarının etkinlik açısından sonuçlarını değerlendirebilmek için, etkinliğin gözlenmesi, dolayısıyla ölçülmesi gerekmektedir. Geleneksel etkinlik ölçümü, ileride incelenecek olan üretim sınırının -veya etkin üretim fonksiyonunun- (production frontier) bilindiği varsayımı altında yapılmaktadır. Diğer bir deyişle, firmanın gözlenen etkinliği, mutlak veya mükemmel etkinlik standardı ile kıyaslanmaktadır. Bu bağlamda, etkinlik standardının veya etkin üretim fonksiyonunun doğru bir şekilde belirlenmesi önem arz etmektedir⁸.

Etkin retim fonksiyonunun belirlenmesinde kullanılan parametrik olmayan yöntemlerde, gözlenen üretim süreçlerinde kullanılan girdi faktörleri ile üretilen ıktı

⁷ İlknur Yavuz, *Sağlık Sektöründe Etkinlik Ölçümü*, Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları No: 654, 2001, s. 15.

⁸ Armağan Tarım, 2001, s. 5.

faktörlerinin bilinen miktarları esas alınarak, etkin üretim fonksiyonunun elde edilmesini sağlayacak bir metodoloji kurulmaya çalışılmaktadır. Etkin üretim fonksiyonunun elde edilmesini sağlayacak metodolojinin kurulması sürecinde, yapılan gözlemlerin her biri karar birimi (decision making unit - DMU) olarak adlandırılmaktadır⁹.

Etkin üretim fonksiyonunun elde edilmesinde, üretim teorisinin ardında yatan bazı temel varsayımlardan yararlanılmaktadır. Bu varsayımların tanıtılması sırasında kullanılacak matematiksel yazılımlar ile semboller şu şekildedir¹⁰:

- $G = \{1, 2, \dots, n\}$: Karar Birimlerinden Oluşan Gözlem Kümesi
 $m \times n$
- $X \in \mathcal{R}_+$: Gözlemlenmiş Girdi Matrisi
- $Y \in \mathcal{R}_+$: Gözlemlenmiş Çıktı Matrisi
 $m \times n$
- (x, y) : Üretim İmkan Kümesine ait herhangi bir üretim ya da girdi-çıktı vektörü
- $T \subset \mathcal{R}_+^m * \mathcal{R}_+^p$: Üretim İmkanları Kümesi
- $E(T) \subset T$: Üretim İmkan Kümesinin Etkinlik Sınırı
- $\mathcal{E}(x, y, X, Y)$: Etkinlik ölçütü

Etkinlik ölçümü için, birbirleri ile karşılaştırmayı arzuladığımız ve aynı endüstri dalına ait olan n tane karar birimini değerlendirmeye alalım. Herhangi bir karşılaştırma

⁹ A.Charnes, W. W. Cooper, and E. Rhodes, "Measuring The Efficiency of Decision Making Units", *European Journal Of Operational Research*, 1978, Vol. 2, s. 429-444.

¹⁰ Reha Yolalan, 1993, s. 7.

yapabilmek için, söz konusu karar birimlerinin üretim teknolojisi açısından birbirlerine benzer olmaları gerekmektedir. Diğer bir deyişle, aynı tür girdileri kullanarak aynı türde çıktıları üretmeleri gerekmektedir. Ayrıca, her bir karar biriminin m tane girdi kullanarak p tane çıktı ürettiğini varsayalım. $X \in \mathcal{R}_+^{m \times n}$ girdi matrisinin; her bir sütunu (X^j) $j = \{1, 2, \dots, n\}$ karar birimine ait girdi kullanımını, her bir satırı da (X_i) $i = \{1, 2, \dots, m\}$ girdi türü için gözlem kümesindeki karar birimlerinin söz konusu girdiden ne kadar kullandıklarını belirtmektedir. X_{ij} ise, j karar birimi tarafından kullanılan i 'inci girdi miktarına karşılık gelmektedir. Benzer şekilde, $Y \in \mathcal{R}_+^{p \times n}$ çıktı matrisinin her bir sütunu (Y^j) , her bir satırı da (Y_r) şeklinde ifade edilebilir. Y_{rj} ise, j karar birimi tarafından üretilen r 'inci çıktı miktarına karşılık gelmektedir.

Mevcut teknolojiyle gerçekleştirilmesi mümkün olan girdi-çıkıtı karışımı, üretim imkanları kümesi (production possibility set), T olarak tanımlanmaktadır. Üretim imkanları kümesine ait herhangi bir girdi (x) vektörünün i 'inci bileşeni x_i , transpozesi x^t şeklinde yazılmaktadır. e^t ise $(1, 1, \dots, 1)$ birim vektöre karşılık gelmektedir.

Üretim imkanları kümesi, belirli bir üretim teknolojisi tarafından mümkün kılınan, etkin olsun veya olmasın tüm girdi-çıkıtı dönüşümlerini içermektedir. Etkinlik ölçümü yaparken, söz konusu endüstri dalına ait üretim imkanları kümesinin kesin olarak belirlenebilmesi oldukça güçtür. Bu nedenle, etkinlik yazınında genellikle bir gözlem kümesine ait girdi ve çıktı bileşimlerinden hareket edilerek ve gerçekçi

varsayımların kabulü ile çeşitli üretim imkan kümeleri tanımlanmaktadır. Konuyla ilgili yazında temel alınan varsayımlar ile bu varsayımların yorumları şu şekildedir¹¹:

Varsayım 1 : a) $(x, y) \in T, y \neq 0, x \neq 0$

b) $(x, y) \in T, x$ sınırlıdır, o halde y 'de sınırlıdır.

Yorum 1 : a) Pozitif bir çıktı vektörünü elde edebilmek için, pozitif bir girdi vektörüne gereksinim vardır.

b) Eğer girdi vektörü sonlu ise, o girdi vektörü ile elde edilen çıktı vektörü de sonludur.

Varsayım 2 : a) Eğer $(x, y) \in T$ ve $x \geq x'$, o halde $(x', y) \in T$

b) Eğer $(x, y) \in T$ ve $y' \leq y$, o halde $(x, y') \in T$

Yorum 2 : a) Eğer bir çıktı bileşimi herhangi bir girdi bileşimiyle elde edilebiliyorsa, aynı çıktı vektörü daha fazla girdi kullanılarak da elde edilebilir.

b) Eğer belirli bir girdi bileşimi ile belirli bir çıktı vektörü üretilabiliyorsa, o halde aynı girdi vektörü ile daha az çıktı da elde edilebilir.

Varsayım 3 : Eğer $(x^k, y^k) \in T$ ve $\forall k \in \{1, 2, \dots, q\}$ ve $e^t \lambda = 1, \lambda \geq 0$, o halde $(x = x^k \lambda, y = y^k \lambda) \in T$

Yorum 3 : Üretim imkan kümesine ait girdi-çıkıtı vektörlerinin dışbükey bileşimi (konveks kombinasyonu) şeklinde elde edilen diğer vektörlerde, gerçekleşmesi olası girdi-çıkıtı vektörü gibi anlamlı bir üretim vektörü olarak kabul edilebilirler.

$(\lambda \in \mathcal{R}_+^n : \text{yoğunluk vektörü olarak adlandırılır.})$

¹¹ ibid, s. 9-12.

Varsayım 4 : a) Eğer $(x, y) \in T$, o halde $(k^*x, k^*y) \in T$, $k \in (0,1]$

b) Eğer $(x, y) \in T$, o halde $(k^*x, k^*y) \in T$, $k \in [1, \infty)$

Yorum 4 : Bu varsayım ölçek etkisini göz önüne alır. Herhangi bir ölçekte elde edilen girdi-çıkıtı vektörü, a) daha küçük ya da b) daha büyük ölçeklerde de elde edilebilir.

Varsayım 5 : Bütün $(X^j, Y^j) \in T$, $\forall j \in G$

Yorum 5 : Gözlem kümesini oluşturan girdi-çıkıtı vektörlerinin hepsinin, endüstri dalına ait üretim teknolojisini anlamlı bir şekilde temsil ettikleri ve ampirik üretim imkan kümesini türetebilecek derecede gerçekçi oldukları varsayılmaktadır.

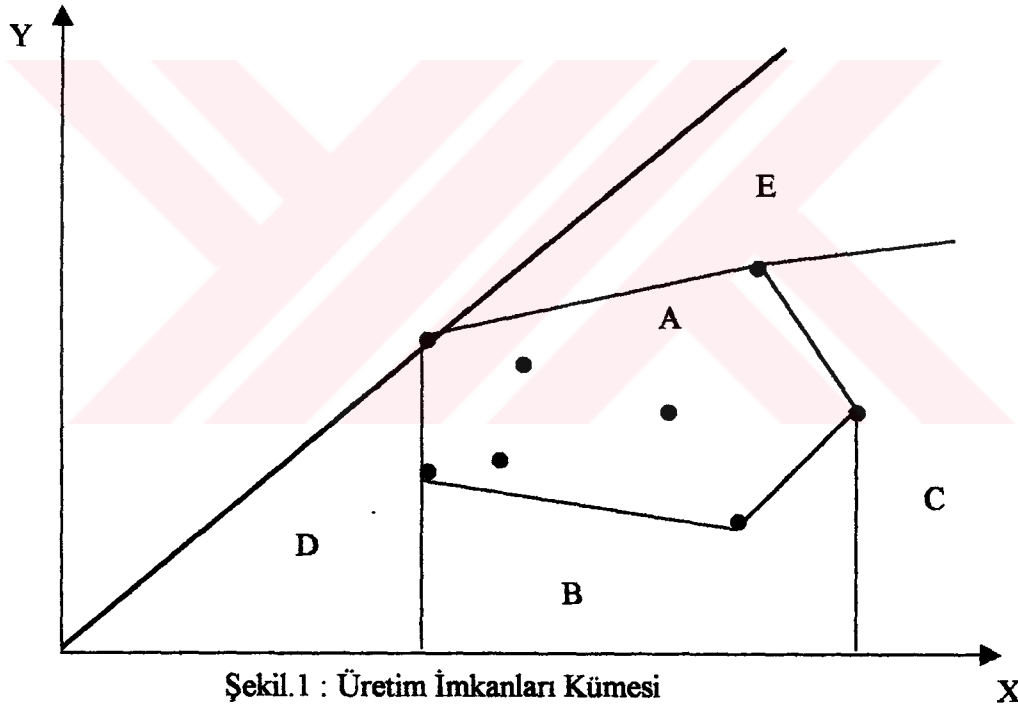
Varsayım 6 : T yukarıdaki varsayımların bileşimini içeren en küçük üretim imkanları kümesidir.

Yorum 6 : Üretim teknolojisine ait herhangi bir ön bilginin bulunmadığı durumlarda, mevcut gözlemler arasında en az girdi ile en çok çıktıyı üretenlerden daha iyi ya da daha etkin bir girdi-çıkıtı karmasının varlığı kabul edilemez.

Yukarıda açıklanan çeşitli varsayımların göz önüne alınmasıyla, etkinlik yazınında çeşitli üretim imkan kümeleri tanımlanmaktadır. Elde edilen üretim imkan kümesinin anlamlı olabilmesi, seçilen varsayımların incelenen endüstri dalına ait üretim teknolojisini ne derece gerçekçi bir şekilde temsil ettiğine bağlıdır. Değişik

varsayımların kabulüyle literatürde önerilen bazı ampirik üretim imkan kümelerini Şekil.1'in yardımıyla inceleyelim.

Şekil.1'de tek girdi (x) ve tek çıktı (y) faktörünün bulunduğu üretim ortamı ele alınmış, uygulamada gözlenen üretim vektörleri (girdi-çıkıtı vektörleri) noktalarla gösterilmiştir. Bu gözlemlerden (noktalardan) hareket ederek, yukarıdaki varsayımlardan bazılarının kabulüyle, etkinlik ölçümü uygulamalarında sıkça başvurulan “ampirik” ve “konveks” üretim imkan kümelerini tanımlamaya çalışalım.



İlk olarak, 1, 3, 5 ve 6 numaralı varsayımların kabulü ile A üretim alanı tanımlanmıştır. Bu alana karşılık gelen üretim imkan kümesi ise, matematiksel olarak şu şekilde ifade edilebilir:

$$T_A = \{ (x,y) : x = X*\lambda, y = Y*\lambda, e^t*\lambda = 1, \lambda \geq 0 \}$$

Varsayım 2.b.'nin kabulü ile üretim imkan kümesi, Şekil.1'deki A ve B alanlarının bileşiminden oluşur:

$$T_B = \{ (x,y) : x = X*\lambda, y \leq Y*\lambda, e^1*\lambda = 1, \lambda \geq 0 \}$$

Buna ek olarak; Varsayım 2.a.'nın kabulü ile de, $A \cup B \cup C$ alanıyla belirlenen üretim imkan kümesi üretilmesi olası girdi-çıktı karmalarını içerir. Bu durumda, ölçeğe göre değişen getirili üretim imkan kümesi elde edilmektedir.

$$T_C = \{ (x,y) : x \geq X*\lambda, y \leq Y*\lambda, e^1*\lambda = 1, \lambda \geq 0 \}$$

Eğer sadece Varsayım 4.a. kabul edilirse, $A \cup B \cup C \cup D$ alanını kapsayan ve daha küçük ölçeklerde de aynı üretimin mümkün olduğu anlamına gelen, ölçeğe göre azalan getirili üretim imkan kümesi belirlenir:

$$T_D = \{ (x,y) : x \geq X*\lambda, y \leq Y*\lambda, e^1*\lambda \leq 1, \lambda \geq 0 \}$$

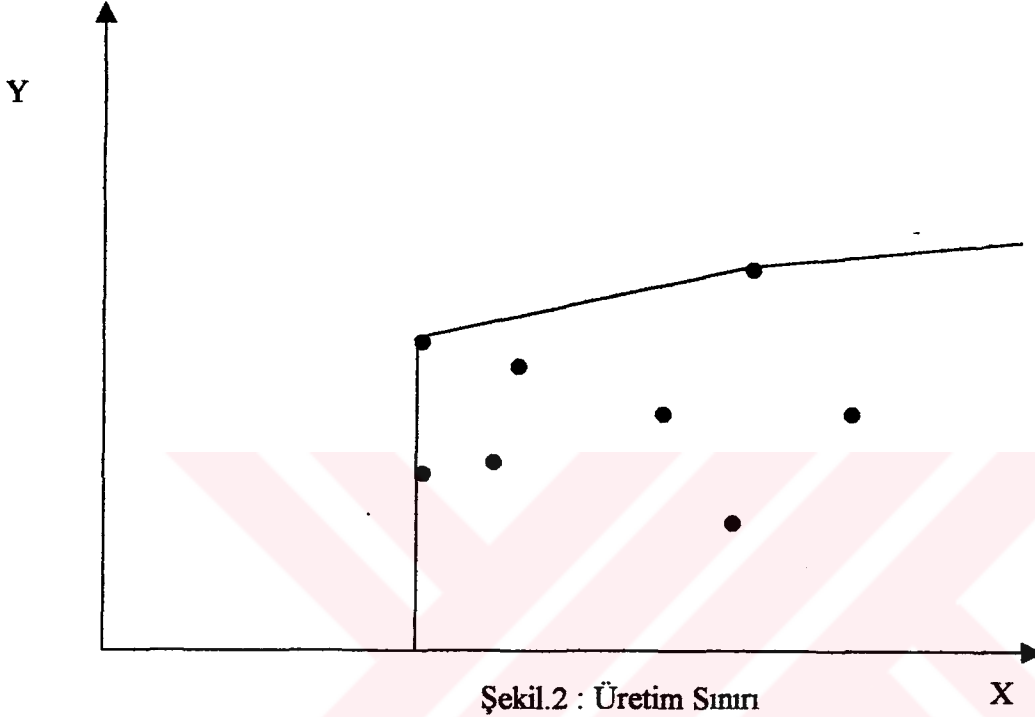
Eğer sadece Varsayım 4.b. göz önüne alınırsa, bu kez $A \cup B \cup C \cup E$ alanını içeren, ölçeğe göre artan getirili üretim imkan kümesi tanımlanır.

$$T_E = \{ (x,y) : x \geq X*\lambda, y \leq Y*\lambda, e^1*\lambda \geq 1, \lambda \geq 0 \}$$

4.a. ve 4.b. Varsayımlarının her ikisinin de aynı anda kabul edilmesiyle, $A \cup B \cup C \cup D \cup E$ alanından oluşan, ölçeğe göre sabit getirili üretim imkan kümesi elde edilir. Bu üretim imkan kümesi, daha önce belirtilen tüm üretim imkan kümelerini içine alan ve belirli bir gözlem kümesinden hareket ederek tanımlanan tüm varsayımların kabulüyle elde edilen en büyük konveks kümedir:

$$T_F = \{ (x,y) : x \geq X*\lambda, y \leq Y*\lambda, \lambda \geq 0 \}$$

Farklı varsayımların kabulü sonucunda, farklı bölgelerin üretim imkanları kümesinin tanımlandığı görülmektedir. Elde edilen üretim imkanları kümesinin sınırları, kullanılan varsayımlar çerçevesinde, üretim sınırını (Şekil.2) göstermektedir..



Tanımlanan varsayımlar çerçevesinde, bu sınırın dışında herhangi bir karar birimini gözlemek imkansızdır; çünkü, sınırın ötesi üretim imkanları kümesinin dışında kalmaktadır. Bir organizasyonun üretim sınırının altında kalma derecesi, onun göreceli etkinlik ölçüsü olarak kullanılmaktadır. Üretim fonksiyonunun sınır olarak ilk defa ampirik incelemesi, Farrell¹² ve Farrell ve Fieldhouse¹³ tarafından yapılmıştır. Bu çalışmaların sonucunda, sınır esas alınarak yapılan etkinlik kıyaslamaları Farrell etkinlik ölçümü olarak adlandırılmaya başlanmıştır.

¹² M.J. Farrell, "The Measurement Of Productivity Efficiency", *Journal Of The Royal Statistical Society*, 1957, Vol. 120, s. 253-290.

¹³ M.J. Farrell and M. Fieldhouse, "Estimating Efficient Production Functions Under Increasing Returns To Scale", *Journal Of The Royal Statistical Society*, 1962, Series A, Vol. 2, s. 252-267.

3.2. FARRELL AÇISINDAN ETKİNLİK KAVRAMI

Etkinlik ölçümü, mevcut rekabet ortamı içinde, işletmenin nerede olduğunu belirlemesine olanak vermekte ve eldeki girdilerden ne denli iyi bir biçimde çıktı üretebileceğini göstermektedir. Modern anlamda etkinlik ölçümünü başlattığı söylenen Farrell (1957), çalışmalarına toplam etkinliği (overall efficiency : OE) teknik etkinlik ve tahsis etkinliği olmak üzere iki çarpımsal bileşene ayırarak başlamıştır. Teknik etkinlik, bir işletmenin elinde bulundurduğu girdi bileşimini en uygun biçimde kullanarak mümkün olan en çok çıktıyı üretmedeki başarısı; tahsis etkinliği ise, işletmenin girdi ve çıktı fiyatlarını da göz önüne alarak en uygun girdi karmasını seçmedeki başarısı olarak tanımlanmaktadır. Bu iki etkinlik bir araya getirilerek toplam ekonomik etkinlik elde edilmektedir¹⁴.

Teknik etkinliğin tanımı doğrultusunda, teknik etkin olan karar birimlerinin üretim sınırı üzerinde yer almaları gerektiği sonucuna ulaşılmaktadır. Bu bağlamda, üretim sınırı, teknik etkin olan mümkün üretim karışımlarının kümesi olarak tanımlanabilir. Bu tanımı sebebiyle, ilgili yazında, üretim sınırı yerine etkin sınır kavramı da kullanılmaktadır¹⁵.

Teknik etkinlik ile tahsis etkinliğinin matematiksel anlamda ifade edilmesi amacıyla; iki farklı girdi (x_1 ve x_2) kullanarak, tek çıktı (y) üreten firmaların olduğu bir ortamda etkinlik analizinin, dikey ekseninde 1 birim çıktı alabilmek için kullanılması gereken x_2 miktarının, yatay ekseninde ise yine 1 birim çıktı elde edebilmek için

¹⁴ Ali Argun Karacabey, "Veri Zarflama Analizi", Ankara Üniversitesi Siyasal Bilgiler Fakültesi Tartışma Metinleri, No. 33, 2001, s. 1.

¹⁵ Armağan Tarım, 2001, s. 14.

kullanılması gereken x_1 miktarının yer aldığı bir grafik üzerinde gerçekleştirildiğini ve etkin sınırın (EE') bir şekilde belirlendiğini varsayalım. Son olarak da, girdi fiyat oranlarının da bilindiği ve PP' doğrusu ile grafiğe eklendiğini kabul edelim. (Şekil.3). Şekilde S noktası, S1 firmasının 1 birim çıktı elde edebilmek için bulunduğu üretim noktasını göstermektedir. S noktası etkin sınırın yukarısında yer aldığı için bu firmanın etkin olmadığı söylenebilir. Firmanın etkin çalışması için, çıktı miktarını azaltmadan girdi miktarını T noktasına kadar azaltması gerekmektedir. Yani girdilerde meydana gelecek olan azalma oranı ST / OS kadardır. Bu firmanın teknik etkinliği ise, genellikle şu şekilde ölçülür:

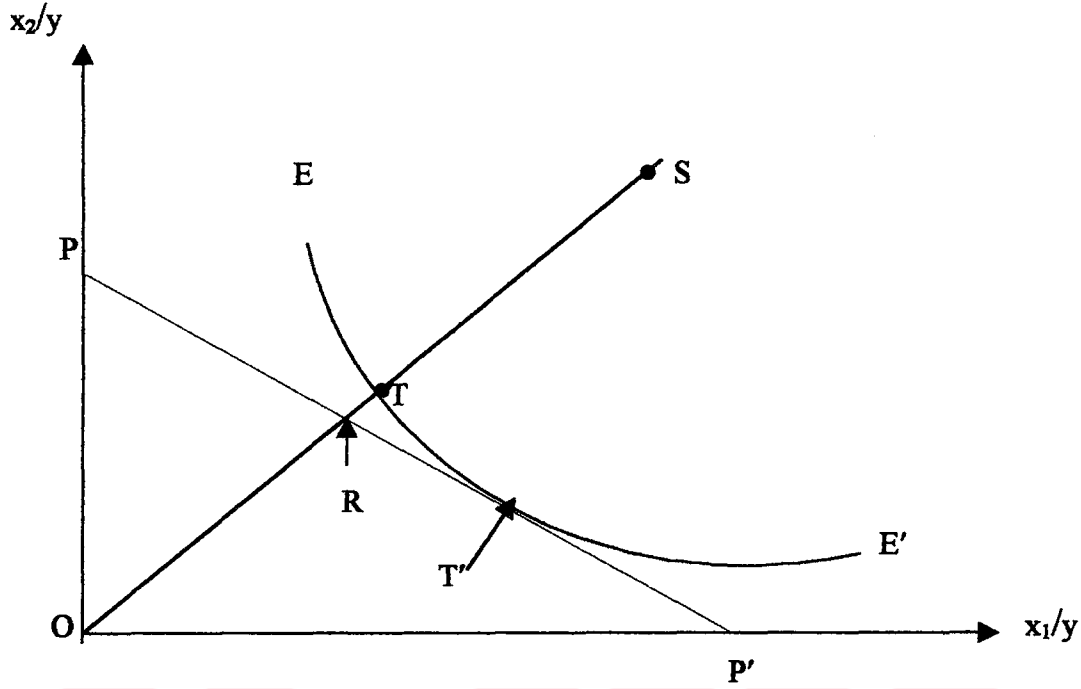
$$TE = OT / OS$$

T noktasında üretim faaliyetinde bulunan bir firmanın teknik olarak etkin olduğunu ancak tahsis etkinliğine sahip olmadığını söyleyebiliriz. S noktasında faaliyet gösteren S1 firması için tahsis etkinliği ise;

$$AE = OR / OT$$

biçiminde hesaplanabilir. Burada RT uzaklığı, firmanın, teknik olarak etkin ancak tahsis etkinliğine sahip olmayan T noktasında üretim yapmak yerine, hem teknik hem de tahsis etkinliğine sahip T' noktasında üretim yapması durumunda maliyetlerinde meydana gelecek azalma oranını göstermektedir. Bu iki etkinlik oranı kullanılarak toplam ekonomik etkinlik (EE) hesaplanabilir.

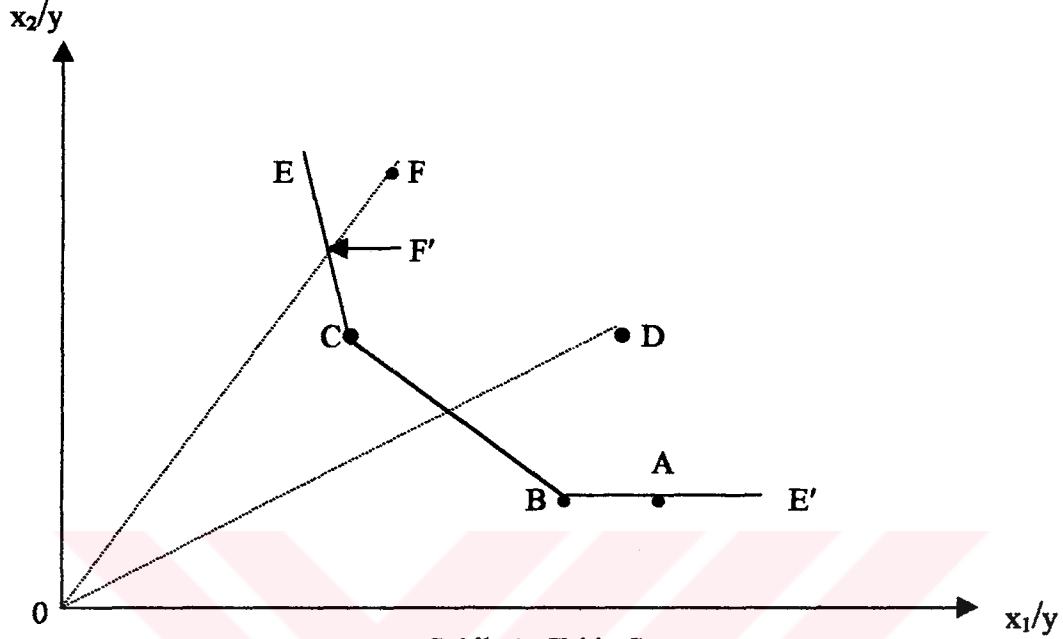
$$EE = TE * AE = (OT / OS) * (OR / OT) = (OR / OS)$$



Şekil.3 : Teknik ve Tahsis Etkinliği

Basit olarak değerlendirilen bu örneğe karşılık, gerçek dünyadaki etkinlik analizlerinde, sadece eldeki örnek kullanılarak etkin sınır belirlenmeye çalışılmaktadır. Bu nedenle, bulunan sınır yukarıdaki şekilde olduğu gibi farksızlık eğrisi biçiminde değil; kırık çizgilerden meydana gelmektedir (Şekil.4). Şekil.4'te ele alınan örnekte, 5 firmanın nispi etkinlikleri belirlenmiştir. Firmalardan üç tanesi (A, B ve C) etkin sınır üzerinde yer almaktadır. Bu örnekte, iki yeni kavram gündeme gelmektedir. Bu kavramlardan birincisi; etkin olarak çalışmayan karar biriminin, üretim yapısı kendisine çok benzeyen karar birimini ya da birimlerini kendisine örnek almasını tanımlayan gösterge kavramıdır. Bu kavram çerçevesinde, Şekil.4'te etkin olmayan F firması C firmasını kendisine örnek almalı ve üretim bileşimini ona göre değiştirmelidir. Bir başka ifadeyle, etkin sınır üzerinde C firmasına yakın bir yerde yer almaya çalışmalıdır. Bir karar birimin gösterge biriminin hangisi olacağına, etkin olmayan birimin bulunduğu noktadan 0 noktasına doğru uzatılan bir doğru (şekildeki kesik çizgilerin)

yardımı ile karar verilebilir. İncelenen örnekte, F firması, şekildeki kesikli çizginin etkin sınır ile kesiştiği F' noktasına ulaşacak biçimde girdi miktarlarını azaltmalıdır.



Şekil. 4 : Etkin Sınır

Etkin olmayan F karar birimi için, gösterge kavramı yardımıyla, F' noktasına ulaşıldığında ikinci kavram olan “boşluk” kavramıyla karşılaşılmaktadır. F' noktasında faaliyet gösteren bir birim, etkin sınır üzerinde yer almaktadır; ancak C birimi ile karşılaştırıldığında, aynı miktarda x_1 girdisi kullanmasına karşılık, x_2 girdisinden daha fazla kullanmaktadır. Dolayısıyla bu girdi miktarını biraz daha azaltması; bu bağlamda, etkin sınır üzerinde hareket etmesi gerekmektedir. Söz konusu hareketin miktarı ise, boşluk kavramıyla ifade edilmektedir. Farrell açısından etkinlik ölçümünde dikkat edilmesi gereken iki önemli nokta vardır. Öncelikle, girdi miktarı ile çıktı miktarı arasında doğrusal bir ilişki olduğu kabul edilmiştir. İkinci nokta ise, bütün etkinlik ölçütleri 0 ile 1 arasında değişmektedir. Ayrıca, bu analizin gerçekleştirilebilmesi için tek bir çıktının olması gerekmektedir¹⁶.

¹⁶ Ali Argun Karacabey, 2001, s. 2-4.

4. VERİ ZARFLAMA ANALİZİ

4.1. VERİ ZARFLAMA ANALİZİNİN TEMELLERİ

Veri Zarflama Analizi (VZA), benzer birimlerin, literatürdeki adıyla karar verme birimlerinin, görelî etkinliklerini değerlendirebilmek için tasarlanmış doğrusal programlama tabanlı parametrik olmayan bir yöntemdir. VZA, Charnes, Cooper ve Rhodes tarafından, Farrell'in sınır üretim fonksiyonları kavramına dayanılarak, kamu kuruluşlarının, yani kâr amacı gütmeyen işletmelerin, performansını ölçebilmek amacıyla geliştirilmiştir¹⁷.

VZA, birçok girdi ve çıktının gözlemlendiği ve bu gözlenen girdi ve çıktıların tek bir toplam girdi ve çıktıya dönüştürülemediği üretim ortamlarının etkinlik ölçümlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. VZA, dikkate aldığı tüm karar verme birimlerini girdileri çıktılarına dönüştürücü olarak algılayan, bütün karar verme birimlerini girdi ve çıktı ölçütlerine göre değerlendiren, sonunda da en etkin karar verme birimlerinden geçen bir etkinlik sınırı oluşturan mikro ekonomi temelli bir yöntem olarak tanımlanabilir. Yöntemin işleyiş sürecinde, eldeki karar verme birimlerinin girdi ve çıktıları incelenmekte, birimler arasında en iyi başarıma sahip olanlar seçilmekte ve bu birimler kullanılarak bir etkin sınır oluşturulmaktadır. Daha sonra, etkin sınır üzerinde yer alamayan birimlerin etkin olmama dereceleri belirlenmektedir¹⁸.

¹⁷ A. Charnes ve diğerleri, 1978, Vol. 2, s. 429-444.

¹⁸ Sinan Söl, "İ.T.Ü. Fakültelerinin Araştırma Etkinlikleri Sekreterliği'nden Yararlanma Etkinliklerinin Veri Zarflama Analizi İle Belirlenmesi", İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 1997, s. 14.

Farrell'in 1957'deki önemli çalışmasının uzantısı olarak, 1978'de Charnes ve diğerleri tarafından yayınlanan ve yaklaşıma VZA adını veren çalışma geniş bir uygulama alanına sahip olmuştur. Seiford'un yaptığı kapsamlı bibliyografik tarama¹⁹ ile Seiford ve Thrall²⁰ tarafından derlenen çalışma, VZA'nın geniş kullanım alanını görebilmek açısından önem arz etmektedir. VZA metodolojisi ile ilgili olarak ise, Seiford ve Thrall²¹, Fried ve diğerleri²², Fare ve diğerleri²³, Ganley ve Cubbin²⁴, Charnes ve diğerleri²⁵ incelenebilir.

4.2. VERİ ZARFLAMA ANALİZİNİN MATEMATİKSEL TEMELLERİ

4.2.1 KESİRLİ MATEMATİKSEL PROGRAMLAMA

Charnes, Cooper ve Rhodes tarafından geliştirilen VZA, matematiksel model olarak kesirli programlama (fractional programming) formundadır. Kesirli programlama, doğrusal programlamanın öncülü olarak değerlendirilebilir. Çünkü, etkinlik hesaplamalarında kesirli programlama modeli, standart bir çözüm yöntemi bulunan doğrusal programlama modeline dönüştürülmektedir. Bu bağlamda, kesirli programlama VZA'nın kavramsal modeli, doğrusal programlama ise etkinlik

¹⁹ L. M. Seiford, "Data Envelopment Analysis: The evolution of the state of the art (1978-1995)", *Journal Of Productivity Analysis*, 1996, Vol. 7, s. 99-138.

²⁰ L. M. Seiford, and R. M. Thrall, "Recent Developments In DEA: The mathematical programming approach to frontier analysis", *Journal Of Econometrics*, 1990, Vol. 46, s. 7-38.

²¹ *ibid*, s. 7-38.

²² H.O. Fried, C. Lovell, and S. S. Schmidt, "The Measurement Of Productive Efficiency : Techniques And Applications", Oxford University Press, New York, 1993.

²³ R. Fare, S. Grosskopf, and C. Lovell, "Production Functions", Cambridge University Press, Cambridge, 1994.

²⁴ J. A. Ganley, and J. S. Cubbin, "Public Sector Efficiency Measurement", Elsevier Science Publisher, Amsterdam, 1992.

²⁵ A. Charnes, W. W. Cooper, A. Y. Lewin, and, L. M. Seiford, "Data Envelopment Analysis: Theory, Methodology And Applications", Kluwer Academic Publishers, Boston, 1993.

hesaplaması için kullanılan pratik bir yöntem olarak düşünülebilir. Kesirli programlama temelde toplam faktör verimliliği kavramına dayanmaktadır. En yalın toplam faktör verimliliği formülünü, bir başka deyişle çıktıların girdilere oranından türeyen basit verimlilik formülünü, aşağıdaki şekilde göstermek mümkündür:

$$\text{Verimlilik} = \frac{\text{Çıktıların Ağırlıklı Toplamı}}{\text{Girdilerin Ağırlıklı Toplamı}}$$

Bir karar biriminin, k , kullandığı girdi faktörleri miktarı X_{ik} ($i = 1, \dots, m$), ürettiği çıktı faktörleri miktarı Y_{rk} ($r = 1, \dots, s$) olsun. Karar birimi k 'nın toplam faktör verimliliği, faktörlere verilen ağırlıkların girdi ve çıktılar için sırasıyla v_{ik} ve u_{rk} olduğu varsayımıyla, aşağıdaki biçimde hesaplanır:

$$\frac{\sum_{r=1}^s u_{rk} * Y_{rk}}{\sum_{i=1}^m v_{ik} * X_{ik}} \quad (1)$$

(1) numaralı formülde kullanılan matematiksel simgelerin ifade ettikleri anlamlar ise şu şekildedir:

u_{rk} = k karar birimi tarafından r . çıktıya verilen ağırlık ; ($r = 1, \dots, s$)

Y_{rk} = k karar birimi tarafından elde edilen r . çıktı miktarı

v_{ik} = k karar birimi tarafından i . girdiye verilen ağırlık ; ($i = 1, \dots, m$)

X_{ik} = k karar birimi tarafından kullanılan i . girdi miktarı

Bir karar biriminin verimliliğini ölçmek için kullanılan yukarıdaki eşitlik, tüm girdilerde ve tüm çıktılarda ortak bir ağırlıklar kümesinin kullanıldığı varsayımını içermektedir. Bu varsayım ise, üzerinde anlaşılacak ortak ağırlık kümesinin nasıl belirlenebileceği problemini gündeme getirmektedir. Girdi ve çıktıların ağırlıklandırılması tek başına sorun teşkil ederken, oran analizi yaklaşımında da belirtildiği üzere, gözlem kümemizde yer alan farklı özellikteki girdi ve çıktı faktörlerinin nasıl ağırlıklandırılacağı hususu da bir diğer güçlüğü oluşturmaktadır²⁶.

Faktör fiyatlarının bilindiği ve kârlılığın nihai amaç olduğu durumda faktör ağırlıkları olarak faktör fiyatları kullanılabilir; ancak, kamu kesiminde olduğu gibi çeşitli ürünlerin ve hizmetlerin fiyatlarının kesin olarak belirlenemediği veya kârlılığın tek amaç olmadığı durumlarda ağırlık tahsisi için bir yöntem gereksinim duyulmaktadır. VZA, bu tür bir işlevi yerine getirmektedir. VZA ile girdi ve çıktılara ilişkin gözlemlerden yola çıkılarak her bir karar birimi için, diğer karar birimlerinin performansları dikkate alınarak, ağırlıklar belirlenmektedir. VZA, bu ağırlıklara ulaşabilmek amacıyla, her karar birimi için bir model oluşturmakta; bunu yaparken, aynı zamanda o karar birimi için bir etkinlik değeri hesaplamaktadır. Ağırlıkların belirlenmesinde iki kısıt bulunmaktadır. Bu kısıtlardan ilki; ağırlıkların pozitif sayı olma zorunluluğudur. İkincisi de, modelde ki hiçbir karar birimi için ağırlıklı çıktılarının ağırlıklı girdilere oranının 1'den büyük olmamasıdır. Bu iki kısıt şu şekilde ifade edilebilir:

²⁶ İlknur Yavuz, 2001, s. 22-23.

$$1. \text{ kısıt: } u_{rk} \geq 0 \quad (r = 1, \dots, s) ; \quad v_{ik} \geq 0 \quad (i = 1, \dots, m) \quad (2)$$

$$2. \text{ kısıt : } \frac{\sum_{r=1}^s u_{rk} * Y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_{ik} * X_{ij}} \leq 1 \quad (j = 1, \dots, N) \quad (3)$$

Bu açıklamalar çerçevesinde, aynı girdi kümesini kullanarak aynı çıktı kümesini üreten N adet karar biriminin performansını göz önüne alalım. Her karar biriminin toplam faktör verimliliği, aslında, kesirli programlamanın bir çözümüne denk gelmektedir. Herhangi bir k karar birimi için ise, söz konusu olan artık verimlilik değil etkinlik olup, diğer birimlerin performansını yansıtan kısıtlar altında, ağırlıklı çıktıların ağırlıklı girdilere oranı maksimum değer olarak ifade edilir. Bir başka deyişle; VZA, bu orandaki gözlemlenmiş girdiler (X_{ik}) ile çıktıları (Y_{rk}) veri alarak, girdi ve çıktılar için k karar biriminin performansını akranlarının performanslarına göre artıracak ağırlıklar seçmektedir. Varsayımlar ve açıklamalar doğrultusunda, Charnes, Cooper ve Rhodes'un 1978²⁷ tarihli çalışmalarında yer verdikleri, toplam faktör verimliliği kavramına dayanan kesirli matematiksel programlama modeli aşağıdaki şekilde yazılabilir:

Kesirli Programlama Modeli

$$\begin{aligned} &\text{Max} \\ &h_k = \frac{\sum_{r=1}^s u_{rk} * Y_{rk}}{\sum_{i=1}^m v_{ik} * X_{ik}} \end{aligned} \quad (4)$$

²⁷ A. Charnes ve diğerleri., 1978, Vol. 2, s. 429-444.

s.t.

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

$$u_{rk}, v_{ik} \geq 0 \quad r = 1, \dots, s ; i = 1, \dots, m$$

Kesirli programın bu modeli, her bir karar birimi için ayrı ayrı hesaplama yapmak suretiyle N adet, yani örneklemedeki karar birimi sayısı kadar, ağırlık kümesi elde etmektedir. Amaç fonksiyonundaki ağırlıklar, ilgili birimin etkinlik değerini maksimize edecek şekilde seçilmektedir. Modelin kısıtları ise, gerek k karar birimi için gerekse diğer karar birimleri için 1'den büyük bir etkinlik değerinin ortaya çıkmasını önlemektedir.

Kesirli programlama aracılığıyla hesaplanan performans değerinin 1 olması, karar biriminin gözlemlenen performansı ile potansiyel performansının çakıştığına işaret etmektedir. Bu durumdaki bir karar birimi en iyi gözlem olarak nitelenmektedir; buna karşılık, gözlemlenen performansı potansiyel performansından düşük olan bir karar birimi ise, 1'den düşük bir etkinlik değerine sahip olmaktadır. Bu değer ise, söz konusu birimin, akran birimlerin bazılarında, yani referans grubunu oluşturan karar birimlerinden, görece olarak daha etkinsiz olduğunu ifade etmektedir. Örneklemedeki en etkin karar birimleri, bir başka deyişle hesaplanan etkinlik değerleri 1 olan birimler, etkinlik sınırını oluşturmaktadır. Tanımsal olarak; etkinlik sınırı üzerindeki herhangi bir nokta, bir girdi kümesini bir çıktı kümesine etkin bir biçimde dönüştürmek için elde edilebilir veya uygulanabilir bir üretim tekniğini temsil etmektedir. Sınır üzerinde yer

almayan karar birimleri ise, etkinsiz olarak adlandırılmakta ve sınır üzerinde yer almayan bu karar birimlerinin göreceli etkinlik değerleri sınıra olan uzaklıklarını ifade etmektedir. Bu yaklaşım doğrultusunda, etkin gözlem kümesini oluşturan karar birimlerinin etkinlik değerleri 1 olduğuna göre, göreceli olarak etkin olmayan karar birimlerinin 1'den sapma miktarı etkinsizlik ölçüsünü de vermektedir²⁸.

Kesirli programlama formundaki modelin tespit edilen eksik bir yönü, modeli literatüre kazandıran, Charnes, Cooper ve Rhodes tarafından 1979²⁹ yılında düzeltilmiştir. Yapılan düzenlemeyle matematiksel modelin kalan kısmı değişmemek üzere, kullanılan u_{rk} ve v_{ik} ağırlıkları ile ilgili olan; $u_{rk} \geq 0$ ve $v_{ik} \geq 0$ şeklindeki katı pozitif olma kısıtları $u_{rk} > \varepsilon$ ve $v_{ik} > \varepsilon$ şeklinde değiştirilmiştir. Burada ε , 10^{-6} gibi ihmal edilebilir derecede küçük bir değer veya Arşimedgil olmama (Non-Archimedean) sabiti olarak anılmaktadır. Elde edilen yeni model, Arşimedgil olmayan model (Non-Archimedean model) olarak adlandırılmaktadır. İlgili model aşağıda gösterilmiştir.

Arşimedgil Olmayan Model

$$h_k = \frac{\sum_{r=1}^s u_{rk} * Y_{rk}}{\sum_{i=1}^m v_{ik} * X_{ik}} \quad (5)$$

²⁸ İlknur Yavuz, 2001, s. 24-26.

²⁹ A. Charnes, W. W. Cooper, and E. Rhodes, "Short Communication: Measuring The Efficiency Of Decision Making Units", *European Journal Of Operational Research*, 1979, Vol. 3, s. 339.

s.t.

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

$$u_{rk}, v_{ik} \geq \epsilon \quad r = 1, \dots, s ; i = 1, \dots, m$$

Öte yandan, (4) numaralı model ile etkinlik maksimizasyonu yapıldığı göz önüne alınırsa; etkinsizlik minimizasyonu yapacak, bir başka deyişle aynı amaca farklı bir yaklaşımla ulaşacak olan, karşıt bir modelde aşağıdaki şekilde kurulabilir:

$$\begin{aligned} \text{Min} \quad & \sum_{i=1}^m v_{ik} * X_{ik} \\ f_k = \quad & \frac{\sum_{i=1}^m v_{ik} * X_{ik}}{\sum_{r=1}^s u_{rk} * Y_{rk}} \\ \text{s.t.} \quad & \frac{\sum_{i=1}^m v_{ik} * X_{ij}}{\sum_{r=1}^s u_{rk} * Y_{rj}} \geq 1 \quad j = 1, \dots, N \\ & u_{rk}, v_{ik} \geq 0 \quad r = 1, \dots, s ; i = 1, \dots, m \end{aligned} \quad (6)$$

4.2.2. ETKİNLİK ÖLÇÜMÜ VE DOĞRUSAL PROGRAMLAMA

Etkinlik ölçümlerinde, Charnes, Cooper ve Rhodes³⁰ tarafından geliştirilen kesirli programlama formundaki etkinlik ölçüm modeli, çözüm sürecinde kolaylık sağlayan doğrusal programlama modeline dönüştürülmektedir. Bu bağlamda, doğrusal

³⁰ A. Charnes ve diğerleri, 1978, Vol. 2, s. 429-444.

programlama metotlarının uygulanabilmesi için, (4) veya (6) numaralı kesirli programlama modelleri, Charnes ve Cooper'in 1962³¹ ve 1973³² tarihli çalışmaları esas alınarak, yeniden düzenlenmektedir. Söz konusu düzenlemelere, (7) numaralı doğrusal programlama modelinin tanımlanmasıyla başlanmıştır³³:

$$\begin{aligned}
 & \text{Max} \quad z_k \\
 & \text{s.t.} \\
 & - \sum_{j=1}^N Y_{rj} * \lambda_{jk} + Y_{rk} * z_k \leq 0 \quad r = 1, \dots, s \\
 & \sum_{j=1}^N X_{ij} * \lambda_{jk} \leq X_{ik} \quad i = 1, \dots, m \\
 & \lambda_{jk} \geq 0 \quad j = 1, \dots, k, \dots, N
 \end{aligned} \tag{7}$$

(7) numaralı doğrusal programlama modelinde kullanılan simgelerden;

λ_{jk} = incelenen karar birimi etkin değilse, incelenen karar birimine baskın³⁴ olan karar değişkeninin baskınlık oranını

z_k = kısıtsız gerçek bir sayıyı

ifade etmektedir.

³¹ A. Charnes, and W. W. Cooper, "Programming With Linear Fractional Functionals", *Naval Research Logistics Quarterly*, 1962, Vol. 9, s. 181-185.

³² A. Charnes, and W. W. Cooper, "An Explicit General Solution In Linear Fractional Programming", *Naval Research Logistics Quarterly*, 1973, Vol. 20, s. 449-467.

³³ Armağan Tarım, 2001, s. 55-58.

³⁴ Baskın olma terimi; etkin olmayan karar biriminin, etkin olmak için esas alacağı referans karar biriminin sahip olduğu ağırlık değerini ifade etmektedir.

Genel olarak, bir doğrusal programlama probleminde aynı amacı gerçekleştirmenin iki yolu bulunmaktadır. Eğer temel problemde amaç bir maksimizasyon durumu ise, aynı amaca problemi bir minimizasyon durumuna dönüştürülmekle de ulaşılabilmektedir. Aynı biçimde, eğer temel problemde amaç minimizasyon ise problem bir maksimizasyon problemi olarak formüle edilerek aynı amaç gerçekleştirilebilir. İlk ele alınan problem temel problem, buna karşılık gelen problem ise ikili problem olarak adlandırılmaktadır³⁵. (7) numaralı modelin de, tüm doğrusal programlama modelleri gibi ikilisi bulunmaktadır. (7) numaralı modelin ikilisi, (8) numaralı model olarak, aşağıda verilmiştir.

$$\begin{aligned}
 & \text{Min} \\
 & g_k = \sum_{i=1}^m v_{ik} * X_{ik} \\
 & \text{s.t.} \\
 & \sum_{r=1}^s \mu_{rk} * Y_{rk} = 1 \\
 & - \sum_{r=1}^s \mu_{rk} * Y_{rj} + \sum_{i=1}^m v_{ik} * X_{ij} \geq 0 \quad j = 1, \dots, k, \dots, N \\
 & \mu_{rk}, v_{ik} \geq 0 \quad r = 1, \dots, s ; i = 1, \dots, m
 \end{aligned} \tag{8}$$

Charnes ve Cooper'in 1962³⁶ ve 1973³⁷ tarihli çalışmaları çerçevesinde elde edilen (8) numaralı ikili modelin kesirli programlama modeline denk olduğu aşağıdaki tanımlamalar yardımıyla görülebilir:

$$\begin{aligned}
 t^{-1} &= \sum_{r=1}^s u_{rk} * Y_{rk} \\
 v_{ik} &= t * v_{ik} ; i = 1, \dots, m \\
 \mu_{rk} &= t * u_{rk} ; r = 1, \dots, s
 \end{aligned} \tag{9}$$

³⁵ Halil Sariaslan, **Kaynak Dağılımında Doğrusal Programlama**, Ankara Üniversitesi Siyasal Bilgiler Fakültesi Yayınları, Yayın No: 553, 1986, s.169.

³⁶ A. Charnes, and W. W. Cooper, 1962, Vol. 9, s. 181-185.

³⁷ A. Charnes, and W. W. Cooper, 1973, Vol. 20, s. 449-467.

v , μ ve t^{-1} tanımlamaları kullanılarak (8) numaralı ikili model, (10) numaralı kesirli programlama modeline dönüştürülebilmektedir.

$$\text{Min} \quad f_k = \frac{\sum_{i=1}^m v_{ik} * X_{ik}}{\sum_{r=1}^s u_{rk} * Y_{rk}} \quad (10)$$

s.t.

$$\sum_{i=1}^m v_{ik} * X_{ij} - \sum_{r=1}^s u_{rk} * Y_{rj} \geq 0 \quad j = 1, \dots, N$$

$$u_{rk}, v_{ik} \geq 0 \quad r = 1, \dots, s ; i = 1, \dots, m$$

İkili modelden elde edilen, (10) numaralı kesirli programlama modeli, (6) numaralı kesirli programlama modelinin aynısıdır. Bu bağlamda, (8) numaralı doğrusal programlama modeli ile (6) numaralı ve dolayısıyla da (4) numaralı kesirli programlama modelleri de çözülebilmektedir.

Sonuç olarak,

$$f_k^* = g_k^* = z_k^*$$

ve böylece

$$h_k = 1/z_k$$

eşitliği bulunur. Tam etkinlik ise sadece ve sadece;

$$f_k^* = h_k^* = 1$$

bulunması halinde var olmaktadır. $f_k^* > 1$ sonucu $h_k^* < 1$ 'i gerektirmekte ve etkinsizlik olduğunu göstermektedir.

Doğrusal programlama modelleri ile ilgili önemli bir kavram da aylak değişkenlerdir (slack variables). Modellerdeki eşitsizlikleri eşitlik durumuna dönüştüren aylak değişkenler; girdi aylak değişkeni ve çıktı aylak değişkeni olmak üzere iki başlık altında incelenmektedir. Etkinlik ölçümlerinde kullanılacak (7) numaralı doğrusal programlama modeli, aylak değişkenleri eklemek suretiyle, aşağıda yeniden düzenlenmiştir:

$$\begin{aligned}
 \text{Max} \quad & z_k - \varepsilon \left(\sum_{i=1}^m s_i + \sum_{r=1}^s s_r \right) \\
 \text{s.t.} \quad & - \sum_{j=1}^N Y_{rj} * \lambda_{jk} + Y_{rk} * z_k + s_r = 0 \quad r = 1, \dots, s \\
 & - \sum_{j=1}^N X_{ij} * \lambda_{jk} + X_{ik} - s_i = 0 \quad i = 1, \dots, m \\
 & \lambda_{jk}, s_i, s_r \geq 0 \quad j = 1, \dots, k, \dots, N
 \end{aligned} \tag{7'}$$

Modelde kullanılan ε , 10^{-6} gibi küçük bir değere sahip Arşimedgil olmama sabitidir. (7') numaralı doğrusal programlama modelinde, kısıtsız bir değişken olan z_k değişkeni maksimize edilmek suretiyle, çıktı miktarını artırmak amaçlanmaktadır. Bu amaca ulaşmak için, aylak değişkenlerin her ikisinin de minimum değer alması gerekmektedir.

Çıktı aylak değişkeni (s_r ; $r = 1, \dots, s$), etkinliği ölçülmeye çalışılan karar biriminin ürettiği malın ya da sunduğu hizmetin miktar açısından maksimum düzeyde olup-olmadığı hakkında bilgi sunmaktadır. Söz konusu değişkenin pozitif bir değere sahip olması, ilgili karar biriminin etkinlik derecesinin düşük olduğuna işaret

etmektedir. Bir başka deyişle, ilgili karar biriminin çıktı miktarını, etkin olarak kabul edilen diğer karar birimlerinin çıktı düzeyine çıkarabilmesinin mümkün olduğunu ifade etmektedir. Bu bağlamda, çıktı aylak değişkeninin minimize edilmesi göreceli etkinliği ölçülmek istenen karar biriminin maksimum çıktı miktarına ulaşmasına yardımcı olmaktadır. Aynı şekilde, girdi aylak değişkeni de (s_i ; $i = 1, \dots, m$) ilgili karar biriminin etkinlik düzeyi hakkında önemli bulgular sunmaktadır. Girdi aylak değişkeninin pozitif bir değer alması, göreceli etkinliği ölçülen karar biriminin, etkin karar birimlerine nazaran, fazla girdi kullandığı yolunda bilgi vermektedir. Bu yaklaşım doğrultusunda, girdi aylak değişkeninin minimize edilmesi karar biriminin göreceli etkinliğini artırması için olumlu bir katkı sağlamaktadır. Bu bağlamda, Charnes, Cooper ve Rhodes bir karar biriminin etkin sayılabilmesi için gerek ve yeter şartı şöyle tanımlamışlardır³⁸:

$$z_k^* = 1; \quad s_r^* = 0; \quad s_i^* = 0 \quad (11)$$

(11) numaralı genelleme, z_k^* , s_r^* ve s_i^* değişkenlerinin alabilecekleri optimum değerleri göstermektedir. Değişkenlerin bu değerleri alması durumunda, söz konusu karar biriminin etkinlik sınırı üzerinde yer aldığı, yani göreceli olarak etkin olduğu, yorumu yapılabilmektedir. İkili modelin, N kere (her birim için bir kere) çözülmesi durumunda her birim için elde edilecek olan z değeri o birimin teknik etkinliği hakkında bilgi sağlamaktadır. Aylak değişkenlerin alacağı değerler ise, karar biriminin etkinlik durumunu değerlemesine imkan vermektedir.

³⁸ A. Charnes ve diğerleri, 1978, Vol. 2, s. 429-444.

4.3. TEMEL VERİ ZARFLAMA ANALİZİ MODELLERİ

VZA'nın literatürde yer edinmesiyle birlikte, yöntemi geliştirmeye yönelik çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalar sonunda, kesirli programlama formundan elde edilen doğrusal programlama modellerinin yanı sıra, yöntemin temel kavram ve prensipleri çerçevesinde, çeşitli modeller geliştirilmiştir. VZA, aşağıda tanımlanan modellerin bir araya toplanması ile oluşmuş kavramlar ve yöntemler bütünü olarak ifade edilebilir³⁹.

1. CCR (*Charnes-Cooper-Rhodes*) Modeli

(7) numaralı doğrusal programlama modeli olup, VZA'nın temel modeli olarak isimlendirilebilir. Ölçeğe göre sabit getiri (CRS) varsayımı altında toplam etkinliği ölçmeye çalışmaktadır. Model, etkin olmayan kaynakları belirlemekte ve bu kaynakların miktarı hakkında bilgi vermektedir. Girdiye ve çıktıya yönelik olmak üzere iki ayrı şekilde yönlendirilebilmektedir.

2. BCC (*Banker-Charnems-Cooper*) Modeli

CCR Modelinin, ölçeğe göre değişen getiri (VRS) varsayımı altında, geliştirilmiş halidir. Ölçekten kaynaklanan etkinsizlikleri ortadan kaldırarak teknik etkinliği artırmayı amaçlamaktadır. Bu bağlamda, ilgili işletmenin ölçeğe göre artan, azalan veya sabit getirili mi olacağını belirlemektedir. Model, CCR modelinde olduğu gibi girdi ve çıktıya yönelik olmak üzere iki ayrı şekilde uygulanabilmektedir.

³⁹ A. Charnes ve diğerleri, 1993, s. 23-25.

3. Çarpımsal Model

Diğer VZA modellerinden farklı olarak logaritmik kısıtları içermektedir ve Cobb-Douglas zarflaması yapmaktadır. Girdiye veya çıktıya yönlendirmenin olmadığı model, özellikle ekonometrik yazılımlarda kullanılmaktadır.

4. Toplamsal Model

Toplamsal model; değişen ölçeğe göre getiriye sahip olup, girdi veya çıktıya yönlendirilmeden sonuç üretmektedir.

VZA'nın açıklanan 4 temel model tipinden, CCR Modeli ve BCC Modeli ayrıntılı bir biçimde ele alınacaktır. Her iki doğrusal programlama modeli, girdiye ve çıktıya yönelik olarak sınıflandırılacak ve bu modellerin ikililerine yer verilecektir.

4.3.1. TEMEL VE İKİLİ CCR MODELLERİ

A. Girdiye Yönelik CCR Modelleri

Toplam faktör verimliliği kavramından hareketle tanımlanan girdiye yönelik kesirli programlama modeli, daha önce (4) numaralı modelde ele alınmıştı. Söz konusu modelde dikkat edilmesi gereken nokta, bu modelin ölçeğe göre sabit getiri varsayımı altında toplam etkinliği ölçtüğüdür. (4) numaralı kesirli programlama modelinin doğrusal programlamaya dönüştürülme sürecinde, (9) numaralı tanımlamaların yanı sıra, amaç fonksiyonunda verilen kesirli ifadedeki pay ve paydanın birbirlerine göre değerleri de önem arz etmektedir. Bu yaklaşım doğrultusunda, paydanın sabit bir değere

eşitlenip yalnızca payın maksimize edilmesi amaç fonksiyonuna ulaşmayı mümkün kılmaktadır. Örneklememizde ele aldığımız k karar birimi için doğrusal program, söz konusu açıklamalar doğrultusunda, (4) numaralı kesirli fonksiyondaki amaç fonksiyonunun paydasını 1'e eşitlemek suretiyle elde edilmektedir. Tanımlamalar ve açıklamalar çerçevesinde, (4) numaralı kesirli programlama modeline karşılık gelen doğrusal programlama modeli şu şekildedir⁴⁰:

Girdiye Yönelik CCR Modeli

$$\begin{aligned}
 \text{Max} \quad & \theta_k = \sum_{r=1}^s \mu_{rk} * Y_{rk} \\
 \text{s.t.} \quad & \sum_{i=1}^m v_{ik} * X_{ik} = 1 \\
 & \sum_{r=1}^s \mu_{rk} * Y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_{ik} * X_{ij} \leq 0 \quad j = 1, \dots, k, \dots, N \\
 & \mu_{rk}, v_{ik} \geq 0 \quad r = 1, \dots, s ; i = 1, \dots, m
 \end{aligned} \tag{12}$$

(4) numaralı kesirli programlama modelinin düzenlenmesi ile elde edilen (12) numaralı Girdiye Yönelik CCR Modeli temel formda olup, VZA yazınında çarpan modeli (multiplier model) olarak adlandırılmaktadır. Model, girdilerin ağırlıklı toplamını 1 ile kısıtlayarak, μ_{rk} ve v_{ik} için uygun değerler seçmek suretiyle, k karar biriminin ağırlıklı çıktı toplamını maksimize etmektedir. Kesirli programda da yer alan 1'den küçük olma kısıdı ile etkinlik değerinin 1'i aşması engellenmektedir.

⁴⁰ Armağan Tarım, 2001, s. 61-62.

Girdiye Yönelik CCR Modeli'nin ikili modeli, (13) numaralı model olarak aşağıda gösterilmiştir. Bu ikili model, VZA yazınında zarflama modeli (envelopment model) olarak geçmektedir. Modeldeki θ_k , kısıtsız bir değeri ifade etmektedir.

$$\begin{aligned}
 &\text{Min} \quad \theta_k \\
 &s.t. \\
 &\quad X_{ik} * \theta_k - \sum_{j=1}^N X_{ij} * \lambda_{jk} \geq 0 \quad r = 1, \dots, s \\
 &\quad \sum_{j=1}^N Y_{ij} * \lambda_{jk} \geq Y_{rk} \quad i = 1, \dots, m \\
 &\quad \lambda_{jk} \geq 0 \quad j = 1, \dots, k, \dots, N
 \end{aligned} \tag{13}$$

B. Çıktıya Yönelik CCR Modelleri

Önceki kısımda girdiye yönelik olarak verilen CCR modelleri, bu kısımda çıktıya yönelik olarak kurulmuşlardır; ancak, ölçeğe göre sabit getiri varsayımı hala geçerliliğini korumaktadır. Etkinsizlik oranını minimize etmek amacıyla hareketle tanımlanan çıktıya yönelik kesirli programlama modeli, daha önce (6) numaralı modelde ele alınmıştı. Kesirli programlama modellerinin doğrusal programlama modellerine indirgenmesi üzerine verilen yaklaşım çerçevesinde, (6) numaralı kesirli programa karşılık gelen Çıktıya Yönelik CCR Modeli şu şekildedir⁴¹:

⁴¹ ibid, s. 63-64.

Çıktıya Yönelik CCR Modeli

Min

$$g_k = \sum_{i=1}^m v_{ik} * X_{ik}$$

s.t.

(14)

$$\sum_{r=1}^s \mu_{rk} * Y_{rk} = 1$$

$$-\sum_{r=1}^s \mu_{rk} * Y_{rj} + \sum_{i=1}^m v_{ik} * X_{ij} \geq 0 \quad j = 1, \dots, k, \dots, N$$

$$\mu_{rk}, v_{ik} \geq 0 \quad r = 1, \dots, s ; i = 1, \dots, m$$

(6) numaralı kesirli fonksiyonun düzenlenmesi ile elde edilen (14) numaralı Çıktıya Yönelik CCR Modeli temel formda olup, VZA yazınında çarpan modeli olarak adlandırılmaktadır. Model, çıktıların ağırlıklı toplamını 1 ile kısıtlayarak, μ_{rk} ve v_{ik} için uygun değerler seçmek suretiyle, k karar biriminin ağırlıklı girdi toplamını minimize etmektedir. Çıktıya Yönelik CCR Modeli'nin ikili modeli, (15) numaralı model olarak aşağıda gösterilmiştir. Bu ikili model, VZA yazınında zarflama modeli olarak geçmektedir. Modeldeki z_k , kısıtsız bir değeri ifade etmektedir.

Max z_k

s.t.

(15)

$$-\sum_{j=1}^N Y_{rj} * \lambda_{jk} + Y_{rk} * z_k \leq 0 \quad r = 1, \dots, s$$

$$\sum_{j=1}^N X_{ij} * \lambda_{jk} \leq X_{ik} \quad i = 1, \dots, m$$

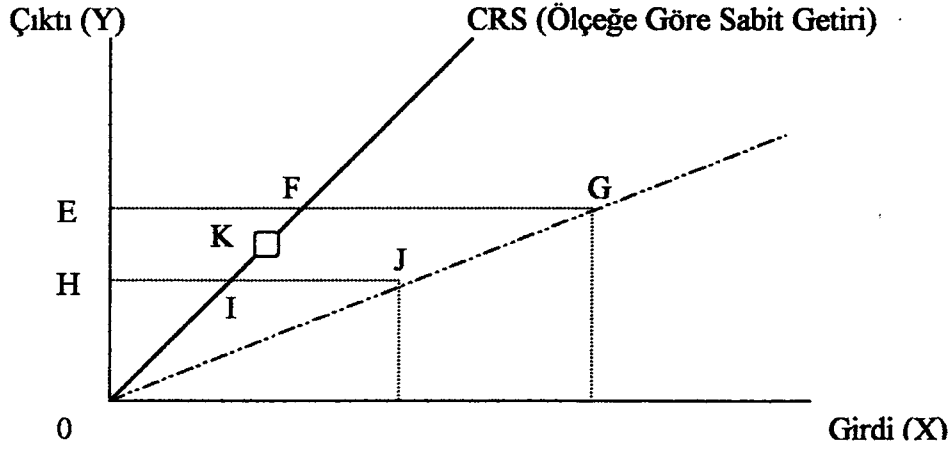
$$\lambda_{jk} \geq 0 \quad j = 1, \dots, k, \dots, N$$

Kesirli programlamadan doğrusal programlamaya dönüştürülen modeller, daha önce ifade edildiği üzere, etkinlik hesaplamalarında büyük kolaylıklar sağlamaktadır. Hesaplama sürecinde ise, zaman ve işlem yükü açısından doğrusal programlamanın ikililik kavramı çerçevesinde elde edilen, çıktı maksimizasyonunu veya girdi minimizasyonunu hedefleyen ikili modeller kullanılmaktadır. Zira, temel modelde kısıtlar tüm karar birimleri üzerine odaklanırken; bunun aksine, ikili modelde kısıtlar, girdi, çıktı ve karar birimlerindeki toplamlar üzerine yoğunlaşmaktadır. Bu bağlamda, hesaplama sürecinde, girdi ve çıktıların toplamı ($m + s$) kadar kısıt taşıyan ikili model; karar birimi sayısı (Z) kadar kısıda sahip olan temel modele tercih edilmektedir⁴².

4.3.2. TEMEL VE İKİLİ BCC MODELLERİ

Etkinlik ölçümünü başlatan Farrell'in yaklaşımı, daha sonra da Charnes-Cooper ve Rhodes tarafından geliştirilen CCR Modeli, çıktı/girdi oranını maksimize eden karar birimini bularak ölçeğe göre sabit getirili bir etkinlik sınırı tespit etmektedir. Ölçeğe göre sabit getirili etkinlik sınırı, tek bir girdinin tüketilmesi sonucunda üretilen çıktının grafiği olarak, Şekil.5'te gösterilmiştir. Şekildeki işaretli noktalar gözlemlenen girdi-çıkıtı kombinasyonlarını göstermektedir.

⁴² İlknur Yavuz, 2001, s. 29-31.



Şekil.5 : Ölçeğe Göre Sabit Getirili Etkinlik Sınırı

Grafikteki K karar birimi, etkin sınır üzerinde yer almakta ve ortalama verimliliği maksimize etmektedir. Dolayısıyla, K etkin bir karar birimidir. Bu bağlamda, sabit getirili etkinlik sınırı, merkezden başlayıp K karar birimi gibi bir maksimum verimlilik noktasından geçen vektör olarak tanımlanabilir. Merkezden, J veya G noktasına uzatılan bir diğer doğru ise, etkin sınıra göre, daha düşük eğime sahip olmaktadır. Bu nedenle de, ortalama verimliliği maksimize edememektedir. Ortalama verimliliği maksimize etmesi sebebiyle, K karar biriminin ölçek etkinliğine sahip olduğu yorumu yapılabilir. Öte yandan, J ve G karar birimlerinin göreceli etkinlikleri K karar birimine göre daha düşük olduğu için, K karar biriminin J ve G üzerine baskın olduğu sonucuna ulaşılmaktadır. Bu yaklaşım doğrultusunda, ölçeğe göre sabit getiri varsayımının geçerli olduğu modellerde; ölçek etkinliğine sahip birim ya da birimler üzerindeki ağırlıklar değiştirilmek suretiyle (Şekil.5'te K karar biriminin ağırlığı olan λ_{jk} değiştirilerek) ölçeğe göre sabit getiri teknolojisi ile tutarlı bir etkinlik sınırı oluşturulmaya çalışılmaktadır⁴³.

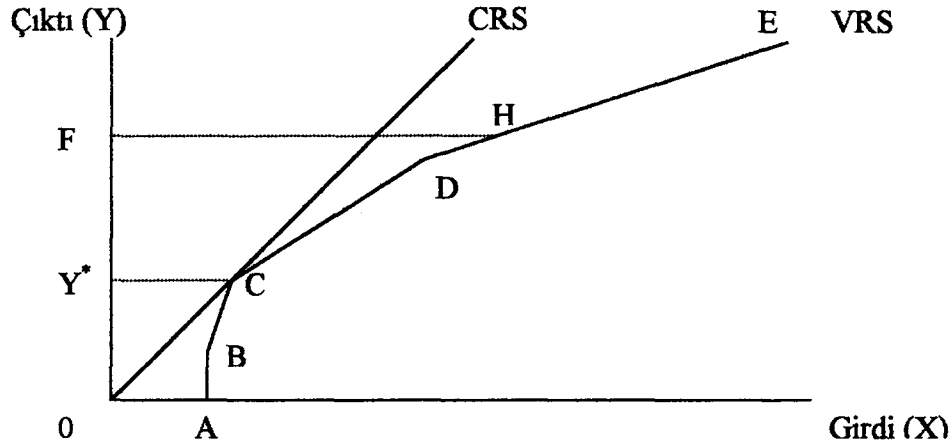
⁴³ İlknur Yavuz, 2001, s. 40-42.

J gibi referans karar biriminden (K) daha düşük miktarlarda girdi ve çıktı kombinasyonuna sahip olan birimlerin, etkin olmak için, örnek alacakları gösterge birimler en iyi gözlem performansının (λ_{jk}) düşürülmesiyle elde edilmektedir. Benzer şekilde, G karar birimi gibi referans birime göre daha yüksek girdi-çıkıtı kombinasyonlarında örnek alınacak gösterge birimler, en iyi gözlem performansının (λ_{jk}) yükseltilmesi ile elde edilmektedir.

CCR Modelinde, etkinlikleri ölçülen karar birimlerinin ölçeğe göre sabit getiri düzeninde üretim yaptıkları varsayılmaktadır. Bu varsayım, ancak, bütün birimler optimum bir ölçekte faaliyet göstermekte ise uygun olmakta ve modelde son derece kısıtlayıcı bir etki yaratmaktadır. Söz konusu olumsuzluğu ortadan kaldırabilmek için, 1984 yılında Banker, Charnes ve Cooper⁴⁴ tarafından geliştirilen BCC Modeli literatürde önemli bir yere sahiptir. BCC Modelinde, etkinlikleri ölçülen karar birimlerinin ölçeğe göre değişen getiri (VRS) düzeninde üretim yaptıkları varsayılmaktadır. Bu varsayım, CCR'ın ölçeğe göre sabit getiri varsayımına esneklik getirmiş ve VZA'nın uygulama alanına genişlik kazandırmıştır.

Banker ve diğerleri tarafından yapılan değişiklik neticesinde; birimlerin ağırlıkları toplamı 1'e eşit olacak şekilde kısıtlanarak, etkinlik sınırı ölçeğe göre azalan, artan ve sabit kalan getirileri içeren "değişen getirili" bir yapıya dönüştürülmüştür. Yani, $\sum \lambda_j = 1$ ($j = 1, \dots, N$) kısıdının CCR Modeline eklenmesiyle, sınırlandırılmamış CRS vektörü geçerliliğini yitirmiştir. Değişen getirili durum Şekil.6'da basitleştirilmiş olarak sunulmaktadır.

⁴⁴ R. D. Banker, A. Charnes, and W. W. Cooper, "Some Models For Estimating Technical And Scale Inefficiencies In Data Envelopment Analysis", *Management Science*, 1984, Vol. 30, s. 1078-1092.



Şekil.6 : Ölçeğe Göre Değişen Getirili Etkinlik Sınırı

Ölçeğe göre değişen getirili etkinlik sınırı, parçalı doğrusal niteliğe sahip ABCDE sınırınıdır. Sınırın her bir parçası ölçeğe göre değişmekte ve her bir parça matematiksel modeldeki bir kısıda karşılık gelmektedir. Ölçek etkinliğine sahip karar birimine (C) göre daha düşük girdi-çıktı seviyelerinde, yani BC doğrusu boyunca, ölçeğe göre artan getiri; daha yüksek girdi-çıktı kombinasyonlarında ise, CD ve DE doğruları boyunca, ölçeğe göre azalan getiri görülmektedir. Ölçek etkinliğine sahip C karar birimi ise, hem değişen getirili hem de sabit getirili etkinlik sınırlarının kesişim noktası üzerinde yer almaktadır. Bu bağlamda, etkinlik sınırı üzerinde ölçek etkinliğine sahip olmayan karar birimleri de bulunabilmektedir. Örneğin; C karar birimi ölçek etkinliğine sahipken, B karar birimi (ölçeğe göre artan getirili), D karar birimi ve E karar birimi (ölçeğe göre azalan getirili) ölçek etkinliğine sahip olmasalar dahi teknik etkinliğe sahip olmaları sebebiyle etkinlik sınırı üzerinde bulunmaktadır⁴⁵.

Ölçekten kaynaklanan etkinsizlikleri ortadan kaldırarak teknik etkinliği artırmayı amaçlayan BCC Modeli, CCR modelinde olduğu gibi girdi ve çıktıya yönelik olmak üzere iki ayrı şekilde uygulanabilmektedir. Çıktıya Yönelik BCC Modeli ile Girdiye

⁴⁵ İlknur Yavuz, 2001, s. 44.

Yönelik BCC Modeli arasında önemli farklar olmadığı için, Çıktıya Yönelik BCC Modeline çalışma kapsamında yer verilmemiştir. Girdiye yönelik temel model şu şekildedir:

$$\begin{aligned}
 & \text{Min} \quad \theta_k \\
 & \text{s.t.} \\
 & X_{ik} * \theta_k - s_i = \sum_{j=1}^N X_{ij} * \lambda_{jk} \quad r = 1, \dots, s \\
 & Y_{rk} + s_r = \sum_{j=1}^N Y_{rj} * \lambda_{jk} \quad i = 1, \dots, m \\
 & \sum_{j=1}^N \lambda_{jk} = 1 \quad j = 1, \dots, k, \dots, N \\
 & \lambda_{jk}, s_i, s_r \geq 0
 \end{aligned} \tag{16}$$

Girdiye yönelik olarak verilen (16) numaralı BCC Modelinde, karar birimleri üzerindeki ağırlıkları (λ_{jk}) 1'e eşitleyen kısım dışında kalan eşitlikler daha önce tartışılan (13) numaralı ikili modelin aynısıdır. Bu yeni kısıt, etkinlik sınırının en iyi gözlemlerin doğrusal kombinasyonlarından oluşmasına ve göreceli etkinliğin daha esnek bir şekilde tanımlanmasına olanak sağlamaktadır. Çünkü, bu kez ölçeğe göre sabit getirinin yanı sıra, ölçeğe göre artan ve azalan durumlar da modelin içinde dolayısıyla etkinlik sınırında yer almaktadır. Girdiye Yönelik BCC Modeli'nin ikili modeli, (17) numaralı model olarak aşağıda gösterilmiştir.

Max

$$\theta_k = \sum_{r=1}^s \mu_{rk} * Y_{rk} - \mu_o$$

s.t.

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

(17)

$$\sum_{r=1}^s \mu_{rk} * Y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_{ik} * X_{ij} - \mu_o \leq 0 \quad j = 1, \dots, k, \dots, N$$

$$\mu_{rk}, v_{ik} \geq 0$$

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

(17) numaralı ikili model, (12) numaralı temel modele benzemektedir. İkili modelde kullanılan μ_o değişkeni kısıtsızdır ($-\infty < \mu_o < \infty$). Girdiye Yönelik BCC İkili Modelinin kesirli programlama formunda yazılmış hali ise şu şekildedir:

Max

$$h_k = \frac{\sum_{r=1}^s u_{rk} * Y_{rk} - u_o}{\sum_{i=1}^m v_{ik} * X_{ik}}$$

(18)

s.t.

$$\frac{\sum_{r=1}^s u_{rk} * Y_{rj} - u_o}{\sum_{i=1}^m v_{ik} * X_{ij}} \leq 1 \quad j = 1, \dots, N$$

$$u_{rk}, v_{ik} \geq 0$$

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

u_o kısıtsız değişken

(17) numaralı ikili modelin ya da (18) numaralı kesirli programlama modelinin çözümü sonucu elde edilen u_0 kısıtsız değişkeninin değeri, ölçeğe göre getirinin yönü hakkında bilgi vermektedir. Bu bilgiler şu şekilde özetlenebilir⁴⁶:

$u_0 < 0$ Ölçeğe Göre Artan Getiri (IRS)

$u_0 = 0$ Ölçeğe Göre Sabit Getiri (CRS)

$u_0 > 0$ Ölçeğe Göre Azalan Getiri (DRS)

Genel olarak, ölçeğe göre sabit getiri durumunda etkinlik karşılaştırması, ortaya performansın daha düşük olduğu bir sonuç ortaya çıkarmaktadır. Çünkü, sabit getiri varsayımı altında, bir karar biriminin etkinlik değerinin 1'e eşit olması için hem teknik etkinliğe hem de ölçek etkinliğine sahip olması gerekmektedir. Ölçeğe göre değişen getiri durumunda ise, ölçek verimliliği olmayan bir birim eğer teknik etkinliğe sahipse etkinlik sınırı üzerinde yer alabilmektedir. Ölçek büyüklüğünün neden olduğu etkinlik farkı (SE), ölçeğe göre sabit getiri varsayımı ile ölçeğe göre değişen getiri varsayımından elde edilen teknik etkinliklerin (TE_{CRS} ve TE_{VRS}) oranlanması ile bulunmaktadır : $SE = TE_{CRS} / TE_{VRS}$

5. VERİ ZARFLAMA ANALİZİ UYGULAMA AŞAMALARI

Teorik temelleri açıklanan VZA'nın etkinlik karşılaştırması içeren bir çalışmada ölçüm metodu olarak kullanılması kararı, yöntemin amaçlanan çalışmaya

⁴⁶ Armağan Tarım, 2001, s. 89-93.

uygunluk gösterip göstermediğinin saptanmasını gerektirmektedir. Bu saptama için de, analizin uygulama aşamalarını ve gereklerini bilmek zorunluluk arz etmektedir⁴⁷.

5.1. KARAR BİRİMLERİNİN SEÇİMİ

VZA, tanımsal olarak, gözlemlenen girdi ve çıktıları dayanarak, örneklemede ya da gözlem kümesinde yer alan karar birimlerinin görelî etkinlik değerlerini hesaplayan parametrik olmayan etkinlik ölçüm yöntemi olarak ifade edilmiştir. Analizi kullanarak etkinlik değerlerini yorumlayabilmek için, öncelikle amaçlanan çalışmaya uygun karar biriminin ne olduğunun saptanması gerekmektedir. Hangi karar biriminin uygun olduğu sorusu, tamamen yapılacak çalışmanın amacına ya da ana temayı hangi konunun oluşturduğuna bağlı olarak farklılık arz etmektedir. Karar birimleri, girdileri çıktıları dönüştürmekle sorumlu herhangi bir ekonomik birim olabilmektedir. Bu birimler, işletmelerin bütünü olarak alınabileceği gibi büyük işletmelerin alt departmanları olarak da değerlendirilebilir.

Görelî etkinlikleri ölçülecek karar birimlerinin seçiminde iki temel prensip kullanılmaktadır. Bu prensiplere göre; her karar birimi, kullandığı kaynaklar ve ürettiği çıktılarından sorumlu bir birim olarak tanımlanmış olmalı; etkinlik sınırının anlamlı çıkabilmesi için, örneklemede yer alan karar birimi sayısı yeterince büyük olmalıdır.

⁴⁷ İlknur Yavuz, 2001, s. 47-53.

Karar birimi seçim sürecinde, temel olarak değerlendirilen bu iki prensibin yanı sıra, karar birimlerinin yaptıkları üretim açısından benzerlik arz etmesi ile aynı girdileri aynı çıktılara dönüştürmeleri de analiz sonuçlarının anlamlı çıkabilmesi açısından önem taşımaktadır.

5.2. GİRDİ VE ÇIKTILARIN SEÇİMİ

Etkinlik kavramı çerçevesinde göreceli olarak değerlendirmeye alınan karar birimlerinin karşılaştırılmasında, kullanılan girdi ve çıktılar temel alınmaktadır. Aynı karar birimi için, farklı girdi ve çıktı grupları ile farklı etkinlik değerleri elde edilebilmektedir. Eğer, oluşturulan modelde önemli bir değişken göz ardı edilirse, dışarıda bırakılan bu değişkeni etkin kullanmakta olan karar birimlerinin etkinlik değerleri düşük olabilmektedir. Ayrıca, modele yeni girdi ve çıktılar eklenmesiyle daha önce etkinsiz görünen karar birimleri etkin sınır üzerinde yer alabilmektedir. Bu bağlamda, kullanılan girdi ve çıktıların sayısını belirlerken, mümkün olduğunca incelenen karar birimlerinin gerçekleştirildiği üretim ortamını doğru olarak yansıtmaya ve analizin ayrıştırma yeteneğini olumsuz etkilemeyecek sayıda girdi ve çıktı kullanılmasına dikkat edilmelidir.

5.3. VERİLERİN ELDE EDİLEBİLİRLİĞİ VE GÜVENİRLİĞİ

VZA için girdi ve çıktılar tanımlandıktan sonra, tüm karar birimleri için bu girdi ve çıktı verilerinin elde edilmesi gerekmektedir. Herhangi bir karar birimi için gerekli verilerin elde edilememesi durumunda söz konusu birim çalışmadan çıkarılmalıdır.

Herhangi bir karar biriminin çalışmadan çıkarılması, değerlendirilmeye alınan karar birimlerinin göreceli verimliliklerinin olduğundan yüksek görünmesine neden olabilir. Dolayısıyla, uygulamada verilere ulaşıp ulaşılamaması girdi ve çıktı seçimini etkileyebilmektedir. Bu bağlamda, eğer bir girdi veya çıktı için verilere ulaşılmıyorsa, üretim ilişkisini açıklayabilecek ve kolay veri elde edilebilecek farklı girdi ve çıktıların araştırılması gerekir.

Verilerin toplanabilmesi kadar güvenilirlikleri de önem arz etmektedir. Doğru olmayan veriler ait oldukları birimin etkinlik değerini etkilemelerinin yanında, göreceli verimlilikleri nedeniyle tüm birimlerin etkinlik değerlerini tartışmalı hale getirmektedir. Bu nedenle, toplanan verilerin objektif ve güvenilir olması yönünde gerekli özen gösterilmelidir.

5.4. GÖRELİ ETKİNLİĞİN ÖLÇÜLMESİ

Karar birimleri ile girdi ve çıktılar belirlendikten sonra, uygulamanın etkinlik değerlerinin hesaplanması aşamasına geçilmektedir. Hesaplama ise, incelenen üretim teknolojisi için en uygun VZA modeli kullanılmaktadır.

Doğrusal programlama tabanlı modellerin çözümünde ilgili paket programlardan yararlanılmaktadır. Bu programlar ile birlikte, özellikle son dönemlerde piyasaya sürülen ve Windows işletim sistemi altında çalışabilen özel veri zarflama analizi programları da çözüm aşamasında kullanılabilmektedir.

5.5. ETKİNLİK DEĞERLERİ VE ETKİNLİK SINIRI

Charnes ve Cooper, doğa bilimlerindeki etkinlik kavramını izleyerek VZA'daki etkinliğin tanımını formüle etmişlerdir. İlgili formülasyon çerçevesinde, herhangi bir karar biriminin % 100 etkin olabilmesi için; hiçbir çıktısı, bir ya da birden fazla girdisinin artırılması veya diğer çıktılarından bazılarının azaltılması haricinde artırılamaz. Diğer taraftan; hiçbir girdisi, çıktılarından bazılarının azaltılması veya diğer bazı girdilerinin artırılması haricinde azaltılamaz. Bu formüle uyan herhangi bir karar birimi % 100 görelî etkinliğe, diğer ilgili karar birimleri herhangi bir girdi ya da çıktının kullanımında etkinsizliğe dair bir kanıt getirmiyorlarsa ulaşmış sayılmaktadır.

Belirtilen temel prensipler doğrultusunda, her karar birimi için 0 ve 1 aralığında bir etkinlik değeri hesaplanmakta ve etkinlik değeri 1'e eşit olan birimler en iyi gözlem kümesini, aynı zamanda da etkinlik sınırını, oluşturmaktadırlar. Tanımsal olarak, sınır üzerindeki herhangi bir nokta, girdi kümesini çıktı kümesine dönüştürebilmek için elde edilebilir bir üretim tekniğini ifade etmektedir. Etkinlik değeri 1'den küçük olan karar birimleri ise, görelî olarak etkinsizdir. Bu karar birimlerinin görelî etkinlik değerleri sınıra olan uzaklıklarını temsil etmektedir. En iyi gözlem kümesini oluşturan karar birimlerinin etkinlik değerleri 1 olduğuna göre, görelî olarak etkinsiz karar birimlerinin 1'dan sapması ile görelî etkinsizlik ölçüsü de elde edilmektedir.

5.6. REFERANS GRUPLARI

VZA'daki karşılaştırmalarda, etkin karar birimlerinin varlığı temel alınmaktadır. Yöntem, etkin olmayan karar birimlerinin, görelî olarak verimli birimlerin uyguladığı

yönetmel ya da organizasyona dayalı yöntemleri uygulayarak aynı etkinlik seviyesine ulaşabileceklerini kabul etmektedir. Bu varsayım her zaman gerçekleşmemekle birlikte, aynı girdi-çıkı kombinasyonları ile daha iyi bir üretim performansı elde edilebileceğinin kanıtı olan etkin karar birimleri dikkate alınarak, görel olarak etkin olmayan karar birimlerinin de iyileştirilebileceğine işaret etmektedir.

Referans grubunda yer alan etkin karar birimlerinin, etkin olmayan birimler tarafından referans gösterilme sıklığının dökümü yapılmak suretiyle etkinsiz birimlerin yoğunluklu olduğu üretim birimleri kolaylıkla tespit edilebilmektedir.

5.7. ETKİN OLMAYAN BİRİMLER İÇİN HEDEF BELİRLENMESİ

VZA'daki karşılaştırma, gözlem kümesinde yer alan karar birimlerinin benzerliklerinden hareket etmektedir. Yöntemin uygulanmasından elde edilen en büyük fayda, etkin olmayan karar birimlerine performanslarını iyileştirebilmeleri için elde edilebilir hedefler konulmasıdır. Söz konusu hedefler, etkin olmayan karar biriminin referans kümesinde bulunan etkin birimlerin ağırlıklı bir ortalaması olarak ifade edilebilir.

Analiz için kullanılan modelde yer alan eşitlikler ve aylak değişkenler yoluyla hesaplanan hedefler, etkin birimlerin elde edilebilir bir teknoloji kullandıkları kabulünü içerdüğinden, bu hedeflere etkin olmayan birimlerin de ulaşabileceğini varsaymaktadır; ancak, etkin olmayan birimlerde fiziksel kısıtlar ya da kontrol edilemeyen girdiler

olması durumunda bu varsayımın gerçekleşmesi mümkün olmamakta; hedeflere doğru girişilen iyileştirme çabaları da sonuçsuz kalabilmektedir.

5.8. SONUÇLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ

Karar birimleri detaylı olarak incelendikten sonra genel bir değerlendirme sürecine geçilmektedir. Tahmin edilen etkinlik sınırının ait olduğu endüstriyel sektöre yönelik yorumlar yapılmakta, öngörülerde bulunmaktadır. VZA ile belirlenen hedefler çerçevesinde, karar birimleri üzerindeki muhtemel iyileştirme, düzenleme, önlem alma gibi eylem planları da açıklık kazanmaktadır.

II. BÖLÜM

1. VERİ ZARFLAMA ANALİZİNİN UYGULAMA ALANLARI

VZA, gelişim sürecinden bugüne kadar, oldukça geniş ve farklı uygulama alanlarında kullanılmıştır. Bu alanların başlıcaları; tıp, eğitim, üretim, kuruluş yeri seçimi, benchmarking, bankacılık, silahlı kuvvetler, spor, uzay çalışmaları şeklinde sıralanabilir⁴⁸.

VZA'nın tarihçesi, Edwardo Rhodes'in Cornegie Mellon Üniversitesi'ndeki araştırma tezi ile başlamıştır. Edwardo Rhodes, W. W. Cooper danışmanlığında yürüttüğü çalışmasında, Program Follow Through ismi ile anılan ve Federal Hükümet tarafından desteklenen bir eğitim programını değerlendirmiştir. Çoğunlukla, İspanyol ve siyah öğrencilere yönelik olarak uygulanan bu eğitim programına katılmış ve katılmamış okulların performansını karşılaştırmayı amaçlayan çalışmada, yapılan sosyal testlerin sonucunda elde edilen ölçümler veri olarak kullanılmıştır. Bu çalışmada 11 tane çıktı ölçümü yapılmıştır. Bunlardan üç tanesi; devletin başarı testleri ile ölçülmüş toplam okuma skoru, devletin başarı testleri ile ölçülmüş toplam matematik skoru ve kendine güvenin bir ölçüm olarak belirlendiği "Coopersmith Kendine Güven Sayımı" şeklindeydi. Buna karşın 25 tane girdi ölçümü gerçekleştirilmişti. Bunlardan üçü; annelerin yüzde ölçümlü olarak eğitim seviyesi, okulla ilgili konularda çocukla harcanan zaman verilerinden hesaplanan ebeveyn danışma cetveli, okuldaki öğretmen

⁴⁸ Hilal Karasoy, "Veri Zarflama Analizi", Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 2000, s. 38.

sayısı olarak sıralanabilir. Çalışma kapsamında 70 okul karar birimi olarak alınmıştır. Değerlendirmeye alınan karar birimlerinin göreceli teknik etkinliğini, çoklu girdi ve çıktılarla belirleme isteği Charnes, Cooper, Rhodes (CCR) formülasyonu olarak bilinen VZA oransal formülünü ortaya çıkarmıştır. Bu çalışma da, 1978 yılında, VZA'yı ilk duyuran çalışma olarak, European Journal of Operations Research'de yayınlanmıştır⁴⁹.

Ölçeğe göre sabit getiri durumunu ortaya koyan CCR formülü esas alınarak, Banker, Charnes ve Cooper'ın çalışmalarında ölçeğe göre değişen getiri durumunu ifade eden BCC formülasyonu elde edilmiştir. Ayrıca Charnes, Cooper, Golany, Seiford ve Stutz tarafından ortaya atılan toplamsal model ve çarpımsal model adı altındaki farklı formülasyonlar da VZA literatürüne kazandırılmıştır. Yine, stokastik olarak etkinlik sınırının hesaplanmasını konu alan yayınların yanı sıra, son zamanlarda yayınlanan, etkinlik sınırlarına ait duyarlılık analizleri ve ağırlık faktörlerinin belirlenmesinde getirilebilecek sınırlamalarla ilgili çalışmalarda mevcuttur⁵⁰.

2. UYGULAMA ÇALIŞMASININ TEMELLERİ

VZA'nın teorik alt yapısı ile farklı alanlardaki kullanımının ele alındığı birinci bölümün ardından, bu bölümde VZA kullanılarak İstanbul Menkul Kıymetler Borsası'nda işlem gören şirketlerin göreceli etkinlikleri ölçülmektedir.

VZA literatüründeki uygulamalarda, İMKB'de yer alan şirketlerin sektör ayrımı yapılmaksızın bir arada değerlendirilmesinin sağlıklı sonuçlara ulaşmayı engellediği

⁴⁹ A. Charnes ve diğerleri, 1993, s. 3-4.

⁵⁰ Hilal Karasoy, 2000, s. 39.

görülmektedir. Zira, elde edilen sonuçlarda sektörel bazlı gruplanmalar söz konusu olmaktadır. Bu gruplanmalardan dolayı da, bazı sektörlerdeki şirketlerde yüksek; buna karşılık, farklı sektörlerde yer alan bazı şirketlerin performansında ise oldukça düşük etkinlik değerlerine ulaşılmaktadır. Elde edilen bu neticeler de, sektör ayrımı yapılmaksızın gerçekleştirilecek göreceli etkinlik ölçümlerinin hatalı yorumlara yol açabileceğini göstermektedir. Bu nedenle, uygulama çalışmalarında değerlendirme kapsamına alınacak şirketlerin, içinde bulundukları sektördeki şirketlerle kıyaslanması çalışmanın başarıya ulaşmasında etkin bir rol oynamaktadır⁵¹.

İMKB’de yer alan şirketleri sektör esaslı olarak değerlendirmenin daha anlamlı olacağı sonucu doğrultusunda, uygulama sürecinde, sadece bir sektörde yer alan şirketler incelenmektedir. İMKB’deki sektörler arasında ise, ülke ekonomimiz içindeki payı yüksek oranlarda seyreden ve ihracat ağırlıklı üretim gerçekleştirilen tekstil sektörünün incelenmesine karar verilmiştir. VZA uygulamasının, sektörel bazlı ele alınarak sadece tekstil sektörü üzerine odaklanması hususunda karara varılmasının ardından, şirketlerin 2001 ve 2002 yılları için göreceli etkinliklerinin ölçülmesi sürecine geçilmiştir. Çalışma kapsamında, İMKB’nin Dokuma, Giyim Eşyası ve Deri Sektörü’ndeki aşağıda sıralanan 30 şirket değerlendirmeye alınmıştır:

Akal Tekstil, Akın Tekstil, Aksu İplik, Altınyıldız, Arat Tekstil, Arsan Tekstil, Berdan Tekstil, Birlik Mensucat, Bisaş Tekstil, Bossa, Ceylan Giyim, Derimod, Edip İplik, Esem Spor Giyim, Gediz İplik, İdaş, Karsu Tekstil, Koniteks, Kordsa Sabancı

⁵¹ Aydın Ulucan, “Şirket Performanslarının Ölçülmesinde Veri Zarflama Analizi Yaklaşımı: Genel ve Sektörel Bazda Değerlendirmeler”, Hacettepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, Cilt: 18, Sayı: 1, 2000, s. 405.

Dupont, Lüks Kadife, Menderes Tekstil, Mensa Mensucat, Metemteks, Okan Tekstil, Söktaş, Sönmez Filament, Uki Konfeksiyon, Vakko Tekstil, Yataş, Yünsa.

İMKB'nin Dokuma, Giyim Eşyası ve Deri Sektörü'nde yer alan 30 şirketin 2001 ve 2002 yılı verileri incelendiği zaman, uygulama çalışmasına negatif etkisi olabilecek bazı işletmeler⁵² ile küçük ölçekli bazı işletmelerin⁵³ değerlendirmeye alınmamasının yararlı olacağına kanaat getirilmiştir. Bu bağlamda, 19 şirket üzerinde gerçekleştirilen uygulama çalışması;

- 2001 yılı verileri üzerinde gerçekleştirilecek görelî etkinlik ölçümleri
- 2002 yılı verileri üzerinde gerçekleştirilecek görelî etkinlik ölçümleri

olmak üzere iki temel başlıktan oluşmaktadır. Görelî etkinlikleri ölçülecek şirketler, öncelikle ilgili dönemler baz alınarak değerlendirilmekte; bu bağlamda da, her dönem için etkin olan ve olmayan şirketler hakkında bilgi edinilmektedir. Bu süreçte izlenen plan ise şu şekildedir:

- Şirketlerin ilgili dönem verilerinin belirlenmesi,
- Dönemsel veriler kullanılarak VZA modellerinin oluşturulması,
- VZA modellerinin çözülmesi,
- Model çözümlerinin analiz edilmesi.

⁵² Altınyıldız, Arat Tekstil, Arsan Tekstil, Berdan Tekstil, Esem Spor Giyim, Karsu Tekstil, Mensa Mensucat, Vakko, Yataş.

⁵³ Ceylan Giyim, Derimod.

Her dönem için, ifade edilen plan çerçevesinde ayrı ayrı değerlendirme yapıldıktan sonra, şirketlerin etkinlik bakımından, yıllar itibariyle, ne derece değişime uğradıkları hakkında analizler yapılmaktadır. Başka bir ifadeyle, şirket etkinliklerinin son iki yıllık sürede nasıl bir değişim gösterdiği üzerinde durulmaktadır. Uygulama çalışması şirketler için yapılan değerlendirmelerin ardından, bir bütün olarak sektörde yaşanan değişim üzerine odaklanmaktadır.

3. UYGULAMA SÜRECİ

2001 ve 2002 yılları için yapılacak değerlendirmelerin ilk aşaması, etkinlik ölçümleri için gereksinim duyulan girdi ve çıktı kalemlerinin belirlenmesi sürecidir. Girdi ve çıktı kalemleri, 19 şirketin 2001 ve 2002 yılı bilanço tabloları⁵⁴ esas alınarak şu şekilde tespit edilmiştir:

GİRDİLER	ÇIKTILAR
1. <i>Girdi</i> : Personel Sayısı	1. <i>Çıktı</i> : Net Satışlar
2. <i>Girdi</i> : Duran Varlıklar	2. <i>Çıktı</i> : Net Dönem Kârı
3. <i>Girdi</i> : Ödenmiş Sermaye	
4. <i>Girdi</i> : Stoklar	

Girdi ve çıktı kalemleri, VZA modellerinin oluşturulma aşamasında ve elde edilen sonuçların değerlendirilme sürecinde önem arz etmektedir. Bu bağlamda, üretim sektörü üzerinde bir uygulama gerçekleştirildiği için, üretim işletmelerinin temel girdi ve çıktı kalemleri esas alınarak, bilanço kalemlerinden aralarında anlamlı ilişki

⁵⁴ <http://www.imkb.gov.tr/bilanco/mtablodonem.htm> (20.03.2003)

bulunanlar tercih edilmiştir. VZA ile etkinlik ölçümlerinde, girdi ve çıktı kalemlerinin farklı ölçü birimleriyle ifade ediliyor olması önem taşımamaktadır.

Çıktı kalemleri arasında yer alan “Net Dönem Kârı”, bazı şirketler için pozitif değerler alabilmekteyken, bazıları için ise negatif olabilmektedir. Bu tür durumlar, VZA modellerinin kurulması ve çözülmesi sürecinde sorun yaratmaktadır. Bu sorunu giderebilmek amacıyla, bilançosunda zarar görülen şirketlerin net kâr çıktısındaki negatif değerleri elemine etmek için, tüm şirketlerin net kâr değerleri en yüksek zararı olan şirketin değeri doğrultusunda arttırılmış daha sonra VZA modelleri kurulup çözüm aşamasına geçilmiştir.

3.1. ŞİRKETLERİN 2001 YILI GÖRELİ ETKİNLİK ÖLÇÜMLERİ

Uygulamanın ilk aşamasını 2001 yılı için yapılacak analizler oluşturmaktadır. Bu aşamada, girdi ve çıktıları aşağıdaki tablolarda gösterilen İMKB’nin Dokuma, Giyim Eşyası ve Deri Sektörü’ndeki 19 şirketin görelî etkinliklerini ölçmek için VZA modelleri kurulmaktadır. Modellerin çözüm sürecinde ise, VZA’nın bilgisayar yazılımlarından biri olan DEAP⁵⁵ programı kullanılmıştır. DEAP programının kullanım sürecinin ilk adımında, etkinlik ölçümü yapılacak döneme ilişkin verilerin yer aldığı veri dosyası oluşturulmaktadır. Veri dosyası oluşturulduktan sonra, programın kullanacağı VZA modelinin tanımlarını içeren komut dosyası hazırlanmaktadır. Son aşamada ise, program MS-DOS işletim sistemi ortamında çalıştırılmakta ve ilgili dönemin etkinlik ölçümü sonuçları elde edilmektedir.

⁵⁵ <http://www.unc.edu.au/econometrics/cepa.htm> (28.03.2003)

Etkinlik ölçümlerinde hangi VZA modelinin kullanılacağını belirten komut dosyasının ayrıntıları 2001 yılı için şu şekildedir:

Eg2001.dta DATA FILE NAME

Eg2001.out OUTPUT FILE NAME

19 NUMBER OF FIRMS

1 NUMBER OF TIME PERIODS

2 NUMBER OF OUTPUTS

4 NUMBER OF INPUTS

0 0-INPUT AND 1-OUTPUT ORIENTATED

1 0-CRS AND 1-VRS

0 0=DEA (MULTI-STAGE) 1=COST-DEA 2=MALMQUIST-DEA

3=DEA (1-STAGE) 4=DEA(2-STAGE)

Komut dosyasının ilk iki satırında, kullanılacak girdi ve oluşturulacak çıktı dosyalarının adları belirtilmektedir. Sadece bir döneme ilişkin verilerin değerlendirileceğini tanımlayan 3. satırı, girdi ve çıktı sayılarını ifade eden satırlar takip etmektedir. Ölçeğe göre değişen getiriye sahip çok aşamalı VZA modelinin, girdi yönelimli olarak kullanılacağını son satırlar açıklamaktadır. 2002 yılının komut dosyası da, girdi ve çıktı dosyalarının isimlerinin değişmesi dışında, aynı bilgilerden oluşmaktadır. Komut dosyası ile ifade edilen VZA modeli, ölçeğe göre değişen getirili BCC Modelidir. Bu model, çalışmanın birinci bölümünde 16 sıra numarası ile gösterilmişti. DEAP her karar birimi için VZA modelini kurup etkinlik sonuçlarını verdiği için, uygulama kapsamında ilgili modellere ayrıntılı olarak yer verilmeden doğrudan sonuçların analizine geçilmektedir.

İMKB'nin Dokuma, Giyim Eşyası ve Deri Sektörü'nde yer alan 19 şirketin, 2001 yılı girdi ve çıktı kalemlerinin değerleri ile DEAP programı neticesinde elde edilen etkinlik sonuçları aşağıdaki tablolarda yer almaktadır:

SIRA NO	ŞİRKETLER	2001 YILI GİRDİ KALEMLERİNİN DEĞERLERİ			
		Personel Sayısı (Adet)	Duran Varlıklar (Milyon TL)	Ödenmiş Sermaye (Milyon TL)	Stoklar (Milyon TL)
1	Akal Tekstil	1.643	31.171.713	2.359.427	16.263.547
2	Akın Tekstil	1.610	15.357.193	8.400.000	23.805.758
3	Aksu İplik	1.370	10.550.985	6.114.228	12.248.445
4	Birlik Mensucat	1.559	17.486.409	12.393.000	12.184.548
5	Bişaş Tekstil	257	7.712.510	6.300.000	5.330.776
6	Bossa	1.864	40.111.777	18.000.000	28.281.563
7	Edip İplik	1.107	37.880.824	7.650.000	7.563.808
8	Gediz İplik	372	13.520.121	7.200.000	2.636.587
9	İdaş	515	2.257.417	1.500.000	2.640.681
10	Koniteks	628	1.604.433	1.755.000	4.830.868
11	Kordsa Sabancı Dupont	883	114.281.610	36.125.460	44.065.104
12	Lüks Kadife	89	636.589	1.800.000	1.517.278
13	Menderes Tekstil	2.380	42.982.993	16.333.353	20.229.129
14	Metemteks	153	4.598.334	3.675.000	2.013.055
15	Okan Tekstil	183	18.916.574	6.000.000	4.952.083
16	Söktaş	1.357	30.158.462	2.400.000	16.579.531
17	Sönmez Filament	544	15.424.759	7.680.000	5.782.688
18	Uki Konfeksiyon	1.064	4.901.672	1.188.000	1.304.347
19	Yünsa	628	16.895.750	1.800.000	12.217.368

Tablo.1 : 2001 Yılı Girdi Kalemlerinin Değerleri

SIRA NO	ŞİRKETLER	ÇIKTI KALEMLERİNİN 2001 YILI DEĞERLERİ	
		Net Satışlar (Milyon TL)	Dönem Sonu Net Kârı (Milyon TL)
1	Akal Tekstil	109.396.129	12.304.920
2	Akın Tekstil	100.282.370	10.611.441
3	Aksu İplik	57.179.289	5.100.169
4	Birlik Mensucat	61.850.565	0
5	Bisaş Tekstil	32.389.359	7.009.864
6	Bossa	182.814.884	22.441.264
7	Edip İplik	61.635.260	6.611.247
8	Gediz İplik	15.189.711	4.338.663
9	İdaş	25.666.663	870.372
10	Koniteks	18.402.732	402.089
11	Kordsa Sabancı Dupont	216.610.153	20.530.720
12	Lüks Kadife	6.113.705	2.796.127
13	Menderes Tekstil	104.938.933	18.881.445
14	Metemteks	20.586.922	467.135
15	Okan Tekstil	12.699.562	2.831.187
16	Söktaş	67.407.979	1.436.105
17	Sönmez Filament	51.494.050	6.172.273
18	Uki Konfeksiyon	19.744.963	2.976.076
19	Yünsa	71.900.059	5.303.810

Tablo.2 : 2001 Yılı Çıktı Kalemlerinin Değerleri

ŞİRKET	CRS-TE	VRS-TE	ÖLÇEK ETKİNLİĞİ
1	1,000	1,000	1,000 -
2	0,942	1,000	0,942 drs
3	0,696	0,820	0,849 drs
4	0,550	0,688	0,800 drs
5	1,000	1,000	1,000 -
6	1,000	1,000	1,000 -
7	0,904	1,000	0,904 drs
8	0,947	1,000	0,947 drs
9	1,000	1,000	1,000 -
10	1,000	1,000	1,000 -
11	1,000	1,000	1,000 -
12	1,000	1,000	1,000 -
13	0,756	1,000	0,756 drs
14	1,000	1,000	1,000 -
15	0,543	0,622	0,873 irs
16	0,639	0,728	0,878 irs
17	1,000	1,000	1,000 -
18	1,000	1,000	1,000 -
19	1,000	1,000	1,000 -
Ortalama	0,894	0,940	0,945

Tablo.3 : 2001 Yılı Görelî Etkinlik Değerleri

CRS-TE = Ölçeğe Göre Sabit Getirili Teknik Etkinlik

VRS-TE = Ölçeğe Göre Değişen Getirili Teknik Etkinlik

Ölçek Etkinliği = (CRS-TE) / (VRS-TE)

drs = Ölçeğe Göre Azalan Getirili

irs = Ölçeğe Göre Artan Getirili

Şirket	Gösterge Birimler
2	2
3	5 2 6 9
4	6 9 17
7	7
8	8
13	13
15	12 11
16	18 19

Tablo.4 : 2001 Yılı Gösterge Karar Birimleri

2001 yılı görelî etkinlik sonuçları, şirketlerin genel anlamda etkin çalıştıkları sonucunu ortaya koymaktadır. Çünkü, değerlendirilen 19 şirket arasında sadece 8 şirketin etkin olmadıkları gözlenmektedir. Söz konusu 8 şirketin etkinlik değerlerinin, etkinlik sınırını oluşturan değere çok yakın olması da bu gözlemi doğrulamaktadır. Şirketlerin etkinlik değerlerinin ortalaması, bu gözlemi doğrulayan bir diğer etkidir. Ortalama etkinlik değerleri; ölçeğe göre sabit getiri durumunda 0,894, buna karşın ölçeğe göre değişen getiri durumunda ise 0,940'tır. Bu bağlamda, 2001 yılı için şirketlerin genelde etkin bir faaliyet dönemi geçirdikleri sonucuna ulaşılmaktadır.

3.2. ŞİRKETLERİN 2002 YILI GÖRELİ ETKİNLİK ÖLÇÜMLERİ

Uygulamanın ikinci aşamasını, 2002 yılı için yapılacak analizler oluşturmaktadır. Bu aşamada, girdi ve çıktıları aşağıdaki tablolarda gösterilen İMKB'nin Dokuma, Giyim Eşyası ve Deri Sektörü'ndeki 19 şirketin görelî etkinlikleri yine DEAP programı kullanılarak belirlenmiştir.

2002 yılı için görelî etkinlik ölçümleri, 2001 yılı görelî etkinlik ölçümlerinde olduğu gibi gerek ölçeğe göre sabit getirili gerekse ölçeğe göre değişen getirili VZA modelleri açısından iki yönlü ele alınmaktadır. Değerlendirme sürecinde, her iki yaklaşım için de girdi kalemlerinin durumu temel gösterge kabul edilmektedir. Bir başka ifadeyle, DEAP programı girdi yönelimli olarak kullanılmaktadır. 2002 yılı için de genel bir değerlendirme yapıldıktan sonra, uygulamanın son aşaması olan 2001 ve 2002 yılı verilerinin birlikte analiz edilmesi sürecine geçilmektedir.

Bu açıklamalar çerçevesinde, İMKB'nin Dokuma, Giyim Eşyası ve Deri Sektörü'nde yer alan 19 şirketin, 2002 yılı girdi ve çıktı kalemleri ile 2002 yılı etkinlik sonuçları aşağıdaki tablolarda yer almaktadır:

Tablo.5 : 2002 Yılı Girdi Kalemlerinin Değerleri

SIRA NO	ŞİRKETLER	2002 YILI GİRDİ KALEMLERİNİN DEĞERLERİ			
		Personel Sayısı (Adet)	Duran Varlıklar (Milyon TL)	Ödenmiş Sermaye (Milyon TL)	Stoklar (Milyon TL)
1	Akal Tekstil	1.691	43.783.277	7.078.280	22.638.343
2	Akın Tekstil	1.688	24.989.967	25.200.000	37.389.946
3	Aksu İplik	1.271	17.729.630	9.171.342	16.259.717
4	Birlik Mensucat	1.624	27.778.392	12.393.000	14.580.926
5	Bişaş Tekstil	276	10.224.048	6.300.000	6.883.979
6	Bossa	2.158	86.376.429	45.000.000	46.296.204
7	Edip İplik	1.134	44.135.055	17.595.000	11.866.307
8	Gediz İplik	352	14.967.150	7.200.000	2.795.065
9	İdaş	482	3.989.371	1.500.000	3.395.952
10	Koniteks	661	2.399.190	2.632.500	6.904.761
11	Kordsa Sabancı Dupont	831	147.744.927	36.125.460	50.323.791
12	Lüks Kadife	133	1.124.761	2.970.000	1.759.259
13	Menderes Tekstil	2.717	57.598.181	84.041.695	31.937.493
14	Metemteks	233	8.782.436	7.350.000	5.672.758
15	Okan Tekstil	201	26.879.251	6.000.000	6.892.516
16	Söktaş	1.399	48.588.185	2.400.000	18.309.607
17	Sönmez Filament	551	28.393.328	7.680.000	10.412.016
18	Uki Konfeksiyon	1.035	7.264.519	1.188.000	5.620.213
19	Yünsa	575	27.758.660	16.200.000	17.911.979

SIRA NO	ŞİRKETLER	ÇIKTI KALEMLERİNİN 2002 YILI DEĞERLERİ	
		Net Satışlar (Milyon TL)	Dönem Sonu Net Kârı (Zararı) (Milyon TL)
1	Akal Tekstil	138.095.846	9.111.324
2	Akın Tekstil	157.013.191	8.746.733
3	Aksu İplik	82.317.191	2.963.874
4	Birlik Mensucat	83.427.539	4.943.659
5	Bisaş Tekstil	43.631.332	5.268.853
6	Bossa	28.789.938	36.445.140
7	Edip İplik	71.914.508	7.466.931
8	Gediz İplik	16.816.960	1.264.910
9	İdaş	38.198.403	3.670.770
10	Koniteks	26.651.523	2.775.169
11	Kordsa Sabancı Dupont	263.346.732	30.262.211
12	Lüks Kadife	13.333.295	4.640.523
13	Menderes Tekstil	154.050.631	18.067.788
14	Metemteks	22.097.658	2.891.674
15	Okan Tekstil	17.880.863	0
16	Söktaş	92.219.071	11.300.108
17	Sönmez Filament	70.587.030	8.893.884
18	Uki Konfeksiyon	25.255.803	2.732.877
19	Yünsa	85.215.096	11.538.236

Tablo.6 : 2002 Yılı Çıktı Kalemlerinin Değerleri

ŞİRKET	CRS-TE	VRS-TE	ÖLÇEK ETKİNLİĞİ
1	0,954	1,000	0,954 drs
2	0,886	1,000	0,886 drs
3	0,682	0,884	0,771 drs
4	0,585	0,830	0,704 drs
5	1,000	1,000	1,000 -
6	0,512	1,000	0,512 drs
7	0,672	0,871	0,772 drs
8	0,574	0,711	0,807 irs
9	1,000	1,000	1,000 -
10	1,000	1,000	1,000 -
11	1,000	1,000	1,000 -
12	1,000	1,000	1,000 -
13	0,568	1,000	0,568 drs
14	0,612	0,683	0,895 irs
15	0,444	0,725	0,613 irs
16	1,000	1,000	1,000 -
17	0,976	1,000	0,976 drs
18	0,796	1,000	0,796 irs
19	0,883	1,000	0,883 drs
Ortalama	0,797	0,932	0,883

Tablo.7 : 2002 Yılı Görelî Etkinlik Değerleri

CRS-TE = Ölçeğe Göre Sabit Getirili Teknik Etkinlik

VRS-TE = Ölçeğe Göre Değişen Getirili Teknik Etkinlik

Ölçek Etkinliği = (CRS-TE) / (VRS-TE)

drs = Ölçeğe Göre Azalan Getirili

irs = Ölçeğe Göre Artan Getirili

Şirket	Gösterge Birim
1	1
2	2
3	2 9 1
4	1 9
6	6
7	1 9 17
8	9 12
13	13
14	5 12 11
15	12 11
17	17
18	18
19	19

Tablo.8 : 2002 Yılı Gösterge Karar Birimleri

2002 yılı görelî etkinlik sonuçları, şirketlerin 2001 yılında olduğu gibi genel anlamda etkin çalıştıkları sonucunu ortaya koymaktadır. Değerlendirilen 19 şirket arasında, etkin olmayan şirketlerin etkinlik değerlerinin etkinlik sınırını oluşturan değere çok yakın olması da bu gözlemi doğrulamaktadır. 19 şirketin etkinlik değerlerinin ortalaması, bu gözlemi doğrulayan bir diğer etkidir. Ortalama etkinlik değerleri; ölçeğe göre sabit getiri durumunda 0,797, buna karşın ölçeğe göre değişen getiri durumunda ise 0,932'dir.

3.3. ŞİRKETLERİN 2001 ve 2002 YILI GÖRELİ ETKİNLİK ÖLÇÜMLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

2001 ve 2002 yılları etkinlik ölçümleri, genel bir çerçeve dahilinde değerlendirildiğinde, şirketlerin etkin bir çalışma dönemi geçirdiklerini ortaya koymaktadır. Her iki yılın etkinlik ölçümleri;

- a. Her iki yılda etkin bir dönem geçiren şirketler
 - Teknik etkinliğe ve ölçek etkinliğine sahip şirketler,
 - Teknik etkinliğe sahip, ancak, ölçek etkinliğine sahip olmayan şirketler
- b. 2001’de etkin ancak 2002’de etkin olmayan şirketler
- c. 2001’de etkin olmayan ancak 2002’de etkin olan şirketler
- d. Her iki yılda etkin olmayan şirketler

olmak üzere 4 farklı bakış açısından ele alınarak değerlendirilmektedir.

A. Her İki Yılda Etkin Bir Dönem Geçiren Şirketler

Bu kategoride yer alan işletmeler;

- Teknik etkinliğe ve ölçek etkinliğine sahip şirketler
- Teknik etkinliğe sahip; ancak, ölçek etkinliğine sahip olmayan şirketler

olmak üzere iki alt başlık altında incelenmektedir. Teknik etkinliğe ve ölçek etkinliğine sahip şirketler, gerek ölçeğe göre sabit getiri durumunda gerekse ölçeğe göre değişen getiri durumunda etkin sınır üzerinde yer almaktadırlar. Uygulama sonuçlarına

göre; Bisaş Tekstil, İdaş, Koniteks, Kordsa Sabancı Dupont, Lüks Kadife ideal ya da gösterge şirketlerdir. Tam etkin işletmeler olarak da adlandırılan bu şirketlerin etkinlik değerleri şu şekildedir:

Şirket	2001		2002	
	<i>Teknik Etkinlik</i>	<i>Ölçek Etkinliği</i>	<i>Teknik Etkinlik</i>	<i>Ölçek Etkinliği</i>
Bisaş Tekstil	1,00	1,00	1,00	1,00
İdaş	1,00	1,00	1,00	1,00
Koniteks	1,00	1,00	1,00	1,00
Kordsa Sabancı Dupont	1,00	1,00	1,00	1,00
Lüks Kadife	1,00	1,00	1,00	1,00
Teknik etkinlik değeri “ölçeğe göre değişen getiri” durumu için hesaplanmıştır. Ölçeğe Göre Sabit Getiri Durumunda Teknik Etkinlik Değeri Ölçek Etkinliği = $\frac{\text{Ölçeğe Göre Sabit Getiri Durumunda Teknik Etkinlik Değeri}}{\text{Ölçeğe Göre Değişen Getiri Durumunda Teknik Etkinlik Değeri}}$				

Tablo.9 : Her İki Dönemde Etkin Olan İşletmelerin Etkinlik Değerleri

Teknik ve ölçek etkinlik değerleri Tablo.9’da gösterilen işletmelerin, üretim için kullandıkları girdi ve çıktı değerleri üzerinde herhangi bir değişim veya düzenlemeye gidilmesine gerek bulunmamaktadır. Bu işletmeler ideal ölçekte, etkin bir biçimde faaliyet göstermektedirler.

Teknik etkinliğe sahip, ancak, ölçek etkinliğine sahip olmayan şirketler ise, görece olarak değerlendirildikleri karar birimlerine kıyasla, etkin bir çalışma gösteren,

ancak, sahip oldukları ölçek dikkate alındığında, kimi zaman yüksek ölçekte kimi zaman ise düşük ölçekte faaliyetlerini sürdürmekte olan işletmelerdir. Bu işletmelerin, etkinliklerini maksimum düzeye çekebilmek için, faaliyette bulundukları ölçek büyüklüğünü düzenlemeleri gerekmektedir. Uygulama sonuçlarına göre, Akal Tekstil, Akın Tekstil, Bossa, Menderes Tekstil, Sönmez Filament, Uki Konfeksiyon, Yünsa şirketleri teknik etkinliğe sahip, ancak, ölçek etkinliğine sahip olmayan işletmelerdir. Bu işletmelerin etkinlik değerleri ise şu şekildedir:

Tablo.10 : Her İki Dönemde Teknik Etkin Olan Ancak Ölçek Etkinliğine Sahip Olamayan İşletmelerin Etkinlik Değerleri

Şirket	2001		2002	
	<i>Teknik Etkinlik</i>	<i>Ölçek Etkinliği</i>	<i>Teknik Etkinlik</i>	<i>Ölçek Etkinliği</i>
Akal Tekstil	1,00	1,00	1,00	0,954 drs
Akın Tekstil	1,00	0,942 drs	1,00	0,886 drs
Bossa	1,00	1,00	1,00	0,512 drs
Menderes Tekstil	1,00	0,756 drs	1,00	0,568 drs
Sönmez Filament	1,00	1,00	1,00	0,976 drs
Uki Konfeksiyon	1,00	1,00	1,00	0,796 irs
Yünsa	1,00	1,00	1,00	0,883 drs
Teknik etkinlik değeri “ölçeğe göre değişen getiri” durumu için hesaplanmıştır.				
$\text{Ölçek Etkinliği} = \frac{\text{Ölçeğe Göre Sabit Getiri Durumunda Teknik Etkinlik Değeri}}{\text{Ölçeğe Göre Değişen Getiri Durumunda Teknik Etkinlik Değeri}}$				

Ölçeğe göre sabit getiri varsayımı altında, bir karar biriminin etkinlik değerinin 1'e eşit olması için, hem teknik etkinliğe hem de ölçek etkinliğine sahip olması gerekmektedir. Ölçeğe göre değişen getiri durumunda ise, ölçek etkinliği olmayan bir birim, eğer teknik etkinliğe sahipse etkinlik sınırı üzerinde yer alabilmektedir. Teknik anlamda etkin olmakla birlikte ölçek etkinliğine sahip olmayan şirketler, kimi zaman yüksek ölçekte kimi zaman ise düşük ölçekte faaliyetlerini sürdürmektedirler. Tablo.10'da gösterilen ölçek etkinliği değerleri, ilgili şirketler için şu yorumların yapılmasına imkan vermektedir.

Tüm şirketler için, girdi ve çıktı kalemlerinin değerlerinde herhangi bir değişim söz konusu değildir. Zira, bu işletmeler, üretim fonksiyonunu yerine getirme sürecindeki tüm girdi ve çıktıları etkin bir biçimde kullanmaktadırlar. Teknik etkinlik değerlerinin 1 olması da, bu tespitin doğruluğuna işaret etmektedir. Buna karşın, ölçek etkinlik değerlerinin, ideal değer olan 1'den farklılık arz etmesi, işletmelerin ölçek büyüklükleri hususunda düzenlemelere ihtiyaç duyduklarına işaret etmektedir.

2001 yılında tam etkin olan bu işletmeler⁵⁶, 2002 yılında teknik olarak etkin olmakla birlikte, ölçek etkinliği yönünden azalan getirili (drs) ve artan getirili (irs) olmak üzere iki farklı biçimde değerlendirilmektedir. Akal Tekstil, Bossa, Sönmez Filament ve Yünsa 2001 yılında ölçek etkinliğine sahip iken, bu özelliklerini 2002 yılında yitirmişlerdir. Bu işletmelerin, tam etkin işletme olabilmek için ölçek büyüklüklerini düşürmeleri gerekmektedir. Bu bağlamda, ölçek büyüklüklerini düşürmeye yönelik düzenleme sürecinde, girdi ve çıktı düzeylerini de gözden

⁵⁶ Akın Tekstil ve Menderes Tekstil hariç.

geçirmelidirler. Bu işletmelerin, 2001 yılı ve 2002 yılı girdi ve çıktı kalemleri incelendiği zaman Akal Tekstil, Bossa ve Sönmez Filament'in girdi ve çıktı kalemlerinde artış gözlenmektedir. Bazı girdi kalemlerinde artma, bazılarında ise azalma söz konusu olan Yünsa'nın çıktı kalemlerinde artış dikkat çekmektedir. Akal Tekstil, Sönmez Filament ve Yünsa'nın nispeten küçük düzenlemelerle ölçek etkinliğini sağlayabilmesine karşın, Bossa'nın artan ölçek büyüklüğünü daha etkin kullanmaya yönelik ciddi tedbirler alması gerekmektedir.

Akın Tekstil ve Menderes Tekstil, 2001 ve 2002 yıllarında teknik etkinliğe ulaşırken ölçek etkinliğini sağlayamamışlardır. Menderes Tekstil'in girdi kalemlerindeki artış, işletmenin 2002'de yoğun bir yatırım yaptığına, ancak elde ettiği çıktı değerlerinin, sahip olduğu ölçek göz önüne alındığında yetersiz kaldığına işaret etmektedir. Menderes Tekstil'in 2002 faaliyet döneminde, 2001 yılına nazaran, ölçek etkinliğinden daha çok uzaklaşmış olması üzerinde önemle durulmalıdır. İşletmenin yatırım programlarını gözden geçirmesi, sahip olduğu kapasite ve imkanların yönetimi konularında değerlendirme yapması bu hususta atılacak ilk adımlardır. Bu doğrultuda, ölçek büyüklüğünü düşürmeye yönelik bir düzenleme sürecine hız verilerek, optimum ölçek büyüklüğünde faaliyette bulunmaya yönelik çabalar artırılmalıdır. Akın Tekstil'in ölçek etkinliğinden daha da uzaklaşmış olmasının altında yatan temel sebepler, net satışların azalması ve stok miktarlarının artmasıdır. İşletmenin, üretim programını gözden geçirmesi ve duran varlıklara yönelik yatırımlarından daha fazla yararlanması ölçek etkinliğine ulaşmasını kolaylaştırıcı faktörler olarak göze çarpmaktadır.

Teknik olarak etkin, ancak ölçek etkinliği açısından etkin olmayan son şirket 0,796 (irs) etkinlik değeri ile Uki Konfeksiyon'dur. Uki Konfeksiyon'un ölçek etkinliğine sahip olmayan diğer işletmelerden farkı, artan getirili bir ölçek büyüklüğüne sahip olmasıdır. Uki Konfeksiyon'un 2002 yılı girdi kalemleri arasında, stoklar ve duran varlıklar ile çıktı kalemlerinden net satışlar 2001 yılına kıyasla farklılık arz etmektedir. Şirketin sahip olduğu ölçek büyüklüğünü artırması, tam etkin bir işletme olması yönünde fayda sağlayacaktır. Bu amaçla da, artan stok kalemlerinin azaltılması amacıyla pazarlama politikalarına ve yatırım yapılan duran varlıklardan üretimde üst düzeylerde yararlanılmasına yönelik üretim planlarına öncelik verilmelidir.

B. 2001'de Etkin Ancak 2002'de Etkin Olmayan Şirketler

Bu kategoride yer alan şirket Metemteks'tir. İşletmenin, teknik ve ölçek etkinlik değerleri Tablo.11'de gösterilmiştir.

Tablo.11 : 2001'de Etkin Ancak 2002'de Etkin Olmayan İşletmeler

Şirket	2001		2002	
	<i>Teknik Etkinlik</i>	<i>Ölçek Etkinliği</i>	<i>Teknik Etkinlik</i>	<i>Ölçek Etkinliği</i>
Metemteks	1,00	1,00	0,683	0,895 irs
Teknik etkinlik değeri "ölçeğe göre değişen getiri" durumu için hesaplanmıştır.				
$\text{Ölçek Etkinliği} = \frac{\text{Ölçeğe Göre Sabit Getiri Durumunda Teknik Etkinlik Değeri}}{\text{Ölçeğe Göre Değişen Getiri Durumunda Teknik Etkinlik Değeri}}$				

Metemteks, teknik etkinlik yönünden, 2002 yılı genel teknik etkinlik ortalamasının altında seyretmektedir. Ölçek etkinliği yönünden ise, 2002 yılı ortalamasının üstünde bir değere sahiptir. Bu bakımdan, 2001 yılına kıyasla, işletmenin teknik etkinlik yönünden olumsuz bir dönem geçirdiği, buna karşılık, ölçek etkinliği yönünden ise, sektördeki ortalama düzeyinde olduğu yorumuna ulaşılmaktadır.

Metemteks'in, 2001 yılına kıyasla tüm girdi değerlerinde, yaklaşık olarak, iki kat bir artış gerçekleşmiştir. Bu durum, Metemteks'in, ölçek büyüklüğünü artırıcı yatırımlara giriştiğine, dolayısıyla, pazar payında bir artış yaşadığına işaret etmektedir. Çıktı değerleri açısından da, işletmenin 2002 faaliyet döneminde, 2001 yılına kıyasla, artış göze çarpmaktadır, ancak, bu artış yetersiz kalmaktadır. Teknik ve ölçek etkinlik değerleri sırasıyla 0,683 ve 0,895 (irs) olan Metemteks'in, ölçek büyüklüğüne yönelik atılımlarında başarıya ulaştığı, teknik anlamda aynı başarıyı elde edemediği sonucuna ulaşılmaktadır. 2002 yılına ilişkin öngörüler ise şu şekilde gerçekleşmiştir:

Teknik etkinlik = 0,683 Ölçek etkinliği = 0,895 (irs)				
Değişken	2002 Değeri	Radyal Değişim	Aylak Değişken Değişimi	Öngörülen Değer
1. Çıktı	22097658,000	0,000	0,000	22097658,000
2. Çıktı	2891674,000	0,000	2572038,696	5463712,696
1. Girdi	233,000	-73,762	0,000	159,238
2. Girdi	8782436,000	-2780318,782	0,000	6002117,218
3. Girdi	7350000,000	-2326842,239	-911705,919	4111451,842
4. Girdi	5672758,000	-1795865,704	-438207,173	3438685,122
<u>Gösterge Karar Birimleri</u>		<u>Ağırlık Oranı</u>		
5		0,030		
11		0,031		
12		0,938		

Tablo.12 : Metemteks – 2002 Yılı Öngörüler

Metemteks'in etkin bir işletme olabilmesi için, tüm girdi kalemlerini azaltması gerektiği sonucuna ulaşılmıştır. 2002 yılı öngörülerini doğrultusunda, dönem sonu net kârın, yaklaşık olarak iki kat artacağı tahmin edilmektedir. Metemteks için referans yani örnek alınması gereken işletmeler ise; Bisas Tekstil, Kordsa Sabancı Dupont ve Lüks Kadife'dir. Bu işletmelerin Metemteks üzerindeki baskınlık oranı ise sırasıyla; 0,030, 0,031 ve 0,938'dir. Dolayısıyla, Metemteks işletmesinin gösterge olarak alması gereken öncelikli karar birimi Lüks Kadife'dir. Girdi ve çıktı değerleri bakımından, Metemteks için öngörülen girdi ve çıktı değerlerine en yakın işletme Lüks Kadife'dir. Diğer iki işletmenin değerleri ise oldukça yüksektir. Bisas Tekstil ile Kordsa Sabancı Dupont'un referans olarak benimsenmesi halinde, Metemteks'te kapsamlı bir değişime gidilmesi gerekmektedir. Dolayısıyla, oldukça büyük rakamlarda yatırım programının uygulanması gerekmektedir; oysa, Metemteks'in mevcut ölçek büyüklüğünü etkin kullanabilme başarısını gösterdiği gözlenmektedir. Bu bağlamda, teknik etkinliğe erişmek için düzenlemelere ihtiyaç duyan işletmenin, ölçek büyüklüğünü değiştirmeye yönelmesi sağlıklı sonuçlar doğurmayacaktır.

Metemteks, Lüks Kadife'yi kendisine emsal olarak almalı ve öngörülerde ortaya çıkan değişimleri büyük bir dikkatle gerçekleştirmelidir. Değişimlerin üretime olumlu katkı sağlaması için, işletme değişim sürecini aşama aşama uygulamalıdır. Her aşamada, girdi kalemlerindeki değişimin işletmeyi etkinlik sınırına yaklaştırıp-yaklaştırmadığı ölçülmeli; bu süreçte, referans alınan işletmelerin değişip değişmediği de sürekli kontrol edilmelidir.

C. 2001’de Etkin Olmayan Ancak 2002’de Etkin Olan Şirketler

Bu kategoride yer alan şirket; Söktaş’tır. Söktaş’ın 2001 ve 2002 yılı teknik ve ölçek etkinlik değerleri Tablo.13’de gösterilmiştir.

Tablo.13 : 2001’de Etkin Olmayan Ancak 2002’de Etkin Olan İşletmeler

Şirket	2001		2002	
	<i>Teknik Etkinlik</i>	<i>Ölçek Etkinliği</i>	<i>Teknik Etkinlik</i>	<i>Ölçek Etkinliği</i>
Söktaş	0,728	0,878 irs	1,00	1,00
Teknik etkinlik değeri “ölçeğe göre değişen getiri” durumu için hesaplanmıştır.				
$\text{Ölçek Etkinliği} = \frac{\text{Ölçeğe Göre Sabit Getiri Durumunda Teknik Etkinlik Değeri}}{\text{Ölçeğe Göre Değişen Getiri Durumunda Teknik Etkinlik Değeri}}$				

Bu kategorideki işletmelerle ilgili 2001 yılında yapılan öngörüler ile 2002 girdi ve çıktı kalemlerindeki değişimin karşılaştırılması, bir anlamda VZA tahminlerinin güvenilirliğini test etmektedir. Söktaş açısından, 2001 yılı teknik ve ölçek etkinliğine ulaşamayan bir faaliyet dönemi olmuştur. Söktaş’ın teknik etkinliğe sahip bir işletme olmak için, önlemler alması ve ölçek büyüklüğünü artırması gerekmektedir.

Söktaş ile ilgili analizlerimiz, şirketle ilgili değerlendirmelerden ziyade, 2001 yılı öngörülerinin 2002 yılı değerleri ile kıyaslanması üzerine odaklanacaktır. VZA’nın 2001 yılı öngörülleri şu şekildedir:

Tablo.14: Söktaş – 2001 Yılı Öngörülleri

Teknik etkinlik = 0,728 Ölçek etkinliği = 0,878 (irs)				
Değişken	2001 Değer	Radyal Değişim	Aylak Değişken Değişimi	Öngörülen Değer
1. Çıktı	67407979,000	0,000	0,000	67407979,000
2. Çıktı	1436105,000	0,000	3667218,985	5103323,985
1. Girdi	1357,000	-369,054	-322,394	665,552
2. Girdi	30158462,000	-8201984,660	-6093768,443	15862708,897
3. Girdi	2400000,000	-652711,109	0,000	1747288,891
4. Girdi	16579531,000	-4509018,362	-793075,098	11277437,540
<u>Gösterge Karar Birimleri</u>		<u>Ağırlık Oranı</u>		
18		0,086		
19		0,914		

2001 yılı öngörülleri incelendiğinde, Söktaş işletmesinin tüm girdi değerlerini azaltması gerektiği; buna karşılık, çıktı kalemlerinde ise artışların gerçekteşeği gözlenmektedir. 2001 yılı öngörülleri ile 2002 gerçekteğerlerinin karşılaştırılması, daha önce belirtildiği üzere, VZA öngörülleri test edecektir. Bu nedenle, işletmenin 2001 yılı öngörülleri ile 2001 ve 2002 yılları gerçekteğerleri önem arz etmektedir.

Tablo.15 : Söktaş Karşılaştırmalı Değerler

DEĞİşKEN	2001 YILI DEğer	2001 YILI ÖNGÖRÜLEN DEğer	2002 YILI DEğer
1. Çıktı	67.407.979	67.407.979,000	92.219.071
2. Çıktı	1.436.105	5.103.323,985	11.300.108
1. Girdi	1.357	665,552	1.399
2. Girdi	30.158.462	15.862.708,897	48.588.185
3. Girdi	2.400.000	1.747.288,891	2.400.000
4. Girdi	16.579.531	11.277.437,540	18.309.607

Söktaş'ın, 2001 yılı ve 2002 yılı gerçekleşen verileri arasında bir değişim söz konusudur. VZA'nın 2001 yılı gerçekleşen verilerini esas alan öngörüler, Söktaş'ın ölçeğe göre artan getirili bir durumda olduğunu ortaya koymuştu. Bu bağlamda, Söktaş'ın, 2002 yılında ölçeğini artırması, öngörüler doğrultusunda gereken düzenlemeleri uygulaması gerekmektedir. İşletmenin, 2002 yılı verileri bu gerçek doğrultusunda ele alındığında, girdi ve çıktı kalemlerindeki faaliyet ölçeğini geliştirme amaçlı girişimler normal değerlendirilmelidir. Öngörülen değerlerin üstünde veya altında değişimler olmakla birlikte, işletmenin ölçeğini artırarak teknik ve ölçek etkinliğine sahip olması VZA'nın doğru öngörülürde bulunduğu bir kanıtı olarak görülebilir. Çıktı kalemleri, öngörülerin altında ve üstünde değerler almışlardır. Girdiler açısından ise, tüm kalemlerin öngörülenlerden farklı değerler aldığı gözlenmektedir.

Genel anlamda, VZA öngörüler ile 2002 gerçekleşen değerleri arasında farklılık söz konusudur. İşletmenin, öngörüler uygulaması durumunda, teorik olarak, gösterge karar birimlerinin etkinliklerine ulaşabilecekleri kabul edilmektedir. İşletmenin öngörülenlerden farklı değerler alarak etkin olması ise, alternatif üretim büyüklerinden birini tercih etmesinin neticesi olarak değerlendirilebilir; ancak, öngörülerin daha sağlıklı yapılabilmesi için, sektörel değişimler ile şirketlerin mali, idari ve teknik planlarının iyi analiz edilmesi gerektiği açıktır.

D. Her İki Yılda Etkin Olmayan Şirketler

Bu kategoride yer alan şirketler; Aksu Tekstil, Birlik Mensucat, Gediz İplik, Edip İplik ve Okan Tekstil'dir. Bu işletmeler açısından, 2001 ve 2002 faaliyet dönemleri teknik etkinlik ile ölçek etkinliğine ulaşamayan bir dönem olmuştur. Edip

İplik ve Gediz İplik, 2001 yılı teknik etkinliğe ulaşılan, ancak ölçek etkinliğinden uzak kalınan bir faaliyet dönemi olurken; 2002 yılı, gerek teknik etkinliğe gerekse ölçek etkinliğine ulaşmak bakımından olumsuz bir dönem olarak tamamlanmıştır. Şirketlerin, 2001 ve 2002 yılı teknik ve ölçek etkinlik değerleri Tablo.16’da gösterilmiştir.

Tablo. 16 : Her İki Yılda Etkin Olmayan Şirketler

Şirket	2001		2002	
	<i>Teknik Etkinlik</i>	<i>Ölçek Etkinliği</i>	<i>Teknik Etkinlik</i>	<i>Ölçek Etkinliği</i>
Aksu Tekstil	0,820	0,849 drs	0,884	0,771 drs
Birlik Mensucat	0,688	0,800 drs	0,830	0,704 drs
Edip İplik	1,000	0,904 drs	0,871	0,772 drs
Gediz İplik	1,00	0,947 drs	0,711	0,807 irs
Okan Tekstil	0,622	0,873 irs	0,725	0,613 irs
Teknik etkinlik değeri “ölçeğe göre değişen getiri” durumu için hesaplanmıştır.				
$\text{Ölçek Etkinliği} = \frac{\text{Ölçeğe Göre Sabit Getiri Durumunda Teknik Etkinlik Değeri}}{\text{Ölçeğe Göre Değişen Getiri Durumunda Teknik Etkinlik Değeri}}$				

2001 ve 2002 faaliyet döneminde etkin olmayan işletmelerin, 2001 ve 2002 yıllarının gerçekleşen değerleri ile 2001 ve 2002 yıllarının öngörülmesi birlikte ele alınarak bir değerlendirme yapılmaktadır. Değerlendirme sürecinde, şirketlerin bireysel girdi ve çıktı kalemlerinden ziyade, yıllar itibarıyla öngörülen ve gerçekleşen değerlerin bütünü üzerinde değerlendirmelerde bulunmaktadır.

Aksu Tekstil’in, 2001 - 2002 faaliyet dönemlerine ilişkin gerçekleşen ve öngörülen değerleri Tablo.17’de gösterilmiştir:

Tablo.17 : Aksu Tekstil 2001 ve 2002 Çalışma Dönemi Verileri

DEĞİŞKEN	2001 YILI DEĞERİ	2001 YILI ÖNGÖRÜLERİ	2002 YILI DEĞERİ	2002 YILI ÖNGÖRÜLERİ
1. Çıktı	57.179.289	57.179.289,000	82.317.191	82.317.191,000
2. Çıktı	5.100.169	5.100.169,000	2.963.874	5.761.681,010
1. Girdi	1.370	897,475	1.271	964,086
2. Girdi	10.550.985	8.650.129,991	17.729.630	15.677.390,504
3. Girdi	6.114.228	4.598.094,989	9.171.342	7.779.045,375
4. Girdi	12.248.445	10.041.777,278	16.259.717	14.377.622,821
2001 Yılı		2002 Yılı		
<u>Gösterge Birimler</u>	<u>Ağırlık Oranı</u>	<u>Gösterge Birimler</u>	<u>Ağırlık Oranı</u>	
2	0,250	1	0,176	
5	0,006	2	0,224	
6	0,081	9	0,601	
9	0,663			

Aksu Tekstil'in, 2002 yılında 2001'e oranla teknik etkinliğinde artış ölçek etkinliğinde ise bir düşüş gözlenmektedir. Her iki çalışma döneminde de ölçeğe göre azalan getiriye sahip Aksu Tekstil'in, üretim ölçeğinde azalmaya yönelmesi gerekmektedir; ancak, 2002 yılı girdi kalemlerinin değerleri 2001 yılı öngörülerinin çok üstünde gerçekleşmiştir. İşletmenin, bu farklılığa rağmen teknik etkinliğini yükseltmesinin tek nedeni, net satışlarının 2001 öngörülerinin üstünde gerçekleşmesidir. Ölçek etkinliğinin 2001'e nazaran daha düşük düzeylerde seyretmesi, şirketin sahip olduğu üretim kapasitesini olumlu değerlendiremediğinin bir kanıtıdır. İşletme için her iki dönemde de İdaş şirketi gösterge birim olarak belirlenmiştir. 2001'deki öngörülerin aksine, işletmenin 2002'de ölçeğini artırması etkinlik sınırında olmasına engel teşkil

etmiştir. Aksu Tekstil'in, yeni çalışma döneminde, 2002 öngörülleri doğrultusunda, faaliyet büyüklüğünü azaltıcı düzenlemelere başvurması gerekmektedir.

Birlik Mensucat'ın 2001 - 2002 çalışma dönemlerine ilişkin gerçekleşen ve öngörülen değerleri Tablo.18'de gösterilmiştir:

Tablo.18 : Birlik Mensucat 2001 ve 2002 Çalışma Dönemi Verileri

DEĞİŞKEN	2001 YILI DEĞERİ	2001 YILI ÖNGÖRÜLERİ	2002 YILI DEĞERİ	2002 YILI ÖNGÖRÜLERİ
1. Çıktı	61.850.565	61.850.565,000	83.427.539	83.427.539,000
2. Çıktı	0	0	4.943.659	6.134.011,795
1. Girdi	1.559	796,333	1.624	1.029,382
2. Girdi	17.486.409	12.028.822,160	27.778.392,000	22.006.288,475
3. Girdi	12.393.000	5.826.112,672	12.393.000,000	4.025.598,025
4. Girdi	12.184.548	8.381.695,807	14.580.926,000	12.108.054,066
2001 Yılı		2002 Yılı		
Gösterge Birimler	Ağırlık Oranı	Gösterge Birimler	Ağırlık Oranı	
6	0,205	1	0,453	
9	0,643	9	0,547	
17	0,152			

Birlik Mensucat'ın teknik etkinliğinde, 2001 yılına kıyasla, bir artış sağlanmakla birlikte; aynı başarıya ölçek etkinliğinde ulaşamamıştır. 2001 yılı için, işletmenin 2. çıktı değerinin⁵⁷ 0 olması etkinsizliğin temel kaynağıdır. 2001 yılı öngörülleri, işletmenin ölçeğe göre azalan getiriye sahip olduğunu belirlerken; 2002 yılı

⁵⁷ Birlik Mensucat, 2001 yılında en çok zarar eden işletme olduğu için 2. çıktı değeri 0 alınmıştır.

gerçekleşen verilerinden, işletmenin ölçek büyüklüğünü azaltmaya yönelik düzenlemeler yapmadığı anlaşılmaktadır. Girdi kalemlerinde öngörülerin aksine artış olmasına karşın, özellikle net satışların; buna bağlı olarak da, dönem kârının beklentilerin üzerinde çıkmış olması, işletmenin teknik etkinliğini yükseltmesine olanak sağlamıştır.

Her iki çalışma döneminde de ölçeğe göre azalan getiriye sahip Birlik Mensucat'ın, üretim ölçeğini daha fazla küçültmesi gerekmektedir. İşletmenin, öngörülerdeki temel yaklaşım doğrultusunda hareket etmesi ölçek etkinliğinde de olumlu bir etki yaratacaktır. İşletme için her iki dönemde de İdaş şirketi gösterge birim olarak belirlenmiştir. Birlik Mensucat, yeni çalışma döneminde 2002 öngörülerini doğrultusunda faaliyet büyüklüğünü azaltıcı düzenlemelere başvurmalıdır. Bu çerçevede, gösterge karar biriminin ayrıntılı analizinin yapılması yarar sağlayacaktır.

Okan Tekstil'in 2001 - 2002 çalışma dönemlerine ilişkin gerçekleşen ve öngörülen değerleri Tablo.19'da gösterilmiştir:

Tablo.19 : Okan Tekstil 2001 ve 2002 Çalışma Dönemi Verileri

DEĞİŞKEN	2001 YILI DEĞERİ	2001 YILI ÖNGÖRÜLERİ	2002 YILI DEĞERİ	2002 YILI ÖNGÖRÜLERİ
1. Çıktı	12.699.562	12.699.562,000	17.880.863	17.880.863,000
2. Çıktı	2.831.187	3.350.993,814	0	0
1. Girdi	183	113,842	201	145,696
2. Girdi	18.916.574	4.192.230	26.879.251	3.791.678,359
3. Girdi	6.000.000	2.873.949,576	6.000.000	3.573.074,422
4. Girdi	4.952.083	2.848.482,875	6.892.516	2.642.613,568
2001 Yılı		2002 Yılı		
<u>Gösterge Birimler</u>	<u>Ağırlık Oranı</u>	<u>Gösterge Birimler</u>	<u>Ağırlık Oranı</u>	
11	0,031	11	0,018	
12	0,969	12	0,982	

Okan Tekstil'in teknik etkinliğinde, 2002 faaliyet döneminde 2001'e kıyasla artış sağlanmakla birlikte, aynı başarıya ölçek etkinliğinde ulaşamamıştır. 2001 yılı öngörülleri, işletmenin ölçeğe göre artan getiriye sahip olduğunu belirlerken; 2002 yılı gerçekleşen verileri ise, işletmenin girdi değerlerini yükselttiğine işaret etmektedir. İşletme, girdi kalemlerindeki artışa paralel bir etkinlik sağlamamakla birlikte, kaynaklarını üretim sürecinde optimum biçimde kullanmayarak 2002'de zarar etmiştir. Bu bağlamda, 2. çıktı değerinin⁵⁸ 0 olması işletmenin etkinsiz bir dönem geçirdiğinin temel göstergesidir. Her iki çalışma döneminde de, ölçeğe göre artan getiriye sahip Okan Tekstil, üretim ölçeğinden maksimum biçimde yararlanmalıdır. İşletmenin, öngörülerdeki temel yaklaşım doğrultusunda hareket etmesi ölçek etkinliğinde de olumlu bir etki yaratacaktır. İşletme için, her iki dönemde Lüks Kadife gösterge birim

⁵⁸ Okan Tekstil, 2002 yılında en çok zarar eden işletme olduğu için 2. çıktı değeri 0 alınmıştır.

olarak belirlenmiştir. Okan Tekstil, 2002 öngöruları doğrultusunda, faaliyet büyüklüğünden maksimum biçimde yararlanacağı üretim programları yapmalıdır. Gösterge karar biriminin ayrıntılı analizinin yapılması, bu işletmenin sektördeki konumu, hitap ettiği tüketici kesimi, yönetim politikası gibi temel faktörlerinin incelenmesi, Okan Tekstil'in plan ve programlarını daha gerçekçi yapmasına olanak sağlayacaktır.

Edip İplik'in 2001 - 2002 çalışma dönemlerine ilişkin gerçekleşen ve öngörülen değerleri Tablo.23'te gösterilmiştir:

Tablo.23 : Edip İplik 2001 ve 2002 Çalışma Dönemi Verileri

DEĞİŞKEN	2001 YILI DEĞERİ	2001 YILI ÖNGÖRÜLERİ	2002 YILI DEĞERİ	2002 YILI ÖNGÖRÜLERİ
1. Çıktı	61.635.260	61.635.260,000	71.914.508	71.914.508,000
2. Çıktı	6.611.247	6.611.247,000	7.466.931	7.466.931,000
1. Girdi	1.107	1.107,000	1.134	707,049
2. Girdi	37.880.824	37.880.824,000	44.135.055	23.937.018,656
3. Girdi	7.650.000	7.650.000,000	17.595.000	5.859.505,283
4. Girdi	7.563.808	7.563.808,000	11.866.307	10.330.817,750
2001 Yılı		2002 Yılı		
Gösterge Birimler	Ağırlık Oranı	Gösterge Birimler	Ağırlık Oranı	
7	1,000	1	0,154	
		9	0,280	
		17	0,567	

Edip İplik 2001'de etkinlik sınırı üzerinde yer almaktadır. İşletme teknik etkinliğe ulaşmış; ancak, ölçek etkinliğini sağlayamamıştır. Ölçeğe göre azalan getirili

olarak değerlendirilen Edip İplik işletmesinin, ölçek büyüklüğü üzerinde az da olsa bazı düzenlemeler yapılması gerekmektedir. Fakat, teknik etkin bir işletme olması nedeniyle, işletmenin girdi ve çıktı değerleri değişmemektedir. İşletmenin, gösterge olarak benimseyeceği karar birimi ise kendisidir.

2002 yılı verileri incelendiğinde işletmenin girdi kalemlerindeki büyük artış dikkat çekmektedir. Tüm girdi kalemlerinde söz konusu olan artışın, çıktı kalemlerine aynı oranda yansımaması işletmeyi teknik etkin olmaktan uzaklaştırmıştır. Ölçek etkinliği açısından, işletme etkinlik sınırından daha da uzaklaşmıştır. 2002 yılı öngörülere, işletmenin girdi kalemlerini azaltmaya yönelik kararlar almasını, bu bağlamda, ölçek büyüklüğünü küçültmesi gerektiğine işaret etmektedir. İşletme için gösterge karar birimi Sönmez Filament'tir. 2001 faaliyet döneminde tam etkin bir işletme olan Sönmez Filament'in, girdi ve çıktı düzeylerindeki değişime rağmen teknik etkinliğini sürdürebilmesi, teknik etkinliğini kaybeden Edip İplik için incelenmesi gereken önemli bir örnektir. Sönmez Filament'in, sektördeki konumu, pazar payındaki değişimi, girdi ve çıktı kalemlerindeki değişim süreci gibi temel faktörlerinin irdelenmesi, Edip İplik açısından doğru plan ve programların yapılmasını kolaylaştıracaktır.

Gediz İplik'in 2001 - 2002 çalışma dönemlerine ilişkin gerçekleşen ve öngörülen değerleri Tablo.21'de gösterilmiştir:

Tablo.21 : Gediz İplik 2001 ve 2002 Çalışma Dönemi Verileri

DEĞİŞKEN	2001 YILI DEĞERİ	2001 YILI ÖNGÖRÜLERİ	2002 YILI DEĞERİ	2002 YILI ÖNGÖRÜLERİ
1. Çıktı	15.189.711	15.189.711,000	16.816.960	16.816.960,000
2. Çıktı	4.338.663	4.338.663,000	1.264.910	4.504.658,133
1. Girdi	372	372,000	352	181,896
2. Girdi	13.520.121	13.520.121,000	14.967.150	1.526.100,162
3. Girdi	7.200.000	7.200.000,000	7.200.000	2.764.049,254
4. Girdi	2.636.587	2.636.587,000	2.795.065	1.988.563,860
2001 Yılı		2002 Yılı		
<u>Gösterge Birimler</u>	<u>Ağırlık Oranı</u>	<u>Gösterge Birimler</u>	<u>Ağırlık Oranı</u>	
8	1,000	9	0,140	
		12	0,860	

Gediz İplik, 2001'de etkinlik sınırı üzerinde yer almaktadır. İşletme, teknik etkinliğe ulaşmış; ancak, ölçek etkinliğini sağlayamamıştır. Ölçeğe göre azalan getirili olarak değerlendirilen Gediz İplik işletmesinin, ölçek büyüklüğü üzerinde az da olsa bazı düzenlemeler yapılması gerekmektedir. Fakat, teknik etkin bir işletme olması nedeniyle, işletmenin girdi ve çıktı değerleri değişmemektedir. İşletmenin, gösterge olarak benimseyeceği karar birimi ise kendisidir.

2002 yılı verileri incelendiğinde, işletmenin girdi kalemlerindeki artış ve azalışlar dikkat çekmektedir. Girdi kalemlerindeki değişimin, çıktı kalemlerine aynı oranda yansımaması işletmeyi teknik etkin olmaktan uzaklaştırmıştır. Ölçek etkinliği açısından, işletme etkinlik sınırından daha da uzaklaşmıştır. Gediz İplik işletmesinin gösterge olarak alması gereken öncelikli karar birimi Lüks Kadife'dir. Lüks Kadife'nin

girdi ve çıktı değerleri incelendiğinde, Gediz İplik'in öngörülen girdi ve çıktı değerlerine en yakın işletme olduğu belirlenmektedir. İkinci gösterge karar biriminin, İdaş'ın, girdi ve çıktı değerleri Gediz İplik açısından oldukça yüksektir. Bu değerlerin esas alınması durumunda, Gediz İplik açısından mevcut ölçeğin üst düzeyde artırılması; dolayısıyla, oldukça büyük yatırımların yapılması söz konusudur. Bu tip bir yatırım programının gerçekleşme ihtimali çok düşük olacağı için de, Gediz İplik açısından en makul gösterge birim Lüks Kadife olarak ortaya çıkmaktadır.

Gediz İplik işletmesi, öngörülerde ortaya çıkan değişimleri büyük bir dikkatle gerçekleştirmelidir. Değişimlerin üretime olumlu katkı sağlaması için, işletme değişim sürecini aşama aşama uygulamalıdır. Her aşamada, girdi kalemlerindeki değişimin işletmeyi etkinlik sınırına yaklaştırıp-yaklaştırmadığı ölçülmeli; referans alınan işletmelerin değişip değişmediği de sürekli kontrol edilmelidir. Lüks Kadife'nin, sektördeki konumu, pazar payındaki değişimi, girdi ve çıktı kalemlerindeki değişim süreci gibi temel faktörlerinin irdelenmesi, Gediz İplik açısından doğru plan ve programların yapılmasını kolaylaştıracaktır.

4. UYGULAMANIN DEĞERLENDİRİLMESİ

İMKB'nin Dokuma, Giyim Eşyası ve Deri Sektörü'ndeki 19 şirket üzerinde gerçekleştirilen uygulama çalışması, sektör işletmelerinin genel olarak 2001 ve 2002 faaliyet dönemlerinde etkin olduklarını göstermektedir. Ortalama teknik etkinlik ve ölçek etkinlik değerleri karşılaştırıldığı takdirde, sektör işletmelerinin 2001'de 2002'ye nazaran daha etkin oldukları gözlenmektedir. Etkin olmayan şirket sayısının 2001'de 8,

2002’de ise 13 olması 2002’nin sektör işletmeleri açısından zor geçtiğinin göstergesidir.

Uygulama çalışması kapsamında değerlendirilen 19 şirketten, 2001 ve 2002 çalışma döneminde; 5 tanesi tam etkinliğe ulaşmış, 7 tanesi teknik etkinliğe ulaşmakla birlikte ölçek etkinliğini sağlayamamış, 5 işletme ise her iki dönemde de etkin olamamıştır. 2001’de etkin, ancak 2002’de etkin olmayan işletme sayısı 1; 2001’de etkin olmayan, ancak 2002’de etkin olan işletme sayısı ise 1’dir.

Tüm işletmelerin, 2001 ve 2002 yıllarındaki girdi ve çıktı kalemlerinde değişim yaşanmıştır. Bu değişimler, işletmelerin etkinlik sınırından uzaklıklarını veya yakınlıklarını belirleyen temel etken olmuştur. Gösterge karar birimleri arasında, İdaş ön plana çıkmıştır. İdaş’ı sırasıyla, Lüks Kadife, Kordsa Sabancı Dupont ve Bisas Tekstil işletmeleri izlemiştir. Gösterge karar birimleri olarak belirlenen işletmelerin, her iki dönemde etkin olan şirketler olduğu dikkat çekmektedir.

VZA öngörülleri, işletmelerin ölçek büyüklüklerinde kapsamlı bir değişim olmayacağı varsayımı ile yapıldığı için, zaman zaman gerçekleşen verilerle çelişmektedir; ancak, teorik olarak öngörülere uyulması durumunda işletmenin etkinlik sınırında yer alacağı kabul edilmektedir.

SONUÇ

Verimlilik analizi için kullanılan ölçüm sistemleri yapısal olarak, oran analizleri, parametrik yöntemler ve parametrik olmayan yöntemler olmak üzere üç temel gruba ayrılabilir. Oran analizi, kapsam ve amaç açısından tek boyutlu analizleri içermektedir. Verimlilik ölçümünde hesaplanan değişik oranların ağırlıklandırılarak tek bir ölçüt elde edilmesi gereksinimi, yöntemin önemli bir eksikliği olarak belirlemektedir. Parametrik yöntemler, verimlilik ölçümü gerçekleştirilen işletmelere ilişkin üretim fonksiyonunun analitik bir yapıya sahip olduğunu varsayarlar. Çoğunlukla birçok girdi ile bir tek çıktıyı ilişkilendiren regrasyon analizi, yaygın kullanılan parametrik yöntemlere örnek verilebilir. Parametrik olmayan yöntemler ise, üretim fonksiyonunun ardında herhangi bir analitik formun varlığını öngörmeyen esnek bir yapıya sahiptirler ve çözüm yöntemi olarak genellikle matematiksel programlamayı kullanmaktadırlar.

Parametrik olmayan yöntemler arasında en çok bilineni, Veri Zarflama Analizidir. VZA, birçok girdi ve çıktıyı bir skaler etkinlik ölçütüne dönüştüren doğrusal programlama bazlı bir yöntemdir. Analizin temelinde, birbirine benzer karar alma birimlerinin üretim etkinliklerinin değerlendirmesi yer almaktadır. Bu analizin sahip olduğu en önemli özellik, her karar alma birimindeki etkinsizlik miktarını ve kaynaklarını tanımlayabilmesidir. Bu şekilde etkin olmayan birimlerde ne kadar girdi azaltmak ve/veya çıktı miktarını artırmak gerektiğine ilişkin olarak yöneticilere yol gösterebilmektedir. Son yirmi yıllık süre içinde, kâr amacı gütmeyen kurumlarda, araştırma-geliştirme projelerinde, çok uluslu ya da çok şubeli işletmelerin göreceli performanslarının ölçümünde VZA uygulamalarına rastlanmaktadır.

Tez çalışması kapsamında, temel kavramları özet bir biçimde verilmeye çalışılan VZA'nın öncelikle literatür taramasıyla teorik alt yapısı oluşturulmuş; daha sonra ise, teorik çalışmanın pekiştirilmesi gayesiyle, bir uygulama gerçekleştirilmiştir.

Uygulama için, Dokuma, Giyim Eşyası ve Deri Sektörü'nde yer alan ve İMKB'ye kote edilmiş firmalar seçilmiştir. Çalışmada, ilgili firmalar içinde performans açısından etkin olan ve olmayanların tespiti amaçlanmıştır. Bu bağlamda, söz konusu ölçümler, 2001 ve 2002 yılları için ayrı ayrı gerçekleştirilerek; dönemler itibariyle işletmelerin performansı analiz edilmeye çalışılmıştır.

Ortaya çıkan sonuçlar, VZA'nın sektörel değerlendirmelerde kullanılması ile ilgili bazı sorunları gündeme getirmiştir. Bu sorunlardan en önemlisi, VZA'nın kullanılacağı ölçümlerde dikkate alınan karar birimi sayısının nasıl belirleneceği hususudur. Zira, 19 şirket esas alınarak gerçekleştirilen uygulama çalışmasında firmaların genelde etkin bir dönem geçirdiklerinin ortaya çıkması tekniğin sağlıklı sonuçlara ulaşp ulaşamadığını tartışmaya açmaktadır. Girdi ve çıktı kalemlerinin tespiti sürecinde de, açık ve net kriterlerin bulunmaması teknik ile başarılı sonuçlar elde edilmesini engelleyebilmektedir. Ayrıca, kârlılık rasyoları negatif değer taşıyan bazı şirketlerin değerlendirmeye alınmaması; buna karşılık, bazılarının da kârını sıfır kabul etme varsayımı ile hareket edilmesinin etkinlik sonuçlarına ne yönde etki ettiği de araştırılması gereken bir diğer sorundur.

Çalışma kapsamında temel olarak, VZA'nın sektör performansını ölçmede kullanılabilecek bir teknik olduğunu göstermek hedeflenmiştir. Bu hedef doğrultusunda da, aynı sektörde yer alan şirketlerin iki yıllık çalışma periyotları ayrı ayrı değerlendirilmek suretiyle, sektörün ve sektörü oluşturan şirketlerin performansları analiz edilmeye çalışılmıştır. Yapılan analizlerde şirketleri derecelendirmek değil; teorik temelleri açıklanan VZA'nın uygulama yönünün örneklenmesine çalışılmıştır.



KAYNAKÇA

KİTAPLAR

Charnes, A., Cooper, W. W., Lewin, A. Y., and Seiford, L. M., **Data Envelopment Analysis: Theory, Methodology And Applications**, Kluwer Academic Publishers, Boston, 1993.

Fare, R., Grosskopf, S., and Lovell, C., **Production Functions**, Cambridge University Press, Cambridge, 1994.

Fried, H.O., Lovell, C., and Schmidt, S. S., **The Measurement Of Productive Efficiency : Techniques And Applications**, Oxford University Press, New York, 1993.

Ganley, J. A., and Cubbin, J. S., **Public Sector Efficiency Measurement**, Elsevier Science Publisher, Amsterdam, 1992.

Karacabey, Ali Argun, **Veri Zarflama Analizi**, Ankara Üniversitesi Siyasal Bilgiler Fakültesi Tartışma Metinleri, No. 33, Ankara, 2001.

Kobu, Bülent, **Üretim Yönetimi**, İ.Ü. İşletme Fakültesi İşletme İktisadı Enstitüsü Araştırma ve Yardım Vakfı Yayın No: 01, İstanbul, 1996.

Müftüoğlu, Tamer, **İşletme İktisadı**, Turhan Kitabevi Yayınları, Ankara, 1999.

Sarıaslan, Halil, **Kaynak Dağılımında Doğrusal Programlama**, Ankara Üniversitesi Siyasal Bilgiler Fakültesi Yayınları, Yayın No: 553, Ankara, 1986.

Tarım, Armağan, **Veri Zarflama Analizi Matematiksel Programlama Tabanlı Görelî Etkinlik Ölçüm Yaklaşımı**, Sayıştay Yayınları, Ankara, 2001.

Yavuz, İlknur, **Sağlık Sektöründe Etkinlik Ölçümü**, Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları No: 654, Ankara, 2001.

Yolalan, Reha, **İşletmelerarası Görelî Etkinlik Ölçümü**, Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları: 483, Ankara, 1993.

MAKALELER

Banker, R. D., Charnes, A., and Cooper, W. W., “Some Models For Estimating Technical And Scale Inefficiencies In Data Envelopment Analysis”, **Management Science**, 1984, Vol. 30, s. 1078-1092.

Boussufione, A., Dyson, R.G., Thanassoulis, E., “Applied DEA”, **European Journal of Operational Research**, 1991, Vol. 52, s. 1-15.

Charnes, A., and Cooper, W. W., “Programming With Linear Fractional Functionals”, **Naval Research Logistics Quarterly**, 1962, Vol. 9, s. 181-185.

Charnes, A., and Cooper, W. W., "An Explicit General Solution In Linear Fractional Programming", **Naval Research Logistics Quarterly**, 1973, Vol. 20, s. 449-467.

Charnes, A., Cooper, W. W., and Rhodes, E., "Measuring The Efficiency of Decision Making Units", **European Journal Of Operational Research**, 1978, Vol. 2, s. 429-444.

Charnes, A., Cooper, W.W., and Rhodes, E., "Short Communication: Measuring The Efficiency Of Decision Making Units", **European Journal Of Operational Research**, 1979, Vol. 3, s. 339.

Farrell, M. J., "The Measurement Of Productivity Efficiency", **Journal Of The Royal Statistical Society**, 1957, Vol. 120, s. 253-290.

Farrell, M. J., and Fieldhouse, M., "Estimating Efficient Production Functions Under Increasing Returns To Scale", **Journal Of The Royal Statistical Society, Series A**, 1962, Vol. 2, s. 252-267.

Seiford, L. M., and Thrall, R. M., "Recent Developments In DEA: The mathematical programming approach to frontier analysis", **Journal Of Econometrics**, 1990, Vol. 46, s. 7-38.

Seiford, L. M., "Data Envelopment Analysis: The evolution of the state of the art (1978-1995)", **Journal Of Productivity Analysis**, 1996, Vol. 7, s. 99-138.

Ulucan, Aydın, “Şirket Performanslarının Ölçülmesinde Veri Zarflama Analizi

Yaklaşımı: Genel ve Sektörel Bazda Değerlendirmeler”, Hacettepe Üniversitesi

İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 2000, C.18, S.1, s. 405.

Yolalan, Reha, “Veri Zarflama Yöntemi”, Milli Prodüktivite Merkezi Verimlilik

Dergisi, 1990, Vol. 3, s. 132-141.

TEZLER

Esen, H. Murat, **Veri Zarflama Analizinin Stokastik Değişiklikler Altında Geçerliliği- Gürültünün Verimsizlik Bileşeni**, Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yayınlanmamış Doktora Tezi, Ankara, 1999.

Karasoy, Hilal , **Veri Zarflama Analizi**, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, 2000, s. 38.

Söl, Sinan, **İ.T.Ü. Fakültelerinin Araştırma Etkinlikleri Sekreterliği’nden Yararlanma Etkinliklerinin Veri Zarflama Analizi İle Belirlenmesi**, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 1997.

İNTERNET ADRESLERİ

<http://www.deazone.com>

<http://www.imkb.gov.tr>

<http://www.une.edu.au>

EKLER

EK – I : İMKB Dokuma, Giyim Eşyası ve Deri Sektörü Şirketlerinin

2001 Yılı Girdi Kalemlerinin Değerleri

ŞİRKETLER	2001 YILI GİRDİ KALEMLERİNİN DEĞERLERİ			
	Personel Sayısı (Adet)	Duran Varlıklar (Milyon TL)	Ödenmiş Sermaye (Milyon TL)	Stoklar (Milyon TL)
Akal Tekstil	1.643	31.171.713	2.359.427	16.263.547
Akın Tekstil	1.610	15.357.193	8.400.000	23.805.758
Aksu İplik	1.370	10.550.985	6.114.228	12.248.445
Altınyıldız	1.423	19.637.389	2.416.781	25.033.170
Arat Tekstil	948	18.632.853	7.300.000	6.923.275
Arsan Tekstil	1.442	30.465.835	8.400.000	12.128.721
Berdan Tekstil	922	42.372.535	5.200.000	16.171.345
Birlik Mensucat	1.559	17.486.409	12.393.000	12.184.548
Bişaş Tekstil	257	7.712.510	6.300.000	5.330.776
Bossa	1.864	40.111.777	18.000.000	28.281.563
Ceylan Giyim	140	2.505.849	2.092.350	4.536.378
Derimod	67	1.794.668	3.000.000	3.048.343
Edip İplik	1.107	37.880.824	7.650.000	7.563.808
Esem Spor Giyim	302	7.592.460	3.000.000	6.313.783
Gediz İplik	372	13.520.121	7.200.000	2.636.587
İdaş	515	2.257.417	1.500.000	2.640.681
Karsu Tekstil	738	21.864.053	2.340.000	8.841.822
Koniteks	628	1.604.433	1.755.000	4.830.868
Kordsa Sabancı Dupont	883	114.281.610	36.125.460	44.065.104
Lüks Kadife	89	636.589	1.800.000	1.517.278
Menderes Tekstil	2.380	42.982.993	16.333.353	20.229.129
Mensa Mensucat	1.317	49.784.694	8.500.000	37.132.311
Metemteks	153	4.598.334	3.675.000	2.013.055
Okan Tekstil	183	18.916.574	6.000.000	4.952.083
Söktaş	1.357	30.158.462	2.400.000	16.579.531
Sönmez Filament	544	15.424.759	7.680.000	5.782.688
Uki Konfeksiyon	1.064	4.901.672	1.188.000	1.304.347
Vakko Tekstil	748	3.601.035	5.000.000	5.980.083
Yataş	523	11.491.543	6.075.000	21.242.547
Yünsa	628	16.895.750	1.800.000	12.217.368

EK – II : İMKB Dokuma, Giyim Eşyası ve Deri Sektörü Şirketlerinin**2001 Yılı Çıktı Kalemlerinin Değerleri**

ŞİRKETLER	2001 YILI ÇIKTI KALEMLERİNİN DEĞERLERİ	
	Net Satışlar (Milyon TL)	Dönem Sonu Net Kârı / Zararı (Milyon TL)
Akal Tekstil	109.396.129	8.167.740
Akın Tekstil	100.282.370	6.474.261
Aksu İplik	57.179.289	962.989
Altınyıldız	99.398.285	-22.206.003
Arat Tekstil	32.820.320	-25.582.821
Arsan Tekstil	87.506.661	1.951.988
Berdan Tekstil	74.035.579	-52.681.268
Birlik Mensucat	61.850.565	-4.137.180
Bişaş Tekstil	32.389.359	2.872.684
Bossa	182.814.884	18.304.084
Ceylan Giyim	16.196.184	400.707
Derimod	9.873.820	-668.843
Edip İplik	61.635.260	2.474.067
Esem Spor Giyim	26.710.051	-12.892.443
Gediz İplik	15.189.711	201.483
İdaş	25.666.663	-3.266.808
Karsu Tekstil	52.708.379	595.565
Koniteks	18.402.732	-3.735.091
Kordsa Sabancı Dupont	216.610.153	16.393.540
Lüks Kadife	6.113.705	-1.341.053
Menderes Tekstil	104.938.933	14.744.265
Mensa Mensucat	94.223.882	-9.203.615
Metemteks	20.586.922	-3.670.045
Okan Tekstil	12.699.562	-1.305.993
Söktaş	67.407.979	-2.701.075
Sönmez Filament	51.494.050	2.035.093
Uki Konfeksiyon	19.744.963	-1.161.104
Vakko Tekstil	41.393.673	-5.916.043
Yataş	58.743.521	-2.966.070
Yünsa	71.900.059	1.166.630

EK – III : İMKB Dokuma, Giyim Eşyası ve Deri Sektörü Şirketlerinin**2002 Yılı Girdi Kalemlerinin Değerleri**

ŞİRKETLER	2002 YILI GİRDİ KALEMLERİNİN DEĞERLERİ			
	Personel Sayısı (Adet)	Duran Varlıklar (Milyon TL)	Ödenmiş Sermaye (Milyon TL)	Stoklar (Milyon TL)
Akal Tekstil	1.691	43.783.277	7.078.280	22.638.343
Akın Tekstil	1.688	24.989.967	25.200.000	37.389.946
Aksu İplik	1.271	17.729.630	9.171.342	16.259.717
Altınyıldız	1.734	44.388.997	36.251.712	42.986.443
Arat Tekstil	1.181	19.413.442	27.000.000	8.188.599
Arsan Tekstil	1.341	40.141.633	37.800.000	15.365.537
Berdan Tekstil	921	52.328.806	5.200.000	14.719.476
Birlik Mensucat	1.624	27.778.392	12.393.000	14.580.926
Bişaş Tekstil	276	10.224.048	6.300.000	6.883.979
Bossa	2.158	86.376.429	45.000.000	46.296.204
Ceylan Giyim	155	4.227.014	2.092.350	4.683.455
Derimod	53	2.519.042	3.000.000	3.881.593
Edip İplik	1.134	44.135.055	17.595.000	11.866.307
Esem Spor Giyim	289	9.056.884	8.250.000	6.430.804
Gediz İplik	352	14.967.150	7.200.000	2.795.065
İdaş	482	3.989.371	1.500.000	3.395.952
Karsu Tekstil	886	34.558.535	11.700.166	16.672.668
Koniteks	661	2.399.190	2.632.500	6.904.761
Kordsa Sabancı Dupont	831	147.744.927	36.125.460	50.323.791
Lüks Kadife	133	1.124.761	2.970.000	1.759.259
Menderes Tekstil	2.717	57.598.181	84.041.695	31.937.493
Mensa Mensucat	1.305	68.823.233	8.500.000	52.975.034
Metemteks	233	8.782.436	7.350.000	5.672.758
Okan Tekstil	201	26.879.251	6.000.000	6.892.516
Söktaş	1.399	48.588.185	2.400.000	18.309.607
Sönmez Filament	551	28.393.328	7.680.000	10.412.016
Uki Konfeksiyon	1.035	7.264.519	1.188.000	5.620.213
Vakko Tekstil	646	5.785.777	14.000.000	7.792.596
Yataş	567	14.594.429	6.075.000	26.653.039
Yünsa	575	27.758.660	16.200.000	17.911.979

EK – IV : İMKB Dokuma, Giyim Eşyası ve Deri Sektörü Şirketlerinin**2002 Yılı Çıktı Kalemlerinin Değerleri**

ŞİRKETLER	2002 YILI ÇIKTI KALEMLERİNİN DEĞERLERİ	
	Net Satışlar (Milyon TL)	Dönem Sonu Net Kârı / Zararı (Milyon TL)
Akal Tekstil	138.095.846	6.447.340
Akın Tekstil	157.013.191	6.082.789
Aksu İplik	82.317.191	299.890
Altınyıldız	144.906.728	702.137
Arat Tekstil	32.474.921	-7.821.964
Arsan Tekstil	92.199.785	3.384.508
Berdan Tekstil	96.784.205	-22.938.469
Birlik Mensucat	83.427.539	2.279.675
Bişaş Tekstil	43.631.332	2.604.869
Bossa	28.789.938	33.781.156
Ceylan Giyim	23.307.515	119.568
Derimod	11.506.544	-11.907
Edip İplik	71.914.508	4.802.947
Esem Spor Giyim	28.486.765	-7.502.577
Gediz İplik	16.816.960	-1.399.074
İdaş	38.198.403	1.006.786
Karsu Tekstil	71.663.076	5.431.713
Koniteks	26.651.523	111.185
Kordsa Sabancı Dupont	263.346.732	27.598.227
Lüks Kadife	13.333.295	1.976.539
Menderes Tekstil	154.050.631	15.403.804
Mensa Mensucat	116.635.575	2.044.361
Metemteks	22.097.658	227.690
Okan Tekstil	17.880.863	-2.663.984
Söktaş	92.219.071	8.636.124
Sönmez Filament	70.587.030	6.229.900
Uki Konfeksiyon	25.255.803	68.893
Vakko Tekstil	68.556.950	11.166.400
Yataş	72.209.697	-5.944.842
Yülsa	85.215.096	8.874.252

ÖZET

Değişme hızı giderek artan dünya ekonomisi, bir taraftan, işletmeleri kendine uymaya ve sürekli yenilik yapmaya zorlarken; diğer taraftan, yoğun bir rekabetle karşı karşıya bırakmaktadır. Karmaşık bir hal alan rekabet ortamında, günümüz yöneticileri, kaynaklarını en etkin şekilde kullanma çabasıyla, işletmelerinin performanslarını görece olarak değerlendirmeye ihtiyaç duymaktadırlar.

Veri Zarflama Analizi (VZA), görece etkinlik ölçümlerinde en yaygın kullanılan tekniktir. VZA, benzer birimlerin, literatürdeki adıyla karar verme birimlerinin, görece etkinliklerini değerlendirebilmek için tasarlanmış doğrusal programlama tabanlı parametrik olmayan bir yöntemdir. VZA, Charnes, Cooper ve Rhodes tarafından, Farrell'in sınır üretim fonksiyonları kavramına dayanılarak geliştirilmiştir. Birçok girdi ve çıktının gözlemlendiği, gözlenen girdi ve çıktıların tek bir toplam girdi ve çıktıya dönüştürülemediği üretim ortamlarının etkinlik ölçümlerinde geniş kullanım alanı bulan bu teknik, her geçen gün daha da gelişmektedir.

VZA'nın teorik altyapısına yer verilen bu çalışmada, İMKB'ye kote edilmiş Dokuma, Giyim Eşyası ve Deri Sektörü'nde faaliyet gösteren 19 firmanın 2001 ve 2002 yılı verileri esas alınarak, VZA uygulamalarına çeşitlilik kazandırmak amaçlanmıştır. Bu bağlamda, iki farklı dönem için görece etkinlikleri ölçülen firmalar kıyaslanmış, etkin olanlar ve olmayanlar belirlenmek suretiyle, sektördeki değişimle ilgili değerlendirmelerde bulunulmuştur.

SUMMARY

The World economy, which its speed of change gradually increases, on the one hand, forces enterprises to adopt themselves to it and make developments continuously, on the other hand, leave them to face with an intensive competition. In a rivalry environment, becoming complex day by day, today's managers need to evaluate performance of the enterprises relatively, with the efforts of use the resources in most efficient way.

Data Envelopment Anlaysia (DEA) is the most widely used technique for measuring efficiency. DEA is non-parametric method based on linear programming for evaluating relative efficiency of same units, in literally named, Decision Making Units. DEA has been developed by Charnes, Cooper and Rhodes, mainly based on the concept of production frontier functions of Farrell. This technique, monitoring many inputs and outputs that cannot be turned into single total input or output, and widely used in the measures of efficiency for production environment, is developing day by day.

In our search, main topic is theoretical basis of DEA, it is intended to diversify the implementation of DEA based on the datas of 19 firms for 2001 and 2002 which perform in the textile, clothing and leather sectors, quoted by İstanbul Stock Exchange. In this context, firms, which are measured their relative efficiencies, are compared and evaluations on changing in the sector are made through clarifying efficient and inefficient firms.