

İŞLETME PERFORMANSININ ÖLÇÜLMESİNDE VERİ ZARFLAMA ANALİZİ YAKLAŞIMI

Araş. Gör Hüseyin AKTAŞ

Celal Bayar Üniversitesi İ.İ.B.F. İşletme Bölümü, MANİSA

1. Giriş

Günümüzde hem özel sektörde hem de kamu sektöründe yer alan ekonomik birimler faaliyetlerini en etkin şekilde yürütmek yönünde artan baskılarla karşı karşıya bulunmaktadır. Ülkemizde 1980'li yıllardan itibaren başlayan dışa açılma süreci ve serbest piyasa ekonomisi özel sektör firmalarını rekabet kavramı ile tanıştırdı, kamu finansmanında zamanla oluşan çarpık yapı kamu kurum ve kuruluşları arasında kısıtlı kaynakların paylaşımı ve kullanımı konusunda rekabet yaratmaya başlamıştır.

En genel anlamıyla bir organizasyonun belirli bir zaman diliminde elde ettiği sonuçlara o organizasyonun performansı denilmektedir. Performansın tanımlanması ölçülmesi ve geliştirilmesi başarılı bir yönetim için bir zorunluluktur. Performans değerlendirme amaçlarının geliştirilmesi, amaçlar ile uyumlu performans göstergelerinin saptanması, zorunlu geri bildirim mekanizmasının kurulması, düzeltici ve iyileştirici önlemlerin alınması gibi farklı bilimsel disiplinleri ilgilendiren bir süreçtir. Bu konudaki yazın performans değerlemenin amaçlarını, performansı ölçme için farklı yöntemleri ve performansın değerlendirilmesi ile ilgili farklı modelleri kapsamaktadır.

Performans ölçme konusunda kullanılan yöntemleri (i) girdilerle çıktılar arasındaki tek boyutlu ilişkileri inceleyen oran analizleri (ii) etkin üretim sınırı yaklaşımını esas alan yöntemler olarak ikiye ayırmak mümkündür. Etkin üretim sınırı kavramı çerçevesinde geliştirilen yöntemler, üretim fonksiyonunun yapısı konusunda belirli bir varsayıma dayanıp dayanmadıklarına göre parametrik ve parametrik olmayan yöntemler olarak ikiye ayrılmaktadır.

Her ekonomik birim amaçlarını gerçekleştirmek için dış çevresinden temin ettiği kaynakları (girdileri) belirli bir üretim teknolojisinden yararlanarak mal ve hizmetler biçiminde çıktılar dönüştürür. İşletmelerin bir zaman dilimindeki performansının değerlendirilmesi, kullandığı girdileri çıktılara dönüştürürken ne kadar rasyonel davrandığının incelenmesidir. Bu bağlamda bir ekonomik birimin performansını değerlendirirken, kullanılan girdilerden en büyük çıktı seviyesi elde edilip edilmediği ve ya belirli çıktı seviyesine en düşük girdi miktarı ile ulaşıp ulaşılmadığının saptanması gerekir.

Bu çalışmanın amacı, işletmelerin göreceli performansını ölçmek için geliştirilen Veri Zarflama Analizi'ni (VZA) ve bu yöntemin dayandığı ekonomik etkinlik kavramlarını incelemektir.

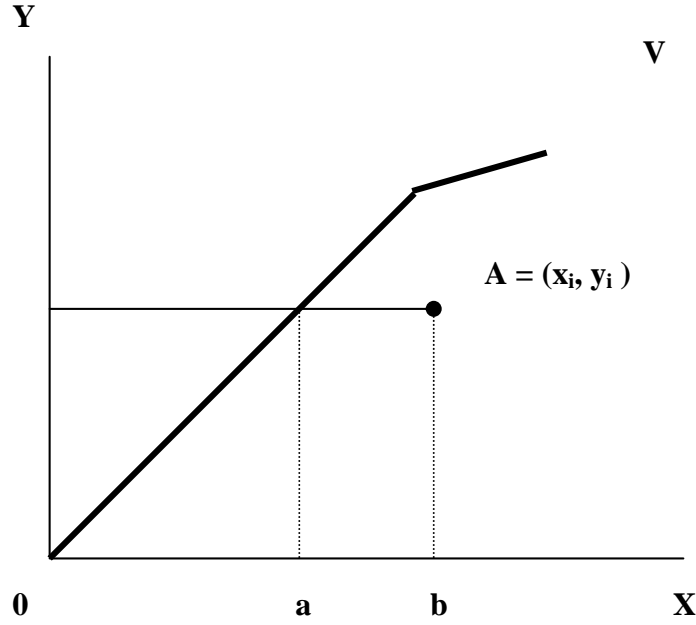
2. Ekonomik Etkinlik Kavramları

Ekonomik karar alma birimleri olan işletmelerin amaçlarına en düşük maliyetle yürütmeleri rasyonellik ilkesinin bir gereğidir. İşletmelerin genel ekonomik başarısını ölçmek için birbirleriyle ilişkili bir dizi etkinlik (efficiency) kavramı geliştirilmiştir. Bir işletmenin minimum maliyet düzeyinde üretim yapmadaki başarısına maliyet etkinliği (cost efficiency) denir. Farrell (1957) maliyet etkinliğini, Teknik Etkinlik (Technical Efficiency) ve Tahsis Etkinliği (Allocative Efficiency) olmak üzere ikiye ayırmıştır (Sengupta; 1999a,505). İşletmelerin elinde bulundurduğu girdi bileşimini en uygun biçimde kullanarak en çok çıktıyı üretmedeki başarısına teknik etkinlik; girdi fiyatlarını göz önünde bulundurarak en uygun girdi bileşimini seçmedeki başarısına tahsis etkinliği denir (Yolalan;1991,709-710; Sengupta; 1999b, 209). Tahsis Etkinliği, teknik etkinlikle birlikte, bir işletmenin minimum maliyetle üretim yapmadaki ekonomik başarısının göstergesi olarak maliyet etkinliğini belirler.

2.1. Etkin Üretim Sınırı Ve Teknik Etkinlik Kavramı

Bir mal ve hizmetin üretiminde, veri teknoloji seviyesinde, optimal girdi bileşimiyle elde edilebilecek en yüksek üretim miktarlarının oluşturduğu teorik sınırı etkin üretim sınırı (efficient production frontier) denir (Norman ve Stoker;1997,12-13). Etkin üretim sınırında faaliyet gösteren firmalar girdilerin çıktılarına dönüştürülmesinde tam teknik etkinliğe (full technical efficiency) sahiptir. Teknik etkinlik derecesi, girdi ve çıktıların fiyatları ve maliyetlerini dikkate almaksızın, veri teknoloji seviyesinde, belirli bir çıktı miktarının üretilmesinde girdilerin fazla kullanılıp kullanılmadığı belirler. Üretimin ölçeği ve yönetsel beceriler teknik etkinliği etkiler. Şekil-1'de tek girdi ve çıktıya dayalı teknik etkinlik ve etkin üretim sınırı kavramları gösterilmiştir (Seitford;1999,4-5).

Şekil-1'de **V** teorik etkin üretim sınırı, tam teknik etkinlik koşullarında belirli çıktı düzeylerini üretmek için gerekli minimum girdi miktarlarını göstermektedir. Etkin üretim sınırında faaliyet gösteren firmalar, optimal girdi miktarını ve en gelişmiş üretim teknolojisini kullanarak tam teknik etkinlik seviyesinde üretim yapmaktadır. **A** noktasında (x_1, y_1) çıktı üreten firma tam teknik etkinliğe sahip değildir ve girdi kullanımını ab kadar azaltarak etkin üretim sınırına doğru hareket ederek teknik etkinlik derecesini artırabilir. Bu firmanın teknik etkinlik derecesi etkin üretim sınırından uzaklığın bir ifadesi olarak **Oa/Ob** oranıdır.



Şekil-1: Tek Girdi-Çıktı Bileşimi İçin Üretim Sınırı

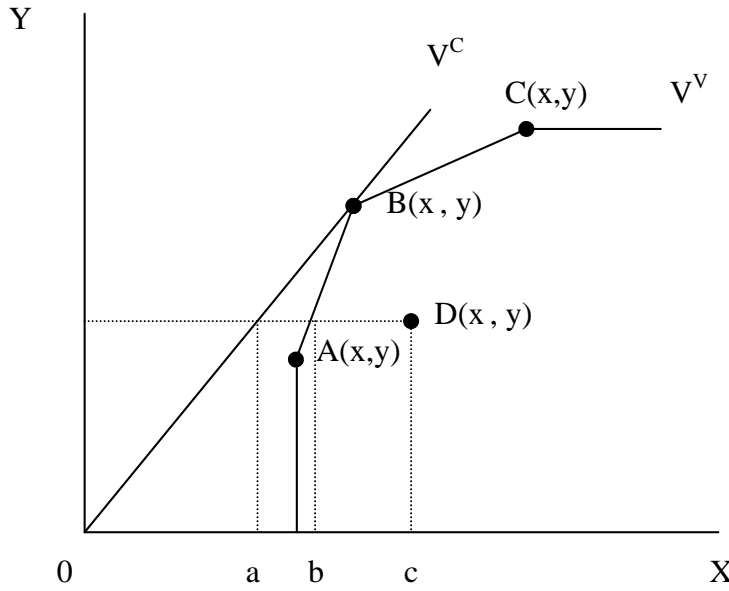
2.2. Ölçek Etkinliği Kavramı

Teknik etkinlik kavramını pür teknik etkinlik ve ölçek etkinliği olarak bileşenlerine ayırmak mümkündür. Bir çok mal ve hizmetin üretilmesinde İşletme büyüklüğü (ölçeği) üretim fonksiyonunun özelliklerine bağlı olarak Teknik etkinlik seviyesini etkiler. Bir üretim sürecinde girdiler aynı oranda artırıldığında çıktı seviyesindeki artış, girdilerdeki artış oranından fazla (az) ise **ölçeğe göre artan** (azalan) **getiri** söz konusudur. Çıktı miktarı, girdilerdeki artış ile aynı oranda artıyorsa ölçeğe göre sabit getiriden bahsedilir. Her hangi bir işletmenin için, üretim fonksiyonu ölçeğe göre artan (azalan) getiri özelliğine sahip ise çok küçük (büyük) olmak rasyonel değildir.

Şekil-2'de tek girdi ve tek çıktı için, V^C doğrusu ölçeğe göre sabit getiri, V^V ise ölçeğe göre değişken getiri varsayımına göre iki ayrı üretim sınırı gösterilmektedir (Zhu; 2000, 614). Ölçek etkinliği V^C doğrusu ile V^V eğrisi arasındaki uzaklık tarafından belirlenmektedir. B noktasındaki bir işletme her iki etkin üretim sınırı üzerinde bulunduğu için optimal üretim ölçeğinde faaliyet göstermektedir. A noktasında faaliyet gösteren işletme ise V^V etkin üretim

sınırının, ölçeğe göre artan getiri bölümünde yer aldığı için optimal ölçeğine göre küçüktür. Bu nedenle, üretimini her iki etkin üretim sınırının üzerinde bulunan **B** noktasına gelinceye kadar artırmalıdır. C noktasında bulunan işletme V^V etkin üretim sınırının, ölçeğe göre azalan getiri bölümünde yer aldığı için optimal üretim ölçeğine göre büyüktür ve üretimini azaltmalıdır. D noktasında faaliyet gösteren işletme ise hem ölçek etkinliğine, hem de pür teknik etkinliğe sahip değildir. Bu işletmenin pür teknik etkinliği Ob/Oc , ve ölçek etkinliği Oa/Ob 'dir

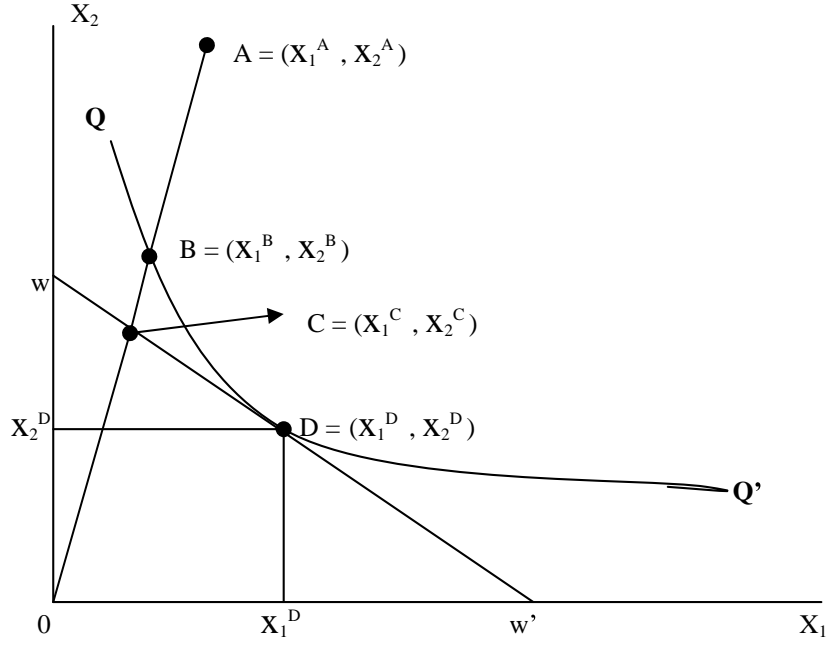
$$\begin{aligned} \text{Teknik etkinlik(D)} &= \text{Pür teknik etkinlik} * \text{Ölçek etkinliği} \\ &= (Ob/Oc) * (Oa/Ob) = Oa/Oc \end{aligned}$$



Şekil-2: Ölçeğe Göre Sabit ve Değişken Getiri

2.3. Tahsis Etkinliği Kavramı

Birden fazla girdi kullanan bir ekonomik birimin girdi fiyatlarını dikkate alarak en uygun girdi bileşimini seçmedeki performansına tahsis etkinliği denir. Tahsis etkinliği kavramı, teknik etkinlik kavramı ile birlikte Şekil-3'de açıklanmaktadır (Norman ve Stoker; 1997,11).



Şekil-3: Farrell Teknik ve Tahsis Etkinliği

Şekil-3'de QQ' eğrisi mevcut iyi üretim teknolojiyi kullanarak sabit miktardaki bir çıktıyı üretmek için olası girdi bileşimlerini (x_1, x_2) temsil etkin üretim sınırını, WW' eş maliyet doğrusunu temsil etmektedir. QQ' eğrisinin her noktasında firma tam teknik etkinliğine, WW' eş maliyet doğrusunun üzerindeki her noktada ise, tahsis etkinliğine sahiptir. Firma için tam maliyet etkinliği (cost efficiency) hem etkin üretim sınırında hem de eş maliyet doğrusu üzerinde bulunmayı sağlayan D noktasındaki (X_1^D, X_2^D) girdi bileşiminde gerçekleşecektir.

A noktasında faaliyet gösteren bir firma ne teknik etkinliğe ne de tahsis etkinliğine sahiptir. Bu firma teknik olarak etkin değildir, çünkü en uygun teknoloji kullanımını temsil eden etkin üretim sınırı üzerinde faaliyet göstermemektedir. Şekil-2'deki OB doğru parçasının OA doğru parçasına oranına (OB/OA) Farrell teknik etkinlik derecesi denilmektedir (Ruggiero; 2000,140). Firma daha iyi

teknolojinin kullanımıyla girdi kullanımını azaltarak teknik etkinlik derecesini yükseltebilir. Benzer şekilde firma en uygun girdi bileşiminde üretim yapmadığı için tahsis etkinliğine de (Farrel tahsis etkinliği) sahip değildir. Bir başka anlatımla, firma X_2 girdisinden fazla, X_1 girdisinden ise az kullanmaktadır. **OC** doğru parçasının **OB** doğru parçasına oranı (**OC/OB**) firmanın Tahsis etkinliği derecesidir. Maliyet etkinliği aşağıdaki gibi yazılabilir.

$$\begin{aligned} \text{Maliyet etkinliği} &= \text{Teknik etkinlik} * \text{Tahsis etkinliği} \\ &= (\text{OB/OA}) * (\text{OC/OB}) = \text{OC/OA} \end{aligned}$$

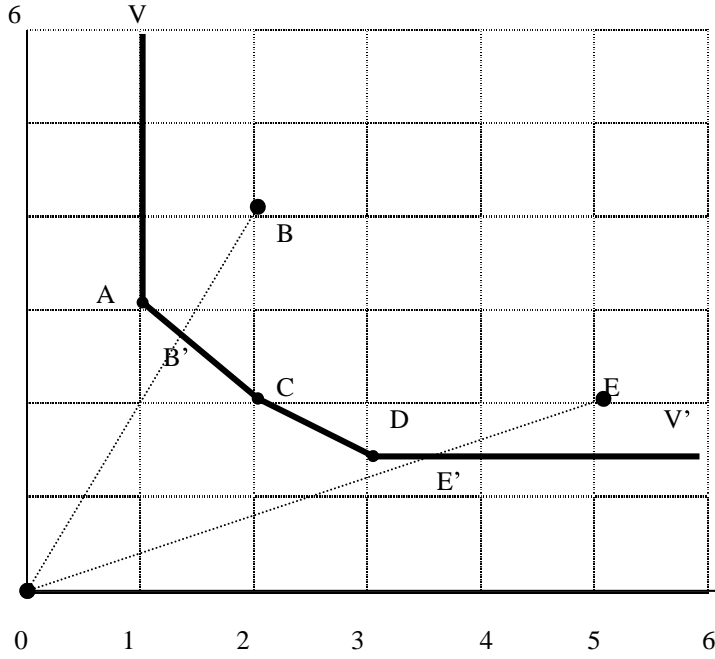
3. Veri Zarflama Analizi

Farklı ekonomik etkinlik kavramlarına göre işletmelerin göreceli performansının ölçülmesinde karşılaşılan temel sorun, teorik etkin üretim sınırının oluşturulmasıdır. Bu sorunu çözmek üzere geliştirilen yöntemler genel olarak parametrik ve parametrik olmayan yöntemler olarak iki ana grup içinde sınıflandırılmaktadır. Etkin üretim sınırının oluşturulmasında kullanılan parametrik yöntemlerde, girdiler ve çıktılar arasındaki ilişkinin yapısı konusunda Cobb-Douglas üretim fonksiyonu gibi bir ilişkinin varlığı kabul edilmektedir. Bu tür yöntemlerde, etkin üretim sınırı, gözlem kümesinin girdi ve çıktıları temsil eden verilerden, en küçük kareler yöntemi gibi regresyon teknikleriyle tahmin edilmeye çalışılmaktadır.

Non parametrik yöntemlerde ise üretim fonksiyonunun formu konusunda önceden bir öngöründe bulunulmaz. Non parametrik bir yöntem olan VZA’nde ise, gözlem kümesi içerisinde en yüksek çıktı- girdi oranına sahip firmaların girdi-çıkıtı noktalarını, diğer firmaların konumlarını da içerecek şekilde birleştirilerek hipotetik bir etkin üretim sınırı oluşturulur.

X_1 ve X_2 gibi iki girdi kullanarak Y çıktısını üreten beş işletmeden oluşan bir gözlem kümesi için, VZA’nin grafik çözümü Şekil 4’de gösterilmiştir (Cubbin ve Tzanidakis; 1998, 78). Şekilde A, B, C, D, E noktaları X_1/Y_0 ve X_2/Y_0 oranlarının kesişimlerini göstermektedir. Örneği A bir birim Y_0 çıktısını üretmek için X_1 girdisinden 1, X_2 girdisinden ise 3 birim kullanmaktadır. Gözlem birimlerinden A, C, D birbirine yakın ve Y_0 çıktısını üretmek için X_1 ve X_2 girdisinden birim başına en az kullanan işletmelerdir. $V V'$ eğrisinin temsil ettiği etkin üretim sınırı, orijine en yakın A, C, D noktalarını, B ve E noktalarını içerecek şekilde birleştiren doğru parçaları tarafından oluşturulmaktadır. $V V'$ eğrisi üzerinde yer alan işletmeler yüzde yüz teknik etkinlik derecesinde faaliyet göstermektedirler. Fakat B ve E işletmeleri teorik etkin üretim sınırını temsil eden $V V'$ eğrisi üzerinde yer almadıkları için tam teknik etkinliğe sahip değildirler. Örneğin B işletmesi tam teknik etkinliğe ulaşmak için B’ noktasına doğru X_1 ve X_2 girdisinden aynı oranda azaltarak hareket etmelidir. B’ noktası etkin üretim sınırında yer alan A ve C işletmesinin karışımından oluşan, teorik bir işletmeyi

temsil etmektedir. B'nin teorik B' işletmesine göre teknik etkinliği OB'/OB oranına eşittir. B işletmesi tam teknik etkinlik seviyesini elde etmek için, X_1 ve X_2 girdilerinin miktarında, Y_0 çıktı seviyesini koruyarak, yaklaşık %30 azaltma yapması gerekmektedir.



Şekil 4: Veri Zarflama Analizinin Grafik Çözümlemesi

	X_1	X_2	Y_0	X_1/Y_0	X_2/Y_0
A	100	300	100	1	3
B	300	600	150	2	4
C	100	100	50	2	2
D	300	150	100	3	1,5
E	250	100	50	5	2

4. Veri Zarflama Analizinde Doğrusal Programlama Yaklaşımı

4.1. Teknik Etkinliğin Doğrusal Programlama Modeli

Birden fazla çıktı ve girdi söz konusu olduğunda grafik çözümlenebilir VZA için uygun olmamaktadır. Charnes, Cooper ve Ross (1978) doğrusal programlama yöntemini kullanarak, Farrell (1957)'in göreceli teknik etkinlik kavramını tek çıktılı üretim ortamları yerine, birden çok çıktılı üretim ortamlarında uygulanabilir hale getirmiştir (Banker, Charnes ve Cooper ; 1984, 1078-1092; Yolalan; 1991,715). VZA'nin belirli bir çıktı seviyesi için girdilerin minimize edilmesini amaçlayan doğrusal programlama formu aşağıdaki gibi gösterilebilir:

Min En

Kısıtlayıcılar

$$i = 1, \dots, I$$

$$\sum_{j=1}^N w_j y_{ij} - y_{in} \geq 0$$

$$k = 1, \dots, K$$

$$\sum_{j=1}^N w_j x_{kj} - E_n x_{kn} \leq 0$$

$$j = 1, \dots, N$$

N = Gözlem kümesindeki birim sayısı

n = Analiz edilen birim

I = Farklı çıktılar

Y_{in} = n 'in i çıktısının değeri

K = Farklı girdiler

X_{kn} = n 'in k girdisinin değeri

W_j = Gözlem kümesindeki her birim için girdi ve çıktılarının ağırlıkları

E_n = Her iterasyonda ortaya çıkan teknik etkinlik derecesi

Yukarıdaki doğrusal programlama modelinin çözümlenmesi ile n 'in teknik etkinlik derecesinin belirlenmesinde kullanılan, etkin üretim sınırındaki hipotetik bir birim oluşturulmaktadır. Gözlem kümesindeki diğer birimlerin farklı derecede ağırlıklandırılmasıyla oluşan hipotetik birim, n birimden daha fazla girdi kullanmadan (kısıtlayıcı 2), en az n kadar çıktı (kısıtlayıcı 1) üretmektedir. Çözümleme sırasındaki her iterasyonda, kısıtlayıcılardaki koşulların karşılanması için, diğer birimlerin hipotetik birimi oluşturan ağırlıkları ve "En" değerinin bizzat kendisi değişmektedir. Optimal çözüme ulaşıldığında 0 ile 1 arasında çıkan "En" n 'in teknik etkinlik derecesini gösterirken, W_j değerleri etkin üretim sınırındaki hipotetik birimi oluşturan diğer birimlerin ağırlıklarını gösterir ve bu birimler n için potansiyel kıyaslama adaylarıdır. Örneğin 0,70 gibi teknik etkinlik derecesinin ortaya çıkması, n 'in çıktı seviyesini koruyarak girdilerini 0.30 azaltabileceğini belirtmektedir.

VZA'ni çıktı maksimizasyonu sorunu olarak da aşağıdaki gibi kurmak mümkündür.

Max E_n

Kısıtlayıcılar

$$i = 1, \dots, I$$

$$\sum_{j=1}^N w_j y_{ij} - E_n y_{in} \geq 0$$

$$\sum_{j=1}^N w_j x_{kj} - x_{kn} \leq 0$$

$$w_j \geq 0$$

$$k = 1, \dots, K$$

$$j = 1, \dots, N$$

Modelde kısıtlayıcılar etkin üretim sınırında yer alacak hipotetik birimin n 'inci birimden daha fazla kaynak tüketmeden en az n kadar çıktı üretmesini sağlayacak şekilde oluşturmaktadır.

4.2. Ölçek Etkinliğinin Doğrusal Programlama Modeli

Yukarıdaki doğrusal programlama modelleri ölçeğe göre sabit getiri varsayımına göre geliştirilmiştir. Banker, Charnes Cooper (1984) ölçeğe göre değişken getiri varsayımına göre VZA modelini geliştirerek ölçek etkinliklerinin ölçülmesini olanaklı hale getirmişlerdir (Banker, Bardhan ve Cooper; 1996, 583-585).

Ölçek etkinliği ölçmek için girdi minimizasyonunu amaçlayan doğrusal programlama modeli aşağıdaki gibi kurulur.

Min E_n^y

Kısıtlayıcılar

$$i = 1, \dots, I$$

$$\sum_{j=1}^N w_j y_{ij} - y_{in} \geq 0$$

$$\sum_{j=1}^N w_j x_{kj} - E_n x_{kn} \leq 0$$

$$k = 1, \dots, K$$

$$\sum_{j=1}^N w_j = 1$$

$$j = 1, \dots, N$$

$$w_j \geq 0$$

Ölçeğe göre sabit getirili VZA modellerinde, girdilerin ve çıktılarının üretim ölçeğindeki değişimlerle aynı oranda artacağı veya azalacağı kabul edilmektedir. Yukarıdaki modele eklenen ağırlıkları 1'e eşitleyen kısıtlayıcı bu varsayımı ortadan kaldırmaktadır (Banker, Bardhan ve Cooper; 1996, 584-585).

Ölçeğe göre sabit getiriye göre belirlenen teknik etkinlik derecesinin (E_n), ölçeğe göre değişken getiriye göre belirlenen teknik etkinlik derecesine oranı uygun üretim ölçeğinde üretim yapılıp yapılmadığı belirler. Ölçek etkinliğini belirleyen E_n/E_n^V oranının 1'e eşit olması faaliyetlerin optimal üretim ölçeğinde gerçekleştirildiği gösterir. Bu oranın 1'den küçük olması durumunda, fiili üretim ölçeğinin, optimal üretim ölçeğinden büyük mü yoksa küçük mü olduğunu belirlemek için, ölçeğe göre azalan getiriye göre aşağıdaki VZA modelin kurulması gerekir.

Min E_n^D

Kısıtlayıcılar

$$i = 1, \dots, I$$

$$\sum_{j=1}^N w_j y_{ij} - y_{in} \geq 0$$

$$\sum_{j=1}^N w_j \leq 1$$

$$\sum_{j=1}^N w_j x_{kj} - E_n x_{kn} \leq 0$$

$$k = 1, \dots, K$$

$$w_j \geq 0$$

$$j = 1, \dots, N$$

Eğer E_n/E_n^V oranı birden küçük ve $E_n = E_n^D$ ise gözlem birimi "n" ölçeğe göre artan getiri özelliğine sahip üretim ölçeğinde bulunmaktadır. Bu durumda N'in optimal üretim ölçeğine ulaşması için üretimini artırması gerekir. E_n/E_n^V oranı birden küçük iken, $E_n < E_n^D$ ise "n" ölçeğe göre azalan getirili üretim ölçeğinde bulunmaktadır. Bu nedenle üretim miktarının azaltılması rasyonel bir karardır.

4.3. Tahsis Etkinliği ve Maliyet Etkinliğinin Belirlenmesi

Teknik etkinlik derecesini ölçmeyi hedefleyen VZA'nin yukarıda açıklanan modellerin kurulabilmesi için girdi ve çıktılarının miktarlarının oluşturulabilmesi yeterlidir. Eğer bir gözlem kümesi için girdi fiyatları da mevcut ise tahsis ve maliyet etkinliği bakımından performansın ölçülmesi mümkündür. Bir ekonomik birim veri girdi fiyatlarını dikkate alarak, üretim maliyetlerini minimize

eden oranda girdilerini kullanıyorsa tahsis etkinliğine sahiptir. Tahsis etkinliği teknik etkinlikle birlikte maliyet etkinliğini belirler.

$$\text{Min } \sum_{k=1}^K (P_{kn} x_{kn}) \text{En}_a$$

Kısıtlayıcılar

$$\sum_{j=1}^N w_j y_{ij} - y_{in} \geq 0$$

$$i = 1, \dots, I$$

$$\sum_{j=1}^N w_j x_{kj} - x_{kn} \text{En}_a \leq 0$$

$$k = 1, \dots, K$$

$$w_j \geq 0$$

$$j = 1, \dots, N$$

$(P_{kn} X_{kn}) = n$ 'in k 'inci girdisinin maliyeti

$\text{En}_a = n$ 'in K adet girdilerinin toplam maliyetini minimum yapan kullanım yüzdesi

Modelde etkin üretim sınırındaki hipotetik birimle ilgili kısıtlayıcılar korunmak koşulu ile optimum çözümünde n 'in toplam maliyetini minimum yapan her girdi için geçerli kullanım oranı belirlenmektedir (Banker, Maindiratta; 1998, 1320). Bir başka anlatımla En_a değeri teknik etkinlik seviyesi dikkate alınmadan, tahsis etkinliğinin derecesini ifade etmektedir. Maliyet etkinliği indeksi teknik etkinlik derecesinin yardımıyla (En) ise aşağıdaki şekilde hesaplanabilir.

$$\text{Maliyet etkinliği} = \sum_{k=1}^K \text{En}_a (P_{kn} X_{kn}) / \sum_{k=1}^K \text{En} (P_{kn} X_{kn}).$$

Maliyet Etkinliği indeksinin değerinin 1'e eşit olması incelenen gözlem biriminin tam maliyet etkinliğine sahip olduğunu gösterir.

5. SONUÇ

VZA ekonomik birimlerin genel ekonomik performansının göreceli olarak ölçülmesinde yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir. Başlangıçta girdi ve çıktı fiyatlarının belirlenmesinin güç olduğu kamu kuruluşu niteliğindeki kar amacı gütmeyen birimlerin performansını ölçmek için geliştirilen VZA, daha sonraları özel sektör işletmelerinin de performansını ölçmek için kullanılmaya başlanmıştır.

Ülkemizdeki VZA uygulamalarına Oral ve Yolalan (1990), Albayrak ve Özcan (1996), Çokgezen (1997), İşcan ve Karsak (1999), Aktaş (1999), Ulucan (2000) tarafından yapılan çalışmalar örnek verilebilir.

VZA girdi ve çıktıların fiziki miktarlarının yanında fiyat verilerinin de mevcut olduğu ekonomik birimlerin genel ekonomik başarısını, teknik etkinlik, ölçek etkinliği ve tahsis etkinliği gibi bileşenlerine ayırarak belirlenmesine ve potansiyel iyileştirme alanlarının tespitine imkan vermektedir. Birden fazla girdi ve çıktıya sahip işletmelerin performansını tek değer olarak özetlemesi VZA en önemli özelliğidir. Çözümleme sırasında etkin üretim sınırında faaliyet gösteren hipotetik birimi oluşturan birimler, etkinliği ölçülen birim için potansiyel kıyaslama adayları olarak düşünülebilir. Diğer ampirik teknikler gibi VZA üstünlüklerinin yanında, bir dizi olumsuz yönlere de sahiptir.

VZA ile performans ölçümlerinin anlamlı olabilmesi için gözlem kümesini benzer girdi çıktı yapısına sahip ve aynı ekonomik çevre koşullarında faaliyet gösteren işletmeler veya bir işletmenin alt birimleri tarafından oluşturulması gerekir. Hesaplanan etkinlik dereceleri, girdi ve çıktı değerlerindeki hatalara karşı oldukça hassastır. Bir gözlem birimine ait veriler modele yanlış girildiğinde etkin üretim sınırı oldukça bozulabilir. Belirli bir gözlem kümesi için geliştirilen etkin üretim sınırına göre etkinlik dereceleri ölçüldüğü için, iki ayrı çalışmadan elde edilen etkinlik derecelerini karşılaştırmanın mümkün olmaması VZA'nin temel eksikliğidir.

KAYNAKÇA

- ALBAYRAK, C., ÖZCAN, O.;** “İşletme Performansı Analizi: Çimento Sektöründe Bir Uygulama”; **YA/EM’96 Bildiriler Kitabı**, 397-400, 1996.
- AKTAŞ, H.;** “An Application of Data Envelopment Analysis With Financial Ratios Assess the Performance of Banks”, **Yönetim Ve Ekonomi**, Celal Bayar Üniversitesi, İ.İ.B.F. Dergisi, Sayı:5, 1999.
- BANKER, R., CHARNES A., COOPER W.;** “Models for Estimation of Technical and Scale of Inefficiencies in Data Envelopment Analysis”, **Management Sciences**, pp. 1078-1092, 1984.
- BANKER, R., BARDHAN, W., COOPER, W.;** “A Note on Returns to Scale in DEA”, **European Journal of Operation Research**, 88, 1996.
- BANKER, R., MAINDIRATTA, A.;** “Nonparametric Analysis of Technical and Allocative Efficiencies in Production”, **Econometrica**, Vol.56, Issue 6, Nov., 1998.
- CİNGİ, S., ARMAĞAN, T.;** “Türk Banka Sisteminde Performans Ölçümü: DEA, Malmquist, TFP Endeksi Uygulaması”, **Türk Bankalar Birliği Araştırma Tebliğleri**, sayı:2000-01, 2000.
- CUBBIN, J., TZANIDAKIS, G.;** “Regression Versus Data Envelopment Analysis for Efficiency Measurement: An Application on the England and Wales Regulated Water Industry”, **Utilities Policy**, 7, 1998.
- ÇOKGEZEN, M.;** “Mülkiyet Yapısı ve Etkinlik İlişkisi: Şeker Fabrikaları Örneği”, **3. Verimlilik Kongresi**, 14-16 Mayıs Ankara, 1997.
- İŞCAN, F., KARSAK, E.;** “Çimento Sektöründe Görelî Faaliyet Performansının Ağırlık Kısıtlamaları ve Çapraz Etkinlik Kullanılarak Veri Zarflama Analizi İle Değerlendirilmesi”, **YA/EM’99 Bildiriler**, 1999.
- NORMAN M., STOKER, B.;** **Data Envelopment Analysis: The Assessment of Performance**, Jhon Wileysons, Newyork, 1997.

ORAL, M., YOLALAN, R.; “An Emprical Study Measuring Operating Efficiency and Profitability of Bank Branches”, **European Journal of Operation Research**, vol.46, no.3, 1990.

RUGGIERO, J.; “Measuring Technical Efficiency”, **European Journal of Operation Research**, 121, 2000.

SEITFORD, L.; “An Investigation at Returns to Scale in Data” **OMEGA, Int. J. Mgmt. Sci.** 27, 1999.

SENGUPTA, J.K.; “A Dynamic Efficiency Model Using Data Envelopment Analysis”, **International Journal of Production Economics**, 62, 1999b.

SENGUPTA, J.K.; “Farrell-type Efficiency Under Demand and Price Fluctuations”, **Applied Economics Letters**, 1999a.

ULUCAN, A.; “Şirket Performansının Ölçülmesinde Veri Zarflama Analizi Yaklaşımı: Genel ve Sektörel Bazda Değerlendirmeler”, **H.Ü. İ.İ.B.F. Dergisi**, Cilt. 18, Sayı. 1, 2000.

YOLALAN, R.; “Parametresiz Etkinlik Ölçütleri ve Veri Zarflama Analizi”, **I. Verimlilik Kongresi Bildiriler**, MPM Yayınları:454, 1991.

ZHU, J.; “Further Discussion on Lineer Production Function and DEA”, **European Journal of Operation Research**, 127, 2000.