

Performans Ölçümünde Kullanılan Parametrelili ve Parametresiz Etkinlik Ölçüm Yöntemlerinin Karşılaştırılması

Cavit YEŞİLYURT (*)

Öz: Son yıllarda teknolojinin ilerlemesi ile örgütlerde temel ilgi alanını oluşturan pek çok problem aşılmış ve günümüzde performans ölçümü konusu ön plana çıkmıştır. Bu çalışmada oran analizi ve regresyon analizi gibi parametrelili etkinlik ölçüm yöntemleri ile bu tekniklerin sınırlılıklarının büyük ölçüde üstesinden gelen Veri Zarflama Analizi incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Performans Ölçümü, Parametrelili ve Parametresiz Yöntemler, VZA.

Comparison of Measurement Methods with and without Parameters Using in Performance Measurement

Abstract: Some of the problems, which were the main interest areas of the organisations before, are solved with recent developments in technology. In this paper, parametric efficiency measurement methods such as ratio analysis and regression analysis and non-parametric efficiency measurement methods Data Envelopment Analysis, that overcomes the limitations of above mentioned ones, were defined.

Keywords: Performance Measurement, With and Without Parameter Methods, DEA.

Makale Geliş Tarihi: 04.11.2018

Makale Kabul Tarihi: 08.12.2018

I.Giriş

Etkinlik ve verimlilik gibi kavramlar, kaynakların sınırlı, isteklerin de sınırsız olduğu dünyada her zaman önemli olmuş ve olmaya devam edeceklerdir. Mal ve hizmet üretiminin mutlaka bir emek sonucu olduğu gerçeği düşünülürse kaynakların sınırlı olmadığı düşsel dünyada bile etkinlik ve verimlilik kavramlarının insan yaşamındaki önemi ihmal edilemez. Bu nedenle bireylerden kurumlara ve siyasal karar düzeneklerine kadar herkesin verimlilik bilincine sahip olması, verimlilik bilincinin yaygınlaştırılması ve bu bilincin gerektirdiği koşulların sağlanması için çaba göstermesi büyük önem taşımaktadır.

Örgütsel performansın iyileştirilmesi için, belirli dönemler sonunda gerçekleştirilen faaliyetlerin değerlendirilmesi ve bir takım verimlilik yaklaşımlarından yararlanılarak karar verme birimlerinde (KVB) ne kadar çıktının ne kadar girdi tüketilerek üretildiğinin izlenmesi yaşamsal önem taşımaktadır (Şahin,1998;11). Performans izleme sürecinin önemli ve birincil adımları “sayma-ölçme” ve “karşılaştırma” olarak tanımlanabilir.

Örgütlerde, ya da üretim özelinde işletmelerde, veri olarak değerlendirilmesi gereken birçok faktörün var olabileceği düşünülürse, performans ölçümünde tek bir modelden

*) Doç.Dr. Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Ekonometri Bölümü (e-posta: cavitiesilyurt@atauni.edu.tr)

söz etmek yeterli olmayacaktır. Bu nedenle konuyla ilgili yazında performansın çeşitli boyutlarını göz önüne alan birçok hesaplama metodu geliştirilmiştir. Bu metotlarının tamamına yakını genel anlamda iki açıdan tartışılabilir. Bunlardan birincisi, çeşitli kurumlar ya da yazarlar tarafından geliştirilmiş modelleri, işletme ya da örgütlerin kendi gereksinimlerine cevap verdiği durumlarda aynen uygulayıp, aksi durumlarda modele eklemeler ya da düzeltmeler yaparak kendi gereksinimlerine uydurmaları yoludur. İkincisi ise, çalışma grubunun bilgi ve deneyimlerine, işletmenin gereksinimlerine göre bir dizi göstergelerin geliştirilmesi ve bu göstergeler arasında istenen yönde bağlantılar kurularak çok yönlü bütünlük ya da bireysel sistemlerin hazırlanmasıdır.

Performans ölçümüne ilişkin yapılan analizleri genel anlamda üç başlık altında toplamak mümkündür. Bunlar; oran analizi, parametrelili yöntemler ve parametresiz yöntemlerdir (Yolalan,1993; 4).

II. Oran Analizi

Örgütsel performansın ölçümünde kullanılan yöntemlerden en basiti ve belki de en yaygın oran analizidir. Tek girdi ve tek çıktı ile sınırlı olan bu analiz yönteminin, hala yaygın bir yöntem olarak kullanılması nedeni, oldukça kolay bir yöntem olmasına ve çok az bilgiye gereksinim duymasındadır.

Tek girdinin tek çıktıya oranı olarak tanımlanan oran analizi (ratio analysis) yaklaşımında her bir oran, performansla ilgili boyutlardan sadece bir tanesini göz önüne alırken diğer boyutları göz ardı etmektedir. Örneğin; finansal analizlerde kullanılan oranlar (likidite, mali bünye, faaliyet, karlılık vs.) o faaliyet dönemi içindeki olayların yorumunu, yalnızca ilgili orana konu olan kalemler bazında yapabilirler.

Oranlarla yapılan değerlendirmelerin bir başka zayıf yönü de; mutlaka bir şeylerle karşılaştırılmaya gereksinim duymalarıdır. Örneğin, oranla performans ölçümü yapılan bir örgütteki sayısal sonuçlar, ya kendi içeriğindekiyle ya da diğer örgütlerin benzer değerleri ile ilişkilendirilirler.

Oran analizi ile yapılan ölçümlerde, bazı oranlar örgütü son derece verimli gösterirken bazı oranlar da örgütü oldukça başarısız gösterebilmektedir. Bu olumsuzluğun giderilebilmesi için, tekil oranların tek boyutluluğunu dengeleyen “genişletilmiş oran kümeleri” geliştirilmiş ise de bunlar da tek boyutlu yapıdan kurtulamamıştır. Bu nedenle, performans ölçüm çalışmalarında değişik oranların en anlamlı bir şekilde ağırlıklandırılarak tek bir ölçütün türetilmesine fazlasıyla gereksinim duyulmaktadır (Yolalan,1993;5).

Oran analizinde ölçek olarak oran ölçeği (ratio scala) kullanılır. Oran ölçeğinde başlangıç noktası sabit olmakla beraber ölçek üzerindeki noktalar birbirinin katı olarak ifade edilebilirler. Bu nedenle bu ölçekle ölçülmüş verilere tüm matematiksel işlemler uygulanabilir. Ağırlık, uzunluk, miktar ve fert sayısı gibi değişkenler oran ölçeğinde ifade edilebilirler.

Oran analizi, genel performans ölçümünde birçok yetersizlikleri olmasına karşın tek girdili ve tek çıktılı durumlar için basitliği ve sadeliği nedeniyle en uygun değerlendirme

yöntemi olarak görülebilir. Ancak oran analizindeki oranlama, göreceli de olsa en iyiye göre değil, var olan değerlerin birbirlerine bölümüyle elde edilir. Bu ise, bir performans iyileştirilmesine yönelik bir teknik değil, yalnızca bir durum belirlemesidir.

III. Parametrelili Yöntemler

Bu yöntemlerde, etkinlik ölçümü gerçekleştirilecek olan endüstri dalına ilişkin üretim fonksiyonunun analitik bir yapıya sahip olduğu varsayımı yapılır ve bu fonksiyonun parametrelerinin belirlenmesine çalışılır. Performansla ilgili yazında çok yaygın bir şekilde kullanılan “Cobb-Douglas” tipi üretim fonksiyonuna ilişkin parametrelerin belirlenmesi bu tür yöntemlere örnek olarak gösterilebilir. Parametrelili yöntemlerle performans ölçümünde, genel olarak regresyon teknikleri ile tahmin yapılırken, üretim fonksiyonu çoğunlukla, bir tek çıktı birçok girdi ile ilişkilendirilerek tanılanmaktadır (Yolalan,1993;5). Ayrıca, birçok girdi ile birçok çıktının ilişkilendirildiği parametrelili yöntemlerin de geliştirilmiş olmasına karşın, konuyla ilgili yazında yaygın kullanım alanı bulamamıştır.

Parametrelili etkinlik ölçüm yöntemlerinin en yangın olarak bilineni olan regresyon analizi, aralarında neden sonuç ilişkisi olduğu bilinen, bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki ilişkinin nedensel yapısını belirlemeye yönelik bir yöntemdir (Hays,1973;676).

Regresyon analizinde bağımsız (açıklayan) değişken ile bağımlı (açıklanan) değişken arasındaki nedensel ilişkinin, kuramsal olarak var olması ve değişkenler arasındaki ilişkinin fonksiyonel yapısının bilinmesi gerekmektedir (Loether and MacTavish, 1980;336). Fonksiyonel yapıyı öğrenmek için de, değişkenler arasındaki ilişkiyi gösteren nokta grafiklerinden yararlanılır.

Regresyon teriminin tarihsel kökeni Galton’a kadar gider. Francis Galton ünlü bir yazısında, uzun boylu ana-babaların uzun, kısa boylu ana-babaların kısa boylu çocukları olur eğiliminin geçerliliğine karşın, belli bir boydaki ana-babaların çocuklarının ortalama boyunun genel nüfustaki ortalama boya doğru yaklaşma (“regres”) eğiliminde olduğunu bulmuştur (Galton,1986;42-72). Bir başka söylemle, olağan dışı uzun ya da kısa ana-babaların çocuklarının boyları nüfusun boy ortalamasına yaklaşma eğilimindedir. Galton’un *evrensel regresyon yasası*, aile bireylerinin boylarına ilişkin bini aşkın veri toplayan arkadaşı Karl Pearson tarafından doğrulanmıştır (Galton,1986;42-72). Pearson, bir öbek uzun boylu babanın çocuklarının boy ortalamasının babalarınınkinden kısa, bir öbek kısa boylu babanın çocuklarının boy ortalamasının babalarınınkinden uzun olduğunu, böylece hem uzun hem de kısa boylu çocukların boylarının ortalamaya doğru çekildiğini bulmuştur. Galton’un sözleriyle bu, “sıradanlığa doğru çekilme”dir (Gujarati, 1999; 15).

Regresyon çözümlemesi, bir bağımlı değişkenin başka açıklayıcı değişken(ler)e olan bağımlılığını, birincinin (ana kütle) ortalama değerini, ikinci(ler)in (yinelenen örneklerdeki) bilinen ya da değişmeyen değerleri cinsinden tahmin etme ve/ya da kestirme amacıyla inceler (Gujarati,1999;16). Bu çalışmada, konuyla ilgili yazında en yaygın uygulama alanlarına sahip olmalarından dolayı, bir bağımlı değişkenin bir

bağımsız değişkenle ilişkilendirildiği iki değişkenli regresyon modeli ile bir bağımlı değişkenin birden çok bağımsız değişkenle ilişkilendirildiği çoklu regresyon modelleri üzerinde durulacaktır.

Bir bağımsız değişken (X) ile bir bağımlı değişkenin (Y) ilişkilendirildiği durumda X rastsal değişkeni belli x_i değerlerini alırsa, ana kütle regresyon doğrusu;

$$Y_i = \alpha + \beta x_i + \varepsilon_i$$

buna karşılık gelen Y_i değerini verir. Burada α ile β sabit sayılar, ε_i ise ortalaması 0 olan bir rastsal değişkendir (Newbold,2000;497). Yine burada α sabit terimi, yani y-eksenini kesim noktasını, β ise bağımsız değişkenin katsayısını, yani bağımsız değişkende bir birimlik değişme olduğunda bağımlı değişkende meydana gelebilecek ortalama değişiklik miktarını gösterir. α ile β regresyon modelinin bilinmeyenleridir. Regresyon denkleminde ε , bağımsız değişkenin bağımlı değişkenin tümünü açıklayamaması durumunda kullanılan hata (error) ya da artık (residual) terimini ifade etmektedir. Yani verilmiş herhangi x_i değeri için, Y_i bağımlı değişkeninin (öngörü değerinin) regresyon doğrusundan sapması ya da hata terimi ε_i dir (Newbold,2000;497). Hata terimi genellikle modelin yeterliliğini değerlendirmekte kullanılır (Şahin, 1998;17).

İki değişkenli (bir bağımlı değişken Y ile bir bağımsız değişken X) regresyon modellerine örnek olarak tüketim-gelir ilişkisini vermek istenirse, kabaca tüketimin (Y) yalnızca gelir düzeyiyle ilgili olduğu anlamı çıkar. Bu ise iktisadi açıdan her zaman gerçekçi olmayabilir. Bu nedenle iki değişkenli regresyon modellerinin yetersiz kaldığı yerlerde iktisatçılar, bir bağımlı değişkenin birden çok bağımsız değişken tarafından etkilendiği modellere de gereksinim duyarlar.

Bir bağımlı değişkenin birden fazla bağımsız değişkenle ilişkilendirildiği regresyon modelleri de vardır. Çoklu regresyon adı verilen bu modelde amaç, bir bağımlı değişkenin değişiminin -birden çok bağımsız değişkenler vasıtasıyla- elden geldiğince büyük bir bölümünü açıklayacak bir model kurmaktır (Newbold,2000;535).

Olabilecek en basit çoklu regresyon modeli, bir bağımlı (açıklanan), iki bağımsız (açıklayıcı) değişkeni olan üç değişkenli regresyondur (Gujarati,1999;191). İki bağımsız bir bağımlı değişkeni olan ana kütle regresyon modeli;

$$Y_i = \alpha + \beta_1 x_{1i} + \beta_2 x_{2i} + \varepsilon_i$$

şeklinde olup, parametreler iki değişkenli regresyon modeline benzer şekilde; α , β_1 ve β_2 sabit değerler, ε_i ise ortalaması 0 olan bir rastsal değişkendir. Yine burada α sabit terimi, y-eksenini kesim noktasını β_1 ve β_2 sabit değerleri ise bağımsız değişkenlerin katsayılarını, yani bağımsız değişkenlerde bir birimlik değişme olduğunda bağımlı değişkende meydana gelebilecek ortalama değişiklik miktarını gösterir. α , β_1

ve β_2 regresyon modelinin bilinmeyenleridir. Regresyon denkleminde ε , bağımsız değişkenlerin bağımlı değişkenin tümünü açıklayamaması durumunda kullanılan hata (error) ya da artık (residual) terimini ifade etmektedir. Yani verilmiş herhangi x_{1i} ve x_{2i} değeri için, Y_i bağımlı değişkeninin gözlenen ve beklenen değerinin arasındaki fark ε_i olarak ifade edilir (Newbold,2000; 542).

Bir bağımlı değişkenin (Y) K tane bağımsız değişkenle ilişkilendirildiği genel durum düşünüldüğünde, bu bağımsız değişkenler belli x_1, x_2, \dots, x_K değerleri alırsa, çoklu ana kütle regresyonu, bağımlı değişkenin bunlara karşılık olan değeri Y_i 'yi aşağıdaki gibi gösterir:

$$Y_i = \alpha + \beta_1 x_{1i} + \beta_2 x_{2i} + \dots + \beta_K x_{Ki} + \varepsilon_i$$

Bu model, yukarıda açıklanan iki ve üç değişkenli regresyon modelinin K+1 değişkene genişletilmesidir. Dolayısıyla model parametrelerini de yukarıdaki mantıkla izah etmek mümkündür. Ayrıca bu üç halde de ε hata terimi için şunlar söylenebilir; gözlenen değerler regresyon düzleminde yukarıda ise ε pozitif, aşağıda ise ε negatif, üzerinde ise ε sıfırdır. Ortalama olarak hata terimleri toplamı sıfırdır.

Çoklu doğrusal regresyonda, bağımlı değişkeni etkileyen birden çok bağımsız değişken söz konusudur. Analizin amacı, bağımsız değişkenlerden hangilerinin bağımlı değişkeni daha çok etkilediğini ortaya koyan fonksiyonel ilişkiyi belirlemek ve bu bağımsız değişkenler yardımıyla bağımlı değişkenin değerini öngörmektir. Ancak iki değişken arasındaki ilişki her zaman doğrusal olmayabilir. Değişkenler arasındaki ilişkinin doğrusal olmadığı durumlarda regresyon modelleme sürecinin mantığına uygun olarak bir takım matematiksel dönüşümlerle üretim fonksiyonu doğrusallaştırılmaya çalışılır. Doğrusal duruma getirilemeyen modellerde parametre kestirimleri için doğrusal olmayan regresyon modelleri uygulanabilmektedir (Tatlıdil,1996;381).

Doğrusal regresyon analizinin mantığı, artıkların karelerine ilişkin toplamın en küçük olması şeklinde ifade edilen *en küçük kareler* yöntemine dayanmaktadır. Bu amaçla regresyon analizinde her bir bağımsız değişken (x_i) değeri için birden çok bağımlı değişken (y) değerinin olması, bağımlı değişken değerlerine ilişkin varyansların homojen olması, bağımlı değişken alt kümelerinin oluşturduğu dağılımlara ilişkin ortalamaların bir doğru üzerinde bulunması ve y değerlerinin istatistiksel olarak bağımsız olması gibi bir dizi varsayımları bulunmaktadır. Ayrıca çoklu doğrusal regresyonda, bağımsız değişkenler arasında yüksek derecede ilişki olmaması, yani bağımsız değişkenler arasında doğrusal bağımlılık olmaması gerekmektedir (Alpar,1997;169).

Bağımsız değişken ya da değişkenlerle bağımlı değişken arasındaki nedensel ilişkinin gücünü gösteren ve $[-1,+1]$ kapalı aralığında değer alan ölçüte *korelasyon katsayısı* denilmekte ve ilgili yazında genellikle "r" ile gösterilmektedir. Regresyon denkleminin uygunluk ölçütü olarak R^2 olarak sembolize edilen belirtme (determination)

katsayısı ise bağımlı değişkendeki değişimin yüzde kaçının bağımsız değişken ya da değişkenler tarafından açıklanabildiğini göstermektedir (şahin,1998;18).

Regresyon analizi ile performans değerlendirmesi regresyon doğrusuna göre yapılmaktadır. Regresyon doğrusunun üzerinde kalan karar birimleri göreceli olarak verimli, altında kalan karar birimleri ise verimsiz olarak değerlendirilmektedir. Göreceli teknik verimlilik, regresyon çıktılarından olan artıklarla (residual) yansıtılmaktadır. Pozitif artıklar verimliliği, negatif artıklar ise verimsiz karar birimlerini tanımlamaktadır (Sherman,1984;35).

İkiden fazla değişkenle değerlendirme yapabilme bakımından oran analizine göre daha kapsamlı ve daha gerçekçi olan regresyon tekniğiyle ölçüm yapmanın da temelde üç tane sakıncası vardır. Birincisi, bir tek eşitlik denkleminde dayanan bir fonksiyonu kullanan birden çok bağımsız (girdi) değişkenine karşın ancak bir bağımlı (çıkıtı) değişkeninin analizini yapabilmektedir. İkincisi, regresyon analizi en iyi performansla göre verimlilik analizi yerine ortalama performansla göre göreceli performansı ölçmektedir. Bu ise, en iyi karar birimlerine göre iyileştirmeye olanak tanımaz ve hatta onları bile ortalamaya çekme gibi bir sonuca götürür. Bu da performans iyileştirme değil, en iyi performansı ortalama performans olarak kabul etmek anlamına gelir. Hiç şüphesiz bunun da akılcı ve yeterli bir yöntem olduğu söylenemez. Üçüncüsü ise, regresyon analizi, bir eşitlikte bulunan çıktılarla girdilerin nasıl ilişkilendirildiğine ilişkin parametrik bir üretim fonksiyonunun tanımlanmasını gerektirmekte ve verimsiz birimleri tanımlayamamaktadır. Özellikle yapısal üretim fonksiyonunun tanımlanmasının güç olduğu örgütlerde regresyon analizi performans ölçümünde oldukça yetersiz kalmaktadır.

IV. Parametresiz Yöntemler

Parametrelili yöntemlere bir alternatif olarak ortaya çıkan parametresiz yöntemler, genel olarak matematik programlamayı çözüm tekniği olarak benimsemişlerdir. Bu tür yöntemler, üretim fonksiyonunun ardında herhangi bir analitik formun varlığını öngörmezler. Bu özelliklerinden dolayı parametrelili yöntemlere göre daha esneklerdir. Ayrıca birçok girdili ve birçok çıktılı üretim ortamlarında performans ölçümü için oldukça uygun bir yapıya sahiptirler (Yolalan,1993;5).

Parametresiz etkinlik ölçüm yöntemlerinin büyük çoğunluğu girdi ve çıkıtı ölçüm birimlerinden bağımsızdır. Bu özellikleri ile de, ölçümü yapılan örgüt ya da işletmelerin değişik boyutlarının aynı anda ölçülebilmesine olanak tanımaktadırlar. Bu ölçütler her bir karar verme birimi (KVB) için göreceli etkinliği hesaplarlar amaç fonksiyonlarını ayrı ayrı en iyiler ve her bir karar verme birimi için en uygun amaç kümesini belirlerler (Şöl,1997;4).

A. Veri Zarflama Analizi

İlk olarak Charnes, Cooper ve Rhodes (1978; 1979) tarafından, ürettikleri mal ya da hizmet açısından birbirlerine benzer ekonomik karar birimlerinin “göreceli” etkinliklerinin ölçülmesi amacıyla geliştirilen Veri Zarflama Analizi-VZA (Data

Envelopment Analysis DEA), parametresiz bir etkinlik ölçüm yöntemidir. Verimlilik analizinde karşılaşılan güçlükleri giderebilecek bu yöntem, ilk başta kar amacı gütmeyen işletmelerin karşılaştırmalı etkinliklerinin ölçülmesinde kullanılmış, daha sonra kar amaçlı üretim ve hizmet sektörlerinde de yaygın kullanım alanı bulmuştur (Yolalan,1993;27).

Veri Zarflama Analizi çoklu girdi ve çıktıya dayanan çoklu karar verme birimlerinin göreceli etkinliğini hesaplayan matematik programlama tabanlı bir tekniktir (Liu, Ding and Lall,2000;143-150). Bu yöntem, özellikle her karar verme birimindeki etkensizlik miktarını ve kaynaklarını tanımlayabilmektedir. Bu özelliği ile yöntem, etkin olmayan birimlerde ne miktarda bir girdi azaltma ve/veya çıktı miktarını artırmak gerektiğine ilişkin olarak yöneticilere yol gösterebilir (Donnelly,2000;8-11).

VZA, benzer (homojen) karar verme ünitelerinin göreceli etkinliğini ölçmeye yarayan birçok faktörlü verimlilik ölçüm modelidir. Çok girdi ve çok çıktı faktörlü bir etkinlik skoru ise izleyen formülle verilebilir (Talluri,2000;8).

$$\text{Etkinlik} = \frac{\text{ağırlıklandırılmış çıktı}}{\text{ağırlıklandırılmış girdi}}$$

Veri Zarflama Analizi öyküsü Edwardo Rhodes'in Carnegie Mellon Üniversitesindeki doktora çalışmasıyla başlar. W.W. Cooper yönetiminde Edwardo Rhodes, bir eğitim programının etkilerini, psikolojik testlerle yaparak programa katılan ve katılmayanlar arasında göreceli ölçmeye çalışmıştır. Farrell'in 1957 deki tek girdi/çıkıtı teknik etkinlik ölçümünü çoklu girdi/çıkıtı göreceli etkinlik ölçümüne genişleten Charnes, Cooper ve Rhodes, CCR modeli (Charnes, Cooper, and Rhodes;1978;429-444) olarak Veri Zarflama Analizini literatüre sokmuşlardır (Charnes, Cooper, Lewin and Seiford,1994;3-4).

1. Veri Zarflama Analizinin Doğuşu ve Temelleri

Çok boyutlu ve parametrik olmayan etkinlik ölçüm yöntemi olarak Veri Zarflama Analizi ilk kez, Farrell'in 1957 yılında ortaya koyduğu çalışmadan yola çıkarak 1978 yılında Charhes, Cooper ve Rhodes tarafından European Journal of Operations Research dergisinde yayınlanan ve literatüre CCR modeli olarak giren çalışmayla başlar. Bu çalışmada Charnes ve arkadaşları ölçeğe göre sabit getiri (Constant Return to Scale: CRS) durumunu varsaymaktadırlar (Farrel,1957;253-281). Daha sonra, Banker, Charnes ve Cooper çalışmalarında ölçeğe göre değişken getiri (Variable Return to Scale: VRS) durumunu ele almışlar ve bu da yazına BCC modeli olarak girmiştir. CCR ve BCC modellerinin her biri için girdiye ve çıktıya yönelik olmak üzere iki ayrı biçimi kurulmuştur. Bu durum Veri Zarflama Analizi ile yapılan incelemelerin sonuçları yorumlama kabiliyetini arttığı gibi uygulama sahasını da genişletmiştir.

2. Veri Zarflama Analizinin Uygulama Alanı

Veri Zarflama Analizinin uygulama alanına, üretim, hizmet ve finans sektörlerinden iç ve dış rekabet koşullarında bulunan her ünite girer.

Klasik verimlilik analizindeki tekli girdi - tekli çıktıdan farklı olarak çoklu girdi - çoklu çıktı temelinde harekete eden VZA, hızlı kuramsal gelişimi yanında uygulamada da hızlı bir süreç izlemiştir. Hastanelerde, postanelerde, bankacılıkta mahkemelerde, eczanelerde, taşımacılıkta, polis karakollarında ve eğitim kurumları gibi pek çok kamu hizmet alanlarında binlerce çalışma yapılmıştır. Başlangıçta kâr amacı gütmeyen kamu kuruluşlarında karşılaştırmalı verimliliği ölçen VZA, sonraları kâr amaçlı üretim ve hizmet sektörlerinde işletmeler arası teknik verimliliğin ölçülmesinde de yaygın biçimde kullanılmaya başlanmıştır (Gülcü,2001/4;120).

3. Veri Zarflama Analizinin Kavramsal Çerçevesi

Veri Zarflama Analizi bir non-parametrik matematik programlama tekniğidir. Bu teknik her bir ünite için çıktının girdiye oranını etkinlik skoru olarak hesaplar. Etkinlik skoru genellikle, ya sıfırla bir arasında bir sayı ya da yüzdelik olarak ifade edilir. Bir karar verme ünitesinin etkinlik skoru birden küçük ise göreceli olarak diğer ünitelere göre etkensiz sayılır.

Veri zarflama analizi modelinde karar verme üniteleri bir etkin sınır içerisinde birleştirilir ve bu etkin sınır üzerinde kalan birimlerin etkin olduğu, diğerlerinin ise bunlara göre daha düşük etkinlik skoruna sahip olduğu söylenir ve etkin olmayan bu üniteler için çözüm önerileri geliştirilebilir. Şekil 1 de tek girdi ve iki çıktılı bir model için etkin olan ve etkin olmayan üniteler bir sınır analizi (frontier analysis) yapılarak gösterilmiştir. Şekilde kalın doğrusal çizgi boyunca etkin karar verme üniteleri görülmektedir ve bütün verilerin bu zarflama sınırı içerisinde olduğu -modelin doğası gereği- söylenebilmektedir (Avkiran,1999;206-220).

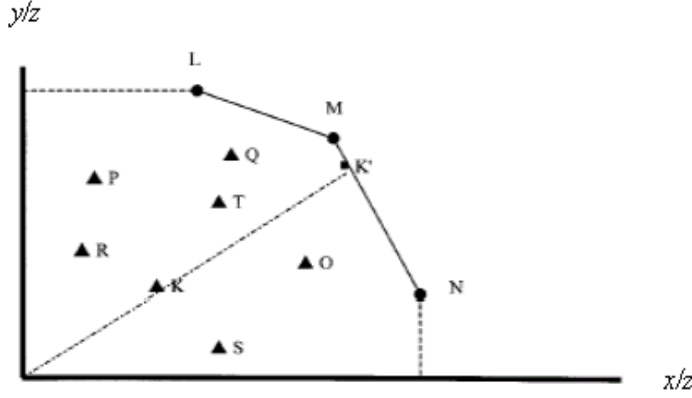
Yine şekil 1 deki karar verme üniteleri için özetle şunlar söylenebilir:

L, M ve N noktaları etkenliği başarmış olan noktalardır. K noktası ise etken olmayan karar verme birimidir. K'nın çeşitli modifikasyonla K' noktasına çekilmesiyle etkin hale getirilebileceğini söylemek olanaklıdır.

Diğer bir tanımlama ile Veri Zarflama Analizi, çoklu girdileri kullanarak çoklu çıktıları elde ederek herhangi bir ekonomik ünitenin göreceli etkinlik seviyesini tahmin edebilen doğrusal programlama prosedürüdür (Randy at all,1998;386-396).

Yöntemin getirdiği en önemli yenilik, birçok girdinin kullanılarak birçok çıktının elde edildiği ortamlarda, parametrik yöntemlerde olduğu gibi önceden belirlenmiş herhangi bir analitik üretim fonksiyonu varlığının öngörülmesine gereksinim duymadan ölçüm yapılabilmesidir. Ayrıca girdi ve çıktılar, ölçüm birimlerinden bağımsızdırlar. Bu nedenle işletmenin değişik boyutlarının aynı zamanda ölçülebilmesi olanağı vardır.

VZA, birden çok ve farklı ölçeklerle ölçülmüş ya da farklı ölçü birimlerine sahip girdi ve çıktıların karşılaştırma yapmayı zorlaştırdığı durumlarda karar verme birimlerinin göreceli etkinliğini ölçmeyi amaçlayan doğrusal programlama tabanlı bir tekniktir (Karacaer,1998;11).



Şekil 1. İki çıktı (x,y)- bir girdili(z) etkin sınırı gösteren VZA modeli.

Kaynak: Necmi K. Avkiran, (1999) *An application reference for data envelopment analysis in branch banking: helping the novice researcher*, *International Journal of Bank Marketing*, 17/5 206±220, MCB University Press, <http://www.emerald-library.com>, s.207

Veri Zarflama Analizi doğrusal programlamanın özel bir uygulama şekli olup, aynı amaç ve hedeflere sahip işletmelerin verimliliğini göreceli olarak ölçmede kullanılmaktadır. Veri Zarflama Analizi (VZA) ile analize konu olan ünitelerin etkin olanları ve olmayanları belirlenerek daha sonra ayrıntılı bir çalışma ile incelemek üzere kaydedilebilir veya gerek görülürse etkin olmayanlar için düzeltici önlemler alınabilir (Anderson, Sweny and Williams;1991;147-152).

Analizin temelinde benzer türden karar birimlerinin üretim etkinliklerinin değerlendirilmesi yatar. Analize konu olacak karar birimlerinin aynı hedefe yönelik benzer işlevler görmesi, aynı pazar şartlarında çalışması ve gruptaki bütün birimlerin verimliliklerini nitelendiren etmenlerin, yoğunluk ve büyüklüklerindeki farklılıklar hariç, aynı olması şartları aranır.

En basit durum olarak tek girdi ve çıktıya sahip bir birim için etkinlik, çıktı/girdi olarak; gelişmiş örgütlerde ise girdi ve çıktı sayısındaki farklılık dikkate alınarak etkinlik, ağırlıklı çıktı/ağırlıklı girdi toplamı ile tanımlanabilir. Ancak bu son tanımda yer alan ağırlıkları ortak değerler olarak belirlemek, özellikle karşılaştırılan birimlerin birbirinden farklı karmaşık yapıları sebebiyle çok güçtür. Bu konuda Farrel'in 1957'deki çalışması başlangıç çalışması olarak ele alınırsa Charnes, Cooper ve Rhodes (CCR) tarafından 1978'de ortaya konulan araştırma, teknik etkinliğin değerlendirilmesinde parametrik olmayan yaklaşımdaki daha sonraki tüm gelişmeler için kuşkusuz bir temel oluşturmuştur.

Veri Zarflama Analizinin göreceli etkinliği ölçme şekli, iki aşamalı olarak kısaca şu şekilde özetlenebilir:

Herhangi bir gözlem kümesi içinde en az girdi bileşimini kullanarak en çok çıktı bileşimini üreten “en iyi” gözlemleri (etkinlik sınırını oluşturan karar verme birimlerini) belirler.

Söz konusu sınırı “referans” olarak kabul edip, etkin olmayan karar birimlerinin bu sınıra olan uzaklıklarını (etkinlik düzeylerini) “radyal” olarak ölçer (Yolalan,1993;28).

Veri Zarflama Analizi, çoklu girdi ve çoklu çıktılı durumlara cevap verebilir nitelikte olması ve diğer parametrelili yöntemlerin aksine ön kabullerinin yok denecek kadar az olması ve de analizde farklı ölçeklerin kullanılabilmesine olanak tanınması nedeniyle yöneylem araştırması uygulamalarında çok geniş bir uygulama alanı bulmuştur.

4. Veri Zarflama Analizinin Matematiksel Yapısı

Her biri m tane girdi ve s tane çıktıya sahip n tane karar verme ünitesinin var olduğunu varsayalım. Karar verme ünitesi p nin etkinlik skoru, Charnes ve arkadaşlarının 1978 de sunduğu aşağıdaki modelin çözümüyle elde edilir (Talluri,2000;8).

$$\begin{aligned} \text{Amaç fonksiyonu: } & \max \frac{\sum_{k=1}^s v_k y_{kp}}{\sum_{j=1}^m u_j x_{jp}} \\ \text{Kısıtlayıcılar: } & \frac{\sum_{k=1}^s v_k y_{ki}}{\sum_{j=1}^m u_j x_{ji}} \leq 1 \quad \forall_i \text{ için} \\ \text{Pozitif kısıtlama: } & v_k, u_j \geq 0 \quad \forall k, j \text{ için} \end{aligned} \quad (1)$$

Burada;

$K = 1, \dots, s,$

$j = 1, \dots, m,$

$i = 1, \dots, n,$

y_{ki} : i inci karar verme biriminin ürettiği çıktı miktarı

x_{ji} : i inci karar verme biriminin kullandığı girdi miktarı

u_j : j inci girdinin ağırlığı

$v_k =$ k inci çıktının ağırlığı

Model (1) de verilen kesirli programlama formu model (2) de verilecek olan doğrusal programlama formuna dönüştürülebilir (Kettani and Yolalan,1992;166-176),

$$\text{Amaç fonksiyonu: } \max \sum_{k=1}^S v_k y_{kp}$$

$$\text{Kısıtlayıcılar: } \sum_{j=1}^m u_j x_{jp} = 1$$

$$\sum_{k=1}^S v_k y_{kp} - \sum_{j=1}^m u_j x_{jp} \leq 0 \quad \forall i \text{ için}$$

Pozitif kısıtlama:

$$v_k, u_j \geq 0 \quad \forall k, j \text{ için} \quad (2)$$

Yukarıdaki problem, bütün karar verme birimlerinin etkinlik skorlarını belirlemek için n defa işlev görür. Her bir karar verme biriminin etkinlik skorlarını eniyilemek için ağırlıklandırılmış girdi ve çıktıları seçilir. Genel olarak bir karar verme biriminin etkinlik skoru 1'e eşit ise etkin, 1'den düşük ise etkin değildir (Talluri,2000;8).

V. Sonuç ve Değerlendirme

Etkinlik ve verimlilik gibi kavramlar, kaynakların sınırlı olduğu, uygarlığın da tüketim ölçüleri ile ilişkilendirildiği dünyada her zaman önemli olmuş ve olmaya devam edeceklerdir. Kaynakların verimli kullanılması zorunluluğu mal ve hizmet üretiminde performans ölçümünü gerekli kılmaktadır.

Performans ölçümleri genel olarak üç başlık altında toplanabilmektedir. Bunlardan birincisi tek girdi ve tek çıktılı durumlar için elverişli bir metot olan oran analizidir. Bu yaklaşımla her bir oran verimlilikle ilgili boyutlardan sadece bir tanesini dikkate alırken diğer boyutları göz ardı eder. Çok girdili ve çok çıktılı durumlar için de ağırlıklandırma yapılarak oranlama yapmak olanaklı ise de çalışmada görülmüştür ki bunun da birçok sakıncaları vardır.

İkincisi, parametrelili yöntemler olup bu yöntemlerle etkinliği ölçülecek birimin üretim fonksiyonunun analitik bir yapıya sahip olduğu varsayımı yapılır ve bu fonksiyonun parametreleri belirlenmeye çalışılır. Bu yöntemle örnek olarak "Cobb-Douglas" tipi üretim fonksiyonunun parametrelerinin belirlenmesi verilebilir. Parametrelili yöntemlerle etkinlik ölçümünde genel olarak regresyon teknikleri ile tahmin yapılırken, burada da üretim fonksiyonu çoğunlukla tek girdi ile çok çıktı ilişkilendirilerek tanımlanmaktadır.

Çalışmada üçüncü olarak, matematik programlamayı çözüm tekniği olarak kabul eden parametresiz yöntemler anlatılmıştır. Bu yöntemler, üretim fonksiyonunun ardında her hangi analitik bir formun olmasını öngörmezler. Ayrıca çok girdili ve çok çıktılı üretim ortamlarında etkinlik ölçümü yapabilmek için uygun bir yapıya sahiptirler.

Çalışmada matematik programlama tabanlı parametresiz etkinlik ölçüm yöntemi olan ve pek çok alanda kullanım alanı bulabilen Veri Zarflama Analizi anlatılmıştır.

Veri Zarflama Analizi, çoklu girdi ve çoklu çıktıyla ölçüm yapabilmeye olanak tanınmasının yanı sıra etkin olana karar verme birimine/birimlerine göre ölçüm yapması, etkin olana ve etkin olmayan karar verme birimlerini göreceli olarak belirlemesi ve de etkin olmayan üniteler için benzetim yapma (benchmarking) metoduyla nasıl etkin hale getirileceğini göstermesi, metodun önemini artırmıştır.

Kaynaklar

- Alpar, R. (1997) Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistiksel Yöntemlere Giriş-I, Bağırğan Yayınevi, Ankara.
- Anderson, D.R. Sweney, D.J. & Williams, T.A. "An Introduction to Management Science", West Publishing Co., 1991, ss.147-152, Çev. Timor, M. (2001). Hastane Performansını Belirlemede Veri Zarflama Analizi, İ.Ü. İşletme Fakültesi Dergisi, c:30, s:1, İstanbul.
- Avkiran, N. K. (17/05/1999). "An application reference for data envelopment analysis in branch banking: helping the novice researcher", International Journal of Bank Marketing, 206±220, MCB University Press, <http://www.emerald-library.com> .
- Charnes, A., Cooper, W. W. & Rhodes, E., (1978), "Measuring the efficiency of decision making units". European Journal of Operational Research, Vol. 2, pp429-444.
- Charnes, A., Cooper, W.W., Lewin, A.Y., & Seiford, L.M. (1994). Data Envelopment Analysis: Theory, Methodoloji and Application, Kluwer Academic Publishers.
- Donnelly, M. (2000). "A radical scoring system for the European Foundation for Quality Management Business Excellence Model", Managerial Auditing Journal 15/1/2 8±11, MCB University Press, <http://www.emerald-library.com>, s.8.
- Farrell, M.J. (1957). "The Measurement of Productivite Efficiency", Jorunal of Royal Statistical Society, A, 120:253-281.
- Galton, F. (1986) "Family Likeness in Stature," Proceedings of Royal Society, London, c.40.
- Gujarati, D. N. (1999). Temel Ekonometri, Çevirenler: Ümit Şenesen, Gülay Günlük Şenesen, Literatür Yayınları No: 33, İstanbul.
- Gülcü, A. (2001/4). "Cumhuriyet Üniversitesi Araştırma Hastanesi Üzerinde Veri Zarflama Analizi (VZA) Yöntemi ile Göreli Verimlilik Analizi", Verimlilik Dergisi, Milli Produktivite Merkezi Yayını.
- Gülen, K. G. (1994). İşletme Performans Ölçüm Teknikleri ve Çimento Sanayii Uygulaması, (Yayınlanmamış Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü) İstanbul.

- Hays, W.L. (1973). *Statistics for the Social Sciences* Holt, Rinehart and Winston, Inc. Newyork,
- Karacaer, Şule. (1998). "Antalya Yöresindeki 4 ve5 Yıldızlı Otellerde Toplam Etkinlik Ölçümü: Bir Veri Zarflama Analizi Uygulaması," (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü), s. 11.
- Kettani, O. M. & Yolalan, O. R. (1992), "An empirical study on analyzing the productivity of bank branches". *IIE Transactions*, Vol. 24, pp. 166-176.
- Liu, J., Ding F.Y. & Lall, V. (2000). Using Data Envelopment Analysis to Compare Suppliers for Supplier Selection and Performance Improvement, *Supply Chain Management An International Journal*, Volume 5. Number 3. pp.143-150. <http://www.Emerald-library.com>.
- Loether, H.J., & MacTavish, D.G. (1980) *Descriptive and inferential Statistics: An Introduction*, Second Edition, Allyn and Bacon, Inc., Boston.
- Newbold, P. (2000) *İşletme ve İktisat için İstatistik*, Çev. Ümit Şenesen, Literatür Yayınları:44, İstanbul.
- Randy I. Anderson, Robert Fok, Leonard V. Zumpano and Harold W. Elder, "The efficiency of franchising in the residential real estate brokerage market", *Franchising Research, Journal Of Consumer Marketing*, Vol. 15 NO. 4 1998, pp. 386-396. © MCB UNIVERSITY PRESS, 0736-3761.
- Sherman, D.H. (1984). "Hospital Efficiency Measurement and Evaluation: Empirical Test of New Technique", *Medical Care*, 22(10).
- Söl, S. (1997). İ.T.Ü. Fakültelerinin Araştırma Etkinlikleri Sekreterliğinden Yararlanma Etkinliklerinin Veri Zarflama Analizi ile Belirlenmesi, (Yayınlanmamış Yüksek Lİsans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü) İstanbul.
- Şahin, İ. (1998). Sağlık Bakanlığı Hastanelerinin İllere Göre Karşılaştırmalı Verimlilik Analizi: Veri Zarflama Analizine Dayalı Bir Uygulama, (Yayınlanmamış Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü) Ankara.
- Talluri, S. (2000). Silberman College of Business Administration, Fairleigh Dickinson University, "Data Envelopment Analysis: Models and Extensions", *Production/Operations Management Decision Line*, p.8.
- Tatlıdil, H. (1996). *Uygulamalı Çok değişkenli İstatistiksel Analiz*, Cem Web Ofset Ltd., Ankara.
- Yolalan, R. (1993). *İşletmeler arası Görelili Etkinlik Ölçümü*, Milli Prodüktive Merkezi Yayınları:483, Ankara.