



Veri zarflama analizi sürecinde temel bileşenler analizinin ayırım gücünü arttırıcı etkisi

İ. Esen Yıldırım¹

*Ekonometri Bölümü, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi
Marmara Üniversitesi, İstanbul, Türkiye*

Özet

Veri Zarflama Analizi(VZA), çeşitli karar birimlerinin çok sayıda girdi ve çok sayıda çıktıya dayalı etkinlik incelemelerinde sıklıkla başvurulan tekniklerden biridir. Çok sayıda avantajının yanı sıra, VZA'da girdi ve çıktı sayıları toplamının, karar birimi sayısına kıyasla yüksek olması durumunda analizin ayırım gücü düşmektedir. Belirli sayıda karar birimi için, bazı girdi veya çıktıları modelden çıkarmak suretiyle duyarlılığı arttırma çabaları, çıkarılan girdi ya da çıktının sahip olduğu bilginin kaybedilmesine yol açmaktadır. Bunun yerine, çok değişkenli istatistiksel analiz tekniklerinden Temel Bileşenler Analizi(TBA) kullanılarak boyut indirgemesine gidilmesi, analiz sürecine önemli katkılar sağlamaktadır. Bu çalışmada, TBA'nın VZA çözümlerinde ayırım gücünü arttırıcı etkisi, Türkiye'deki vakıf üniversitelerinin etkinlik incelemesi üzerinde sunulacaktır.

Anahtar Sözcükler: VZA, TBA, Vakıf Üniversiteleri, Etkinlik

The effect of principal components analysis improving discrimination power on data envelopment analysis process.

Abstract

Data Envelopment Analysis (DEA) is one of the analysis techniques widely used in the evaluation of Decision Making Units performance based on multiple inputs and multiple outputs. Besides to its many advantages, the discrimination power of the analysis declines in DEA in case of the number of total input and output is relatively higher in comparison with the decision unit number. For a particular number of decision units, efforts to increase sensitivity by removing some input and outputs from the model cause to loss of information that those input or output have. Instead of this, the use of Principal Component Analysis (PCA) as one of the multivariate statistical analyses techniques for data reduction makes great contributions in analysis process. In this study, the role of PCA in DEA analyses will be presented with the case of efficiency measurement at the foundation universities in Turkey.

Keywords: DEA, PCA, Foundation Universities, Efficiency

1. Giriş

Verimlilik ve etkinlik, gerek kar amacı güden gerek gütmeyen kurumlar için büyük öneme sahip kavramlardır. Verimlilik, en basit tanımıyla çıktının girdiye oranı olarak ifade edilebilir. Etkinlik ise, girdi bileşiminin maksimum çıktıyı verecek şekilde verimli kullanılabilme başarısı olarak tanımlanabilir.

Bir karar biriminin(fabrikalar, üniversiteler, hastaneler, şehirler, bankalar gibi) etkin kabul edilmesi için, belirli bir girdi bileşimini kullanarak maksimum çıktıyı üretebilmesi ya da belirli bir çıktıyı minimum girdi bileşimiyle üretebilmesi gerekmektedir. Etkinlik

¹ eyildirim@marmara.edu.tr (İ.E. Yıldırım)

ölçümlemesi, üretim sınırı(production frontier), etkinlik sınırı(efficiency frontier) ya da etkin üretim fonksiyonu(efficient production function) adı verilen bir etkinlik standardı ile karşılaştırılarak yapılır. Mühendislik uygulamalarında teorik üretim fonksiyonlarının belirlenebilmesi mümkün olabilmektedir. Söz konusu teorik hedeflerin belirlenememesi halinde ise, mevcut gözlemlerden hareketle ampirik üretim fonksiyonları oluşturulur.[1]

Çok sayıda girdi ve çok sayıda çıktının söz konusu olduğu durumlarda, etkin sınırın tespiti nispi olarak seçilen girdi ve çıktılara bağlı olacağından, analiz aşamasında bu girdi ve çıktılarının sonuç üzerindeki etkisinin(ağırlıklarının) belirlenmesi, önemli bir problem olarak karşımıza çıkmaktadır. Bahsi geçen bu ağırlıkların belirlenmesinde iki yol izlenebilir: Bunlardan birincisi, uzman görüşlerinden ya da Delphi, Analitik Hiyerarşi Prosesi gibi diğer yönetsel tekniklerden yararlanmaktır. İkinci yol ise, regresyon analizi ya da optimizasyon tekniklerinden yararlanmaktır.[2]

Matematiksel programlama tabanlı bir yaklaşım olan Veri Zarflama Analizi(VZA-Data Envelopment Analysis), karar birimlerinin göreceli etkinliğini belirlemede kullanılan popüler bir optimizasyon tekniğidir. İlk olarak 1978 yılında Charnes, Cooper ve Rhodes tarafından ortaya atılan VZA, çok sayıda girdi ve çok sayıda çıktının sınır analizi olarak tanımlanabilen bir doğrusal programlama sürecidir.[3] Süreç, girdi ve çıktılar üzerinde herhangi bir önsel ağırlık belirlenmesini gerektirmeden, etkinlik sınırının tanımlanmasını ve buna dayalı olarak etkin ve etkin olmayan karar birimlerinin belirlenmesini amaçlar. VZA’nda etkinlik sınırı parçalı doğrusal olup, etkin sınırdan sapmaların tamamı etkinsizlik olarak nitelendirilir.

VZA’nın parametrik olmayan bir yöntem olması nedeniyle, etkinlik sınırının tanımlanmasında, parametrik yöntemlerde söz konusu olan sonlu sayıda parametreye sahip ve fonksiyonel formu belirlenmiş bir yapı elde edilmesi koşulları ortadan kalkmaktadır.

Ayrıca, regresyona dayalı parametrik yöntemlerde çok sayıda bağımsız girdi ile bağımlı çıktı miktarı arasındaki ilişki bir fonksiyonla tanımlanabilse de, bu fonksiyonun üretim fonksiyonu olarak kullanılması durumunda maksimum çıktı yerine ortalama çıktı düzeyleri elde edilebilmektedir. Bu durumda etkinlik ölçümü, en yüksek çıktıya göre değil ortalama çıktıya göre yapılabilmektedir. Parametrik yöntemlerde birden fazla çıktı için fonksiyon tanımlaması da yapılamamaktadır.[1]

VZA’da etkin karar birimleri, etkinlik sınırının tanımlanmasını sağlayan birimlerdir. Bir başka ifade ile etkinlik sınırı, etkin karar birimlerinin mümkün olan tüm üretim imkanlarının kümesidir. Bu sınırın altında kalan karar birimleri, göreceli olarak kaynaklarının bir kısmını etkin kullanmayan birimlerdir. Etkinsizlik ölçüsü olarak, etkinlik sınırı üzerindeki karar birimleri için etkinlik skoru 1 olmak üzere, diğer karar birimlerinin etkinlik skorları radyal uzaklıklara dayalı olarak hesaplanır. Etkin olmayan karar birimlerinin etkin konuma gelmeleri için referans verilen karar birimleri, üretim sınırını tanımlayan karar birimlerinin doğrusal kombinasyonları sonucunda oluşan hipotetik karar birimleridir.

1999’da Seiford[5], 2005’de Phillips[6] tarafından kaleme alınan VZA bibliyografyalarında da sunulduğu gibi VZA, araştırmacılar ve akademisyenler tarafından savunma, eğitim, ekonomi, demografi, finans ve pazarlama başta olmak üzere 30’un üzerinde endüstriye uygulanmakta olan popüler bir tekniktir. 1978’den bu yana VZA ile ilgili yayınlanmış makale, working paper, tez ve sektörel uygulama sayısı 3000’i aşmıştır.[7] Detaylı araştırma için, Gabriel Tavares tarafından hazırlanan VZA databasede, yazarlara, konulara, yayın yerine ve anahtar sözcüklere dayalı olarak düzenlenmiş VZA istatistikleri incelenebilir.[8]

Son yıllarda VZA literatüründe, analizin duyarlılığını arttırmak amacıyla çok değişkenli istatistik tekniklerden yararlanıldığı görülmektedir. Bu çalışmada, çok değişkenli istatistik

tekniklerden TBA'nın VZA çözümlemesine katkıları, Türkiye'deki vakıf üniversitelerinin etkinlik incelemesi üzerinde ifade edilmeye çalışılacaktır.

2. Veri Zarflama Analizi

VZA tekniği olarak adlandırılan parametrik olmayan programlama yaklaşımı, temelde kesirli programlama formundadır. Bir k karar biriminin, ürettiği çıktı faktörleri miktarı Y_{rk} , $r=1, \dots, s$ ve kullandığı girdi faktörleri miktarı X_{ik} , $i=1, \dots, m$ olsun. Her bir karar birimi için ağırlıklandırılmış çıktılar toplamının, ağırlıklandırılmış girdiler toplamına oranı olarak tanımlanan verimlilik (üretkenlik, prodüktivite), çıktı ağırlıkları u_{rk} , girdi ağırlıkları v_{ik} olmak üzere aşağıdaki biçimde hesaplanır.

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

Bu orana dayanan ve VZA metodolojisine dayanak oluşturan kesirli programlama modeli aşağıda verilmiştir.[4]

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

$$\frac{\sum_{r=1}^s u_{rk} Y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_{ik} X_{ij}} \leq 1$$

$j=1, \dots, n$

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

1978 yılında Charnes, Cooper ve Rhodes, isimlerinin baş harflerinden yola çıkarak CCR modeli adını verdikleri bir modelle, yukarıda verilen kesirli programlama modelini bir doğrusal programlama modeli olarak ifade etmişlerdir. Çıktı maksimizasyonunu amaçlayan CCR modeli aşağıda sunulmuştur.[4]

$$\text{Max } \phi_k = \sum_{r=1}^s \mu_{rk} Y_{rk}$$

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

$$\sum_{r=1}^s \mu_{rk} Y_{rk} - \sum_{i=1}^m v_{ik} X_{ij} \leq 0$$

$j=1, \dots, n$

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

CCR modelinin n kez çözülmesi sonucunda girdi ve çıktı ağırlıkları ile bunlara dayalı olarak etkinlik sınırı elde edilmektedir. Bu sınır, göreceli etkinlik kriteri olarak değerlendirilmekte ve en az bir karar biriminin bu sınır üzerinde (yani etkin) olacağı düşünülmektedir.

CCR modeli, girdi minimizasyonu ve çıktı maksimizasyonu amaçlarına göre düzenlenebilmekte, her iki modelde de karar birimleri için aynı etkinlik skorları elde edilmektedir.

Her doğrusal programlama modeli gibi CCR modelinin de duali yazılabilmektedir. Dual model VZA'da 'zarflama modeli' olarak adlandırılmaktadır.[9] Bir karar biriminin etkin olmaması, bazı karar birimlerinin aynı çıktı düzeyi için daha az girdiye gereksinim duyması ya da aynı girdi ile daha çok çıktı üretebilmeleri anlamına gelmektedir. Etkin olmayan karar birimlerine referans olabilecek etkin birimlerden oluşan bir set elde edilmek istendiğinde de zarflama modeli çözülmektedir.

VZA literatürüne önemli katkılar sağlayan Banker, Charnes ve Cooper, karar birimlerinin optimal ölçekte performans gösterdiklerini varsayan CCR modeline, bir 'ölçeğe göre getiri değişkeni' de ekleyerek BCC modelini geliştirmişlerdir. Girdi minimizasyonu amaçlı BCC modeli aşağıda verilmiştir.[10]

$$\text{Min } \theta_k$$

$$\theta_k X_{ik} - \sum_{j=1}^n \lambda_{jk} X_{ij} \geq 0$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_{jk} Y_{ij} \geq Y_{rk}$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_{jk} = 1$$

$$\lambda_{jk} \geq 0$$

Bu model sayesinde, karar birimlerinin ölçeğe göre getiri türleri de belirlenebilmektedir. Karar birimleri ölçek türü yönünden ölçeğe göre azalan, ölçeğe göre artan ve ölçeğe göre sabit getiri sağlayabilmektedir. CCR modelinde, ölçeğe göre sabit getiri varsayımı altında, görece toplam etkinlik ölçülmektedir.

VZA'da etkinlik incelemesi yapılacak karar birimi sayısının girdi ve çıktıların sayısından birkaç kat fazla olması istenmektedir. Aksi takdirde, analiz sonucunda karar birimlerinin çoğu etkin olarak değerlendirilmektedir. Uygulamalarda karar birimi sayısının, en az girdi sayısı ile çıktı sayısının çarpımı kadar ya da girdi ve çıktı sayısı toplamının üç katı kadar olması önerilmektedir.[4]

VZA için geliştirilmiş çeşitli paket programlar kullanıcıların hizmetine sunulmuştur. Bunlar arasında en sık başvurulanlar, DEAP, DEA-Solver-Pro, EMS, Frontier, IDEAS, On Front, Warwick'tir.[11]

3. Temel Bileşenler Analizi

Çok değişkenli istatistik tekniklerinden biri olan TBA, değişkenler arasındaki bağımlılık yapısının yok edilmesi ve (ya) boyut indirgeme amacını taşımakta; başlıbaşına bir analiz

tekniki olduğu gibi, başka analizler için bir veri hazırlama tekniği olarak da kullanılmaktadır.[12]

p değişken ve n gözlem için temel bileşen yüklerini ifade eden Y matrisi, p×n boyutlu ham veri matrisi X ile p×p boyutlu T dönüşüm matrisinin çarpımından oluşur. Değişkenlerin ölçü birimlerinin birbirinden farklı olması halinde Z standartlaştırılmış değerler matrisi kullanılır.

$$Y_{p \times n} = T'_{p \times p} Z_{p \times n}$$

Temel bileşen yükleri $|R - \lambda I|$ açılımından elde edilen p adet λ_j özdeğeri için türetilen özvektörlerdir.

Elde edilen p adet temel bileşenin her biri, orijinal değişkenlerin doğrusal bir bileşimidir. Dolayısıyla her bir temel bileşen, bünyesinde tüm değişkenlerden belirli oranda bilgiyi barındırır.

Üretilen temel bileşenler birbirinden bağımsız ve ilk temel bileşenden itibaren açıklama oranlarına göre hiyerarşiktir. En yüksek açıklama oranına sahip temel bileşen birinci, sonraki en yüksek açıklama oranına sahip temel bileşen ikinci, vb.dir. İlk m temel bileşen toplam varyansın büyük kısmını açıklıyorsa, geriye kalan p-m temel bileşen ihmal edilerek boyut indirilmesi yapılabilir.

Önemli temel bileşen sayısının tespitinde klasik yöntem, Kaiser kuralı olarak bilinen özdeğeri en az 1 olan temel bileşenleri önemli kabul etmektir. Aslında özdeğerlere dayalı olan, temel bileşenlerin varyans açıklama oranları da bir diğer karar kriteridir. Genellikle, önemli kabul edilen temel bileşenlerce sağlanan açıklama oranının %70-%90 aralığında olması istenir. Önemli temel bileşen sayısının tespiti için geliştirilmiş çeşitli testler de mevcuttur.[13]

TBA uygulamalarında, öncelikle veri setinin analize uygunluğu incelenmelidir. Değişkenler arasındaki korelasyon matrisine bakıldığında, 0.30'un altında korelasyon değerlerine sahip değişkenler varsa analizden çıkarılması önerilir.[14]

Veri setinin TBA'ya uygunluğunun sınanmasında Bartlett Küresellik testi sonucu da

dikkate alınır. $H_0: R=I$ için aşağıda verilen test istatistiği $\frac{1}{2} p(p-1)$ serbestlik dereceli ki-kare kritik değeri ile karşılaştırılır. H_0 'ın reddedilmesi, değişkenler arasındaki korelasyonların istatistiksel olarak anlamlı olduğu, dolayısıyla TBA uygulanabileceği anlamına gelir.[12]

$$-\left[(p-1) - \frac{1}{6} (p+5) \right] \log |R|$$

Bir diğer kriter, Kaiser-Meyer-Olkin(KMO) Örneklem Yeterliliği ölçütüdür. KMO değeri, r_{ij} 'ler basit korelasyon katsayılarını, a_{ij} 'ler kısmi korelasyon katsayılarını göstermek üzere aşağıdaki formülle hesaplanır ve 0-1 aralığında değer alır. KMO değeri, %60'ın üzerinde ise veri setinin TBA'ya uygun olduğu söylenir.[15]

$$KMO = \frac{\sum_{i \neq j} \sum_{i \neq j} r_{ij}^2}{\sum_{i \neq j} \sum_{i \neq j} r_{ij}^2 + \sum_{i \neq j} \sum_{i \neq j} a_{ij}^2}$$

4. Veri Zarflama Analizi'nde Temel Bileşenler Analizinin Rolü Araştırmanın Amacı

Son yıllarda VZA uygulamalarında, TBA'nın farklı yaklaşımlara dayalı olarak kullanıldığı çalışmalara rastlanmaktadır. Shanmugam ve Johnson, TBA ve VZA tekniklerinin birlikte kullanılması ile elde edilecek avantajları açıklarken, bu iki teknik arasındaki benzerlik ve farklılıklara değinmişlerdir. Bu hususlar şöyle özetlenebilir:[7]

1. Karar birimleri, TBA'da teknik olarak örneklem birimi adını alır ve ait oldukları anakütleden bağımsız olarak seçildikleri varsayılır. VZA'daki karar birimleri ise, tanımlanan anakütle içindeki tüm birimlerden oluşur, dolayısıyla birimler tesadüfi seçimle elde edilmemiştir.
2. TBA'da girdi ve çıktı değişkenlerinin stokastik olduğu varsayılır. VZA'da ise veri seti stokastik olmak zorunda değildir.
3. TBA'da değişkenlerin girdi ya da çıktı değişkeni olarak sınıflandırılması gerekmemektedir. VZA'da ise kuramsal gerekçelere dayalı olarak hangi değişken/değişkenlerin girdi, hangi değişken/değişkenlerin çıktı olduğu belirlenmelidir.
4. Değişkenler arasında yüksek korelasyon olması, TBA'nın özünü teşkil eden bir unsurdur. Nitekim TBA sonucunda elde edilen temel bileşen skorları arasında ilişki yoktur. Girdi değişkenleri ya da çıktı değişkenleri arasında korelasyon olması VZA'da istenmeyen bir durumdur. Bu husus, iki yöntem arasındaki entegrasyonun en önemli dayanağıdır.
5. TBA'da amaç, çok değişkenli veri setlerine kolay yorumlanacak bir yapı elde edecek şekilde boyut indirgemesi yapmaktır. VZA'da boyut indirgeme amacı yoktur.
6. VZA'da temel amaç, karar birimlerini etkinlik skorlarına göre sıralamaktır. Bu skorlama, girdi ve çıktıların optimal kullanımına dayalı bir skorlamadır. TBA'da birimlerin sıralamasında etkinlik esas alınmaz.

VZA literatüründe TBA uygulamaları incelendiğinde ilk olarak, karar birimlerinin etkinlik skorlarına dayalı sıralamada VZA ve TBA'nın karşılaştırılmasının yapıldığı çalışmalara rastlanmaktadır. Temelde VZA, karar birimlerinin etkin olanlar ve olmayanlar biçiminde iki gruba ayrılmasını hedefler. Fakat, karar vericiler bu ikili sınıflandırmanın ötesinde, her bir karar birimi için diğer karar birimlerine göre göreceli bir sıralama da elde etmek isterler. Adler, Friedman ve Sinuany-Siller, sıralama yöntemlerini altı grupta toplamışlardır:[11]

1. n karar birimi için yapılan VZA sonucunda, elde edilen etkinlik skorlarından türetilen çapraz etkinlik matrisine dayalı sıralama
2. Etkin karar birimlerinin sıralanması esasına dayanan süper etkinlik yöntemi
3. Etkin birimlerin etkin olmayanların referans kümelerinde yer alma sıklıklarının baz alan kıyaslama yöntemi
4. Çok değişkenli istatistik tekniklere dayalı sıralama
5. Etkin olmayan birimlerin tüm girdi ve çıktılardaki ortalama oransal etkinsizliklerine göre sıralanması
6. Çok amaçlı karar alma yöntemlerine dayalı sıralama

Çok değişkenli istatistiksel bir analiz tekniği olarak TBA, karar birimlerinin etkinlik sıralamasının tespit edilmesi amacıyla başvurulan tekniklerden biridir. Zhu[2] ve Premachandra'nın[16] çalışmaları bu uygulamalara örnektir.

Zhu'nun çalışmasında, iki girdi ve üç çıktı için, her bir çıktı değişkeni her bir girdi değişkenine oranlanmış; elde edilen 6 adet çıktı/girdi oranı 16 karar birimi için TBA'da orijinal değişken olarak analize sokulmuştur. Önemli temel bileşenlerin skorlarına dayalı olarak yapılan etkinlik sıralamasında da, bu temel bileşenlerin açıklama oranları (varyans yüzdesi) ağırlık değeri olarak alınmıştır. Ağırlıkların işaretleri, temel bileşen yüklerinin işaretlerine göre belirlenmiştir. VZA ve TBA sonuçları arasındaki uyum, Spearman sıra

korelasyonu ile ölçülmüş; iki yöntemin sonuçları arasında anlamlı bir ilişki olduğu gösterilmiştir.

Premachandra tarafından sunulan çalışmada ise, Zhu'nun çalışmasındaki VZA ve TBA sonuçlarının tutarlılığına ilişkin bulguların, ancak belirli veri setlerinde mümkün olduğu belirtilmekte, tutarlı bir sonuç için analiz sürecinde bazı düzeltmeler yapılması gerektiği ifade edilmektedir. Premachandra, özellikle etkin karar birimi sayısı arttıkça, Zhu tarafından önerilen yöntemle göre, VZA ve TBA sonuçları arasında tutarsızlık gözlemlendiğini ifade etmiştir.

VZA ve TBA'ya dayalı olarak elde edilen skorların karşılaştırılmasına yönelik bu çalışmaların yanı sıra, iki yöntemi karşılaştırmak yerine birbirine entegre edilmesine ve böylelikle VZA'nın ayırım gücünün artırılmasına yönelik çalışmalar yayınlanmıştır. Bu bağlamda, TBA'nın VZA'ya üç yönde katkı sağladığı belirtilmelidir:

1. VZA uygulamalarında girdi ve çıktı sayısındaki artışın ayırım gücünde düşüşe sebep olduğu ve bazı karar birimlerinin görece olarak önemli olmayan bir girdi ya da çıktıdan dolayı etkin kabul edilemediği bilinmektedir.[17] Bu bulgu, VZA çalışmalarında değişken sayısına limit getirme yönünde önemli bir motivasyon sağlamış ve sorunun çözümüne ilişkin çeşitli yöntemler önerilmiştir. Bu önerilerden biri, BCC modelinde girdi ve çıktıların ağırlıkları üzerinde önsel kısıtlar koymaktır. Golany(1988)[18], Ali ve diğerleri(1991)[19], Charnes ve diğerleri(1990)[20], Thompson ve diğerleri(1990)[21] çalışmalarında bu yaklaşıma dayalı model önerileri geliştirmişlerdir.

İkinci bir yaklaşım, aralarında yüksek korelasyon olan değişkenlerden sadece birini modele dahil etmek, diğerlerini modelden çıkarmaktır. Jenkins ve Anderson, tarafından gerçekleştirilen çalışmada, korelasyonlara dayalı olarak en az bilgi kaybıyla modelden çıkarılması gereken değişken konusunda yol gösterici bulgular elde edilmiştir.[17]

Uzman görüşlerine dayalı kısıt koymak ya da bazı değişkenleri modelden çıkarmak yerine, üçüncü bir yaklaşım olarak son yıllarda VZA'da TBA kullanımını ön plana çıkarmıştır.

Ueda ve Hoshiai, TBA yardımıyla girdi ve çıktıların taşıdığı bilginin daha az boyutla açıklanabileceğini göstermişlerdir. Bu çalışmada, negatif değer de alabilen temel bileşen yüklerinin VZA'nda sorun teşkil etmemesi için uygun dönüşümler önerilmiştir. [22]

Adler ve Golany, 3 girdi, 3 çıktı ve 7 karar biriminden oluşan veri setine TBA uygulayıp, orijinal değişken değerleri yerine bunların temel bileşen yüklerini VZA uygulamayı denemiş, böylece hiç bilgi kaybı olmayacağı avantajını vurgulamışlardır. Fakat bu şekilde gerçekleştirilen bir VZA, girdi-çıkıtı sayısında azalma sağlamadığından karar birimlerinin çoğunun etkin olmasına yol açmıştır. İkinci olarak yüksek açıklama yüzdesine sahip olması şartıyla, hem girdiler kümesi hem de çıktılar kümesi için ikişer temel bileşenle VZA tekrar edildiğinde, daha iyi bir ayırım elde edildiği gözlemlenmiştir.[23]

2. VZA'da yer alacak girdi ve çıktılar, bu değişkenlerin karakteristikleri konusunda uzmanlığı olan kişiler tarafından belirlenmelidir. Görece etkinliğe dayalı bu analizde seçilecek girdi ve çıktılar hayati rol oynamaktadır. Doğru girdi ve çıktılar tespit etmede objektif bir yol gösterici olarak da TBA'ya başvurulabilir. Temel bileşen yüklerine dayalı olarak değişken seçimi yapılabileceği gibi, Cinca ve Molinero tarafından önerilen yaklaşım da dikkate alınabilir.[25] Cinca ve Molinero, mümkün tüm girdi ve çıktı kombinasyonları için gerçekleştirilen çok sayıda VZA sonucuna TBA uygulayarak, duyarlı bir etkinlik incelemesi yapılabileceğini göstermişlerdir. TBA'nın bu işlevi, tarafımızdan ayrı bir çalışma olarak ele alınacaktır.

3. VZA, sınır bazlı bir yöntem olduğundan ölçüm hatalarına karşı duyarlı bir tekniktir. TBA yardımıyla orijinal girdi ve çıktı değerleri yerine, önemli temel bileşenlerin yük değerleri baz alınarak yapılan VZA'da ölçüm hatalarının etkisi de azaltılabilmektedir.

5. Türkiye'deki Vakıf Üniversiteleri'nin Etkinlik İncelemesi Üzerinde Bir VZA-TBA Entegrasyonu

Bu çalışmada, TBA'nın VZA'nın ayırım gücünü iyileştirici etkisi, Türkiye'de faaliyet gösteren vakıf üniversitelerinin etkinlik incelemesi üzerinde ortaya konacaktır. Yapılacak uygulamada, karar birimi olarak vakıf üniversitelerinin seçilme sebepleri şunlardır:

-Üniversiteler, pek çok araştırmacı tarafından yapılan VZA çalışmalarında karar birimi olarak ele alınmıştır. Tomkins ve Green(1988) [25], Beasley(1995) [26], Abbott ve Doucouliagos(2003) [27], Flegg vd.(2004) [28], Warning(2004) [29], Kutlar ve Kartal(2004) [30], Baysal ve diğerleri(2005) [31], Babacan vd. (2007) [32], Kutlar ve Babacan(2008) [33], Özden(2008) [34], VZA tekniği ile üniversiteler için etkinlik incelemeleri yapmışlardır.

- VZA'da etkinlik karşılaştırması yapılacak karar birimlerinin homojen yapıda olması ön koşulların başında gelmektedir. Üniversitelere ilişkin etkinlik incelemelerinde, bu kurumların yönetsel ve mali bakımdan farklılıkları gözönüne alınmalı, devlet üniversiteleri ve vakıf üniversiteleri ayrı ayrı analiz edilerek homojen yapı sağlanmalıdır.

- TBA'nın VZA çözümlemelerinde katkı sağlayıcı rolü, özellikle karar birimi sayısının girdi ve çıktılarının sayısına kıyasla az olması halinde ortaya çıkmaktadır. Türkiye'de sadece 25 vakıf üniversitesinin faaliyet göstermesi araştırmanın amacına uygun bir veri seti sunmaktadır.

Uygulama beş adımda gerçekleştirilmiştir:

1. Veri Setinin Seçilmesi:

Yukarıda ifade edildiği gibi, yapılan VZA uygulamasında karar birimleri, Türkiye'deki vakıf üniversiteleri olarak belirlenmiştir. Analiz aşamasında kullanılan veri seti Yükseköğretim Kurulu'nca yayınlanan 2007 yılı Vakıf Üniversiteleri Raporu'dur.[35] Raporda, İstanbul Bilim Üniversitesi'ne ilişkin bir çok eksik verinin varlığı nedeniyle, analizler 24 vakıf üniversitesi için gerçekleştirilmiştir.

2. Girdi ve Çıktı Kümelerinin Seçilmesi:

Görelî etkinliğe dayalı karşılaştırma yapan VZA'da, girdi ve çıktıların belirlenmesi en önemli aşamalardan biridir. Üniversitelerin etkinlik ölçümlerini konu alan yukarıdaki çalışmalarda, girdi ve çıktı olarak seçilen değişkenler Tablo 1'de özetlenmiştir. Tabloda görüldüğü gibi, literatürde girdi değişkenleri üç grup halinde(akademik ve idari personel sayısına ilişkin girdiler, giderlere ilişkin girdiler ve varlıklara ilişkin girdiler), çıktı değişkenleri de üç grup halinde(öğrenci sayılarına ilişkin çıktılar, gelirlere ilişkin çıktılar ve yayın sayısına ilişkin çıktılar) ifade edilebilmektedir.

Tablo 1: Üniversitelere İlişkin VZA Çalışmalarında Kullanılan Girdi ve Çıktılar

Girdi Değişkenleri	Çıktı Değişkenleri
<u>Akademik ve İdari Personel Sayısına İlişkin Girdiler</u> Tam zamanlı çalışan sayısı Akademik personel sayısı Akademik olmayan personel sayısı Öğretim üyesi sayısı İdari personel sayısı Profesör sayısı Doçent sayısı Yrd. Doçent sayısı Yardımcı öğretim elemanı sayısı	<u>Öğrenci Sayısına İlişkin Çıktılar</u> Lisans öğrenci sayısı Önlisans öğrenci sayısı Önlisans+lisans öğrenci sayısı Yüksek lisans Doktora öğrenci sayısı Lisansüstü öğrenci sayısı Mezun lisans öğrencisi sayısı Mezun lisansüstü öğrenci sayısı
<u>Giderlere İlişkin Girdiler</u> Personel giderleri İşletme giderleri Diğer Giderler Toplam giderler Yolluk, personel, hizmet alımı ve tüketim giderleri Yatırım giderleri Genel bütçe giderleri Bütçe dışı giderler	<u>Gelirlere İlişkin Çıktılar</u> Toplam gelirler Araştırma ve Danışmanlık Gelirleri Öğrenci harçları
<u>Varlıklara İlişkin Girdiler</u> Araştırma gelirleri Duran varlıklar Yüzölçümü	<u>Yayınlara İlişkin Çıktılar</u> İndekslerde yer alan yayın sayısı Proje sayısı Araştırma miktarı

Türkiye'deki vakıf üniversitelerinin etkinliği üzerine yapılan ilk çalışma, H.Ü. Özden tarafından gerçekleştirilmiştir.[34] Çalışmada kullanılan girdi ve çıktı değişkenleri aşağıda verilmiştir. VZA için bu değişkenlerin seçilme gerekçeleri, Özden tarafından açıklanmıştır. Yararlanılan veri seti, 2007 Vakıf Üniversiteleri Raporu'ndan[35] derlenmiştir.

Girdi Değişkenleri

Toplam giderler

Öğretim üyesi sayısı

Diğer akademik personel sayısı

Çıktı Değişkenleri

Önlisans ve lisans öğrenci sayısı

Lisansüstü öğrenci sayısı

İndekslerde yer alan yayın sayısı

Eğitim-öğretim gelirleri

Diğer gelirler

Özden, çalışmasında hem CCR hem de BCC modellerini kullanarak girdi ve çıktı yönelimli olmak üzere gerçekleştirdiği VZ analizleri sonucunda 24 vakıf üniversitesinden 15'inin etkin olduğu bulgusunu elde etmiştir. Ayrıca, detaylı olarak yapılan ölçeğe göre getiri incelemeleri sonucunda, 16 üniversitenin ölçeğe göre sabit getiri, 4'ünün ölçeğe göre artan getiri, diğer 4'ünün ise ölçeğe göre azalan getiri sağladığı sonucunu elde etmiştir.

Özden'in çalışmasında 24 olan karar birimi sayısı, girdi ve çıktı sayıları toplamının(3+5=8) üç katına eşit olduğundan, bu veri setine VZA uygulamasında bir sakınca yoktur. Fakat çalışmada da belirtildiği üzere, karar birimi sayısının arttırılması görece etkinlik değerlerinin güvenilirliğini arttıracaktır. Vakıf üniversiteleri incelemesinde karar birimi sayısı arttırılmadığı için, tarafımızdan gerçekleştirilen bu çalışmada, TBA kullanımı yardımıyla girdi ve çıktılar için boyut indirgemesi yaklaşımı önerilecek, böylece VZA'nın ayırım gücü arttırılacaktır.

3. TBA Uygulaması

Analizlerin ilk aşamasında, SPSS 15.0 paket programı kullanılarak, girdi ve çıktı değişkenleri için ayrı ayrı TBA uygulanmıştır. Girdi değişkenleri için elde edilen TBA sonuçları Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2: Girdi Değişkenleri İçin TBA Sonuçları

Korelasyon Matrisi			
	topgider	ogrueyesi	digerakademik
topgider	1	0,876	0,824
ogrueyesi	0,876	1	0,941
digerakademik	0,824	0,941	1
KMO Örneklem Yeterliliği Ölçütü			
		0,717	
Bartlett Küresellik Testi	Ki-kare	76,595	
	sd	3	
	p	0,000	
Kümünlite Değerleri			
	Önsel	Çıkarım	
topgider	1	0,877	
ogrueyesi	1	0,959	
digerakademik	1	0,924	
Temel Bileşen	Toplam	Varyans Açıklama	Kümülatif %
1	2,761	92,031	92,031
2	0,187	6,239	98,27
3	0,052	1,73	100

Tablo 2’de görüldüğü gibi girdi değişkenlerine ilişkin veriler TBA için uygundur. Analiz sonucunda, girdiler için %92.031 açıklama oranı ile bir önemli temel bileşen elde edilmiştir. Bu temel bileşen, *Toplam Giderler* değişkenindeki bilginin %87.7’sini, *Öğretim Üyesi Sayısı* değişkenindeki bilginin %95.9’unu, *Diğer Akademik Personel Sayısı* değişkenindeki bilginin %92.4’ünü barındırmaktadır.

Sonraki adımda, 5 çıktı değişkeni için TBA gerçekleştirilmiştir. Analiz sonuçları, Tablo 3’de sunulmuştur.

Tablo 3: Çıktı Değişkenleri İçin TBA Sonuçları

Korelasyon Matrisi					
	ogrenci	lisansustu	yayin	egtgelir	digergelir
ogrenci	1	0,867	0,52	0,929	0,509
lisansustu	0,867	1	0,314	0,872	0,276
yayin	0,52	0,314	1	0,483	0,643
egtgelir	0,929	0,872	0,483	1	0,504
digergelir	0,509	0,276	0,643	0,504	1
KMO Örneklem Yeterliliği Ölçütü					
		0,779			
Bartlett Küresellik Testi	Ki-kare	96,563			
	sd	10			
	p	0			
Kümünalite Değerleri					
	Önsel	Çıkarım			
ogrenci	1	0,946			
lisansustu	1	0,942			
yayin	1	0,811			
egtgelir	1	0,944			
digergelir	1	0,828			
Temel Bileşen					
Temel Bileşen	Toplam	Varyans Açıklama	Kümülatif %		
1	3,424	68,483	68,483		
2	1,047	20,931	89,414		
3	0,359	7,187	96,601		
4	0,1	2,002	98,604		
5	0,07	1,396	100		

Tablo 3'de görüldüğü gibi çıktı değişkenlerine ilişkin veriler de TBA için uygundur. Analiz sonucunda, çıktılar için %89.414 açıklama oranı ile iki önemli temel bileşen elde edilmiştir. Bu iki temel bileşen, *Önlisans ve lisans öğrenci sayısı* değişkeninin %94.6'sı, *Lisansüstü öğrenci sayısı* değişkeninin %94.2'si, *İndekslerde yer alan yayın sayısı* değişkeninin %81.1'i, *Eğitim-öğretim gelirleri* değişkeninin %94.4'ü, *Diğer gelirler* değişkeninin %82.8'i oranında bilgi taşımaktadır.

Girdi ve çıktı değişkenleri için yapılan TBA sonucunda üç girdi değişkeni bir temel bileşenle, beş çıktı değişkeni iki temel bileşenler açıklanabilmiş; böylece toplam 8 adet girdi ve çıktı değişkeni, 3 temel bileşene indirgenebilmiştir.

4. VZA Uygulaması

Bu çalışmada VZA uygulamaları, çıktı maksimizasyonu amaçlı CCR modeline dayalı olarak gerçekleştirilecektir. Teknik etkinlik ya da ölçek etkinliğine ilişkin değerlendirme yapılması amaçlanmadığından, ayrıca Özden'in çalışmasında 24 üniversiteden 16'sının ölçeğe göre sabit getiriye sahip olduğu belirtildiğinden BCC ve diğer VZA modellerine başvurulmasına ihtiyaç duyulmamıştır. Girdi minimizasyonu amaçlı CCR modelinin, çıktı maksimizasyonu amaçlı modelle ile aynı sonucu verdiği hatırlatılmalıdır. VZA uygulamaları için DEA Solver 3.0 paket programı kullanılmıştır.

CCR modelinde kullanılan girdi ve çıktılar, elde edilen üç temel bileşenin skorlarıdır. Temel bileşen skorlarının bazılarında negatif değerler olması nedeniyle tüm değerlere belirli bir sabit terim eklenerek pozitif skorlar elde edilmiştir. Verilere sabit bir sayı

eklenmesinin ya da değişkenlerin kendi ortalamaları baz alınarak normalleştirilmesinin VZA sonucunu etkilemediği bilinmektedir.[36]

Üç temel bileşen ile gerçekleştirilen VZA sonucu Tablo 4’de sunulmuştur.

Tablo 4: VZA Data Seti ve Etkinlik Sonuçları

Üniversiteler	Girdi TBA	Çıktı TBA1	Çıktı TBA2	Etkinlik Skoru	Rank
Atılım Üniversitesi	9,584	9,705	9,663	0,9398	18
Bahçeşehir Üniversitesi	9,632	9,782	9,421	0,9414	16
Başkent Üniversitesi	11,855	11,462	11,507	0,8975	23
Beykent Üniversitesi	9,468	10,259	8,604	1	1
Bilkent Üniversitesi	12,279	12,478	12,478	0,9432	15
Çağ Üniversitesi	9,238	9,128	9,969	0,9438	14
Çankaya Üniversitesi	9,586	9,628	10,730	0,9766	8
Doğuş Üniversitesi	9,440	9,368	10,765	0,9923	4
Fatih Üniversitesi	10,360	10,590	10,740	0,9493	13
Haliç Üniversitesi	9,526	9,326	9,816	0,9104	22
Işık Üniversitesi	9,418	9,410	10,229	0,9505	12
İstanbul Bilgi Üniversitesi	10,499	10,881	8,117	0,9564	10
İstanbul Kültür Üniversitesi	10,364	7,942	9,444	0,7929	24
İstanbul Ticaret Üniversitesi	9,462	9,698	9,495	0,9506	11
İzmir Ekonomi Üniversitesi	9,691	9,737	9,736	0,9326	19
Kadir Has Üniversitesi	9,539	9,676	9,614	0,9413	17
Koç Üniversitesi	10,102	10,194	11,610	1	1
Maltepe Üniversitesi	9,912	9,838	10,121	0,9222	20
Okan Üniversitesi	9,149	9,470	10,320	0,9868	6
Sabancı Üniversitesi	10,357	10,284	11,792	0,9907	5
TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi	9,398	9,172	10,574	0,9790	7
Ufuk Üniversitesi	9,321	9,320	10,239	0,9601	9
Yaşar Üniversitesi	9,180	9,870	10,456	1	1
Yeditepe Üniversitesi	12,966	12,805	7,883	0,9114	21

Yapılan VZA sonucunda, 24 vakıf üniversitesinden Beykent üniversitesi, Koç Üniversitesi ve Yaşar Üniversitesi etkin bulunmuştur. Görüldüğü gibi, Özden’in çalışmasında[35] TBA kullanımı öncesinde 15 üniversite etkin olarak değerlendirilirken, girdi ve çıktılarda boyut indirgemesinin sağlanması halinde etkin üniversite sayısı 3’e düşmüştür.

Etkin karar birimlerinin tespitinin yanısıra, etkin birimler arasında süper etkinlik durumu ve etkin olmayan birimlerin etkin birimlerden hangisini/hangilerini referans aldığı, buna dayalı olarak girdi/çıktılarında ne tür değişiklikler olması halinde etkinlik sınırına ulaşabilecekleri de incelenmiştir. Bu yöndeki değerlendirmeler, Tablo 5’te sunulan bulgulardan yararlanılarak yapılmıştır.

Tablo 5: VZA Detaylı Sonuçlar

Üniversiteler	Etkinlik Skoru	Rank	Referans Kümesi			
Atılım Üniversitesi	0,9398	18	Beykent Üniversitesi	0,29	Yaşar Üniversitesi	0,74
Bahçeşehir Üniversitesi	0,9414	16	Beykent Üniversitesi	0,44	Yaşar Üniversitesi	0,59
Başkent Üniversitesi	0,8975	23	Beykent Üniversitesi	0,31	Yaşar Üniversitesi	0,97
Bilkent Üniversitesi	0,9432	15	Beykent Üniversitesi	0,35	Yaşar Üniversitesi	0,98
Çağ Üniversitesi	0,9438	14	Koç Üniversitesi	0,39	Yaşar Üniversitesi	0,58
Çankaya Üniversitesi	0,9766	8	Koç Üniversitesi	0,67	Yaşar Üniversitesi	0,31
Doğuş Üniversitesi	0,9923	4	Koç Üniversitesi	0,93		
Fatih Üniversitesi	0,9493	13	Beykent Üniversitesi	0,22	Yaşar Üniversitesi	0,90
Haliç Üniversitesi	0,9104	22	Beykent Üniversitesi	0,03	Yaşar Üniversitesi	1,01
Işık Üniversitesi	0,9505	12	Koç Üniversitesi	0,34	Yaşar Üniversitesi	0,65
İstanbul Bilgi Üniversitesi	0,9564	10	Beykent Üniversitesi	1,11		
İstanbul Kültür Üniversitesi	0,7929	24	Koç Üniversitesi	1,03		
İstanbul Ticaret Üniversitesi	0,9506	11	Beykent Üniversitesi	0,36	Yaşar Üniversitesi	0,66
İzmir Ekonomi Üniversitesi	0,9326	19	Beykent Üniversitesi	0,27	Yaşar Üniversitesi	0,77
Kadir Has Üniversitesi	0,9413	17	Beykent Üniversitesi	0,30	Yaşar Üniversitesi	0,73
Maltepe Üniversitesi	0,9222	20	Beykent Üniversitesi	0,14	Yaşar Üniversitesi	0,93
Okan Üniversitesi	0,9868	6	Koç Üniversitesi	0,36	Yaşar Üniversitesi	0,60
Sabancı Üniversitesi	0,9907	5	Koç Üniversitesi	1,03		
TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi	0,9790	7	Koç Üniversitesi	0,93		
Ufuk Üniversitesi	0,9601	9	Koç Üniversitesi	0,47	Yaşar Üniversitesi	0,50
Yeditepe Üniversitesi	0,9114	21	Beykent Üniversitesi	1,37		

Etkin olmayan üniversitelerin referans kümeleri incelendiğinde, referans olma sıklıklarına göre 3 etkin üniversite arasındaki öncelik sıralaması aşağıdaki gibidir:

1. Yaşar Üniversitesi(15)
2. Beykent Üniversitesi(12)
3. Koç Üniversitesi(9)

Etkin olmayan üniversitelerin ortalama etkinlik skoru 0.9487'dir. Bu değer, etkin olmayan vakıf üniversitelerinin etkin sınıra yakın olduklarını göstermektedir. Etkin sınıra en yakın ise ilk beş vakıf üniversitesi şunlardır:

1. Doğu Üniversitesi (0.9923)
2. Sabancı Üniversitesi (0.9907)
3. Okan Üniversitesi (0.9868)
4. TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi (0.9790)
5. Çankaya Üniversitesi (0.9766)

En düşük etkinlik skoru(0.7929) İstanbul Kültür Üniversitesi'ne aittir. Etkinlikten en uzak ilk beş vakıf üniversitesi de şunlardır:

1. İstanbul Kültür Üniversitesi(0.7929)
2. Başkent Üniversitesi(0.8975)
3. Haliç Üniversitesi (0.9104)
4. Yeditepe Üniversitesi (0.9114)
5. Maltepe Üniversitesi (0.9222)

Etkin olmayan üniversitelerin etkinliğe ulaşabilmede referans almaları önerilen etkin üniversiteler de Tablo 5'de görülmektedir. Buna göre örneğin, Atılım Üniversitesi, Beykent ve Yaşar Üniversiteleri'ni; Sabancı Üniversitesi, Koç Üniversitesi'ni referans almalıdır.

Tablo 6. Etkin Olmayan Vakıf Üniversiteleri İçin Öngörülen İyileşme Oranları

Üniversite	%	Üniversite	%
Atılım Üniversitesi		İstanbul Kültür Üniversitesi	
ÇIKTI TBA1	6,41%	ÇIKTI TBA1	31,67%
ÇIKTI TBA2	6,41%	ÇIKTI TBA2	26,12%
Bahçeşehir Üniversitesi		İstanbul Ticaret Üniversitesi	
ÇIKTI TBA1	6,22%	ÇIKTI TBA1	5,20%
ÇIKTI TBA2	6,22%	ÇIKTI TBA2	5,20%
Başkent Üniversitesi		İzmir Ekonomi Üniversitesi	
ÇIKTI TBA1	11,42%	ÇIKTI TBA1	7,23%
ÇIKTI TBA2	11,42%	ÇIKTI TBA2	7,23%
Bilkent Üniversitesi		Kadir Has Üniversitesi	
ÇIKTI TBA1	6,02%	ÇIKTI TBA1	6,24%
ÇIKTI TBA2	6,02%	ÇIKTI TBA2	6,24%
Çağ Üniversitesi		Maltepe Üniversitesi	
ÇIKTI TBA1	5,95%	ÇIKTI TBA1	8,43%
ÇIKTI TBA2	5,95%	ÇIKTI TBA2	8,43%
Çankaya Üniversitesi		Okan Üniversitesi	
ÇIKTI TBA1	2,40%	ÇIKTI TBA1	1,34%
ÇIKTI TBA2	2,40%	ÇIKTI TBA2	1,34%
Doğuş Üniversitesi		Sabancı Üniversitesi	
ÇIKTI TBA1	1,68%	ÇIKTI TBA1	1,62%
ÇIKTI TBA2	0,78%	ÇIKTI TBA2	0,93%
Fatih Üniversitesi		TOBB Ekonomi ve Teknoloji Ün.	
ÇIKTI TBA1	5,35%	ÇIKTI TBA1	3,40%
ÇIKTI TBA2	5,35%	ÇIKTI TBA2	2,15%
Haliç Üniversitesi		Ufuk Üniversitesi	
ÇIKTI TBA1	9,84%	ÇIKTI TBA1	4,15%
ÇIKTI TBA2	9,84%	ÇIKTI TBA2	4,15%
Işık Üniversitesi		Yeditepe Üniversitesi	
ÇIKTI TBA1	5,20%	ÇIKTI TBA1	9,72%
ÇIKTI TBA2	5,20%	ÇIKTI TBA2	49,48%
İstanbul Bilgi Üniversitesi			
ÇIKTI TBA1	4,56%		
ÇIKTI TBA2	17,55%		

Etkin olmayan üniversitelerin girdi ve çıktılarında öngörülen değişikliklere ilişkin bulgular Tablo 6'da sunulmuştur. Örneğin, Atılım Üniversitesi, çıktılarında %6.41'lik artış sağlayabilmesi halinde etkin sınıra ulaşabilecektir. İstanbul Kültür Üniversitesi TBA1 çıktısında %31,67, TBA2 çıktısında %26,12'lük artış sağlayabilmesi halinde etkin konuma gelecektir.

6. Sonuç ve Öneriler

VZA, karar birimlerinin görelî etkinliğini belirlemede kullanılan popüler bir optimizasyon tekniğidir. Çok sayıda girdi ve çok sayıda çıktının sınır analizi olarak tanımlanabilen bir doğrusal programlama süreci olan VZA'da, bir çok avantajının yanı sıra, girdi ve çıktı sayıları toplamının, karar birimi sayısına kıyasla yüksek olması durumunda analizin ayırım gücü düşmektedir. Belirli sayıda karar birimi için, bazı girdi veya çıktıları modelden çıkarmak suretiyle duyarlılığı arttırma çabaları, çıkarılan girdi ya da çıktının sahip olduğu

bilginin kaybedilmesine yol açmaktadır. Bunun yerine, çok değişkenli analiz tekniklerinden TBA kullanılarak boyut indirgemesine gidilmesi, analiz sürecine önemli katkılar sağlamaktadır.

Bu çalışmada, Türkiye'deki vakıf üniversitelerinin etkinlik incelemesi üzerinde, TBA'nın VZA sürecindeki rolü ifade edilmeye çalışılmıştır. Girdi değişkenleri (*Toplam Giderler, Öğretim Üyesi Sayısı, Diğer Akademik Personel Sayısı*) ve çıktı değişkenleri (*Önlisans ve lisans öğrenci sayısı, Lisansüstü öğrenci sayısı, İndekslerde yer alan yayın sayısı, Eğitim-öğretim gelirleri, Diğer gelirler*) için ayrı ayrı yapılan TBA sonucunda, üç girdi değişkeni bir temel bileşenle, beş çıktı değişkeni iki temel bileşenle açıklanabilmiş; böylece 8 adet girdi ve çıktı değişkeni, 3 temel bileşene indirgenebilmiştir.

TBA kullanımı öncesi yapılan VZA sonucunda, 24 vakıf üniversitesinden 15'i etkin olarak değerlendirilirken, TBA yardımıyla yapılan boyut indirgemesi sonrasında gerçekleştirilen VZA sonucunda 24 vakıf üniversitesinden 3'ü etkin bulunmuştur. Bu üniversiteler, Yaşar Üniversitesi, Beykent Üniversitesi ve Koç Üniversitesi'dir. En düşük etkinlik skoru 0.7929 olmak üzere, etkin olmayan üniversitelerin ortalama etkinlik skoru 0.9487'dir. Bu değer, etkin olmayan üniversitelerin etkin sınıra yakın olarak konumlandıklarını göstermektedir.

VZA bulgularına dayalı olarak, etkin olmayan üniversiteler arasındaki sıralama, bu üniversitelerin referans kümeleri ve etkin konuma gelebilmeleri için girdi ya da çıktı değerlerinde öngörülen değişim oranları da çalışmada sunulmuştur.

Bu çalışmada YÖK'ün 2007 yılı raporuna dayalı olarak yapılan üniversiteler arası etkinlik karşılaştırması, periyodik olarak tekrarlanarak üniversitelerin etkinlik skorlarındaki değişimler yıl bazında incelenmelidir.

TBA'nın VZA çözümlerindeki katkıları sadece boyut indirgeme işlevi ile sınırlı değildir. Çeşitli sektörlerde, özellikle karar birimi sayısının az olduğu hallerde VZA uygulamaları için TBA'nın sunduğu diğer avantajlardan da yararlanılabilir. VZA gibi görece etkinliğe dayalı bir teknik için, girdi ve çıktıların seçimi en önemli aşamalardan biridir. TBA'nın girdi ve çıktı seçiminde alternatif bir yöntem olarak kullanımı da, farklı çalışmalarda ele alınabilir.

TBA dışında, Diskriminant Analizi, Kümeleme Analizi, Kanonik Korelasyon Analizi gibi diğer çok değişkenli istatistik tekniklerin de VZA sürecine katkı sağlayan fonksiyonları söz konusudur. Çok değişkenli istatistik teknikleri ile VZA çözümleri arasındaki entegrasyonun geliştirilmesi, tüm veri setleri için duyarlı ve geçerli bulgular elde edilmesine imkan verecektir.

Kaynakça

[1] A. Tarım, Veri Zarflama Analizi: Matematiksel Programlama Tabanlı Göreceli Etkinlik Ölçüm Yaklaşımı. Sayıştay Başkanlığı Araştırma/İnceleme/Çeviri Yazı Dizisi:15, Ankara, 2001, 5-6, 45-46.

[2] J. Zhu, Data Envelopment Analysis vs. Principal Component Analysis: An illustrative Study of Economic Performance of Chinese Cities. *European Journal of Operational Research*, 111, 50-61,(1998).

[3] A. Charnes, W.W. Cooper ve E. Rhodes, Measuring the Efficiency of Decision Making Units, *European Journal of Operation Research*, 2, 429-444, (1978).

[4] W.W. Cooper, L.M. Seiford, K.Tone, Data Envelopment Analysis-A Comprehensive Text with Models, Applications, References and DEA-Solver Software, 2. Baskı, Springer, 2007, 23, 116.

- [5] L.M. Seiford, "A cyber-bibliography for data envelopment analysis (1978-1999)", *Data Envelopment Analysis: A Comprehensive Text with Models, Applications, References and DEA-Software*. Ed. W.W.Cooper ve L.M.Seiford, Kluwer Academic Publishers, (1999).
- [6] F. Phillips, 25 Years of Data Envelopment Analysis, *International Journal of Information Technology and Decision Making*, 4, 3, 317-323, (2005).
- [7] R. Shanmugam ve C. Johnson, At a crossroad of Data Envelopment and Principal Component Analyses, *Omega: The International Journal of Management Science*, 35, 351-364, (2007).
- [8] G. Tavares, A Bibliography of Data Envelopment Analysis. (1978-2001) Rutcor Research Report http://rutcor.rutgers.edu/pub/rrr/reports2002/1_2002.pdf (2002) [Erişim: 15.12.2008]
- [9] R. Yolalan, İşletmelerarası Görelilik Ölçümü, Ankara: Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları, No.483, 1993, 32.
- [10] A.I. Ali, W.D. Cook ve L.M. Seiford, Strict vs. Weak Ordinal Relations for Multipliers in Data Envelopment Analysis, *Management Science*, 37, 733-738, (1991).
- [11] N. Adler, L. Friedman ve Z. Sinuany-Stern, Review of ranking methods in the data envelopment analysis context, *European Journal of Operational Research*, 140, 249-265, (2002).
- [12] H. Tatlıdil, Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistiksel Analiz, Ankara: Akademi Matbaası, 1996, 138, 146.
- [13] I.T. Jolliffe, Principal Component Analysis, 2. Baskı, New York: Springer, 2002, 111-149.
- [14] J.F. Hair, R.E. Anderson, R.L. Tatham ve W.C. Black, Multivariate Data Analysis, New Jersey: Prentice Hall, 1998, 99.
- [15] H.F. Kaiser ve J. Rice, A second generation Little Jiffy. *Psychometrika*, 35, 401-413, (1974).
- [16] I.M. Premachandra, A note on DEA vs principal component analysis: An improvement to Zhu's approach, *European Journal of Operational Research*, 132, 553-560, (2001).
- [17] P. Andersen ve N.C. Petersen, A Procedure for Ranking Efficient Units in Data Envelopment Analysis, *Management Science*, 39,10, 1261-1264, (1993).
- [18] B. Golany, A Note on Including Ordinal Relations Among Multipliers in Data Envelopment Analysis, *Management Science*, 34, 1029-1033, (1988).
- [19] A.I. Ali, W.D. Cook ve L.M. Seiford, Strict vs. Weak Ordinal Relations for Multipliers in Data Envelopment Analysis, *Management Science*, 37, 733-738, (1991).
- [20] A. Charnes, W.W. Cooper ve Z.M. Huang, Polyhedral cone-ratio DEA models with an illustrative application to large commercial banks, *Journal of Econometrics*, 46, 73-91, (1990).
- [21] R.G. Thompson, L.N. Langemeier, C.T. Lee ve R.M. Thrall, The Role of Multiplier Bounds in Efficiency Analysis with Application to Kansas Farming, *Journal of Econometrics*, 46, 93-108, (1990).
- [22] T. Ueda ve Y. Hoshiai, Application of principal component analysis for parsimonious summarization of DEA inputs and/or outputs, *Journal of Operations Research Society of Japan*, 40,4, 466-478, (1997).

- [23] N. Adler, B. Golany, "PCA-DEA Reducing the curse of dimensionality". In *Modelling Data Irregularities Structural Complexities in Data Development Analysis*. Ed. J. Zhu ve W.D. Cook. New York: Springer, 2007, s. 144
- [24] C. S. Cinca ve C. M. Molinero, Selecting DEA specifications and ranking units via PCA, *Journal of Operational Research Society*, 22, 521-528, (2004).
- [25] C. Tomkins ve R. Green, An Experiment in the Use of Data Envelopment Analysis of Evaluating The Efficiency of UK University Departments of Accounting, *Financial Accountability*, 4,2,147-164, (1988).
- [26] J.E. Beasley, Determining Teaching and Research Efficiencies, *Journal of The Operational Research Society*, 46, 4, 441-452, (1995).
- [27] M. Abbott ve C. Doucouliagos, The Efficiency of Australian Universities: A Data Envelopment Analysis, *Economics of Education Review*, 22, 1, 89-97 (2003).
- [28] T. Flegg, D.O. Allen, K.Field, T.W. Thurlow, Measuring the efficiency of British Universities: A Multi-period Data Envelopment Analysis. *Education Economics*, 3, 231-249, (2004).
- [29] S. Warning, Performance Differences in German Higher Education: Empirical Analysis of Strategic Groups, *Centre for European Economics Research*, (2004).
- [30] A. Kutlar ve M. Kartal, Cumhuriyet Üniversitesi'nin Verimlilik Analizi: Fakülteler Düzeyinde Veri Zarflama Yöntemiyle Bir Uygulama, *Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 8, 2, 49-79, (2004).
- [31] M. E. Baysal, B. Alçılar, H. Çerçioğlu, B. Toklu, Türkiye'deki Devlet Üniversitelerinin 2004 Yılı Performanslarının Veri Zarflama Analizi Yöntemiyle Belirlenip Buna Göre 2005 Yılı Bütçe Tahsislerinin Yapılması, *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 9, 1, 67-73, (2005).
- [32] A. Babacan, M. Kartal ve M.H. Bircan, Cumhuriyet Üniversitesi'nin Etkinliği'nin Kamu Üniversiteleri ile Karşılaştırılması: Bir VZA Tekniği Uygulaması, Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 8, 2, 97-114, (2007).
- [33] A. Kutlar ve A. Babacan, Türkiye'deki Kamu Üniversiteleri'nde CCR Etkinliği-Ölçek Etkinliği Analizi: DEA Tekniği Uygulaması, *Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 15, 1, 148-172, (2008).
- [34] Ü.H. Özden, Veri Zarflama Analizi ile Türkiye'deki Vakıf Üniversitelerinin Etkinliğinin Ölçülmesi, İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi, 37, 2, 167-185, (2008).
- [35] http://www.yok.gov.tr/duyuru/vakif_rap.pdf [Erişim: 15.12.2008]
- [36] J. Sarkis, "Preparing Your Data For DEA", In *Modelling Data Irregularities Structural Complexities in Data Development Analysis*. Ed. J. Zhu ve W.D. Cook. New York: Springer, 2007, s. 310