



ARAŞTIRMA MAKALESİ | RESEARCH ARTICLE

VERİ ZARFLAMA ANALİZİNDE ÖLÇEĞE GÖRE GETİRİ DURUMU:
ÜNİVERSİTELERİN ETKİNLİK ÖLÇÜMÜ ÜZERİNE BİR UYGULAMA

Akın ÖZKAN

Dr. Muş Alparslan Üniversitesi, İİBF
a.ozkan@alparslan.edu.tr
 0000-0003-2862-2496

Atıf / Citation: Özkan, A. (2021). Veri Zarflama Analizinde Ölçeğe Göre Getiri Durumu: Üniversitelerin Etkinlik Ölçümü Üzerine Bir Uygulama *İnönü Üniversitesi Uluslararası Sosyal Bilimler Dergisi*, (İNİJOSS), 10(2), 264-275.

Öz

Girdi ile çıktı arasındaki ilişkinin bir yorumu olan ölçeğe göre getiri durumu, karar vericiler ve politika yapımcılar için önemli bir göstergedir. Çalışmanın temel amacı Veri Zarflama Analizi (VZA) yaklaşımında ölçeğe göre getiri durumunun belirlenmesinde kullanılacak yöntemlerin bir çerçevesini çizerek, literatüre göre getiri durumunu doğru şekilde belirlemenin yolunu göstermektir. Bu nedenle, VZA yaklaşımında ölçeğe göre getiri yönünü belirlemek için yaygın olarak kullanılan üç temel yöntem karşılaştırmalı olarak ele alınmıştır. Çalışmada ayrıca üç farklı VZA modeli (θ_{CRSK} , θ_{VRSK} ve θ_{NIRSK}) kullanılarak 50 Türk üniversitenin göreceli etkinlikleri ölçülmüştür. Bu üç model açısından bakıldığında üniversitelerin %50'den fazlasının etkin olduğu, %80'den fazlasının etkinlik skorlarının 0,8-1 arasında değer aldığı görülmüştür. Bununla birlikte yaklaşık olarak %40'nın ölçeğe göre sabit getiri (CRS), %34'nün ölçeğe göre artan getiri (IRS) ve %26'sının ölçeğe göre azalan getiri (DRS) altında faaliyet gösterdiği bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Ölçeğe göre getiri durumu, Veri zarflama analizi, Üniversite etkinlik ölçümü, VZA, Performans ölçümü

THE SITUATION OF RETURNS TO SCALE IN DATA ENVELOPMENT ANALYSIS: AN APPLICATION ON THE EFFICIENCY MEASUREMENT OF UNIVERSITIES

Abstract

Estimation of return to scale, which is an interpretation of the relationship between input and output, is an important indicator for decision-makers and policymakers. The main purpose of the study is to show the way to correctly determine the returns to scale estimates according to the literature and to drawing a frame of the methods that can be used to determine the returns to scale situation in the Data Envelopment Analysis (DEA). For this reason, three basic methods commonly used to determine the direction of return to scale in the DEA approach are discussed comparatively. In the study, the relative

efficiency of 50 Turkish universities was also measured using three different DEA models (θ_{CRSk} , θ_{VRSk} ve θ_{NIRSk}). From the point of view of these three models, it was seen that more than 50% of the universities were efficient, and the efficiency scores of more than 80% were between 0.8 and 1. In addition, approximately 40% of them were found to have constant returns to scale (CRS), 34% to increasing returns to scale (IRS) and 40% to diminishing returns to scale (DRS).

Keywords: Return to scale, Data envelopment analysis, University efficiency measurement, DEA, Performance evaluation

1.GİRİŞ

Matematiksel programlama temelli parametrik olmayan modeller etkinlik sınırı ve bu etkinlik sınırına olan uzaklığı hesaplayarak karar verme birimlerinin etkinliğini ölçmeyi amaç edinmektedir. (Banker vd., 1984; Farrell, 1957) Veri Zarflama Analizi (VZA) en iyi çıktı/girdi oranına sahip birimleri etkin kabul ederek etkin sınırı oluşturan ve pek çok uygulama alanında yaygın olarak kullanılan parametrik olmayan matematiksel programlama temelli bir yaklaşım olarak öne çıkmaktadır. Charnes vd. (1978) tarafından literatüre bir dizi VZA modeli kazandırılırken aynı zamanda ölçeğe göre getiri kavramı da VZA çerçevesinde geniş çapta incelenmiştir. Bu durum VZA'nın uygulanabilirliğini daha da genişletmiştir. (Banker vd., 2004)

Ölçeğe Göre Getiri (Returns to Scale-RTS) Veri Zarflama Analizi (VZA) yaklaşımının kullanıldığı çalışmalarda çokça ele alınmış bir kavramdır. Ölçeğe göre getiri (RTS), Banker (1984) tarafından tanımlanmış olan En Verimli Ölçek Büyüklüğü (Most Productive Scale Size – MPSS) ile ilişkili bir durumdur. Optimali gösteren MPSS, karar birimlerinin bu büyüklüğü üstüne ve altına inince verimliliklerinin değişeceğini ifade etmektedir. Veri Zarflama Analizi literatüründe ölçeğe göre getiri çalışmalarının ölçeğe göre sabit getiri (Constant Returns to Scale-CRS), ölçeğe göre artan getiri (Increasing Returns to Scale-IRS) ve ölçeğe göre azalan getiri (Decreasing Returns to Scale-DRS) durumlarının gözlenip gözlenmediğine odaklandığı görülmektedir.

Bu çalışma, VZA üzerinden ölçeğe göre getiri yönü belirlemede kullanılan literatürdeki 3 farklı yöntemi karşılaştırmalı olarak incelemek ve üniversitelerin göreceli etkinlik ölçümleri üzerinden değerlendirmek amacıyla yapılmaktadır. Bu kapsamda Türkiye'deki 50 devlet üniversitesinin göreceli etkinlikleri 5 girdi 7 çıktı kullanılarak ölçülüp, ölçeğe göre getiri yönleri belirlenmektedir.

Çalışmanın ikinci bölümünde VZA ve temel modeller, üçüncü bölümünde ölçeğe göre getiri (RTS) durumları ve ölçeğe göre getiri yönünün nasıl belirlendiği anlatılmaktadır. Dördüncü bölümde ise Türkiye'deki 50 devlet üniversitesinin göreceli etkinlikleri ölçülüp her bir üniversitenin ölçeğe göre getiri yönleri belirlenmektedir.

2. VERİ ZARFLAMA ANALİZİ

Debreu (1951), Koopmansa (1951) ve Farrell (1957)'nin etkinlik ölçüm yaklaşımını temel alan Veri zarflama analizi (VZA) Charnes vd. (1978) tarafından çoklu girdi ve çoklu çıktı ortamında göreceli etkinlikleri ölçebilmesi için geliştirilmiştir. VZA yaklaşımını diğer etkinlik ölçüm yaklaşımlardan ayıran nokta, bu yaklaşımın doğrusal programlama temelli parametrik olmayan bir yaklaşım olmasıdır (Thanassoulis, 2001). Bununla birlikte, gerçekçi ve kolay uygulanabilir bir yaklaşım olmasından dolayı pek çok alandaki performans ölçümü için kullanılan popüler bir

yaklaşım olmuştur (Cooper vd., 2006). Özellikle, bu yaklaşımın eğitim, sağlık, ve turizm sektöründe veya firmalar, şehirler ve ülkeler gibi karar birimlerinde performans ölçümü yapmak için yaygın olarak kullanılmaktadır (Cooper vd., 2011).

Denklem (1) n adet karar verme birimi (KVB) içinden k. KVB'nin maksimize edilecek çıktı/girdi oranını göstermektedir. Burada y_{rk} ($r = 1, \dots, s = \text{çıkıtı sayısı}$) ve x_{ik} ($i = 1, \dots, m = \text{çıkıtı sayısı}$) sırasıyla çıktı ve girdi faktörlerini göstermektedir. Benzer şekilde u_r ($r = 1, \dots, s$) ve v_i ($i = 1, \dots, m$) sırasıyla çıktı ve girdi ağırlıklarını göstermektedir.

$$Max \theta_k = \frac{\sum_{r=1}^s y_{rk} u_r}{\sum_{i=1}^m x_{ik} v_i} \quad (1)$$

Girdi ve çıktı ağırlıkları doğrusal programlama tabanlı olan VZA ile Denklem (1)'deki kesri maksimize edecek şekilde serbestçe belirlenmektedir. Daha sonra bu ağırlıklar sırasıyla girdi ve çıktı faktörleri ile çarpılıp toplanarak sanal girdiler ve sanal çıktılar elde edilmektedir. Ayrıca VZA modeline etkinlik değerlerinin biri geçmemesini sağlayan Denklem (2)'deki kısıt eklenmiştir. Ağırlıkların negatif olmasını engelleyen kısıtlarla birlikte etkinlik skorları 0-1 arasında değişen değerler alabilmektedir. Bir değerini alan k birim görelî etkin olarak kabul edilmekte, birden uzaklaştıkça görelî etkinlik azalmaktadır.

$$\frac{\sum_{r=1}^s y_{rj} u_r}{\sum_{i=1}^m x_{ij} v_i} \leq 1 \quad j = 1, \dots, n. \quad (2)$$

Aşağıdaki kısıtlarda ağırlıkların negatif değer almamasını sağlayan gösteren kısıtlardır. Bu kısıtları sağlamak koşuluyla VZA modelinde her bir KVB'nin ağırlıkları kendi güçlü yönlerini ön plana çıkaracak, zayıf yönlerini ise arka plana itecek şekilde serbestçe belirlenebilmektedir

$$u_r \geq 0, v_i \geq 0 \quad r = 1, \dots, s. \quad i = 1, \dots, m.$$

VZA yaklaşımının temel modelleri olan girdi/çıkıtı yönelimli CCR ve BCC modelleri ölçeğe göre getiri durumlarının daha iyi anlaşılması için aşağıda verilmektedir.

Tablo 1 Girdiye Yönelik Çarpan Modeller

Ölçeğe Göre Sabit (CCR)	Ölçeğe Göre Değişken (BCC)	
$Max = \sum_{r=1}^s y_{rk} \mu_r$ $\sum_{i=1}^m x_{ik} v_i = 1$ $\sum_{r=1}^s y_{rj} \mu_r - \sum_{i=1}^m x_{ij} v_i \leq 0$	$Max = \sum_{r=1}^s y_{rk} \mu_r - \mu_0$ $\sum_{i=1}^m x_{ik} v_i = 1$ $\sum_{r=1}^s y_{rj} \mu_r - \sum_{i=1}^m x_{ij} v_i - \mu_0 \leq 0$	$j = 1, \dots, n.$
$\mu_r \geq 0, v_i \geq 0, \mu_0 \text{ serbest}$		$r = 1, \dots, s. \quad i = 1, \dots, m.$

Charnes vd. (1978) tarafından geliştirilen ve CCR adlandırılan VZA modelleri etkinlik ölçümünü ölçeğe göre sabit getiri varsayımı (CRS) altında yapmaktadır. Daha sonra Banker (1984) CCR modellerine bir kısıt ekleyerek ölçeğe göre artan/ azalan getiri (VRS) varsayımı altında etkinlik ölçümü yapabilecek modeller geliştirmiştir. Bu modeller girdiye ve çıktıya yönelik modeller olarak ikiye ayrılmaktadır. Aşağıda bu modellerin sadece girdiye yönelik modelleri verilmektedir. Tablo 1 ve Tablo 2’de sırasıyla CCR ve BCC modellerinin çarpan (multiplier) ve zarflama (envelopment) formları, bir başka ifadeyle primal ve dual formları verilmektedir.

Girdiye yönelik BCC modelde, CCR modelinden farklı olarak, μ_0 değişkeni kullanılmıştır. Bu değişken çarpan BCC modellerine ölçeğe göre değişken getiri (VRS) özelliğini getirmektedir (Zhu, 2014).

Tablo 2 Girdiye Yönelik Zarflama Modeller

Ölçeğe Göre Sabit (CCR)	Ölçeğe Göre Değişken (BCC)	
$\text{Min } \theta_{CRSk}$ $\sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j \geq y_{rk}$ $\sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j \leq \theta_k x_{ik}$	$\text{Min } \theta_{VRSk}$ $\sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j \geq y_{rk}$ $\sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j \leq \theta_k x_{ik}$ $\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$	$r = 1, \dots, s.$ $i = 1, \dots, m.$
$\lambda_j \geq 0, \theta_k$ serbest		$j = 1, \dots, n.$

VZA’da ayrıca dual modellerin kullanılması karar vericilere yönetsel açıdan önemli bilgiler sunmaktadır. Burada dual değişken λ ’nın çözümde aldığı değerler KVB’ler için yorumlanması önemli olmaktadır (Zhu, 2014). Örneğin etkin olmayan karar birimleri için rol modellerin belirlenmesi dual modellerin önemli bir çıktısıdır.

3. ÖLÇEĞE GÖRE GETİRİ YÖNÜN BELİRLENMESİ

VZA literatürüne bakıldığında ölçeğe göre getiri yönünü belirlemede yaygın olarak kullanılan 3 temel yöntem göze çarpmaktadır. İlk yöntem Seiford ve Zhu (1999) tarafından (Banker vd., 1984) BCC modeli üzerinden geliştirilen yöntemdir. Bu yöntem VRS VZA’nın çarpan formundaki μ_0 değişkenin optimal değerinin alacağı işarete dayanmaktadır. İkinci yöntem Banker (1984) ’in çalışmasında ele aldığı şekliyle karar birimlerinin ölçeğe göre getiri yönünü CCR modelinin optimal sonuçları üzerinden test edilerek belirlendiği yöntemdir. Bu yöntem CCR modeldeki optimal λ değerlerinin toplamının yorumlanmasına dayanmaktadır (Seiford ve Zhu, 1999). Üçüncü yöntem Färe ve Grosskopf (1985) tarafından geliştirilmiştir. Bu yöntem CCR ve BCC

modellerinin optimal radyal ölçümlerine dayanmaktadır (Seiford ve Zhu, 1999). Aşağıda, girdiye yönelik VZA modelleri üzerinden ölçeğe göre getiri durumunu belirlemek için kullanılan bu üç yöntemin ayrıntısına girilmektedir. Daha sonra, alternatif çözümlerin olması durumunda getiri yönünün nasıl belirleneceği ele alınmaktadır.

Bu üç yöntem Tablo 1' deki girdiye yönelik çarpan CCR ve BCC modelleri ile Tablo 2'deki girdiye yönelik zarflama CCR ve BCC modellerindeki değişkenler üzerinden teoremler olarak ifade edilmiştir.

3.1. Birinci Yöntem

μ_0 değişkenin optimal değerinin alacağı değere göre ölçeğe göre getiri yönünün belirlendiği bu yöntem teorem 1 de ifade edilmektedir;

Teorem 1. Banker vd. (1984)'ne göre herhangi bir k KVB için: $\mu_0 = 0$ değerini alıyorsa bu karar biriminin ölçeğe göre sabit getiri (CRS) özelliği gösterdiği varsayılır. $\mu_0 > 0$ değerini alıyorsa bu karar biriminin ölçeğe göre azalan getiri (DRS) özelliği gösterdiği varsayılır. $\mu_0 < 0$ değerini alıyorsa bu karar biriminin ölçeğe göre artan getiri (IRS) özelliği gösterdiği varsayılır (Zhu, 2014).

3.2. İkinci Yöntem

Ölçeğe göre getiri durumunun belirlenmesinde kullanılan ikinci yöntem CCR modelleri üzerinden geliştirilmiştir. Bu yöntem Banker (1984)'in En Verimli Ölçek Büyüklüğü (MPSS) ve ölçeğe göre getiri durumlarının belirlenebildiği çalışmasından gelmektedir. Bu yöntem Tablo 2'deki zarflama CCR modeldeki optimal λ değerlerinin toplamının yorumlanmasına dayanmaktadır.

Teorem 2. Banker (1984)'e göre herhangi bir k KVB için: $\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$ değerini alıyorsa bu karar biriminin ölçeğe göre sabit getiri (CRS) özelliği gösterdiği varsayılır. $\sum_{j=1}^n \lambda_j \leq 1$ değerini alıyorsa bu karar biriminin ölçeğe göre artan getiri (IRS) özelliği gösterdiği varsayılır. $\sum_{j=1}^n \lambda_j \geq 1$ değerini alıyorsa bu karar biriminin ölçeğe göre sabit getiri (DRS) özelliği gösterdiği varsayılır.

3.3. Üçüncü Yöntem

Son yöntem, Färe ve Grosskopf (1985) tarafından geliştirilen Ölçek Etkinliği İndeksi yöntemidir. Bu yöntem için ölçeğe göre artmayan getiri modeli (Non- Increasing RTS- NIRS)'ine ihtiyaç vardır. Bu model (3)'de verilmektedir. NIRS modeli Tablo 2'deki CCR modeline $\sum_{j=1}^n \lambda_j \leq 1$ kısıtı eklenerek elde edilmektedir. Ölçeğe göre getiri yönü ise girdiye yönelik CCR ve BCC modellerinin amaç fonksiyonları (θ_{CRSk} , θ_{VRSk}) da kullanılarak belirlenmektedir.

$$\begin{aligned} \text{Min } \theta_{NIRSk} & & (3) \\ \sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j & \geq y_{rk} & r = 1, \dots, s. \end{aligned}$$

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j \leq \theta_k x_{ik} \quad i = 1, \dots, m.$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j \leq 1$$

$$\lambda_j \geq 0, \theta_k \text{ serbest} \quad j = 1, \dots, n.$$

Teorem 3. Färe ve Grosskopf (1985)'ne göre herhangi bir k KVB için: $\theta_{CRSk} = \theta_{VRSk}$ oluyorsa bu karar biriminin ölçeğe göre sabit getiri (CRS) özelliği gösterdiği varsayılır. $\theta_{VRSk} > \theta_{NIRSk}$ oluyorsa bu karar biriminin ölçeğe göre artan getiri (IRS) özelliği gösterdiği varsayılır. $\theta_{VRSk} = \theta_{NIRSk}$ değerini alıyorsa bu karar biriminin ölçeğe göre azalan getiri (DRS) özelliği gösterdiği varsayılır.

Yukarıda bir karar biriminin ölçeğe göre getiri durumunu gösteren üç temel yaklaşım verilmektedir. Bu konuda ele alınması gereken önemli bir konuda birden fazla optimal çözümün olması durumudur. Optimal değerler üzerinden ele alınan Teorem 1 ve 2 birden fazla optimal çözüm olması durumunda güvenilir olmamaktadır. Çoklu μ_0 ve λ değerleri bazı gerçek dünya problemlerinde farklı ölçeğe göre getiri durumu yorumlarına neden olabilmektedir. Bu durum birden fazla optimal çözümün varlığının bilinme ihtiyacını da beraberinde getirmektedir. Ancak gerçek dünya problemlerinde bunu belirlemek daima mümkün olamamaktadır. Bu nedenle ölçeğe göre getiri durumunu belirlemeye çalıştığımız örneklerde birden fazla optimal çözümün olma durumunu ele alacak varyasyonları hesaba katmak gerekmektedir.

Banker ve Thrall (1992) μ_0 değerleri için bir aralık belirlemek yoluyla BCC model üzerinden ölçeğe göre getiri durumunu belirlemeye ve yorumlamaya yardımcı olacak bir doğrusal model geliştirmişlerdir. Benzer şekilde Banker vd. (1996a) μ_0 değerleri üzerinden birden fazla optimal çözümün olduğu durumda ölçeğe göre getiri durumunu belirlemede kullanılıp bütün optimal çözümlerin hesaba katılmasının gerekliliğini ortadan kaldıran bir doğrusal model geliştirmişlerdir. Banker vd. (1996b) ölçeğe göre getiri durumunun optimal λ değerleri üzerinden ele alındığı CCR modeller için alternatif optimal çözümün kontrol edilebildiği bir ikinci aşama doğrusal model geliştirmişlerdir. Diğer yandan, Färe ve Grosskopf (1985) tarafından önerilen Ölçek Etkinliği İndeksi yöntemi alternatif optimal çözümün olması durumundan etkilenmemektedir. Bunun nedeni, ölçeğe göre getirinin yönü amaç fonksiyonu değerleri üzerinden olmaktadır.

Yukarıda Banker ve Thrall (1992), Banker vd. (1996a) ve Banker vd. (1996b) tarafından önerilen yöntemlerden farklı olarak Seiford ve Zhu (1999) ölçeğe göre getiri yönünü belirlemek için alternatif optimal çözümleri açıklama gerekliliğinin olmadığını ortaya koymuşlardır. Seiford ve Zhu (1999) ilk iki teorem ile Ölçek Etkinliği İndeksi arasında bir ilişki kurarak aşağıda verilen iki teoremi ileri sürmüşlerdir. Bu teoremler alternatif optimal çözümlerin olduğu durumların ölçeğe göre getirinin karar biriminin IRS veya DRS olmasını etkilemediğini göstermektedir. Sonuç olarak bir karar biriminin ölçeğe göre getiri durumu μ_0 ve λ değerleri üzerinden

yorumlanmaktadır ve alternatif optimal sonuçların olması IRS ve DRS durumlarını değiştirmemektedir.

Teorem 4. Seiford ve Zhu (1999)'ne göre herhangi bir k KVB için: $\theta_{CRSk} = \theta_{VRSk}$ oluyorsa bu karar biriminin sadece ölçeğe göre sabit getiri (CRS) özelliği gösterdiği varsayılır. $\mu_0 < 0$ değerini alıyorsa bu karar biriminin ölçeğe göre artan getiri (IRS) özelliği gösterdiği varsayılır. $\mu_0 > 0$ değerini alıyorsa bu karar biriminin ölçeğe göre azalan getiri (DRS) özelliği gösterdiği varsayılır.

Teorem 5. Seiford ve Zhu (1999)'ne $\theta_{CRSk} = \theta_{VRSk}$ oluyorsa bu karar biriminin sadece ölçeğe göre sabit getiri (CRS) özelliği gösterdiği varsayılır. $\sum_{j=1}^n \lambda_j \leq 1$ değerini alıyorsa bu karar biriminin ölçeğe göre artan getiri (IRS) özelliği gösterdiği varsayılır. $\sum_{j=1}^n \lambda_j \geq 1$ değerini alıyorsa bu karar biriminin ölçeğe göre azalan getiri (DRS) özelliği gösterdiği varsayılır.

Çalışmanın devamında, yukarıdaki teoremler çerçevesinde Türkiye'deki 50 üniversitenin etkinlik ölçümleri ve ölçeğe göre getiri durumları değerlendirilmektedir.

4. TÜRKİYE'DEKİ ÜNİVERSİTELERİN ETKİNLİĞİNİN ÖLÇÜLMESİ VE ÖLÇEĞE GÖRE GETİRİ DURUMLARI

Bu çalışmada üniversitelerin görece etkinlikleri çeşitli girdi ve çıktı faktörleri çerçevesinde ölçülmektedir. Çalışma kapsamına 1992 yılı ve öncesinde kurulan toplam 50 devlet üniversitesi alınmıştır. Bu yılın eşik olarak alınmasının sebebi bu yılda çok sayıda üniversitenin açılması ve rekabet açısından benzer kulvarda olmalarıdır. Üniversitelerin etkinlik ölçümünde çoğunlukla araştırma (akademik başarı), eğitim-öğretim ve maddi kazanç açısından veya tümünü birlikte ele alacak şekilde etkinlik ölçümü yapılmaktadır (Aziz vd., 2013; Kuah ve Wong, 2011).

Üniversite alanında yapılan etkinlik çalışmalarına bakıldığında çok sayıda ortak girdi çıktının kullanıldığı görülmektedir. Girdiler için harcamalar, personel sayısı ve öğrenci sayısı örnek gösterilebilirken, çıktılar için lisans, yüksek lisans ve doktora mezun/öğrenci sayıları ile akademik yayın sayıları örnek gösterilebilir (Aviles-Sacoto vd., 2015; Essid vd., 2014). Üniversiteler için bu girdi/çıktı bileşimlerinin öğretim odaklı, araştırma odaklı, gelir/harcama odaklı veya tümü birlikte düşünülerek belirlendiği söylenebilir. Üniversitede etkinlik analizi yapılan bazı çalışmalar girdi çıktı bileşimi açısından şu şekilde özetlenebilir:

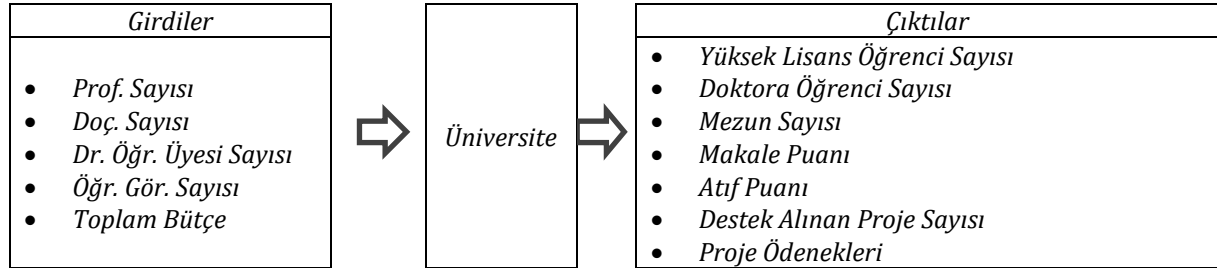
- Beasley (1990) çalışmasında girdi olarak araştırma gelirlerini ve harcamaları; çıktı olarak da araştırma reytinglerini ile lisans ve yüksek lisans öğrenci sayılarını almıştır.
- Baysal vd. (2005) çalışmalarında 50 devlet üniversitesinin görece etkinliklerini ölçerken, girdi olarak akademisyen sayıları ve personel giderleri ve cari giderleri; çıktı olarak öğrenci (lisans, lisansüstü) sayılarını ve yayın sayılarını almışlardır.
- Johnes (2006) çalışmasında 100 yükseköğretim kurumunun görece etkinliklerini ölçmek için girdi olarak öğrenci (lisans, lisansüstü) sayıları, akademik personel sayısı, yönetim giderleri, kütüphane giderleri, amortisman ve faiz gideri; çıktı olarak da lisans mezun sayısı, lisans üstü mezun sayısı, araştırma destekleri alınmıştır.
- Johnes ve Li (2008) çalışmalarında 109 üniversitenin görece etkinliklerini ölçmek için, girdi olarak öğrenci (lisans, lisansüstü) sayılarını, akademik personel sayılarını ve

araştırma harcamalarını; çıktı olarak toplam araştırma sayılarını ve yayın indekslerini almışlardır.

- Abd Aziz vd. (2013) üniversite departmanları üzerinden yaptıkları etkinlik çalışmasında girdi olarak akademik personel sayısını, akademik olmayan personel sayısını ve yıllık yönetim giderlerini; çıktı olarak da mezun öğrenci sayısını, yıllık araştırma desteklerini ve yayın sayısını kullanmışlardır.
- Aviles-Sacoto vd. (2015) çalışmalarında girdi olarak akademik derece, tercih derecesi, finansal derece ve %25 başarı aralığına giren mezun öğrenci yüzdesi; çıktı olarak da stajyer öğrenci yüzdesi ve işe giren öğrenci yüzdesi kullanmışlardır.
- Babacan (2012) çalışmasında girdi olarak genel bütçeden alınan pay, bütçe dışı harcamalar ve idari-akademik personel sayılarını; çıktı olarak da indekslere girmiş makale sayısı, üniversite öz gelirleri, okuyan öğrenci sayısını ve mezun öğrenci sayısını kullanmışlardır.

Literatürle tutarlı olacak şekilde bu uygulamada da 50 üniversitenin Profesör, Doçent, Doktor Öğretim Üyesi ve Öğretim Görevlisi sayıları ile üniversiteler için devlet tarafından ayrılan yıllık bütçe miktarları girdi olarak alınmıştır. Yüksek lisans, Doktora ve Mezun sayıları çıktı olarak alınmıştır. Bunun yanında Destek alınan proje sayısı ve Proje ödenekleri ile makale puanları ve Atıf puanları çıktı olarak alınmıştır. Makale puanları ve atıf puanları URAP (University Ranking by Academic Performance) tarafından makale ve atıf sayıları temel alınarak belirlenen puanlardır. Bu girdi/çıkıtı bileşimleri Şekil 1’de de gösterilmektedir.

Şekil 1 Girdi/Çıkıtı Bileşimleri



Tablo 3’de üniversitelerin Girdiye yönelik CCR zarflama modeli (θ_{CRSK}), girdi yönelik BCC zarflama modeli (θ_{VRSK}) ve ölçeğe göre artmayan getiri modellerine (θ_{VRSK}) etkinlik skorları verilmiştir. Bu skorlar VZA modeli gereği 1 ile 0 arasından değerler olmaktadır. Bir değerini alan birimler etkin birim olarak değerlendirilmektedir. Ayrıca, girdiye yönelik çarpan BCC modelinin μ_0 değerleri ve girdiye yönelik CCR modelinin toplam lamda değerleri tabloda hesaplanmıştır. Bu değerler üniversitelerin ölçeğe göre getiri yönlerini belirlemek için kullanılmaktadır.

Tablo 3’te etkinlik sonuçları ve değişken değerleri sunulurken, Tablo 4’te ölçeğe göre getirilere ilişkin bulgular sunulmaktadır. Etkinlik skorlarına baktığımızda 50 üniversite içerisinde sırasıyla 20 (θ_{CRSK}), 29 (θ_{VRSK}) ve 27 (θ_{NIRSK}) üniversite etkin çıkmıştır. Bazı üniversiteler girdiye yönelik CCR zarflama modelinde (θ_{CRSK}) etkin değilken diğer iki modelde etkin çıktığı görülmektedir. Ancak bu üniversitelerin etkinlik skorları bire yakın değerler almaktadır. Tüm etkinlik skorlarına bakıldığında üç modelin etkinlik skorlarının biribine eşit veya

çok yakın olduğu görülmektedir. Bu nedenle bu modellerin arasında etkinlik ölçümü açısından anlamlı bir fark olmadığı söylenebilir. Dolayısıyla, bu üç model açısından bakıldığında üniversitelerin %50'den fazlasının etkin olduğu, %80'den fazlasının etkin skorlarının 0,8-1 arasında değer aldığı görülebilir. Geriye kalan üniversitelerin tüm giridilerin sadece %80'nini kullanarak aynı düzeyde etkin olacağı söylenebilir.

Tablo 3 Üniversitelerin Etkinlik Skorları ve Değişken Değerleri

No	Üniversiteler	μ_0	$\sum_{j=1}^n \lambda_{jk}$	θ_{CRSK}	θ_{VRSK}	θ_{NIRSK}	No	Üniversiteler	μ_0	$\sum_{j=1}^n \lambda_{jk}$	θ_{CRSK}	θ_{VRSK}	θ_{NIRSK}
1	Abant İzzet Baysal	-0.39	1.00	1	1	1	26	İnönü	0.17	0.84	0.801	0.827	0.801
2	Adnan Menderes	-0.24	0.75	0.653	0.677	0.653	27	İstanbul Teknik	0.00	1.00	1	1	1
3	Afyon Kocatepe	0.26	1.10	0.852	0.877	0.877	28	İstanbul	0.00	1.00	1	1	1
4	Akdeniz	0.07	1.51	0.729	0.759	0.759	29	İzmir YT	1.96	1.00	1	1	1
5	Ankara	0.06	1.00	1	1	1	30	Kafkas	-	1.00	1	1	1
6	Atatürk	0.15	1.00	1	1	1	31	K. Sütçü İmam	-	0.88	0.926	0.948	0.926
7	Balıkesir	-0.04	0.89	0.963	0.967	0.963	32	Karadeniz Teknik	0.22	1.00	1	1	1
8	Boğaziçi	2.49	1.20	0.942	1	1	33	Kırıkkale	-	0.73	0.859	0.963	0.859
9	Bülent Ecevit	-0.35	0.77	0.665	0.746	0.665	34	Kocaeli	0.16	1.00	1	1	1
10	Celal Bayar	-0.20	0.86	0.708	0.732	0.707	35	Marmara	2.87	1.00	1	1	1
11	Cumhuriyet	-0.13	1.00	0.842	0.842	0.842	36	Mersin	-	0.89	0.636	0.654	0.636
12	Çanakkale	0.33	1.74	0.943	1	1	37	Mimar Sinan GS	-	0.43	0.970	1	0.970
13	Çukurova	0.38	1.00	1	1	1	38	Muğla Sıtkı Koçman	-	0.80	0.754	0.799	0.754
14	Dicle	-0.10	1.00	0.864	0.864	0.864	39	Mustafa Kemal	-	1.00	1	1	1
15	Dokuz Eylül	0.17	1.41	0.826	0.882	0.882	40	Niğde	-	0.77	0.922	1	0.922
16	Dumlupınar	22.67	1.00	1	1	1	41	Ondokuz Mayıs	0.28	1.03	0.913	0.919	0.919
17	Ege	0.72	2.45	0.893	1	1	42	Orta Doğu Teknik	-	1.00	1	1	1
18	Erciyes	1.54	1.11	0.901	1	1	43	Pamukkale	-	0.98	0.833	0.835	0.833
19	Fırat	-0.17	0.95	0.824	0.832	0.824	44	Sakarya	0.32	1.00	1	1	1
20	Gazi	0.01	2.59	0.987	1	1	45	Selçuk	0.54	1.00	1	1	1
21	Gaziantep	2.95	1.00	1	1	1	46	Süleyman Demirel	0.36	1.00	1	1	1
22	Gaziosmanpaşa	1.70	1.06	0.963	1	1	47	Trakya	-	0.75	0.708	0.7514	0.708
23	Gebze YT	-0.28	1.00	1	1	1	48	Uludağ	-	1.00	1	1	1
24	Hacettepe	0.11	1.12	0.951	1	1	49	Yıldız Teknik	0.81	1.05	0.964	0.999	0.999
25	Harran	-0.26	0.65	0.618	0.680	0.619	50	Yüzüncü Yıl	0.17	1.08	0.949	0.955	0.955

Tablo 4 Öleceğe Göre Getiri Durumları

N	Teorem 1	Teorem 2	Teorem 3	Teorem 4	Teorem 5	N	Teorem 1	Teorem 2	Teorem 3	Teorem 4	Teorem 5
1	IRS	CRS	CRS	CRS	CRS	26	IRS	DRS	IRS	IRS	IRS
2	IRS	DRS	IRS	IRS	IRS	27	CRS	CRS	CRS	CRS	CRS
3	DRS	DRS	DRS	DRS	DRS	28	CRS	CRS	CRS	CRS	CRS
4	DRS	DRS	DRS	DRS	DRS	29	DRS	CRS	CRS	CRS	CRS
5	DRS	CRS	CRS	CRS	CRS	30	IRS	CRS	CRS	CRS	CRS
6	DRS	CRS	CRS	CRS	CRS	31	IRS	DRS	IRS	IRS	IRS
7	IRS	DRS	IRS	IRS	IRS	32	DRS	CRS	CRS	CRS	CRS
8	DRS	DRS	DRS	DRS	DRS	33	IRS	DRS	IRS	IRS	IRS
9	IRS	DRS	IRS	IRS	IRS	34	DRS	CRS	CRS	CRS	CRS
10	IRS	DRS	IRS	IRS	IRS	35	DRS	CRS	CRS	CRS	CRS
11	IRS	DRS	IRS	IRS	IRS	36	IRS	DRS	IRS	IRS	IRS
12	DRS	DRS	DRS	DRS	DRS	37	IRS	DRS	IRS	IRS	IRS
13	DRS	CRS	CRS	CRS	CRS	38	IRS	DRS	IRS	IRS	IRS
14	IRS	DRS	IRS	IRS	IRS	39	IRS	CRS	CRS	CRS	CRS
15	DRS	DRS	DRS	DRS	DRS	40	IRS	DRS	IRS	IRS	IRS
16	DRS	CRS	CRS	CRS	CRS	41	DRS	DRS	DRS	DRS	DRS
17	DRS	DRS	DRS	DRS	DRS	42	IRS	CRS	CRS	CRS	CRS
18	DRS	DRS	DRS	DRS	DRS	43	IRS	DRS	IRS	IRS	IRS
19	IRS	DRS	IRS	IRS	IRS	44	DRS	CRS	CRS	CRS	CRS
20	DRS	DRS	DRS	DRS	DRS	45	DRS	CRS	CRS	CRS	CRS
21	DRS	CRS	CRS	CRS	CRS	46	DRS	CRS	CRS	CRS	CRS
22	DRS	DRS	DRS	DRS	DRS	47	IRS	DRS	IRS	IRS	IRS
23	IRS	CRS	CRS	CRS	CRS	48	IRS	CRS	CRS	CRS	CRS
24	DRS	DRS	DRS	DRS	DRS	49	DRS	DRS	DRS	DRS	DRS
25	IRS	DRS	IRS	IRS	IRS	50	DRS	DRS	DRS	DRS	DRS

DRS: Ölçeğe Göre Azalan Getiri

IRS: Ölçeğe Göre Artan Getiri

CRS: Ölçeğe Göre Sabit Getiri

Tablo 4'te üniversitelerin ölçeğe göre getiri durumları yukarıda değindiğimiz, ölçeğe göre getiri durumlarının tespiti için geliştirilmiş üç yöntem çerçevesinde verilmektedir. Birinci ve ikinci yöntem alternatif optimal çözümlerin olmadığı durumlar için ölçeğe göre getiri yönünün doğru bir şekilde belirlenebileceğini savunmaktadır. Seiford ve Zhu (1999) tarafından önerilen teorem 4 ve teorem 5 ise alternatif optimal çözümlerin olması durumu altında da ölçeğe göre getiri yönünün doğru şekilde belirlenebileceğini savunmaktadır. Bu çerçevede Tablo 4'te bakıldığında üniversitelerin ölçeğe göre getiri durumlarının bu üç yönteme göre farklı çıktığı görülmektedir. Nihai olarak tablo 4 deki teorem 4 ve teorem 5 sütunları Seiford ve Zhu (1999) tarafından önerilen teorem 4 ve 5 çerçevesinde üniversitelerin gerçek ölçeğe göre getiri yönlerini göstermektedir.

Getiri yönünü belirleme açısından alternatif optimal çözümlerin olması durumunda da doğru sonuçlar veren teorem 4 ve teorem 5'e göre 50 üniversiteden 13'ü DRS, 20'si CRS ve 17'si IRS özelliği gösterdiği bulunmuştur. Teorem 3 (üçüncü yöntem)'ünde aynı sonuçları verdiği görülmektedir. Ayrıca elde edilen bu bulgular literatürü desteklemektedir. Sonuç olarak denebilir

ki üçüncü yöntemin birinci ve ikinci yönteme göre alternatif optimal çözümlerin olmasından etkilenmeksizin ölçeğe göre getiri yönünü doğru tespit etmektedir.

5. SONUÇ

Bu çalışma, VZA'da ölçeğe göre getirinin yönünü belirlemek için geliştirilen üç yöntemi karşılaştırmak ve bir uygulama üzerinden göstermek amacıyla yapılmıştır. Çalışmas sonucunda üçüncü yöntemin ölçeğe göre getiri durumunu belirlemede daha tutarlı olduğu görülmüştür. Uygulama kapsamına Türkiye'de 1992 yılı ve öncesinde kurulan 50 devlet üniversitesi alınmıştır. Bu üniversitelerin girdi ve çıktı verileri 2012-2013 dönemini kapsamaktadır.

Uygulamanın bulgularına bakıldığında üniversitelerin %70'nin etkinlik skorlarının 0,9-1 arasında değer aldığı görülmüştür. Ortalama olarak üniversitelerin %70'nin kaynakları kullanma açısından görece verimli olduğu, geri kalan üniversitelerinde girdilerin sadece %70'ni kullanarak aynı düzeyde çıktı üretebileceği söylenebilir.

Üniversitelerin yaklaşık olarak %40'nın ölçeğe göre sabit getiri (CRS), %34'nün ölçeğe göre artan getiri (IRS) ve %26'sının ölçeğe göre azalan getiri (DRS) altında faaliyet gösterdiği görülmektedir. Bunun anlamı, tüm girdilerinde %1 oranında yapılacak bir artış, IRS özelliği gösteren üniversitelerin çıktılarda daha fazla oranda bir artış, DRS özelliği gösteren üniversitelerin çıktılarda daha az oranda bir artış ve CRS özelliği gösteren üniversitelerin çıktılarda ise aynı oranda bir artış anlamına gelmektedir. Bu nedenle, ölçeğe göre getiri durumları özellikle politika yapımcılar ve karar vericiler için önemli olmaktadır.

Çalışmada VZA'da ölçeğe göre getiri durumlarını belirlemek kullanılan üç temel yöntem incelenerek uygulama üzerinden karşılaştırmalar yapılmıştır. Ölçeğe göre getiri durumunun belirlenmesi en az etkinlik skorlarının hesaplanması kadar önemlidir. VZA ile etkinlik analizi yapılırken ölçeğe göre getiri durumlarının da incelenmesi analizin derinliğini artıracaktır. İler ki çalışmalarda parametrik olmayan yaklaşım olan VZA'nın yanı sıra parametrik yaklaşımlar ile de analizler yapılarak ölçeğe göre getiri durumları incelenebilir.

Çıkar Çatışması Bildirimi

Yazar, bu makalenin araştırılması, yazarlığı ve/veya yayınlanmasına ilişkin herhangi bir potansiyel çıkar çatışması beyan etmemiştir.

Destek/Finansman Bilgileri

Yazar, bu makalenin araştırılması, yazarlığı ve / veya yayınlanması için herhangi bir finansal destek almamıştır.

Etik Kurul Kararı

Bu araştırma için etik kurul iznine ihtiyaç yoktur.

KAYNAKÇA

- Abd Aziz, N. A., Janor, R. M. & Mahadi, R. (2013). Comparative Departmental Efficiency Analysis Within A University: A DEA Approach. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 90, 540-548.
- Aviles-Sacoto, S., Cook, W. D., Imanirad, R. & Zhu, J. (2015). Two-Stage Network DEA: When Intermediate Measures Can Be Treated as Outputs From the Second Stage. *Journal of the Operational Research Society*, 66(11), 1868-1877.

- Aziz, N. A. A., Janor, R. M. & Mahadi, R. (2013). Comparative Departmental Efficiency Analysis Within A University: A DEA Approach. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 90, 540-548.
- Babacan, A. (2012). Organizasyon Performansında İyileştirmeler ve Referans Kümesi Üniversite Örneği. *Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 13(2), 239-251.
- Banker, R. D. (1984). Estimating Most Productive Scale Size Using Data Envelopment Analysis. *European Journal of Operational Research*, 17(1), 35-44.
- Banker, R. D., Bardhan, I. & Cooper, W. W. (1996a). A Note on Returns to Scale in DEA. *European Journal of Operational Research*, 88(3), 583-585.
- Banker, R. D., Chang, H. & Cooper, W. W. (1996b). Equivalence and Implementation of Alternative Methods For Determining Returns to Scale in Data Envelopment Analysis. *European Journal of Operational Research*, 89(3), 473-481.
- Banker, R. D., Charnes, A. & Cooper, W. W. (1984). Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis. *Management Science*, 30(9), 1078-1092.
- Banker, R. D., Cooper, W. W., Seiford, L. M., Thrall, R. M. & Zhu, J. (2004). Returns to Scale in Different DEA Models. *European Journal of Operational Research*, 154(2), 345-362.
- Banker, R. D. & Thrall, R. M. (1992). Estimation of Returns to Scale Using Data Envelopment Analysis. *European Journal of Operational Research*, 62(1), 74-84.
- Baysal, M. E., ALÇILAR, B., Çerçioğlu, H. & Toklu, B. (2005). 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.
- Beasley, J. E. (1990). Comparing university departments. *Omega*, 18(2), 171-183.
- Charnes, A., Cooper, W. W. & Rhodes, E. (1978). Measuring The Efficiency of Decision Making Units. *European Journal of Operational Research*, 2(6), 429-444.
- Cooper, W. W., Seiford, L. M. & Tone, K. (2006). Introduction to Data Envelopment Analysis and Its Uses: With DEA-Solver Software and References: Springer Science & Business Media.
- Cooper, W. W., Seiford, L. M. & Zhu, J. (2011). Data Envelopment Analysis: History, Models, and Interpretations: Springer.
- Debreu, G. (1951). The Coefficient of Resource Utilization. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 273-292.
- Essid, H., Ouellette, P. & Vigeant, S. (2014). Productivity, Efficiency, And Technical Change Of Tunisian Schools: A Bootstrapped Malmquist Approach With Quasi-Fixed Inputs. *Omega*, 42(1), 88-97.
- Färe, R., & Grosskopf, S. (1985). A Nonparametric Cost Approach To Scale Efficiency. *The Scandinavian Journal of Economics*, 594-604.
- Farrell, M. J. (1957). The Measurement of Productive Efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society. Series A (General)*, 120(3), 253-290.
- Johnes, J. (2006). Data Envelopment Analysis and Its Application to the Measurement of Efficiency in Higher Education. *Economics of Education Review*, 25(3), 273-288.
- Johnes, J. & Li, Y. (2008). Measuring The Research Performance Of Chinese Higher Education Institutions Using Data Envelopment Analysis. *China Economic Review*, 19(4), 679-696.
- Koopmans, T. (1951). *An Analysis of Production as an Efficient Combination of Activities, Activity Analysis of Production and Allocation* (TC Koopmans. Ed.). New York: Wiley.
- Kuah, C. T. & Wong, K. Y. (2011). Efficiency Assessment of Universities Through Data Envelopment Analysis. *Procedia Computer Science*, 3, 499-506.
- Seiford, L. M., & Zhu, J. (1999). An Investigation of Returns to Scale in Data Envelopment Analysis. *Omega*, 27(1), 1-11.
- Thanassoulis, E. (2001). Introduction To The Theory and Application of Data Envelopment Analysis: Springer.
- Zhu, J. (2014). Quantitative Models for Performance Evaluation and Benchmarking: Data Envelopment Analysis with Spreadsheets (Vol. 213): Springer.