

ÇORUM İLİNDEKİ LİSELERİN 2012-2013 EĞİTİM ÖĞRETİM SÜRECİNDEKİ ETKİNLİĞİNİN VERİ ZARFLAMA ANALİZİ İLE ÖLÇÜLMESİ

Emre DEMİR*

Murat DURAKOĞLU**

Öz

Bu çalışmanın temel amacı Çorum ilindeki liselerin 2012-2013 eğitim-öğretim sürecindeki görece etkinliklerinin Veri Zarflama Analizi (VZA) tekniği ile hesaplanması ve elde edilen bulgular sonucunda okulların etkinliğini ve verimliliğini arttırmalarına katkıda bulunmaktır. Çalışmada girdiye yönelik ölçeğe göre sabit getirili Charnes-Cooper-Rhodes (CCR) Modeli (1978) ve ölçeğe göre değişken getirili Banker- Charnes-Cooper (BCC) Modeli (1984) kullanılmıştır. Etkinlik ölçümü için okullardaki öğrenci sayısı, öğretmen sayısı ve şube sayısından oluşmak üzere üç adet girdi ve Yüksek Öğretime Geçiş Sınavı (YGS) - Lisans Yerleştirme Sınavı (LYS) başarı (yerleştirme) oranı, YGS puan ortalamaları, LYS Matematik-Fen, Türkçe-Matematik, Türkçe-Sosyal bilimler puanları olmak üzere beş adet çıktı belirlenmiştir. Yapılan analiz sonucunda; CCR modeline göre dört okul etkin BCC modeline göre ise dokuz okul etkin çıkmıştır. Diğer liselerin verimlilik skorlarının daha düşük olduğu ve etkin çalışmadıkları tespit edilmiştir. Okullar için yapılan analiz sonuçlarına göre eğitim-öğretim kalitesinin artırılması amacıyla hangi girdi ya da çıktının ne derece ve ne yönde değiştirilmesi gerektiği konusunda karar verme birimlerine önerilerde bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Liseler, Veri Zarflama Analizi, Verimlilik, Etkinlik.

Measurement of Effectiveness of High Schools in Çorum in 2011-2012 Academic Year by Data Envelopment Analysis

Abstract

The basic aim of this study is to calculate relative efficiency of high schools in Çorum in 2012-2013 academic year by means of Data Envelopment Analysis and to contribute the effectiveness and productiveness of the high schools. In the study, Charnes-Cooper-Rhodes (CCR) Model (1978) which has constant outcomes as per the scale and, Banker- Charnes-Cooper (BCC) Model (1984) which has variable outcomes as per the scale have been used according to the input. For measurement of effectiveness, the numbers of the students registered, teachers and classes at the high schools have been determined as the three input data and; success

* Öğr.Gör., Hitit Üniversitesi Osmancık Ömer Derindere MYO Teknik Programlar Bölümü
(emredemir@hitit.edu.tr)

** Öğretmen, Çorum Eti Anadolu Lisesi (muratdurakoglu@hotmail.com.tr)

rates from Higher Education Examination-Undergraduate Placement Examination (YGS-LYS), YGS point averages, points from LYS Math-Science, Turkish-Math, Turkish-Social sciences have been determined as the five output data. As a result of the analyses, four schools have been found effective according to CCR model and nine schools have been found effective according to BCC model. It has been found that productivity scores of the rest of the high schools are low and these schools have not worked effectively. According to the results of the analyses, certain recommendations have been noted in order to improve educational qualities in accordance with inputs and outputs which are necessary to be changed.

Keywords: High Schools, Data Envelopment Analysis, Efficiency, Productivity.

I. GİRİŞ

Türk Milli Eğitim Sistemi içerisinde yer alan ortaöğretim kurumları eğitim sistemimizin önemli bir parçasıdır. Bu kurumlarımız ilköğretimi tamamladıktan sonra geçiş devresindeki öğrencilere öncelikle kişisel ve toplumsal hayatın gerektirdiği nitelikte ortak bir genel kültür ve yurttaşlık bilgisi vererek ülkenin iktisadi, sosyal ve kültürel kalkınmasına katkıda bulunma bilincini ve gücünü kazandırmayı amaçlar. Daha sonra da onları ilgi, eğilim ve yeteneklerine göre iş alanlarına, teknik ve meslek alanlarına veya yükseköğrenime hazırlar. Ortaöğretim okullarımız ülkemizin kalkınma ve gelişiminde önemli eğitim kurumlarıdır. Ancak eğitim sektöründe öğretmen, veli ve öğrenci sayılarına göre ilgili insan sayısı Türkiye nüfusunun neredeyse yarısına eşit olmasına rağmen bu sektörde öğretmenlerin ve velilerin yetiştirilmesi, bilgilendirilmesi amacıyla çalışan etkin bir çalışma ve yapılanma yeterince gözükmemektedir.

Öğrencilerimizin ortaöğretim kurumlarında daha kaliteli eğitim alabilmesi için öncelikle okullarımızın etkin çalışması gerekmektedir. Bunun sağlanabilmesi için eğitim kurumlarımızın koşullarının devamlı iyileştirilmesi, geliştirilmesi; buna bağlı olarak da okullarımızın mevcut durumunun belirlenmesi gerekmektedir. Bu bağlamda 2012–2013 eğitim-öğretim dönemi için etkinlik araştırması yapılacak

Tablo 1. 2011 Yılı Türkiye Geneli-Çorum YGS ve LYS Puan Karşılaştırmaları

Türkiye Ort.	Ygs-1	Ygs-2	Ygs-3	Ygs-4	Ygs-5	Ygs-6
	202,683	199,364	242,743	232,571	238,771	223,522
Çorum Ort.	199,206	195,717	241,034	231,663	233,311	220,133
Türkiye Ort. (LYS)	LYS Mat-Fen		LYS Tür-Mat		LYS Tür-Sos	
	241,781		236,842		233,560	
Çorum Ort. (LYS)	240,306		236,387		234,847	

Kaynak: Çorum Milli Eğitim Müdürlüğü.

olan Çorum ilindeki ortaöğretim kurumlarının öncelikle bir yıl önceki başarı durumunun değerlendirilmesi yapılmıştır.

Tablo 1' de görüleceği üzere 2011–2012 eğitim-öğretim dönemi ÖSYM verilerine göre Çorum ilinin puan ortalamaları, altı farklı YGS puan türünde ve Türkçe-Sosyal haricindeki diğer tüm LYS puanlarında Türkiye ortalamasının altındadır.

Net ortalamalarına bakıldığı zaman ise Çorum'un YGS de Sosyal-1 hariç diğer tüm alanlarda Türkiye ortalamasının altında olduğu Tablo 2'de, LYS de ise tüm alanlarda ortalama civarında olduğu Tablo 3'te gözükmektedir.

Tablo 2. 2011 Yılı Türkiye Geneli – Çorum YGS Net Ortalamaları

	Mat-1	Fen-1	Türkçe	Sosyal-1
Türkiye Ort.	7,82	4,90	21,78	11,29
Çorum Ort.	7,43	4,37	21,37	11,66

Kaynak: Çorum Milli Eğitim Müdürlüğü.

Tablo 3. 2011 Yılı Türkiye Geneli – Çorum LYS Net Ortalamaları

	Mat-2	Geo	Fen-2			Ede-Coğ		Sosyal-2				
			Fiz	Kim	Biy	T.D.Ed	Coğ	Tar	Coğ-2	Psk	Sos	Man
Türkiye Ort.	18,51	10,66	8,18	12,36	12,19	21,76	9,47	16,55	6,34	(Felsefe Gurubu) 9,75		
Çorum Ort.	18,42	10,77	8,34	12,42	12,54	21,65	9,82	17,05	6,60	9,75		

Kaynak: Çorum Milli Eğitim Müdürlüğü.

Türkiye il bazında sıralamalar incelendiğinde ise genel olarak Çorum tüm alanlarda ortalama civarında bir görünüm sergilemektedir. Çorum'un en başarılı olduğu alanın 43. sıralama ile LYS-TS alanı olduğu Tablo 4'te gözükmektedir.

Tablo 4. 2011 Yılı Çorum YGS-LYS Sıralamaları

YGS-1	Türkiye 47.
YGS-2	Türkiye 48.
YGS-3	Türkiye 51.
YGS-4	Türkiye 51.
YGS -5	Türkiye 47.
YGS -6	Türkiye 47.
LYS-TS	Türkiye 43.
LYS-TM	Türkiye 49.
LYS-MF	Türkiye 44.

Kaynak: Çorum Milli Eğitim Müdürlüğü.

Çorum ilinde ÖSYM'ye başvuran 14360 adayın yerleştirme analizi Tablo 5'te yapılmıştır.

Tablo 5. 2011 Yılı Türkiye Geneli Yerleştirme Analizi

	Türkiye Sıralaması	Yerleşme Sayısı	Yüzde %
Lisans	47	2545	17,72
Sınavsız (Önlisans)	42	962	6,70
YGS	54	956	6,66
AÖF	19	1708	11,89
Toplam	50	6171	42,97

Kaynak: Çorum Milli Eğitim Müdürlüğü.

Son yıllarda Milli Eğitim Bakanlığı tarafından Genel Liselerin Anadolu Liselerine dönüştürülmesi, dolayısıyla Anadolu Liselerinin sayısının artması sonucu, bu liselerde kalitenin düştüğü yönünde yapılan eleştiriler, sınavlarda sıfır çeken öğrencilerin çokluğu gibi diğer etkenler göz önünde bulundurulduğunda, ortaöğretim kurumlarımızın toplumsal değişime paralel olarak yapılandırılması, etkinliğinin artırılması ve bu anlamda gerekli düzenlemelerin yapılarak koşullarının geliştirilmesi gerekmektedir. Ayrıca Dershanelerin kapatılması gerekliliği yönünde çıkan haber ve söylemlerin artmasına yönelik ortaöğretim kurumlarımıza etkinlik analizi yapılması gerekliliği doğmuştur. Dolayısıyla bu çalışmada, Çorum ilindeki ortaöğretim kurumlarının etkinliğinin karşılaştırılması amaçlanmıştır.

Bu çalışmanın teorik bölümünde verimlilik, etkinlik ve veri zarflama analizi kavramları ve teorik çerçevesi yer almaktadır. Uygulama kısmında 2012-2013 yıllarına ait verilerin elde edildiği Çorum'da bulunan 25 lise karar veren birimler (KVB) olarak belirlenmiş ve Veri Zarflama Analizi (VZA) tekniği

kullanılarak analiz yapılmıştır. Sonuç kısmında ise Çorum ilindeki liselerin etkinlik değerlendirilmesi yapılmış ve etkin olmayan okullara önerilerde bulunularak çalışma sonuçlandırılmıştır.

II. TEORİK ÇERÇEVE

A. Verimlilik ve Etkinlik

Verimlilik ve etkinlik genellikle birbirinin yerine kullanılsalar da gerçekte farklı kavramlardır. Verimlilik ile etkinlik arasındaki farkı belirtmek için genellikle Drucker'ın ayrımı kullanılmaktadır (Isaac-Henry ve diğ. 1993: 62). Drucker'e göre, verimlilik, işlerin doğru yapılmasıyla ilgilidir; etkinlik ise doğru işlerin yapılmasıdır (Drucker, 1994: 44). Bir işin verimli yapılması her zaman o işin etkin yapılması anlamına gelmeyeceği gibi, etkinlik sağlanmadan verimlilik sağlanamaz. Bu bağlamda verimliliğin özünde etkinlik olduğu ileri sürülebilir (Kök, 1991: 63). Yani, verimlilik üretim kaynaklarının ne kadar iyi kullanıldığıyla ilgilenirken, etkinlik amaçların ne ölçüde gerçekleştiğini dikkate almaktadır.

1- Verimlilik

Genel bir tanımlama yapılırsa verimlilik; bir üretim ya da hizmet sisteminin ürettiği çıktı ile bu çıktıyı yaratmak için kullanılan girdi arasındaki ilişkidir. Bu nedenle verimlilik, çeşitli mal ve hizmetlerin üretimindeki kaynakların etkin kullanımınıdır (Prokopenko, 2001: 3).

Verimlilik, bir kuruluşun aşağıdaki ölçütlere ne kadar yaklaşabildiğinin kapsamlı bir ölçüsüdür.

- * Amaçlar: Amaçların gerçekleşme derecesi.
- * Etkinlik: Yararlı çıktı sağlamak için kaynakların ne ölçüde etkin kullanıldığı.
- * Etkililik: Gerçekleşmesi mümkün olana kıyasla gerçekleşen.
- * Karşılaştırılabilirlik: Verimlilik performansının zaman içinde gerçekleşme durumu (Prokopenko, 2001: 6).

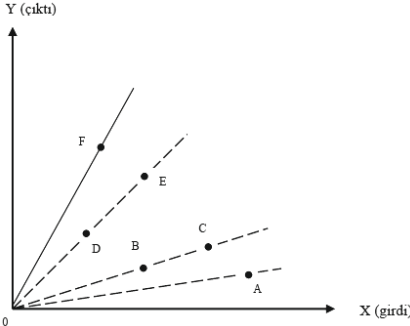
İlk kez 1776'da Quesnay tarafından yazılan bir makalede kullanılan verimlilik kavramı, genel olarak yazında,

$$\text{Verimlilik} = \frac{\text{Çıktı}}{\text{Girdi}}$$

şeklinde ifade edilir (Prokopenko, 2001: 3).

Sahney ve Warden, "çıkıtı/girdi" oranı veya ilişkisi şeklinde yapılan verimlilik tanımının dar olduğunu ileri sürmekte ve verimliliği kurumsal amaçların gerçekleştirilmesinde kalite, zamanlama ve maliyet-etkililik olarak tanımlamaktadırlar. Bu anlamda, verimlilik yalnızca sistemin fiziksel anlamda girdi ve çıktılara bağımlı kalmamaktadır. Başka bir anlatımla, üretilen çıktı miktarı değişmese de çıktının kalitesinin yükseltilmesi verimliliği de yükseltecektir (Şahin, 1998:2).

Tek girdi – tek çıktı durumu dikkate alındığında, her hangi bir karar biriminin verimliliği, çıktının girdiye oranı olarak tanımlanmaktadır. Diğer bir deyişle, (0,0) noktasından başlayan ve karar birimini temsil eden noktadan geçen ışının eğimi, bu karar birimi için verimlilik değerini vermektedir. Bu ışının eğiminin artması verimliliğin yükseldiğini göstermektedir. Şekil-1'de tek girdi – tek çıktı durumu için gözlenen çeşitli karar verme birimleri içerisinde en yüksek verimliliğe, diğer karar verme birimlerinden daha az girdi kullanmasına karşın daha çok çıktı üretmesinden dolayı F karar verme biriminin sahip olduğu görülmektedir. En az girdi kullanarak en çok çıktı üretebilen F karar verme birimi en yüksek verimliliğe sahiptir. En yüksek verimliliğe sahip karar biriminin bulunduğu ölçek büyüklüğü, Banker tarafından, en verimli ölçek büyüklüğü (Most Productive Scale Size - MPSS) olarak tanımlanmıştır (Tarım, 2001: 11).



Şekil 1. Verimlilik

(Kaynak: Tarım, 2001)

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 (Yeşilyurt ve Alan 2003: 92).

Çok girdili ve çok çıktılı üretim süreçlerinin verimliliklerinin ölçülmesinde basit oran yaklaşımı yetersiz kalmaktadır. Bir oran analizi olan basit verimlilik ölçümünün bahsedilen sakıncalarını ortadan kaldırmak üzere toplam faktör verimliliği kavramından faydalanılmaktadır. Toplam faktör verimliliğinde, üretim sürecinin girdileri toplanarak tek bir girdi faktörüne (sanal girdi) ve çıktılarının toplamı da tek bir çıktı faktörüne (sanal çıktı) indirgenmektedir. Daha sonra toplam

girdi ve toplam çıktı faktörlerinin oranlarına bakılarak değerlendirme yapılmaktadır. Bu yaklaşımın en zayıf noktası değişik özellikteki girdi ve çıktı faktörlerinin nasıl toplanacağı konusunda herhangi bir ipucu verememesidir. Diğer bir deyişle, faktörler için uygulanacak olan katsayıların bilinmiyor olmasıdır (Tarım, 2001: 13).

$$\text{Toplam Faktör Verimliliği} = \text{Toplam Çıktı} / \text{Toplam Girdi}$$

Karar birimlerinin çoğunluğu, çok girdi kullanarak, birden çok çıktı üretmektedir. Dolayısıyla bu yaklaşımların eksik kalan yönlerine istinaden Veri Zarflama Analizi uygulamaları kullanılmaya başlanmıştır. Veri Zarflama Analizi ise birçok girdili ve birçok çıktılı üretim ortamlarında performans ölçümü için oldukça uygun bir yapıya sahiptirler (Kettani ve diğ., 1992: 66).

2- Etkinlik

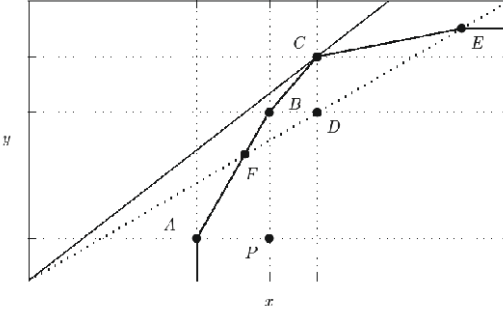
Verimlilik ve etkililik kavramları ile sıkı ilişki içerisinde olan etkinlik, eldeki girdilerden ne denli iyi bir çıktı üretilebileceğini göstermektedir. Etkinlik çıktıları üretmede kaynakların optimal kullanılma derecesini belirlemektedir (Akal 2000). Üretim fonksiyonu çerçevesinde tanımlanan teknik etkinlik, savurganlığın kesinlikle olmadığı üretim şeklidir. Üretim sınırı teknik olarak etkin üretim bileşimlerinin kümesi olarak tanımlanmaktadır (Akdogan, 2001: 31).

Etkinlik bizde var olan girdiden, gerçekten ihtiyaç duyulan çıktının sağlanma derecesini ve var olan kapasitenin kullanılma durumunu gösterir. Etkinlik ölçümü, çıktının girdiyle ilişkisini ve toplam kaliteye kıyasla, kaynakların kullanılma derecesini açıklar. Bu gösterge verimsizliğin nerelerden kaynaklandığını ortaya koymalıdır (Prokopenko, 2001: 43). Teknik Etkinlik, belli bir girdiden en yüksek düzeyde çıktı üretilmesi veya aynı çıktının daha az girdi ile elde edilmesi olarak tanımlanabilir (Töngür, 2001: 5). Uygun ölçekte üretim yapma da ölçek etkinliği olarak tanımlanır (Abbott ve Doucouhagos, 2003: 90).

Optimum ölçekte üretim yapmadaki başarı ölçek etkinliği olarak tanımlanmaktadır ve teknik etkinlik ile ölçek etkinliği birlikte VZA (Veri Zarflama Analizi) etkinliğini (toplam etkinlik) oluşturur. Buna göre

$$\text{VZA Etkinliği (Toplam Etkinlik)} = \text{Teknik Etkinlik} * \text{Ölçek Etkinliği}$$

ile ifade edilir (Cingi ve Tarım, 2000: 3).



Şekil 2. Teknik Etkinlik ve Verimlilik

(Kaynak: Tarım, 2001)

Şekil-2'de verilen *A* ve *B* gözlemleri üretim sınırında yer almakta ve teknik etkin olarak tanımlanmaktadır. *P* gözlemi ise, *A* ile aynı çıktı düzeyini daha fazla girdi kullanarak gerçekleştirmiştir. Öte yandan, *P* karar birimi, *B* ile aynı miktarda girdi kullanmış olmasına rağmen daha az çıktı üretmiştir. Bu yüzden, *P*'nin teknik etkinsizlik içinde olduğu yorumu yapılır. Bu üç gözlemin verimlilikleri, çıktı / girdi oranından hesaplanmakta ve sonuçta, *B*'nin *P* ve *A* karar birimlerine kıyasla daha verimli olduğu, *P*'nin ise en verimsiz karar birimi olduğu sonucuna varılmaktadır. *A* gözlemi teknik etkin olarak değerlendirilmesine karşın, *B*'ye kıyasla verimliliği düşüktür. (Tarım, 2001: 15-16).

P gözlemi *B* gözlemine doğru kayarak teknik etkinliğini ve verimliliğini artırabilir. Çünkü sırasıyla üretim sınırına yaklaşmakta ve çıktı / girdi oranı büyümektedir. *A* gözlemi ise *B* gözlemine doğru kayarak teknik etkinliğini korurken ölçekten kaynaklanan avantajla verimliliğini artırabilir. Göreli olarak en verimli olan *C* gözlemi Banker tarafından tanımlandığı şekliyle en verimli ölçek büyüklüğüne (MPSS) sahiptir.

C karar birimi ile *D* karar birimi karşılaştırıldığında, *D* karar biriminin üretim sınırı üzerinde olmaması sebebiyle kaynak israfında bulunduğu gözlenir. Buna karşın, *D* karar birimi, en verimli ölçek büyüklüğüne sahip olan *C* karar birimi ile aynı girdi ölçeğindedir. Bunun sonucu olarak, *D* karar biriminin optimum ölçekte olduğu ancak kaynaklarını iyi kullanmadığı sonucuna varılır. *A* karar birimi ile *D* karar biriminin karşılaştırılması sonucunda, *A* karar biriminin teknik olarak etkin, fakat *D* karar biriminin teknik etkin olmadığı görülür. Diğer taraftan, *D* karar biriminin verimliliği, *A* karar biriminin verimliliğinin üzerindedir. Diğer bir deyişle, teknik etkin olan bir gözlem teknik etkinsizlik yaşayan bir gözlemlerle kıyaslandığında verimsiz bulunabilir. Bu basit örnekle, teknik anlamında etkinlik ve verimlilik kavramlarından birinin diğerini içermediği görülmüştür.

F gözlemi incelendiğinde, bu karar biriminin, teknik etkinliği korumak kaydıyla, ölçeğini büyüttüğü zaman verimliliğinin artacağı yorumu yapılabilir. Bu durum, ölçeğe göre artan getiri (IRS) olarak isimlendirilir. *E* karar birimi ise, teknik

etkinliğini koruyarak ölçeğini küçülttüğü zaman verimliliğinde artış gözleyecektir. Bu durum, ölçeğe göre azalan getiri (DRS) olarak isimlendirilir.

Üretim sınırında, ölçeğe göre artan, azalan ve sabit getiri aralıklarının birlikte bulunabileceğinin kabulü, ölçeğe göre değişken getiri (VRS) kavramıyla tanımlanmaktadır (Tarım, 2001: 16-18).

B. Veri Zarflama Analizi (VZA)

İşletmelerin verimlilik ve etkinlik ölçümünde kullandığı tekniklerin başında Oran Analizi, Regresyon Analizi ve Veri Zarflama Analizi gelmektedir.

Veri Zarflama Analizi matematiksel doğrusal programlama tabanlı, parametrik olmayan (non-parametric) bir tekniktir. Parametrik olmayan etkinlik ölçütleri, girdiye ve çıktıya yönelik olmak üzere iki ana gruba ayrılabilirler. Girdiye yönelik olanlar, herhangi bir çıktı düzeyi için etkin olmayan karar birimlerinin girdilerini ne derece azaltmaları gerektiğini araştırırlar. Benzer şekilde, çıktıya yönelik etkinlik ölçütleri ise herhangi bir girdi bileşimi için etkin olmayan karar birimlerinin etkin durumuna getirilmesi amacıyla çıktılarını ne kadar artırabilecekleri üzerinde durulur (Yolalan, 1993).

Girdiye ve çıktıya yönelik VZA modelleri, temelde birbirlerine çok benzemekle beraber girdiye yönelik VZA modelleri; belirli bir çıktı bileşimini en etkin şekilde üretebilmek amacıyla kullanılacak en uygun girdi bileşiminin nasıl olması gerektiğini araştırırken, çıktıya yönelik VZA modelleri belirli bir girdi bileşimi ile en fazla ne kadar çıktı bileşimi elde edilebileceğini araştırmaktadır (Charnes ve diğ., 1981: 669).

Parametrik olmayan yöntemler içinde en sık VZA yöntemi kullanılmaktadır. Bu yöntem, homojen oldukları varsayılan üretim birimlerini kendi aralarında kıyaslamaktadır. En iyi gözlemi etkinlik sınırı olarak kabul ettikten sonra, diğer gözlemler bu en etkin gözleme göre değerlendirilmektedir. Dolayısıyla, VZA yönteminde etkinlik sınırı, varsayılan bir durum değil, gerçekleşen bir gözlemdir. Etkinlik sınırı bu şekilde tespit edildiği için de, bu yöntemde rassal hata kullanılmamaktadır. Ancak, gözlemler arasında çok uç değerleri temsil ettiği düşünülen gözlemleri ayıklamak mümkündür (Banker ve Thrall, 1992: 79-86).

VZA'nın görelî etkinliği ölçme şekli iki aşamalı olarak, kısaca şu şekildedir (Yolalan, 1993: 27-28):

- 1) Herhangi bir gözlem kümesi içinde en az girdi bileşimini kullanarak en çok çıktı bileşimini üreten “en iyi” gözlemleri (ya da etkinlik sınırını oluşturan karar verme birimlerini) belirler.
- 2) Söz konusu sınırı “referans” olarak kabul edip, etkin olmayan karar verme birimlerinin bu sınıra olan uzaklıklarını (ya da etkinlik düzeylerini) “oransal” olarak ölçer.

Veri Zarflama Analizi ilk kez 1957 yılında Farrell tarafından ortaya atılan Sınır Üretim Fonksiyonu önerisi ile şekillenmiş, VZA yöntemi ilk olarak Charnes, Cooper ve Rhodes tarafından, kamu kuruluşlarının teknik verimliliğini ölçmek ve karşılaştırmak amacıyla geliştirilmiştir. Gerçekleştirilen ilk VZA uygulamasında (Charnes ve diğ., 1978) okulların karşılaştırmalı verimliliklerinin ölçülmesi hedeflenmiştir.

Veri Zarflama Analizi hastaneler, okullar ve bankalar kümesi gibi benzer birimlerin performansını ölçmek için kullanılan matematiksel programlama tekniğidir. Söz konusu benzer birimler "Karar Verme Birimleri" (KVB) olarak anılır. Karar Verme Birimleri, üniversiteler, okullar, banka şubeleri, hastaneler, polis merkezleri, vergi daireleri, cezaevleri gibi büyük kurumlar olabileceği gibi hekim faaliyetleri gibi bireysel uygulamaları da içerebilir (Ramanathan, 2003: 25).

Literatürde Karar Verme Birimleri (KVB) olarak anılan, benzer çoklu girdileri kullanarak benzer çıktıları üreten kurum ve kuruluşları karşılaştırarak verimlilik ölçümü ve görelilik analizi yapabilen bir yöntemdir. Bu yöntemde incelenen işletme veya kurumlardan, en az girdi ile en fazla çıktıyı üreten birimler ile bir etkinlik sınırı oluşturulmaktadır. Belirlenen bu birimler dışında kalan birimlerin etkinlikleri ise bu sınıra olan radyal uzaklıkları ölçülerek hesaplanmaktadır. Genellikle istatistiksel yöntemler, kurumları ortalama bir kuruma göre değerlendirirken, VZA tekniği, her bir kurumu yalnızca en iyi kurumla karşılaştırır.

VZA, karar alma birimlerinin etkinsizlik miktarlarını ortaya koyarken, etkinliğe sebep olan kaynağı da ortaya koyabilmektedir. Bu da etkinlik ölçümü sonrasındaki strateji belirleme sürecine olumlu katkılar sağlamaktadır. Çünkü yöntemin bu özelliği sayesinde, çalışma sonuçlarına bakarak yönetici, etkin olmayan birim/birimlerde ne kadarlık bir girdi azaltma ve/veya çıktı miktarını artırmak gerektiğine ilişkin olarak karar alabilecektir. Böyle bir yaklaşım sayesinde, tüm birimlerin etkin sınır tarafından zarflanması sağlanmış olmakta ve bu sınırın dışında hiçbir birim kalmamaktadır. VZA'nın bu şekilde oluşturduğu parçalı doğrusal etkin sınır, analize ilişkin tüm noktaları içermesi nedeniyle tekniğe "veri zarflama" adının verilmesine neden olmuştur (Cooper ve diğ. 2000: 3).

Charnes, Cooper ve Rhodes (1978), girdi eksensiz ve ölçeğe göre sabit getiri varsayımına dayalı bir model ileri sürerlerken, takip eden çalışmalar; Banker, Charnes ve Cooper (1984), ölçeğe göre değişen getiri varsayımının alternatif setlerini ileri sürmüşlerdir. Böylece, VZA metodu hem sabit getiri hem de değişen getiriler varsayımları altında kullanılır. Yine, bu metot hem veri girdi ile maksimum çıktıyı elde etme hem de veri çıktıyı en az girdi ile etme yaklaşımlarına göre etkinlik ölçümünü yapar (Coelli ve diğ. 1998: 142).

Veri zarflama analizinde kamu performans karşılaştırılmasında yaygın olarak kullanılan ve bu çalışmada uygulanan ölçeğe göre sabit getirili girdiye yönelik Charnes-Cooper-Rhodes (CCR) Modeli (1978) ve dual modeli aşağıda verilmiştir.

1- Girdiye Yönelik CCR Modeli ve Doğrusal Programlama Formülasyonu

Charnes ve diğerlerinin Farrell'in tanımından hareketle kurdukları kesirli programlama modeli ve bunun eş doğrusal programlama modeli (CCR) aşağıda verilmiştir. Bu modelleri takiben bazı önemli yönetsel bilgileri içeren dual model kurulmuştur (Tarım, 2001: 50).

Y_{rk} : k'inci karar verme biriminin ürettiği çıktı miktarı
 X_{ik} : k'inci karar verme biriminin kullandığı girdi miktarı
 u_{rk} : r'inci çıktının ağırlığı
 v_{ik} : i'inci girdinin ağırlığı

Amaç fonksiyonu:

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

Kısıtlayıcılar:

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

$$\begin{aligned} j &= 1, \dots, N \\ r &= 1, \dots, s \\ i &= 1, \dots, m \end{aligned}$$

Pozitif kısıtlama:

$$u_{rk} \geq 0, v_{ik} \geq 0 \quad (1)$$

Model (1) de verilen kesirli programlama modeli, Simplex algoritması ile çözülebilen model (2) de verilen doğrusal programlama modeline dönüştürülebilir. Primal formda olan bu model DEA yazınında çarpan modeli (multiplier model) olarak anılmaktadır.

$$\text{Amaç fonksiyonu: } \phi_k = \sum_{r=1}^s u_{rk} Y_{rk}$$

Kısıtlayıcılar:

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

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

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

$$r = 1, \dots, s$$

$$i = 1, \dots, m$$

Pozitif kısıtlama:

$$u_{rk} \geq \epsilon, v_{ik} \geq \epsilon \quad (2)$$

Model (2)'nin duali kurulduğunda elde edilen model (3) olarak verilmiştir. Bu dual model DEA yazınında zarflama modeli (envelopment model) olarak geçmektedir (Tarım, 2001: 62).

Amaç fonksiyonu:

$$\min \theta_k$$

Kısıtlayıcılar:

$$\sum_{j=1}^N Y_{rj} \lambda_{jk} \geq Y_{rk} \quad r = 1, \dots, s$$

$$\theta_k X_{ik} - \sum_{j=1}^N X_{ij} \lambda_{jk} \geq 0 \quad i = 1, \dots, m$$

$$\lambda_{jk} \geq 0 \quad j = 1, \dots, N \quad (3)$$

Yukarıdaki problem, bütün karar verme birimlerinin etkinlik skorlarını belirlemek için n defa işlev görür. Her bir karar verme biriminin etkinlik skorlarını en iyilemek 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)

Öte yandan, her modelin duali oluşturulup çözüldüğünde etkin olmayan birimlerin, hangi birimlere göre etkin olmadıkları ve etkin olmak için girdi ve çıktı düzeylerinde neler yapmaları gerektiği de elde edilir (Lang ve diğ., 1995: 473; Ulucan, 2002: 4).

Tanımları ve teorik çerçevesi sunulan, kurumların verimlilik ve etkinlik ölçümünde kullandığı tekniklerin başında gelen etkinlik ölçüm yöntemlerinden oran analizi, parametrik yöntemler ile parametrik olmayan yöntemlerin Tablo 6'da karşılaştırılması yapılmaktadır. (Besen, 1994: 78).

Tablo 6. Etkinlik Ölçüm Yöntemlerinin Karşılaştırılması

Karşılaştırma Ölçütleri	YÖNTEM SINIFI		
	Oran Analizi	Parametrik Yöntemler	Parametrik Olmayan Yöntemler
Çözüm Tekniği	Oranlamalar	Regresyon	Matematik Programlama
İçerik	Tek-Girdi/Tek Çıktı (Tek Boyutlu)	Çok-Girdi/Tek Çıktı (Tek Boyutlu)	Çok-Girdi/Çok Çıktı (Çok Boyut)
Ön Hazırlık (Veri Temini)	Basit	Basit	Detaylı
Uygulama	Kolay	Kolay	Kolay (Detaylı)
Performans Ölçümüne Uygunluğu	Kısıtlı	Kısıtlı	Geniş

Kaynak: Besen, 1994: 78

III. UYGULAMA

Teorik kısmı verilen Veri Zarflama Analizi, 2012–2013 eğitim-öğretim dönemine ait verilerin kullanıldığı, Çorum ilindeki 25 liseye uygulanmıştır. Bu liselere ait 3 girdi ve 5 çıktı belirlenmiştir. EMS 1.3 paket programında modellerden ölçeğe göre sabit getirili girdiye yönelik CCR (Charnes-Cooper-Rhodes) Modeli (1978) ve ölçeğe göre değişken getirili girdiye yönelik BCC (Banker- Charnes-Cooper) Modeli (1984) kullanılmıştır. Okullarımızın çıktı değişkenlerine doğrudan müdahale söz konusu olmadığı için girdiye yönelik modeller kullanılmıştır. Bu modeller belirli bir çıktı bileşimini en etkin bir şekilde üretebilmek amacıyla kullanılacak en uygun girdi bileşiminin nasıl olması gerektiğini araştırır.

A. Karar Verme Birimlerinin Seçimi

Değerlendirmeye alınan karar verme birim sayısı, araştırmanın güvenilirliği açısından, seçilen girdi sayısı m , çıktı sayısı p olarak ifade edildiğinde en az $m+p+1$ adet ya da girdi ve çıktı sayılarının toplamının en az 2 katı olmalıdır (Boussofiane ve diğ., 1991: 7-8). Vassiloglou ve Giokas'a göre ise karar birimi sayısı

girdi ve çıktılarının toplamının en az 3 katı olmalıdır. (Vassiloglou ve Giokas, 1990: 591-597).

Etkinlikleri görelî olarak hesaplanacak benzer organizasyona sahip homojen yapıdaki Çorum genelinde bulunan 25 lise karar verme birimi olarak belirlenmiştir. Verileri elde edilemeyen ve 2012 yılında LYS Mat-Fen, Türk-Mat, Türk-Sos alanlarından herhangi birinden yükseköğretime yerleştirme yapamayan bazı okullar analize dahil edilmemiştir. Çalışmaya dahil edilen okullar ve kullanılan kısaltmaları Tablo 7'de yer almaktadır.

Tablo 7. Analize Dahil Edilen Karar Verme Birimleri

No	Liseler
1	ÇORUM FEN LİSESİ
2	ÇORUM ANADOLU ÖĞRETMEN LİSESİ
3	OĞUZLAR ANADOLU ÖĞRETMEN LİSESİ
4	ÇORUM ANADOLU LİSESİ
5	ÇORUM ÖĞRETMEN MUKADDER AKAYDIN ANADOLU LİSESİ
6	ÖZEL ÇORUM SAMANYOLU ANADOLU LİSESİ
7	OSMANCIK ANADOLU LİSESİ
8	MEHMET ÇELİK ANADOLU LİSESİ
9	İSKİLİP ANADOLU LİSESİ
10	SUNGURLU HAYDAR ÖZTAŞ ANADOLU LİSESİ
11	ÖZEL PINAR LİSESİ
12	ÇORUM FATİH LİSESİ
13	ÇORUM ATATÜRK LİSESİ
14	ÇORUM ETİ LİSESİ
15	SUNGURLU LİSESİ
16	ÇORUM MEHMETÇİK LİSESİ
17	BAYAT LİSESİ
18	MECİTÖZÜ LİSESİ
19	İSKİLİP LİSESİ
20	ALACA ŞEHİT NEDİM TUĞALTAY LİSESİ
21	ÇORUM CUMHURİYET LİSESİ
22	OSMANCIK LİSESİ
23	OĞUZLAR LİSESİ
24	ÇORUM İNÖNÜ ANADOLU LİSESİ
25	ÇORUM ANADOLU İMAM HATİP LİSESİ

B. Girdi ve Çıktıların Seçimi

Okulun fiziki olanakları, sınıf mevcutları, öğretmenlerinin sayısı gibi birçok açıdan benzer durumdaki kaynakları tüketen bu okulları kıyaslamada baz alınacak etkenlerin neler olduğu çalışmanın araştırılması gereken önemli bir

kısımdır. Karar verme birimleri olarak belirlenen liseler için etkinlik analizinde karşılaştırmanın temelini oluşturacak şekilde öncelikle literatürde kullanılan 6 girdi ve 7 çıktı belirlenmiştir. Ancak ayırıştırma yeteneği azaltılmayacak şekilde gerekli korelasyon işlemleri yapılarak girdi ve çıktı sayıları azaltılmıştır. Literatürde kullanılan girdi ve çıktı değişkenleri Tablo 8'de verilmiştir.

Tablo 8. Literatürde Kullanılan Girdi ve Çıktı Değişkenleri

Girdi Değişkenleri	Çıktı Değişkenleri
-Toplam öğrenci sayısı -Toplam öğretmen sayısı -Derslik sayısı -Şube sayısı -Laboratuvar sayısı -Eğitim materyallerinin miktarı	-Mezun öğrenci sayısı -Mezun öğrencilerin genel başarı not ortalamaları -ÖSS sayısal puan ortalaması -ÖSS eşit ağırlık puan ortalaması -ÖSS sözel puan ortalaması -ÖSS ile yerleştirilen öğrenci sayısı -ÖSS sınavına girenlerin bir yüksek öğretim programına yerleşme oranı

Karşılaştırmada esas olacak girdi değişkenleri belirlenirken, bir okuldaki eğitim kalitesini belirlemedeki etkenlerden, öncelikle etkili olan öğretmen sayısı, öğrenci sayısı, derslik ve şube sayısı belirlenmiştir. Ancak derslik ve şube sayıları arasındaki yüksek korelasyondan dolayı sadece şube sayısı analize dahil edilmiştir. Bir okulda öğretmenlerin kalitesi çok yüksek, eğitim materyalleri çok kaliteli olsa, yüz öğrenciye bir öğretmen düşüyorsa veya yüz öğrenciye bir eğitim materyali düşüyorsa eğitimdeki kaliteden söz edilemeyeceği açıktır.

Ülkemizde öğrencilerin lise sonrası bir programa yerleşerek mesleklerini belirlemede çoktan seçmeli testler kullanılması ve daha çok sınavların problem çözmeye ve hatırlamaya yönelik olmasından dolayı laboratuvar ve eğitim materyallerinin karşılaştırmada gerçekçi olmayacağından düşünülmesinden dolayı eğitim materyallerinin miktarı ve laboratuvar sayısı girdi olarak alınmamıştır.

Çıktı olarak YGS ve LYS puan ortalamaları ile YGS ve LYS sınavına girenlerin bir yüksek öğretim programına yerleşme oranı belirlenmiştir. Çünkü Ülkemizde genellikle öğrenci ve veliler için başarıdaki en önemli etken, öğrencinin iyi bir üniversitede iyi bir bölüme yerleşebilmesi için alması gereken yüksek puanlardır. Liselerden mezun olmanın günümüzde ayrıcalığı kalmamasından dolayı mezun öğrenci sayısı çıktı olarak alınmamıştır.

C. Girdi ve Çıktı Değişkenleri Arasındaki Korelasyon Hesaplamaları

Girdi ve çıktı değişkenleri, çalışmadaki okulların (KVB) karşılaştırmalarının temelini oluşturduğu için seçimleri oldukça önemlidir. Modelde önemli bir

değişken göz ardı edilirse, uygulamaya alınmayan bu değişkeni etkin kullanmakta olan karar verme birimlerinin etkinliği düşük çıkar. Ancak uygulamada çok fazla girdi ve çıktı kullanılması, VZA'nın ayrıştırma yeteneği düşürmekte ve karar verme birimi sayısının da artırılmasını gerektirmektedir. Girdi ve çıktı çiftleri yüksek pozitif korelasyona sahip ise çiftlerden biri modelden çıkarılarak, Analizde girdi ve çıktı sayıları azaltılabilir.

Bu çalışmada korelasyon hesaplamaları için SPSS 15.0 programı kullanılmıştır. Korelasyonlar Tablo 9, 10 ve 11'de gösterilmiştir.

Tablo 9. Puan Bazında YGS Çiftleri Arasındaki Pearson Korelasyon Tablosu

	Ygs1	Ygs2	Ygs3	Ygs4	Ygs5	Ygs6
Ygs1	1					
Ygs2	0,998*	1				
Ygs3	0,951*	0,939*	1			
Ygs4	0,945*	0,932*	0,999*	1		
Ygs5	0,977*	0,967*	0,994*	0,991*	1	
Ygs6	0,996*	0,990*	0,975*	0,969*	0,992*	1

*0.01 anlamlılık düzeyi

Tablo 10. Puan Bazında LYS Çiftleri Arasındaki Pearson Korelasyon Tablosu

	LYS Mat -Fen	LYS Türk -Mat	LYS Türk -Sos
LYS Mat -Fen	1		
LYS Türk -Mat	0,703*	1	
LYS Türk -Sos	0,310	0,168	1

*0.01 anlamlılık düzeyi

Tablo 11. Derslik ve Şube Sayıları Arasındaki Pearson Korelasyon Tablosu

	Derslik Sayısı	Şube Sayısı
Derslik Sayısı	1	
Şube Sayısı	0,864*	1

*0.01 anlamlılık düzeyi

D. Korelasyon Hesaplamaları Sonucunda Belirlenen Girdi ve Çıktılar

ÖSYM sonuçlarına göre 6 YGS puan türü bulunmaktadır (ÖSYM, 2012). Tablo 9'da, Korelasyon analizi sonucunda YGS çiftleri arasında pozitif yönde çok yüksek bir ilişki olduğu gözükmemektedir. Bundan dolayı girdi olarak tüm YGS puan türleri ortalamalarının alınmasının daha doğru olacağı düşünülmüştür. Tablo 11'de verilen derslik ve şube sayısı arasındaki yüksek ilişkiden dolayı analize sadece şube sayısı dahil edilmiştir. Korelasyon analizi sonucunda karar verme birimlerinin girdi ve çıktı değişkenlerine ait veriler Tablo 12'de verilmiştir.

Tablo 12. Analizde kullanılan Girdi ve Çıktı Değişkenleri ve Verileri

KVB	GİRDİLER			ÇIKTILAR				
	Öğretmen Sayısı	Öğrenci Sayısı	Şube sayısı	YGS-LYS başarı oranı	YGS PUAN ORT.	LYS-SAY PUAN ORT.(MF)	LYS-EA PUAN ORT.(TM)	LYS-SÖZ PUAN ORT.(TS)
1	28	389	16	43,18	397,197	393,739	275,408	245,372
2	45	509	26	60	351,484	296,973	288,684	203,346
3	19	188	8	73,17	304,615	191,199	285,571	234,108
4	46	559	21	48,48	318,434	268,463	256,699	185,058
5	47	599	26	51,77	309,683	236,521	263,151	210,963
6	33	288	16	59,62	285,805	228,089	265,580	175,905
7	24	334	15	32,47	257,519	186,405	214,908	214,787
8	13	310	11	47,17	271,478	178,161	234,892	187,212
9	14	297	15	41,67	274,841	175,805	230,242	225,325
10	22	310	16	56,06	282,584	197,133	233,308	238,603
11	17	95	6	52,38	206,133	176,156	206,204	170,492
12	53	930	32	21,93	224,725	160,665	205,977	203,182
13	115	1272	51	20,45	213,992	170,764	196,905	185,845
14	50	960	33	11,15	209,917	177,579	182,540	194,100
15	38	650	28	15,66	213,286	182,659	185,220	205,618
16	52	782	32	16,67	210,327	162,205	197,349	197,395
17	9	121	7	31,43	204,448	165,590	191,659	209,788
18	10	190	11	18,75	197,417	168,721	172,538	218,994
19	24	355	18	20,79	208,820	158,187	189,875	200,079
20	23	460	23	27	219,623	153,630	205,830	199,751
21	58	770	28	11,48	196,202	176,865	182,087	190,464
22	36	507	24	21,05	201,578	161,343	190,665	189,435
23	19	188	12	17,02	180,082	171,720	173,274	222,271
24	44	520	23	41	285,701	193,914	258,752	179,623
25	96	475	17	43,06	229,314	137,388	201,315	193,933

Tüm karar verme birimleri için model çözüme alınmış ve EMS paket programıyla öncelikle ölçüğe göre sabit getiri varsayımı altında etkinlik değerleri elde edilmiştir. Girdiye yönelik CCR modeli kullanılarak yapılan çözümleme sonucunda bulunan etkinlik katsayıları Tablo 13'te verilmiştir.

Tablo 13. Liseler için CCR Etkinlik Tablosu

	DMU	Score	Input 1 {I}{V}	Input 2 {I}{V}	Input 3 {I}{V}	Output 1 {O}{V}	Output 2 {O}{V}	Output 3 {O}{V}	Output 4 {O}{V}	Output 5 {O}{V}	Benchmarks
1	F1	97,01%	0,25	0,00	0,75	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	11 (0,78) 17 (1,55)
2	F2	45,15%	0,25	0,00	0,75	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	11 (0,56) 17 (1,19)
3	F3	100,00%	0,85	0,00	0,15	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	11
4	F4	47,37%	0,30	0,00	0,70	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	11 (0,97) 17 (0,59)
5	F5	36,93%	0,23	0,00	0,77	0,00	0,48	0,52	0,00	0,00	3 (0,30) 11 (0,26) 17 (0,81)
6	F6	54,88%	0,25	0,00	0,75	0,00	0,47	0,53	0,00	0,00	3 (0,16) 11 (0,59) 17 (0,57)
7	F7	54,04%	0,41	0,00	0,59	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	3 (0,29) 17 (0,82)
8	F8	100,00%	1,00	0,00	0,00	0,76	0,24	0,00	0,00	0,00	1
9	F9	86,42%	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	17 (1,34)
10	F10	68,64%	1,00	0,00	0,00	0,81	0,14	0,04	0,00	0,00	3 (0,44) 8 (0,17) 17 (0,49)
11	F11	100,00%	0,00	1,00	0,00	0,45	0,00	0,55	0,00	0,00	12
12	F12	21,79%	0,42	0,00	0,58	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	3 (0,30) 17 (0,66)
13	F13	12,59%	0,27	0,00	0,73	0,00	0,47	0,53	0,00	0,00	3 (0,14) 11 (0,54) 17 (0,30)
14	F14	21,96%	0,23	0,00	0,77	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	11 (0,18) 17 (0,88)
15	F15	27,27%	0,21	0,00	0,79	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	11 (0,06) 17 (1,04)
16	F16	20,97%	0,21	0,00	0,79	0,00	0,48	0,52	0,00	0,00	3 (0,16) 11 (0,09) 17 (0,69)
17	F17	100,00%	0,49	0,51	0,00	0,00	0,00	0,53	0,47		21
18	F18	93,95%	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	17 (1,04)
19	F19	39,20%	0,37	0,00	0,63	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	3 (0,04) 17 (0,96)
20	F20	42,03%	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	17 (1,07)
21	F21	23,79%	0,29	0,00	0,71	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	11 (0,56) 17 (0,47)
22	F22	27,80%	0,23	0,00	0,77	0,00	0,00	0,43	0,57	0,00	3 (0,06) 11 (0,10) 17 (0,80)
23	F23	67,59%	0,03	0,97	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	11 (0,34) 17 (0,78)
24	F24	36,20%	0,45	0,00	0,55	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	3 (0,60) 17 (0,50)
25	F25	38,65%	0,00	0,00	1,00	0,00	0,09	0,00	0,00	0,91	3 (0,53) 17 (0,34)

Tablo 13 incelendiğinde, 21 lisenin etkin olmadığı, 4 lisenin etkin ve verimli çalıştığı ortaya çıkmıştır. Etkin olmayan okullar için referans kümeleri belirlenerek etkinsizliği gidermeye yönelik okullara yol göstermesi amacıyla Potansiyel İyileştirme tablosu oluşturulabilir. Yani etkin olmayan okulların belirli bir çıktı bileşimini en etkin bir şekilde üretebilmek amacıyla kullanılacak en uygun girdi bileşimini oluşturmaları için girdi ve çıktılarında yapacakları değişiklik miktarları belirlenebilir. Örneğin etkinliğini artırabilmesi için Tablo 13'te 2. sırada bulunan Çorum Anadolu Öğretmen Lisesi, Referans (Benchmarks) sütunundaki değerlere göre 11. sırada bulunan Özel Pınar Lisesi ve 17. sırada bulunan Bayat Lisesini örnek almalıdır. Örnek olması açısından potansiyel iyileştirme oranının hesaplanması aşağıda yapılmıştır.

Tablo 13'te Çorum Anadolu Öğretmen Lisesinin referans kümesinde bulunan Özel Pınar Lisesinin 0.56 ve Bayat Lisesinin 1.19 katı alındığında yeni girdi ve çıktı değerleri bulunacaktır.

$$[(17; 95; 6)*0.56], [(52,38; 206,133; 176,156; 206,204; 170,492)*0.56] + [(9; 121; 7)*1.19], [(31,43; 204,448; 165,590; 191,659; 209,788)*1.19] \approx [(20; 197; 12)], [(66,73; 358,728; 295,700; 343,548; 345,123)]$$

VZA modeliyle; etkin olmayan karar verme birimlerini, etkin hale getirebilmek için ulaşılabilir hedefler hesaplanabilir. Burada bulunan hedeflenen değer ve mevcut değer kullanılarak potansiyel iyileştirme değerleri hesaplanmaktadır.

$$\text{Potansiyel İyileştirme (\%)} = \left[\frac{\text{Hedeflenen Değer} - \text{Mevcut Değer}}{\text{Mevcut Değer}} \times 100 \right]$$

Potansiyel iyileştirme oranı etkin olmayan okulların etkin olabilmesi için okula ait verilerin her birinin ne kadar artması veya azalması gerektiğini göstermektedir. Potansiyel iyileştirme yüzdesi negatif çıkan değişken değeri azaltılmalı, pozitif çıkan değişken değeri ise artırılmalıdır. Potansiyel iyileştirme değeri sıfırsa, iyileştirme yapmaya gerek yoktur. Etkin olmayan okullara yol göstermesi amacıyla örnek potansiyel iyileştirme tablosu aşağıda verilmiştir.

Tablo 14. Etkin Bulunmayan Çorum Anadolu Öğretmen Lisesi İçin Örnek Potansiyel İyileştirme Tablosu

Okul	Girdi ve Çıktılar	Mevcut	Hedeflenen	Potansiyel İyileştirme (%)	
Çorum Anadolu Öğretmen Lisesi	Girdiler	Öğretmen Sayısı	45	20	-55,55
		Öğrenci Sayısı	509	197	-61,30
		Şube Sayısı	26	12	-53,85
	Çıktılar	YGS-LYS başarı oranı	60	67	+11,67
		YGS puan ort.	351,484	358,727	+2,06
		LYS Say (MF)	296,973	295,699	0
		LYS Ea (TM)	288,684	343,548	+19
		LYS Söz (TS)	203,346	345,123	+69,72

Tablo 14'ten yararlanılarak etkinliği düşük karar birimlerinin ne kadarlık bir iyileştirme oranı ile etkinliklerinin artabileceğine ilişkin değerlendirme yapılabilmektedir. Örneğin, Anadolu Öğretmen Lisesi girdilerinden öğretmen sayısını % 55,55, öğrenci sayısını % 61,30 ve şube sayısını % 53,85 azaltması ve çıktılardan YGS-LYS başarı oranını % 11,67, YGS puan ortalamasını % 2,06, LYS Ea (TM) puanını % 19 ve LYS Söz (TS) puanını % 69,72 artırması ile etkin sınıra ulaşacaktır. Hesaplamalar sonucunda çıktılar değiştirilmeden lisenin girdi değişkenlerinden, öğretmen sayısı 22, öğrenci sayısı 207 ve şube sayısı 12 olduğunda etkin olarak çalışabilecektir. Bu verilerle EMS paket programı tekrar çalıştırılmış ve Çorum Anadolu Öğretmen Lisesinin etkinlik skoru % 100 çıkmıştır. Diğer liselerin etkin sınıra ulaşmaları için gerekli veriler benzer şekilde hesaplanabilir.

Tablo 15. Etkin Bulunmayan Liseler İçin Potansiyel İyileştirme Tablosu

Okullar	Girdiler						Çıktılar																	
	Öğretmen Sayısı		Öğrenci Sayısı		Şube Sayısı		YGS-LYS Başarı Oranı		YGS Puan Ortalaması		LYS Say (MF)		LYS EA (TM)		LYS Söz (TS)									
	Hedeflenen	İyileştirme	Hedeflenen	İyileştirme	Hedeflenen	İyileştirme	Hedeflenen	İyileştirme	Hedeflenen	İyileştirme	Hedeflenen	İyileştirme	Hedeflenen	İyileştirme	Hedeflenen	İyileştirme								
	Mevcut		Mevcut		Mevcut		Mevcut		Mevcut		Mevcut		Mevcut		Mevcut									
1	28	27	-2,8	389	262	-32,7	16	16	-2,9	43,2	89,6	107,4	393,7	394,1	0,1	275,4	457,9	66,3	245,4	458,2	86,7			
2	45	20	-55,0	509	197	-61,3	26	12	-55,0	60,0	66,7	11,2	351,5	358,7	2,1	297,0	295,7	-0,4	288,7	343,5	19,0	203,3	345,1	69,7
4	46	22	-52,6	559	164	-70,7	21	10	-52,6	48,5	69,4	43,1	318,4	320,6	0,7	268,5	268,6	0,0	256,7	313,1	22,0	185,1	289,2	56,2
5	47	17	-63,0	599	179	-70,1	26	10	-63,0	51,8	61,0	17,9	309,7	310,6	0,3	236,5	237,3	0,3	263,2	294,5	11,9	211,0	284,5	34,9
6	33	18	-44,8	288	155	-46,1	16	9	-44,9	59,6	60,5	1,5	285,8	286,9	0,4	228,1	228,9	0,4	265,6	276,6	4,1	175,9	257,6	46,5
7	24	13	-46,3	334	154	-54,0	15	8	-46,3	32,5	47,0	44,7	257,5	256,0	-0,6	186,4	191,2	2,6	214,9	240,0	11,7	214,8	239,9	11,7
9	14	12	-13,9	297	162	-45,4	15	9	-37,5	41,7	42,1	1,1	274,8	274,0	-0,3	175,8	221,9	26,2	230,2	256,8	11,5	225,3	281,1	24,8
10	22	15	-31,9	310	195	-37,2	16	9	-44,9	56,1	55,6	-0,8	282,6	280,4	-0,8	197,1	195,6	-0,8	233,3	259,5	11,2	238,6	237,6	-0,4
12	53	12	-78,0	930	136	-85,3	32	7	-78,1	21,9	42,7	94,7	224,7	226,3	0,7	160,7	166,6	3,7	206,0	212,2	3,0	203,2	208,7	2,7
13	115	15	-87,4	1272	114	-91,0	51	6	-87,3	20,5	48,0	134,5	214,0	215,3	0,6	170,8	171,6	0,5	196,9	208,8	6,1	185,8	187,8	1,0
14	50	11	-78,0	960	124	-87,1	33	7	-78,1	11,2	37,1	232,6	209,9	217,0	3,4	177,6	177,4	-0,1	182,5	205,8	12,7	194,1	215,3	10,9
15	38	10	-72,7	650	132	-79,8	28	8	-72,7	15,7	35,8	128,8	213,3	225,0	5,5	182,7	182,8	0,1	185,2	211,7	14,3	205,6	228,4	11,1
16	52	11	-79,3	782	122	-84,4	32	7	-79,2	16,7	38,1	128,6	210,3	208,4	-0,9	162,2	160,7	-0,9	197,3	196,5	-0,4	197,4	197,6	0,1
18	10	9	-6,4	190	126	-33,8	11	7	-33,8	18,8	32,7	74,3	197,4	212,6	7,7	168,7	172,2	2,1	172,5	199,3	15,5	219,0	213,2	-0,4
19	24	9	-60,8	355	124	-65,2	18	7	-60,9	20,8	33,1	208,8	208,5	-0,2	158,2	166,6	5,3	189,9	195,4	2,9	200,1	210,8	5,3	
20	23	10	-58,1	460	129	-71,9	23	7	-67,4	27,0	33,6	24,6	219,6	218,8	-0,4	153,6	177,2	15,3	203,8	205,1	-0,4	199,8	224,5	12,4
21	58	14	-76,3	770	110	-85,7	28	7	-76,3	11,5	44,1	284,2	196,2	211,5	7,8	176,9	176,5	-0,2	182,1	205,6	12,9	190,5	194,1	1,9
22	36	10	-72,1	507	118	-76,8	24	7	-72,2	21,1	34,8	65,2	201,6	202,4	0,4	161,3	161,6	0,1	190,7	191,1	0,2	189,4	198,9	5,0
23	19	13	-32,6	188	127	-32,6	12	8	-37,5	17,0	42,3	148,7	180,1	229,6	27,2	171,9	189,1	10,1	173,3	219,6	26,7	222,3	221,6	-0,3
24	44	16	-63,9	520	173	-66,7	23	8	-63,9	41,0	59,6	45,4	285,7	285,0	-0,5	193,7	197,5	1,9	258,8	267,2	3,3	179,6	245,4	36,6
25	96	13	-86,3	475	141	-70,4	17	7	-61,1	43,1	49,5	14,9	229,3	231,0	0,7	137,4	157,6	14,7	201,3	216,5	7,6	193,9	195,4	0,8

Banker, Charnes ve Cooper tarafından 1984 yılında geliştirilmiş BCC modeli ile CCR modeli ile arasındaki temel fark CCR modelindeki karar verme birimlerinin (KVB) ölçek etkin olma zorunluluğunun olmamasıdır. Bunun sonucu olarak, BCC modelleri her bir KVB için sadece yerel teknik etkinliği ölçmektedir. CCR modelinde bir karar verme biriminin etkin olabilmesi için hem teknik etkin hem de ölçek etkin olması gerekirken; BCC modelinde sadece teknik etkin olması yeterlidir. Dolayısıyla CCR modeli ölçeğe göre sabit getiri altında toplam etkinliği ölçerken, BCC modeli ölçeğe göre değişken getiri altında teknik etkinliği ölçmektedir (Bowlın, 1998:3).

Karar verme birimlerinin toplam teknik etkinliklerini ölçmekte VZA'nın temel varsayımı ölçeğe göre sabit getiri (CRS) varsayımdır. Bu varsayımın geliştirilen VZA modeli aynı zamanda CCR (Charnes Cooper- Rhodes) Modeli olarak da ifade edilmektedir. Bu varsayım daha sonra Banker, Charnes ve Cooper tarafından değiştirilerek ölçeğe göre değişken getiri (VRS) varsayımı geliştirilmiştir. Bu modelde karar verme birimlerinin ölçek farklılıkları arındırılarak saf teknik etkinliklerinin hesaplanması sağlanmıştır. Aşağıdaki tabloda Liselerin BCC etkinlik değerleri verilmiştir.

Tablo 16. Liseler için BCC Etkinlik Tablosu

	Score	Input 1 {I}{V}	Input 2 {I}{V}	Input 3 {I}{V}	Output 1 {O}{V}	Output 2 {O}{V}	Output 3 {O}{V}	Output 4 {O}{V}	Output 5 {O}{V}	Benchmarks
1	100,00%	0,15	0,10	0,75	0,00	0,00	0,36	0,00	0,64	8
2	100,00%	0,07	0,92	0,01	0,00	0,00	0,05	0,95	0,00	0
3	100,00%	0,01	0,02	0,97	0,74	0,00	0,00	0,00	0,26	12
4	51,06%	0,00	0,00	1,00	0,00	0,36	0,64	0,00	0,00	1 (0,40) 3 (0,37) 11 (0,23)
5	40,67%	0,81	0,19	0,00	0,00	0,92	0,08	0,00	0,00	1 (0,25) 3 (0,49) 8 (0,12) 17 (0,14)
6	71,85%	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,48	0,52	0,00	1 (0,20) 3 (0,57) 11 (0,23)
7	57,32%	0,83	0,17	0,00	0,00	0,85	0,07	0,00	0,09	1 (0,05) 3 (0,31) 8 (0,19) 9 (0,01) 17
8	100,00%	0,82	0,00	0,18	0,00	0,94	0,06	0,00	0,00	5
9	100,00%	1,00	0,00	0,00	0,00	0,59	0,00	0,00	0,41	1
10	100,00%	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0
11	100,00%	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9
12	22,21%	0,18	0,00	0,82	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	3 (0,20) 11 (0,10) 17 (0,70)
13	12,72%	0,23	0,00	0,77	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	3 (0,09) 11 (0,60) 17 (0,32)
14	22,03%	0,23	0,00	0,77	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1 (0,05) 11 (0,14) 17 (0,81)
15	27,42%	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1 (0,07) 17 (0,93)
16	21,43%	0,17	0,00	0,83	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	3 (0,06) 11 (0,20) 17 (0,75)
17	100,00%	0,17	0,83	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	14
18	100,00%	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0
19	39,25%	0,62	0,00	0,38	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	3 (0,04) 8 (0,01) 17 (0,95)
20	44,83%	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	8 (0,33) 17 (0,67)
21	23,92%	0,11	0,00	0,89	0,00	0,00	0,62	0,00	0,38	1 (0,02) 3 (0,02) 11 (0,53) 17 (0,43)
22	28,51%	0,16	0,00	0,84	0,00	0,62	0,07	0,29	0,02	11 (0,16) 17 (0,84)
23	82,65%	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	3 (0,51) 17 (0,49)
24	38,15%	0,82	0,18	0,00	0,00	0,93	0,07	0,00	0,00	1 (0,05) 3 (0,65) 8 (0,12) 17 (0,19)
25	39,34%	0,00	0,00	1,00	0,00	0,15	0,00	0,00	0,85	3 (0,24) 11 (0,55) 17 (0,21)

Tablo 16 incelendiğinde BCC modeli sonuçlarına göre 9 lisenin etkin 16 lisenin ise etkin olmadığı görülmektedir.

IV. SONUÇ ve ÖNERİLER

Kaynakların sınırsız olmaması daha etkin ve verimli bir şekilde kullanılmasının önemini ortaya çıkarmaktadır. Bu kaynakları kullanan karar verme birimlerinin etkinliğinin karşılaştırılmasında yaygın olarak kullanılan yöntemlerden biri Veri Zarflama Analizidir. Bu çalışmada Çorum ilindeki liselerin 2012–2013 eğitim-öğretim sürecindeki etkinlik ölçümü Veri Zarflama Analizi tekniği ile hesaplanmıştır. Analiz için EMS paket programı iki farklı durum için çalıştırılmıştır. Öncelikle ölçeğe göre sabit getiri altında girdiye yönelik CCR modeli sonuçlarına göre etkin olmayan 21 lise için örnek potansiyel iyileştirme tablosu ortaya konularak okulların etkinliklerinin ne ölçüde artabileceğine ilişkin yorumlar yapılmış ve önerilerde bulunulmuştur. Daha sonra da ölçeğe göre değişken getiri altında girdiye yönelik BCC modeli sonuçları verilmiştir.

25 okulun etkinlik ölçümü için okullardaki öğrenci sayısı, öğretmen sayısı ve şube sayısından oluşmak üzere 3 adet girdi ve YGS-LYS başarı oranı, YGS puan ortalaması, LYS Mat-Fen, Türk-Mat, Türk-Sos puanları olmak üzere 5 adet çıktı belirlenmiştir. Analiz sonucunda, CCR modeline göre 4 lise etkin çıkarken 21 lisenin ise etkin olmadığı ortaya çıkmıştır. Etkin olan Oğuzlar Anadolu Öğretmen Lisesi, Mehmet Çelik Anadolu Lisesi, Özel Pınar Lisesi, Bayat Lisesi aynı zamanda ölçek etkindir. Etkinlik sınırına en yakın okul %97,01 ile Fen Lisesi olurken % 12,59 ile Çorum Atatürk Lisesi göreceli etkinliğe en uzak okul olmuştur.

BCC modeline göre ise Çorum Fen Lisesi, Çorum Anadolu Öğretmen Lisesi, Oğuzlar Anadolu Öğretmen Lisesi, Mehmet Çelik Anadolu Lisesi, İskilip Anadolu Lisesi, Sungurlu Haydar Öztaş Anadolu Lisesi, Özel Pınar Lisesi, Bayat Lisesi, Mecitözü Lisesi etkin olurken diğer 16 lisenin etkin olmadığı ortaya çıkmıştır. BCC modelinde daha fazla lisenin etkin çıkmasının sebebi, CCR modelinde bir karar verme biriminin etkin olabilmesi için hem teknik etkin hem de ölçek etkin (toplam etkin) olması gerekirken BCC modelinde sadece teknik etkin olmasının yeterliliğidir. Ayrıca ölçeğe göre değişken getiri varsayımı daha çok kar amacı güden işletmelerin karşılaştırılması amacıyla kullanıldığından, çalışmamızda sonuç modeli olarak değerlendirmeler ölçeğe göre sabit getiri varsayımı altında yapılmıştır. Bu nedenle çalışmada öncelikli olarak CCR modeli ele alındığı için BCC modeli için örnek potansiyel iyileştirme tablosu oluşturulmamış sadece etkinlik sonuçları verilmiştir.

Analiz sonucunda okulların öğrenci sayılarında büyük farklılıklar olması dikkat çekmiştir. Öğrenci sayısının fazla olması okulların etkinlik puanlarını büyük ölçüde etkilemiştir. Etkin olmayan okulların daha verimli çalışabilmesi için öncelikle sınıflardaki öğrenci sayılarının azaltılması gerektiği düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

- ABBOTT, M. ve DOUCOULIAGOS, C.(2003), “The Efficiency of Australian Universities: a Data Envelopment Analysis”, *Economics of Education Review*, Vol. 22, No.1, pp. 89-97.
- AKAL, Zühal.(2000), *İşletmelerde Performans Ölçüm ve Denetimi: Çok Yönlü Performans Göstergeleri*, Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları, Ankara.
- AKDOĞAN, Melek. (2001), *Veri Zarflama Analizi Tekniği ile Sigorta Şirketlerinin Etkinlik Ölçümü Türkiye Örneği*, Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- BANKER, R. ve THRALL, R.M.(1992), “Estimating of Returns to Scale Using Data Envelopment Analysis”, *European Journal Of Operational Research*, Vol. 62, No.1, pp.74-84.
- BESEN, F. Buket. (1994), *Performans Yönetim Sistemi ve Veri Zarflama Analizi Sağlık Sektöründe Uygulanması*, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- BOUSSOÛFİANE, Aziz; DYSON, Robert ve THANASSOULİS Emmanuel. (1991), “Applied Data Envelopment Analysis” *European Journal of Operational Research*, Vol. 52, No.1, pp.1-15.
- BOWLIN, William F. (1998), “Measuring Performance: An Introduction to Data Envelopment Analysis (DEA)”, *The Journal of Cost Analysis*, Vol.15, No.2, pp. 3–27.
- CHARNES, Abraham; COOPER, W. William ve RHODES, E. (1978), “Measuring the Efficiency of Decision Making Units”, *European Journal of Operational Research*, Vol.2, No.6, pp. 429-444.
- CHARNES, Abraham; COOPER, W. William ve RHODES E. (1981), “Evaluating Program and Managerial Efficiency: An Application of Data Envelopment Analysis to Program Follow Through”, *Management Science*, Vol.27, No. 6, pp.668-697.
- CİNGİ, Selçuk ve TARIM, Armağan. (2000), “Türk Banka Sisteminde Performans Ölçümü DEA-Malmquist TFB Endeksi Uygulaması”, *Türkiye Bankalar Birliği Yayınları*, İstanbul.
- COELLİ, Timothy J.; RAO, D.S. Prasada; O'DONNELL, Christopher J. ve BATTESE, George E. (1998), “An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis” , Kluwer Academic Publishers, Boston.
- COOPER, William W.; SEIFORD, Lawrence M. ve TONE, Kaune. (2000), *Data Envelopment Analysis: A Comprehensive Text With Models, Applications, References and DEA-Solwer Software*, Kluwer Academic Publishers, Boston.
- DRUCKER, F. Peter. (1994), *Management: Tasks, Responsibilities, Practices*, Butterworth-Heinemann, Oxford.
- ISAAC-HENRY, Kester; PAINTER, Chris ve BARNES, Chris. (1993), *Management in The Public Sector*, Chapman and Hall, London.
- KETTANİ, Ossama; ORAL, Muhittin ve YOLALAN, Reha. (1992), “An Empirical Study On

- Analyzing The Productivity Of Bank Branches”, IIE Transactions, Vol. 24, No. 5, pp.166-176.
- KÖK, Recep. (1991), Endüstriyel Verimlilik ve Etkinlik, Atatürk Üniversitesi Basımevi, Erzurum.
- LANG, Pascal; YOLALAN, Reha ve KETTANİ, Ossama. (1995), “Controlled Envelopment by Face Extension in DEA”, Journal of the Operation Research Society, Vol.46, No.4, pp. 473–491.
- PROKOPENKO, Joseph. (2001), Verimlilik Yönetimi, (çev. Olcay Baykal, Nevda Atalay ve Erdemir Fidan), MPM Yayınları, Ankara, 2. baskı.
- RAMANATHAN, Ramakrishnan. (2003), An Introduction to Data Envelopment Analysis: A Tool for Performance Measurement, Sage Publications, New Delhi.
- ŞAHİN, İsmet. (1998), Sağlık Bakanlığı Hastanelerinin İllere Göre Karşılaştırmalı Verimlilik Analizi: Veri Zarflama Analizine Dayalı Bir Uygulama, Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yayınlanmamış Doktora Tezi, Ankara.
- TALLURİ, Srinivas. (2000), “Data Envelopment Analysis: Models and Extensions”, Production/Operations Management Decision Line, Vol. 31, No.3, pp.8-11.
- TARIM, Armağan. (2001), Veri Zarflama Analizi Matematiksel Programlama Tabanlı Görel Etkinlik Ölçüm Yaklaşımı, Sayıştay Yayınları, Ankara.
- TÖNGÜR, Levent. (2001), Sağlık Bakanlığına Bağlı Hastanelerde Etkinlik Analizi: Veri Zarflama Analizine Ait Bir Uygulama, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- ULUCAN, Aydın. (2002), “İSO 500 Şirketlerinin Etkinliklerinin Ölçülmesinde Veri Zarflama Analizi Yaklaşımı: Farklı Girdi Çıktı Bileşenleri ve Ölçeğe Göre Getiri Yaklaşımları ile Değerlendirmeler”, Ankara Üniversitesi, Siyasal Bilgiler Fakültesi Dergisi, Cilt.57, S.2, ss. 185-202.
- VASSİLOGLOU, M. ve GİOKAS, D. (1990), “A Study of the Relative Efficiency of Bank Branches: An Application of Data Envelopment Analysis”, Journal of the Operational Research Society, Vol. 41, No.7, pp. 591-597.
- YEŞİLYURT, C. ve ALAN M.A. (2003), “Fen Liselerinin 2002 Yılı Göreceli etkinliğinin Veri Zarflama Analizi (VZA) Yöntemi ile Ölçülmesi”, Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, C.4, No.2, ss. 91-104.
- YOLALAN, Reha. (1993), İşletmelerarası Görel Etkinlik Ölçümü, Milli Produktivite Merkezi Yayınları, Ankara.
- ÖSYM. (2012), (Erişim Adresi: <http://www.osym.gov.tr/belge/1-16016/ortaogretim-kurumlarına-gore-2012-ogrenci-secme-ve-yerl-.html>), (erişim tarihi: 14.10.2012)