

## Veri Zarflama Analiziyle Hizmet Etkinliği Ölçümü: Diyarbakır DİSKİ Örneği

Mehmet KARAHAN\*  
Recep AKDAĞ\*\*

### ÖZET

Yerleşik yaşamın en temel gereksinimlerinden birisi altyapı hizmetlerinden olan su ve kanalizasyon hizmetleridir. Özellikle günümüz dünyasında nüfus artışı, su kaynaklarının kirlenmesi, bilinçsiz kullanım, ülke yönetimlerinde suyun politik bir araç olarak kullanılması gibi, birçok nedenden dolayı su yönetimiyle ilgili krizler sıkça gündeme gelmektedir. Aynı şekilde kullanılan suyun atık haline geldikten sonra toplanması, iletilmesi ve arıtılarak çevreye zarar vermeden alıcı ortama sunulması da çevre bilincine katkı anlamında oldukça önemlidir. Bu bağlamda, günümüzde su ve kanalizasyon hizmetlerinin sunulması esnasında etkinlik, verimlilik, kalite, insan ve çevre odaklılık gibi konular üzerinde çalışmalar yapılan önemli konulardır. Bahis konusu bu hizmetlerin kamu, özel veya kamu-özel ortaklığı tarafından yerine getirmesi gerekliliği, günümüzde tartışılan konuların önünde gelmektedir. Dünyanın birçok ülkesinde, Türkiye’de de olduğu gibi su ve kanalizasyon hizmetleri kamu eliyle, yani yerel yönetimler tarafından yerine getirilmektedir. Türkiye’de su ve kanalizasyon hizmetleri, kent merkezlerinde il belediyelerince, büyükşehirlerde bağlı kuruluşlar, kent merkezi dışında ise il özel idareleri tarafından karşılanmaktadır.

Çalışmada; Diyarbakır Büyükşehir Belediyesi’ne bağlı kuruluş olan Diyarbakır Su ve Kanalizasyon İdaresi’nin yıllara göre hizmet etkinliği Veri Zarflama Analizi ile ölçülmüş, etkinliğin yıllara göre değişimi karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Etkin olmayan yıllar tespit edilerek sorunların nedenleri analiz edilmiştir. Etkinlik ölçümü su ve kanalizasyon olmak üzere iki hizmet alanına göre, 2000-2012 yılları için yapılmış ve böylelikle her yılın etkinlik düzeyi birbiriyle karşılaştırılmıştır. Veri zarflama analizi çıktıya yönelik BCC metoduyla yapılmış ve girdi değişkenleri olarak; toplam personel sayısı, içme suyu şebeke uzunluğu, atık su şebeke uzunluğu, kente verilen su miktarı ile ilgili veriler, çıktı değişkenleri olarak da toplam abone sayısı, faturalandırılan su ve atık su miktarı ile ilgili verileri kullanılmıştır. Çalışma sonuçlarına göre, 2003, 2005 ve 2008 yıllarında kurumun etkinlik düzeyinin düşük olduğu belirlenmiştir. 2003 yılına ait çıktılarda, girdilerden daha fazla artış olduğu gözlenmiş, 2005, 2007 ve 2008 yıllarında çıktılardan, girdilerden daha az artış gösterdiği tespit edilmiştir. Çalışmada bir işletmenin geçmiş yıllarına ait girdi ve çıktı verileri kullanarak VZA metodu ile etkinlik düzeyi belirlenmiş ve bu sayede işletmenin ölçek, kaynak kullanımı ve üretim etkinliklerinin değerlendirilmesi konularına önemli katkılar sağlaması hedeflenmiştir. Ayrıca işletmenin gelecek yıllarda yapacağı planlamalarında da elde edilen bu bilgilerin yol gösterici olması beklenmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Etkinlik analizi, Hizmet etkinliği, Veri zarflama analizi.

**Çalışmanın Türü:** Araştırma

## Measuring of Service Efficiency by Data Envelopment Analysis: Sample of Diyarbakir DISKI

### ABSTRACT

The purpose of this study is to measure the service efficiency of DISKI, which is affiliated with Diyarbakir metropolitan municipality and serve as water and sewerage administration, by years using Data Envelope Analysis (DEA) and then to determine the change in the efficiency by years and finally to develop some proposals for the solution of identified problems for inefficient years.

In the literature review, it has been realized that there are many studies comparing efficiency level of municipalities in terms of water and sewerage services together with other services. In these studies various municipalities had been compared by DEA method and comparative efficiency analyses had been performed. In some overseas studies, again efficiency research had been performed by using DEA (De Borger and Kerstens, 1996; Poister and Streib, 1999; Prieto and Zofio, 2001; Sousa and Stosic 2005; Loikkanen and Susiluoto 2006; Balaguer-Coll etc., 2007; Afonso and Fernandes, 2008). Some domestic studies, by Çağlar (2003), Doğan (2006), Kaplan etc. (2006), Güneş and Akdoğan (2007), İlkey and Doğan (2009) are also remarkable. In the literature, we can give especially some examples, Tupper and Resende (2004)-Brazil, Woodbury and Dollery (2004)-Australia,

\* Yrd. Doç. Dr., Dicle Üniversitesi

\*\* Dicle Üniversitesi

Bağdadioglu and Cumhur (2010)-Turkey, as studies that compare municipalities by measuring efficiency of services by water and sewerage administrations of municipalities. In this studies efficiency researches had been done by DEA and solutions developed for the correction of inefficient processes.

In application phase, efficiency analysis of water and wastewater services by DISKI was carried out to include 13 years, between 2000 and 2012, by DEA. During literature review, we noticed that similar variables were used in previous studies to determine input and output variables used for efficiency analyses (Bağdadioglu and Cumhur, 2010; Çağlar, 2003; Doğan, 2009; Kaygısız, 2011). These variables are shown in the following Table 1.

**Table 1.** Model Variables

Input Variables	Output Variables
Total staff number	Total number of subscribers The amount of billed for water and wastewater (m <sup>3</sup> )
The length of drinking water network (km.)	
The length of wastewater network (km.)	
The length of water supplied to the city (m <sup>3</sup> )	

Input and output data variables used for DEA are collected from annual activity reports of DISKI. In this study, DEA was carried out by output-oriented BCC to see the maximum number of output that can be obtained as a result of the combination of four inputs and two outputs. We obtained solution values of BCC model by using Win4DEAP (Version1.1.3.) software.

In Table 2, according to BCC model “pure efficiency value” of efficient years is marked as 1, while “pure efficiency value” of inefficient years are marked as 4, 6, 9, which are namely 2003, 2005, and 2008. Scale efficiency increased in 2003 which means that the increase in the amount of output is greater than the increase in the amount of input. In 2005, 2007 and 2008, scale efficiency decreased because the amount of output is less than the amount of input.

Among efficient years, the reference intensity of years: 2006 three times, 2002 and 2009 two times, 2000, 2001 and 2004 years one time. The values in reference set column mean to take reference from which year and how much percentage for non-efficient years to be efficient or to be able to come to efficiency border. For example, fourth DMU (2003 year) can be efficient or come to efficiency border taking reference at percentages of 0.287, 0.622 and 0.091 to 7<sup>th</sup>, 3<sup>th</sup> and 2<sup>nd</sup> DMUs respectively. When current values of in non-efficient years and percentages in years taken reference multiply we can calculate to be efficient required values in these years. In our example, required value of total number of subscribers for fourth DMU is obtained as following.

$$(143,565 \times 0.287) + (120,893 \times 0.622) + (112.436 \times 0.091) = 126,631$$

Fourth DMU's (2003 year) value of current total number of subscribers is 125, 376. To consider total number of subscribers in this year as efficient, there must be an increase of  $126,631 - 125,376 = 1.255$  units in the number of subscribers.

In this study, efficiency of input and output values regarding water and wastewater services by DISKI in the years 2000 to 2012, which is a local administration unit, was analyzed.

As a result of the analysis, DISKI has been found to be efficient in 10 of 13 years and inefficient in three years, namely 2003, 2005 and 2008. When evaluating non-efficient years on input basis, in 2008 the number of staff, in 2003 the amount of drinking water network, in 2003 and 2005 the amount of water supplied to the city are higher, so it has been concluded that the inputs are used excessively.

When evaluating on output basis by years, level of output is low which means that total number of subscribers and the amount of water and wastewater billed in all 2003, 2005 and 2008 years are low, so it can be concluded that desired output level could not be attained.

In the result obtained at inputs, especially in 2008 with an excess of staff and in 2003 with an excess of the amount of water supplied to city is remarkable. When the amount of water supplied is over but the amount of water and wastewater billed is inadequate, the situation indicates the presence of illegal consumption and water network losses. On the other hand in 2003 the amount of excess water supplied to city show a decrease in 2005 and reached zero level in 2008 the amount of water and wastewater billed in 2005 and 2008 each year approximately 50% has decreased. Despite this, the total number of subscribers in 2005 and 2008 seems to be not enough. In this case, while supplied water is enough and even excess and there are improvements in the amount of billed water and wastewater but total number of subscribers is at inadequate level, so this indicates there can be an increase in the number of consumers who are not subscriber. Input and output values in these years have reached an efficient level in ensuing years. However when determining the efficiency border, efficiency levels of 2010, 2011 and 2012 years also need to be analyzed to reveal, taking as reference mostly 2006 and previous years and taking as reference only 2009 after 2008. When scale efficiency is taken into consideration, increase in the amounts of output in 2003 is more than increase in the amounts of input and the opposite situation increase in the amounts of output in 2005, 2007 and 2008 is less than the amounts of input that has been determined. This result in terms of efficient management of resources, compared to other years of 2003 has showed more efficiency.

As shown in this study, we can obtain information about efficiency level of each year with DEA using values of input and output belonging to previous years. It is evident that the results of this information can be very useful for businesses during the evaluation of resource utilization and production efficiency of the future years.

As a result, this study which was carried out on the data of input and output variables of previous years about only one business proved that conclusions obtained by comparing the efficiency levels of previous years of businesses will make significant contributions to business in making political decisions about scale efficiency, production, and marketing etc.

**Keywords:** Efficiency Analysis, Data Envelopment Analysis, Service Efficiency

**The type of research:** Research

## 1. Giriş

Yerleşik yaşamın en temel gereksinimlerinden birisi altyapı hizmetlerinden olan su ve kanalizasyon hizmetleridir. Özellikle günümüz dünyasında nüfus artışı, su kaynaklarının kirletilmesi, bilinçsiz kullanım, ülke yönetimlerince suyun politik bir araç olarak kullanılması gibi, birçok nedenden dolayı su yönetimiyle ilgili krizler sıkça gündeme gelmektedir. Aynı şekilde kullanılan suyun atık haline geldikten sonra toplanması, iletilmesi ve arıtılarak çevreye zarar vermeden alıcı ortama sunulması da çevre bilincine katkı anlamında oldukça önemlidir. Bütün bunlar, günümüzde su ve kanal hizmetlerinin sunulması esnasında etkinlik, verimlilik, kalite, insan ve çevre odaklılık gibi konuları öne çıkarmaktadır. Öne çıkan bu konular, bu hizmetlerin kamu, özel veya kamu-özel ortaklığı ile yerine getirmesi gerektiği tartışmalarını da gündeme taşımaktadır. Dünyanın birçok ülkesinde ve Türkiye’de olduğu gibi su ve kanalizasyon hizmetleri kamu eliyle, yani yerel yönetimler tarafından yerine getirilmektedir. Türkiye’de su ve kanalizasyon hizmetleri, kent merkezlerinde il belediyelerince, büyükşehirlerde bağlı kuruluşlar, kent merkezi dışında ise il özel idarelerince karşılanmaktadır.

Bu çalışmanın amacı, Diyarbakır ilinde büyükşehir belediyesine bağlı kuruluş olarak su ve kanalizasyon hizmetlerini sunan, DİSKİ’nin yıllara göre hizmet etkinliğini Veri Zarflama Analizi (VZA) metodu ile ölçmek, etkinliğin yıllara göre değişimini belirlemek ve etkin olmayan yıllar için belirlenen sorunların çözümüne yönelik öneriler geliştirmektir.

İlgili yazında yapılan incelemeler sonucunda, su ve kanalizasyon hizmetleriyle birlikte diğer hizmetleri de içine alacak şekilde belediyelerin etkinlik düzeyinin karşılaştırıldığı, birçok çalışmaya rastlanmıştır. Bu çalışmalarda, genellikle VZA yöntemiyle farklı belediyeler karşılaştırılmış ve etkinlik analizleri karşılaştırmalı olarak yapılmıştır. Yurtdışında yapılan birçok çalışmada da VZA metodu kullanılarak etkinlik araştırmaları yapılmış istenen sonuçlara ulaşılmıştır (Prieto ve Zofio, 2001; Sousa ve Stosic 2005; Balaguer-Coll vd., 2007; Afonso ve Fernandes, 2008). Yurtiçinde yapılan çalışmalardan bazıları ise, Çağlar (2003), İlky ve Doğan (2009)’ın yaptıkları çalışmalar dikkate değerdir. Literatürde belediyelerin özellikle su ve kanalizasyon hizmetlerinin etkinliklerini ölçerek yapılan karşılaştırma çalışmalarına örnek verecek olursak, Tupper ve Resende (2004)-Brezilya, Woodbury ve Dollery (2004)-Avusturalya, Bağdadioglu ve Cumhuri (2010)-Türkiye’de yaptıkları çalışmalarda VZA ile etkinlik araştırmaları yapmış ve etkin olmayan süreçlerin düzeltilmesine yönelik çözümler geliştirmişlerdir.

Çalışma üç ana bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde, etkinlik analizinde sıkça kullanılan VZA tanıtılmaktadır. İkinci bölüm olan uygulama safhasında ise, büyükşehir belediyelerine bağlı kuruluş olan su ve kanalizasyon idareleri kısaca tanıtılmakta, etkinlik analizi için kullanılan değişkenler tanımlanmakta, bu değişkenlere ait verilerle VZA ile etkinlik analizi yapılarak elde edilen bulgular ortaya konmaktadır. Son bölümde ise elde edilen bulgulara dayalı olarak çalışmanın hangi sonuçları gösterdiği ve bu sonuçlara göre geliştirilen öneriler sunulmaktadır.

## 2. Veri Zarflama Analizi

Genellikle birbirinin yerine kullanılan verimlilik (productivity) ve etkinlik (efficiency) kavramları farklı ekonomik kavramları ifade etmektedir. Mal veya hizmet üreten işletmelerde toplam üretim miktarının (çıkıtının) kullanılan toplam girdilere oranı olarak ifade edilen verimlilik, etkinlikten daha sınırlı bir kavramı ifade eder. Verimlilik, kaynakların ne ölçüde etkin kullanıldığını gösterirken, diğer bir kavram olan etkililik (effectiveness) ise elde edilen çıktı düzeyi ile önceden tanımlanan hedeflere ulaşma derecesini belirler. Böylece etkililik bir işletmenin girdileriyle değil sadece çıktılarıyla ilgilidir (Çağlar, 2003). Verimlilik ve etkililik kavramlarıyla sıkı ilişki içinde olan etkinlik, elde edilen girdilerden ne kadar iyi bir çıktı üretilebileceğini göstermektedir. Etkinlik, çıktıları üretmede kaynakların optimal kullanılma derecesini belirlemektedir. Kimi yazarlarca etkinlik “işleri doğru yapmak” olarak nitelendirilirken, etkililik “doğru şeylerin yapılması” şeklinde tanımlanmaktadır (Akal, 2000).

Organizasyonların etkinliği ya da verimliliği ölçülürken, genellikle oran analizi, parametrik ve parametrik olmayan yöntemler şeklinde üç temel analiz türünden faydalanılmaktadır. (Yolalan, 1993). Oran analizi tek boyutludur; parametrik yöntemler ise fonksiyonel yapıya ilişkin bilgiye ihtiyaç duyarlar. Doğrusal programlamayı çözüm tekniği olarak kullanan parametrik olmayan yöntemler, oran analizi ve parametrik yöntemlerin taşıdığı birtakım zaafı taşımamaktadır (Güran ve Cingi, 2002).

VZA'nın ilk uygulamaları genellikle kamu kurumlarında kâr amacı gütmeyen kuruluşlarda yapılmış, daha sonra yöntem yaygınlaşarak kâr amacı güden işletmelerde de uygulama alanı bulmuştur. Uygulama alanları arasında; hastaneler, eğitim kurumları, askeri birimler, yerel yönetimler, havaalanları, bankalar, oteller ve belediyeler sayılabilir (Bowlin, 1998).

İlk olarak 1978 yılında Charnes, Cooper ve Rhodes (CCR) tarafından ortaya atılan VZA, çok sayıda girdi ve çok sayıda çıktının sınır analizi olarak tanımlanabilen bir doğrusal programlama sürecidir (Charnes vd., 1978). CCR tarafından sunulan ilk VZA modeli, Farrell'in 1957 yılındaki çalışması üzerine inşa edilmiştir (Cooper vd., 2004). VZA, sonraki yıllardan günümüzde dek büyük ilgi görmüş ve çok sayıda teorik ve uygulamalı makale ile kitap yayımlanmıştır. Tavares (2002), 1978-2001 yılları arasında 2.152 farklı yazar tarafından 3.200'ün üzerinde yayının VZA literatüründe yer aldığını belirtmiştir.

VZA, yönetsel birimlerin performanslarının değerlendirilmesinde kullanılan doğrusal programlamayı temel alan bir tekniktir. VZA bir üretim sisteminde çoklu girdi kullanarak çoklu çıktı üreten ve benzer görevleri yürüten (homojen) Karar Verme Birimlerinin (KVB) görelî etkinliklerini ölçmektedir (Yun vd., 2004).

Bu ölçümde en az girdi bileşimini kullanarak en çok çıktı bileşimini elde eden KVB "en iyi" olarak belirlenerek etkinlik sınırını oluşturulmaktadır. Diğer KVB'lerin etkinliği, bu etkinlik sınırına olan uzaklığına göre ölçülür. En iyi gözlemlerin oluşturduğu sınır "referans" kabul edilir ve diğer KVB'lerin bu sınıra olan radyal uzaklıkları ölçülerek etkin olup olmadıkları sonucuna varılır (Çağlar, 2003).

Charnes ve arkadaşları tarafından sunulan kesirli modelde; kesrin payı çıktıları (üretimi), paydası ise girdileri (kaynakları) temsil etmektedir. Buna göre m tane girdi ve s tane çıktıya sahip n tane karar verme birimlerinin olduğu varsayılırsa, doğrusal programlama temelli model aşağıdaki şekilde ifade edilir (Bowlin, 1998).

$$\text{Amaç Fonksiyonu: } \quad \text{Max} \quad \frac{\sum_{k=1}^s V_k Y_{kp}}{\sum_{j=1}^m U_j X_{jp}} \quad (1)$$

$$\text{Kısıtlar:} \quad \frac{\sum_{k=1}^s V_k Y_{ki}}{\sum_{j=1}^m U_j X_{ji}} \leq 1 \quad \forall i \text{ için}$$

$$V_k, U_j \geq 0 \quad \forall k, j \text{ için}$$

Burada;  $k=1, \dots, s$   $j=1, \dots, m$   $i=1, \dots, n$

$Y_{ki}$ : i'inci karar verme biriminin ürettiği çıktı miktarını

$x_{ji}$ : i'inci karar verme biriminin kullandığı girdi miktarını

$u_j$ : j'ninci girdinin ağırlığını

$v_k$ : k'nıncı çıktının ağırlığını ifade etmektedir.

(1) nolu modeldeki amaç fonksiyonlarından elde edilen etkinlik değeri  $[0, 1]$  kapalı aralığında yer almak durumundadır. Elde edilen bu değer 1'e eşit ise tam etkinliği, 1'den küçük ise etkisizliği ifade etmektedir. (1) nolu modelin çözümü, doğrusal programlama modellerine göre daha karmaşık olduğundan, eşdeğer doğrusal programlama modeline dönüştürülebilir. Dönüşüm sonunda aşağıda ifade edilen doğrusal programlama modeli elde edilir (Banker vd., 2004).

$$\text{Amaç Fonksiyonu: } \quad \text{Max} \quad \sum_{k=1}^s V_k Y_{kp} \quad (2)$$

$$\text{Kısıtlar:} \quad \sum_{j=1}^m U_j X_{jp} = 1$$

$$\sum_{k=1}^s V_k Y_{kp} - \sum_{j=1}^m U_j X_{jp} \leq 0 \quad \forall i \text{ için}$$

$$V_k, U_j \geq 0 \quad \forall k, j \text{ için}$$

Charnes ve arkadaşlarının (CCR) geliştirdiği bu model, ölçeğe göre sabit getiri varsayımına dayanmaktadır. Burada ölçek getirisi, tüm girdilerde oransal olarak bir değişiklik olduğunda çıktıların nasıl bir değişikliğe uğrayacağını belirlemektedir. Ölçeğe göre sabit getiri durumunda, girdilerde artış kadar çıktılarda da aynı miktarda artış (Constant Return to Scale: CRS) olacaktır. Ölçeğe göre sabit getiri durumunda üretim fonksiyonu doğrusal ve homojen bir yapıdadır. Örneğin girdiler iki kat artırıldığında çıktılarda da iki kat artış olacaktır. Eğer bir üretim dalında tüm girdiler bir miktar artırıldığında, çıktı miktarı daha az miktarda artıyorsa, ölçeğe göre azalan getiri (Decreasing Return to Scale: DRS), tersi durumda ise çıktı miktarındaki artış girdi miktarındaki artıştan daha fazla artıyorsa bu kez (Increasing Return to Scale: IRS) söz konusudur (Çağlar, 2003).

CCR modelinden sonra 1984 yılında Banker, Charnes ve Cooper (BCC) tarafından, ölçeğe göre değişen getiri varsayımı altında karar verme birimlerinin etkinliğini ölçen model geliştirilmiştir. Banker ve arkadaşları yaptıkları çalışmada, CCR modeli ile elde edilen teknik etkinliğin, ölçek etkinliği ile karışmış olduğunu belirlemiş ve teknik etkinliği, ölçek etkinliği ve saf teknik tekinlik olarak ikiye ayırmıştır. Bu modele göre teknik etkinlik, ölçek etkinliği ile saf teknik etkinliğin çarpımından oluşmaktadır (Banker, 1984).

Teknik Etkinlik = Ölçek Etkinliği x Saf Teknik Etkinlik

VZA modelleri girdi ve çıktı yönlü olmak üzere iki şekilde tanımlanabilmektedir. Girdi yönlü modellerde amaç, belirli bir çıktı bileşimini en etkin şekilde elde edebilmek için kullanılacak en uygun girdi bileşiminin nasıl olması gerektiğini tespit etmektir. Girdi yönlü modellerde etkin olmayan karar verme birimleri, etkin olmak için girdilerini radyal olarak azaltarak etkin sınıra getirmektedir. Çıktı yönlü modellerde ise amaç, belirli bir girdi bileşimi ile en fazla ne kadar çıktı bileşimi elde edilebileceği araştırılır. Ekin olmayan karar verme birimleri, etkin hale gelebilmek için çıktılarını radyal olarak artırarak etkin sınıra varılır (Seiford ve Thrall, 1990).

Girdi ve çıktı yönlü modellerin dışında radyal, radyal olmayan, oran, toplamsal, çarpımsal, hiperbolik VZA modelleri de bulunmaktadır. VZA'nın önde gelen ilkelerinden birisi benzer girdi-çıkıtı yapısına sahip, karşılaştırılabilir KVB'lerin seçilmesidir. KVB'ler seçilirken homojenliğin, yani aynı veya benzer hedefler için, aynı veya benzer koşullarda faaliyet göstermeleri gerekmektedir.

VZA'da önemli hususlardan biri de, serbestlik derecesi, yani KVB'lerin sayısı ile girdi ve çıktı değişkenlerin sayısıdır. Anlamlı bir analiz elde etmek için modelde kullanılan her bir girdi ve çıktı değişkeni için üç tane KVB gereklidir (Bowlin, 1998). Genellikle VZA uygulanırken KVB sayısı, girdi ve çıktı sayısı toplamının iki veya üç katı olması önerilmektedir. Ancak literatürde, VZA'nın az sayıda KVB ile uygulandığı çalışmalara da rastlamak da mümkündür (Ramanathan, 2006). Seçilen girdi sayısı m, çıktı sayısı da p ise en az m+p+1 tane karar birimi olmasının araştırmanın güvenilirliği açısından yeterli olduğunu söyleyen yazarlarda bulunmaktadır (Boussofiane vd, 1991).

VZA uygulamalarını için gerekli olan adımlar aşağıdaki gibi sıralanabilir (Atan ve Çatalbaş, 2005).

1. Karar verme birimlerinin seçilmesi,
2. Girdi ve çıktı kümelerinin seçilmesi,
3. Karar birimleri için göreceli etkinliğin hesaplanması,
4. Her bir karar birimi için detay analiz yapılması,
5. Elde edilen sonuçların değerlendirilmesi.

### 3. Uygulama

Türkiye'de su ve kanalizasyon hizmetleri, kent merkezlerinde il belediyelerince, büyükşehirlerde bağlı kuruluşlar (Su ve Kanalizasyon İdareleri), kent merkezi dışında ise il özel idarelerince yerine getirilmektedir. Su ve kanalizasyon idarelerinin kuruluşu, ilk olarak 1981 yılında 2560 sayılı yasa ile İstanbul'da İSKİ'nin kurulmasıyla başlamıştır. Bu tarihten sonra büyükşehir belediyesi statüsüne kavuşan diğer illerde de bu yasaya dayalı olarak büyükşehir belediyesine bağlı su ve kanalizasyon idareleri kurulmuştur.

Su ve kanalizasyon idarelerinin görevleri kısaca; içme, kullanma ve endüstri suyunun temini, kullanılmış sular ile yağmur suyunun yerleşim yerinden çevreye zarar vermeden uzaklaştırılması ve bu iki temel görev

için gerekli etütlerin yapılması, tesislerin inşa edilmesi, işletilmesi, bakım ve onarımlarının yapılması şeklinde özetlenebilir.

Su ve kanalizasyon idarelerinin yönetim modelleri; genel kurul, yönetim kurulu ve genel müdürlükten ibarettir. Genel kurul, büyükşehir belediyesi meclisinden oluşmakta, belediye başkanı genel kurul ile yönetim kuruluna başkanlık etmektedir. Genel müdürlük ise, genel müdür, genel müdür yardımcıları, daire başkanları, şube müdürleri, şef ve personelden oluşmaktadır.

Uygulama aşamasında, VZA ile DİSKİ'nin 2000 ile 2012 yılları arasında 13 yılı kapsayan su ve kanalizasyon hizmetlerinin etkinlik analizi yapılmıştır. Etkinlik analizi için kullanılan girdi ve çıktı değişkenlerinin belirlenmesinde, literatür taraması sonucunda daha önceki çalışmalarda da benzer değişkenlerin kullanıldığı görülmektedir (Bağdadioglu ve Cumhuri, 2010; Çağlar, 2003; Kaygısız, 2011).

Bu değişkenler aşağıda Tablo 1'de verilmiştir. VZA için kullanılan bu girdi ve çıktı değişkenlerine ait veriler, DİSKİ yıllık faaliyet raporlarından derlenmiştir.

**Tablo 1. Çalışmada Kullanılan Değişkenler**

Girdi Değişkenleri	Çıktı Değişkenleri
Toplam Personel sayısı İçme suyu şebeke miktarı (km.) Atık su şebeke miktarı (km.) Kente verilen su miktarı (m <sup>3</sup> )	Toplam Abone sayısı Faturalandırılan su-atık su miktarı (m <sup>3</sup> )

Bu değişkenlere ait veriler Tablo 2'de görülmektedir. Çalışmada, dört adet girdi bileşimi ile iki adet çıktı bileşiminden oluşan modelde en fazla ne kadar çıktı elde edileceği araştırılmak istendiğinden çıktıya yönelik BCC metoduyla VZA yapılmıştır.

**Tablo 2. (2000-2012) Yılları Girdi ve Çıktı Değişkenlerine Ait Veriler**

Yıllar	Girdiler				Çıktılar	
	Toplam Personel sayısı	İçme suyu şebeke miktarı (km.)	Atık su şebeke miktarı (km.)	Kente verilen su miktarı (m <sup>3</sup> )	Toplam Abone sayısı (Adet)	Faturalandırılan su-atık su miktarı (m <sup>3</sup> )
2000	602	421	279	34.531.920	98.459	17.372.106
2001	572	488	285	50.449.296	112.436	18.151.891
2002	578	571	318	49.313.328	120.893	19.430.698
2003	572	672	377	57.577.000	125.376	19.713.523
2004	574	715	466	62.808.396	133.070	21.368.202
2005	573	782	498	62.471.000	135.048	22.030.319
2006	559	875	534	60.731.000	143.565	24.779.271
2007	759	993	604	59.625.000	146.375	26.721.105
2008	801	1.152	641	58.006.279	158.774	26.654.873
2009	725	1.304	713	60.175.971	172.301	28.781.083
2010	715	1.447	799	64.018.662	179.690	30.542.321
2011	727	1.659	832	64.635.899	187.755	31.877.511
2012	728	1.796	865	67.651.191	196.692	32.793.830

**Kaynak:** DİSKİ Faaliyet Raporları (2000-2012)

Tablo 2'de belirtilen her bir yıl, VZA için birer KVB'yi ifade etmekte ve dolayısıyla her bir KVB arasındaki kıyaslama yıllara göre hizmet etkinliğini ortaya koymaktadır. BCC modelinin çıktıya yönelik çözüm değerleri, Win4DEAP (Version 1.1.3) yazılım programından elde edilmiştir. Elde edilen bu değerler aşağıda Tablo 3'de verilmiştir.

Tablo 3 incelendiğinde, BCC modeline göre "saf etkinlik değeri" 1 olan yıllar etkin, 4, 6, 9 nolu yani 2003, 2005 ve 2008 yılları ise etkin olmayan yıllardır. Ölçek etkinliği ise 2003 yılında artan yapıda, yani çıktı miktarındaki artış girdi miktarındaki artıştan daha fazladır. 2005, 2007 ve 2008 yıllarında ise ölçek etkinliği girdi miktarındaki artıştan daha az yapıda azalan yöndedir. Etkin olan yıllar içinde en çok 2006 yılı 3 kez referans alınmış, 2002 ve 2009 yılları 2'şer kez, 2000, 2001 ve 2004 yılları ise 1'er kez referans alınmıştır. Referans kümesi sütunundaki değerler ise etkin olmayan yılların etkinlik sınırına gelebilmeleri veya etkin olabilmeleri için hangi yıldan ne kadar oranda referans alınacağını ifade etmektedir.

Tablo 3. BCC Modeli Analiz Sonuçları

KVB (Yıllar)	Teknik Etkinlik (CRS)	Saf Etkinlik Değeri (VRS)	Ölçek Etkinliği		Referans Küme	Referans Sayısı
1 (2000)	1.000	1.000	1.000	-		1
2 (2001)	1.000	1.000	1.000	-		1
3 (2002)	1.000	1.000	1.000	-		2
4 (2003)	0.987	0.990	0.997	irs*	7 (0.287) 3 (0.622) 2 (0.091)	0
5 (2004)	1.000	1.000	1.000	-		1
6 (2005)	0.977	0.982	0.995	drs*	7 (0.324) 5 (0.650) 10 (0.026)	0
7 (2006)	1.000	1.000	1.000	-		3
8 (2007)	0.962	1.000	0.962	Drs		0
9 (2008)	0.951	0.986	0.964	Drs	3 (0.047) 10 (0.750) 7 (0.135) 1(0.068)	0
10 (2009)	1.000	1.000	1.000	-		2
11 (2010)	1.000	1.000	1.000	-		0
12 (2011)	1.000	1.000	1.000	-		0
13 (2012)	1.000	1.000	1.000	-		0

\*irs: increasing return to scale (ölçeğe göre artan getiri)

\*drs: decreasing return to scale (ölçeğe göre azalan getiri)

Örneğin 4 nolu KVB (2003 yılı); 7, 3 ve 2 nolu KVB'ni sırasıyla 0.287, 0.622 ve 0.091 oranlarında referans alarak, etkinlik sınırına gelebilme veya tamamen etkin olabilmektedir. Etkin olunmayan yıllara ait sayısal değerler ile referans alınan yıllar ve oranları çarpıldığında, etkinliği artırmak için alınması gereken değerler bulunabilmektedir. Buna göre, örnek aldığımız 4 nolu KVB'ne ait olması gereken toplam abone sayısı değeri =  $(143.565 \times 0.287) + (120.893 \times 0.622) + (112.436 \times 0.091) = 126.631$  abone olarak hesap edilebilir.

Mevcut durumda 4 nolu KVB'nin, yani 2003 yılının mevcut toplam abone sayısı 125.376'dır. Etkinliğin artırılabilmesi için 2003 yıldaki toplam abone sayısının;  $126.631 - 125.376 = 1.255$  abone artırılması gerekmektedir. Bu şekilde hesaplamalar yaparak, sadece çıktı değişkenlerinde yapılması gereken değişikliklerin belirlenmesinin yanı sıra, girdi değişkenlerinde de yapılması gereken düzenlemeler yapılabilir. Hesaplanan bu değerler aşağıda Tablo 4'de gösterilmiştir.

Tablo 4. Girdi ve Çıktı Değişkenlerinde Mevcut-Etkin Değerler İle Azalma / Artış Miktarları

KVB (Yıllar)		Girdiler				Çıktılar	
		Toplam Personel sayısı (Adet)	İçmesuyu şebeke miktarı (km.)	Atık su şebeke miktarı (km.)	Kente verilen su miktarı (m3)	Toplam Abone sayısı (Adet)	Faturalandırılan su-atık su miktarı (m3)
4 (2003)	Mevcut	572	672	377	57.577.000	125.376	19.713.523
	Etkin Değer	572	650	377	52.694.165	126.631	20.849.637
	Azalma / Artış Miktarı	0	-22	0	-4.882.835	1.255	1.136.114
6 (2005)	Mevcut	573	782	498	62.471.000	135.048	22.030.319
	Etkin Değer	573	782	494	62.066.920	137.480	22.664.847
	Azalma / Artış Miktarı	0	0	-4	-404.080	2.432	634.528
9 (2008)	Mevcut	801	1.152	641	58.006.279	158.774	26.654.873
	Etkin Değer	687	1.152	641	58.006.279	161.015	27.031.137
	Azalma / Artış Miktarı	-114	0	0	0	2.241	376.264

Tablo 4'te mevcut ve etkin değerler ile bu değerler arasındaki farklara göre girdilerde olması gereken azalma miktarı ile çıktılarda olması gereken artış miktarları verilmiştir. Yıllara ait azalma/artış miktarı satırındaki (-) değerler girdi değerlerinde gerekli azalmayı veya fazlalığı, (+) değerler ise çıktı değerlerindeki

gerekli artışı ifade etmektedir. Tablo 4’te, etkin olmayan 2003, 2005 ve 2008 yıllarına ait girdi değişkenleri içerisinde, 2003 yılında içme suyu şebeke miktarında 22 kilometre artı bir değer ile kente 4.882.835 m<sup>3</sup> daha fazla su verildiği görülmektedir. 2005 yılında, atık su şebeke miktarında 4 km. artı bir değer ile kente 404.080 m<sup>3</sup> fazla su verildiği, 2008 yılında ise toplam personel sayısında 114 kişinin fazla istihdam edildiği görülmektedir.

Etkin olmayan yıllara ait çıktı değişkenlerine ait değerlere bakıldığında ise 2003 yılında toplam abone sayısının 126.631 olması gerektiği yani abone sayısında 1.255 adet eksi değer ve faturalandırılan su-atık su miktarının ise 20.849.637 m<sup>3</sup> ile 1.136.114 m<sup>3</sup> eksi değerde olduğu görülmektedir. Aynı şekilde 2005 yılında toplam abone sayısında 2.432 adet ve faturalandırılan su-atık su miktarında 634.528 m<sup>3</sup>, 2008 yılında ise toplam abone sayısında 2.241 adet ve faturalandırılan su-atık su miktarında 376.264m<sup>3</sup> eksi değer olduğu tespit edilmiştir.

#### 4. Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada, VZA ile bir kamu kuruluşu, bir yerel yönetim birimi olan Diyarbakır Su ve Kanalizasyon İdaresi’nin 2000-2012 yılları arasındaki su ve kanalizasyon hizmetlerine dair girdi ve çıktı değerlerine ait veriler kullanılarak kurumun hizmet etkinliği analizi yapılmıştır.

Analizin yapıldığı 13 yıllık dönemin, 10 yılının etkin olduğu, 3 yılının ise (2003, 2005 ve 2008) etkin olmadığı belirlenmiştir. Etkin olmayan yıllar girdi bazında değerlendirildiğinde, 2008 yılında personel sayısında, 2003 yılında içme suyu şebeke miktarında, 2003 ve 2005 yıllarında ise kente verilen su miktarının fazla olduğu, yani girdilerin fazla kullanıldığı sonucuna ulaşılmıştır. Belirtilen yıllara çıktı bazında bakıldığında ise 2003, 2005 ve 2008 yıllarının tümünde, toplam abone sayısı ve faturalandırılan su-atık su miktarlarının çıktı düzeyinin düşük olduğu, yani yeterli çıktı miktarına ulaşamadığı belirlenmiştir.

Girdilerle ilgili elde edilen sonuçlara göre, özellikle 2008 yılında personel fazlalığı olduğu ve 2003 yılında ise kente verilen su miktarında fazlalık olduğu tespit edilmiştir. 2003 yılında kente verilen su miktarının fazla olmasına karşın, faturalandırılan su-atık su miktarının daha az olması, kentteki şebeke kayıplarına ve kaçak tüketimin varlığına işaret etmektedir. Diğer yandan 2003 yılında kente verilen fazla su miktarının 2005 yılında azalmasına ve 2008 yılında ise fazlalığın hiç olmamasına rağmen, çıktı değişkenlerinden faturalandırılan su-atık su miktarının, 2005 ve 2008 yıllarının her birinde yıllık yaklaşık %50 oranında azaldığı belirlenmiştir. Bu sonuçların yanı sıra, 2005 ve 2008 yıllarındaki toplam abone sayısının da yeterli olmadığını söylemek mümkündür. Bu sonuçlar da, yeterince ve hatta fazla su verilmesine ve faturalandırılan su-atık su miktarında bir miktar iyileşme olmasına karşın, kentteki toplam abone sayısının yeterli düzeyde olmaması, abone olmayıp da su tüketen kullanıcı sayılarında artışlar olabileceğini işaret etmektedir. Belirtilen yıllardaki girdi ve çıktı değerleri, yapılan düzeltmeler sonrası ileriki yıllarda etkin düzeye getirilmiştir. Ancak etkinlik sınırı belirlenirken, en çok 2006 ve önceki yılların referans alınması ve 2008’den sonra sadece 2009’un referans alınması, 2010, 2011 ve 2012 yıllarının etkinlik düzeylerinin ayrıca analiz edilmesi gerektiğini ortaya çıkarmıştır.

Ölçek etkinliğine bakıldığında ise 2003 yılına ait çıktı miktarlarındaki artışın, girdi miktarlarındaki artıştan daha fazla, 2005, 2007 ve 2008 yıllarında ise tersi bir durumla çıktı miktarlarındaki artışın, girdi miktarlarından daha az artış gösterdiği tespit edilmiştir. Bu durum kaynakların etkin yönetimi açısından, 2003 yılının diğer yıllara göre daha etkin olduğunu göstermektedir.

Yapılan bu çalışmada da görüldüğü gibi, tek bir işletmenin geçmiş yıllarına ait girdi ve çıktı değerleri kullanarak, VZA ile her bir yılın etkinlik düzeyi hakkında bilgi edinilebilmektedir. Elde edilen bu bilgilerin işletmelere ölçek, kaynak kullanımı ve üretim etkinliklerinin değerlendirilmesinde önemli katkıları olacağı ve ileriki yıllara da yol gösterici nitelikte olabileceği çok açıktır.

Sonuç olarak, tek bir işletmenin geçmiş yıllarına ait girdi ve çıktı değişkenlerine ait veriler üzerinde yapılan bu çalışma, işletmelerin geçmiş yıllardaki etkinlik düzeyleri karşılaştırılarak elde edilen sonuçların ölçek etkinlikleri, üretim ve pazarlama gibi politika kararlarında kullanılması işletmelere önemli katkılar sunması umulmaktadır.



**Kaynakça**

- Afonso, A. ve Fernandes, S. (2008). “Assessing and explaining the relative efficiency of local government”. **The Journal of Socio-Economics**, 37(2008) 1946-1979.
- Akal, Z. (2000). **İşlemlerde Performans Ölçüm ve Denetimi Çok Yönlü Performans Göstergeleri**, MPM, No: 473, Ankara.
- Atan, M. ve Çatalbaş, G. K. (2005). “Bankacılıkta Etkinlik ve Sermaye Yapısının Bankaların Etkinliğine Etkisi”, **7. Ekonometri ve İstatistik Sempozyumu**, 26-27 Mayıs 2005, İstanbul Üniversitesi, İstanbul.
- Bağdadioğlu, C. ve Cumhuriyet Y. (2010). “Türkiye Şehir Suyu Arz Sektöründe X-Verimsizliğinin Ölçülmesi”, **Hacettepe Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi**, Cilt 28, Sayı 1, 205-223.
- Balaguer-Coll, M.T., Prior, D., Tortosa-Ausina, E. (2007). “On the determinants of local government performance: A two-stage nonparametric approach”, **European Economic Review**, 51(2007) 425-451.
- Banker, R. D. (1984). “Estimating Most Productive Scale Size Using Data Envelopment Analysis”, **European Journal of Operational Research**, 17, 35-44.
- 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, 345-362.
- Boussofiane, A., Dyson, R., Rhodes, E. (1991). “Applied Data Envelopment Analysis”, **European Journal of Operational Research**, 2(6): 1-15.
- Bowlin, W. F. (1998). “Measuring Performance: An Introduction to Data Envelopment Analysis (DEA)”, **The Journal of Cost Analysis**, 3-27.
- Charnes, A., Cooper, W.W., Rhodes, E. (1978). “Measuring the Efficiency of Decision Making Units”, **European Journal of Operation Research**, 2, 429-444.
- Cooper, W.W., Seiford, L. M., Zhu, J. (2004). **Handbook on Data Envelopment Analysis**, Kluwer Academic Publishers, Boston.
- Çağlar, A. (2003). “Veri Zarflama Analizi ile Belediyelerim Etkinlik Ölçümü”, **Yayınlanmamış Doktora Tezi**, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İstatistik Ana Bilim Dalı, Ankara.
- DİSKİ (2000-2012). **Faaliyet Raporları**, Diyarbakır Büyükşehir Belediyesi Yayınları, Diyarbakır.
- Güran, M. C. ve Cingi, S. (2002). “Devletin Ekonomik Müdahalelerinin Etkinliği”, **Akdeniz Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi**, 3, 56 -89.
- İlkay, M. S. ve Doğan, N. Ö. (2009). “Veri Zarflama Analizi İle Kapadokya Bölgesindeki Belediyelerin Etkinlik Ölçümü: 2004 ve 2008 Yıllarına İlişkin Bir Karşılaştırma”, **Erciyes Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi**, 32, 191-218.
- Kaygısız, G. ve Giringer, N. (2011). “Maliyet Etkinlik Analizi: Türkiye’deki Büyükşehir Belediyelerinde Uygulama”, **Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi**, 6(2), 309-342.
- Prieto, A. M. ve Zofio, J. L. (2001). “Evaluating Effectiveness in Public Provision of Infrastructure and Equipment: The Case of Spanish Municipalities”, **Journal of Productivity Analysis**, 15, 41-58.
- Ramanathan, R. (2006). “Data Envelopment Analysis for Weight Derivation and Aggregation in the Analytic Hierarchy Process”, **Computers & Operations Research**, 33, 1289-1307.
- Seiford, L. M. ve Thrall, R.M. (1990). “Recent developments in DEA”, **Journal of Econometrics**. 46, 7-38.
- Sousa, M. ve Stosic, B. (2005). “Technical Efficiency of the Brazilian Municipalities: Correcting Nonparametric Frontier Measurements for Outliers”, **Journal of Productivity Analysis**, 24, 157-181.
- Tavares, G. (2002). “A Bibliography of Data Envelopment Analysis (1978-2001)”, **Rutcor Research Report**, 01-02.
- Tupper, H. C. ve Resende, M. (2004). “Efficiency and regulatory issues in the Brazilian water and sewage sector: an empirical study”, **Utilities Policy**, 12(2004) 29-40.
- Woodbury, K. ve Dollery, B. (2004). “Efficiency measurement in Australian Local Government: The Case of New South Wales Municipal Water Services”, **Review of Policy Research**, 21(5): 615-636.
- Yolalan, R. (1993). **İşletmelerarası Görelilik Ölçümü**, Ankara, MPM Yayınları, Yayın No: 483.
- Yun, Y. B., Nakayama H., Tanino T. (2004). “A Generalized Model for Data Envelopment Analysis”, **European Journal of Operational Research**, 157, 87-105.