

Türk Devletleri Sağlık Sistemlerinde Etkinliğin ve Etkinliğe Etki Eden Faktörlerin Süper Etkinlik ve Tobit Modelleriyle Değerlendirilmesi

Özgür YEŞİLYURT¹

Fuad SALAMOV²

¹ Öğretim Görevlisi, Muş Alparslan Üniversitesi, Sağlık Yüksekokulu, Sağlık Yönetimi Bölümü, o.yesilyurt@alparslan.edu.tr

² Öğretim Görevlisi, Muş Alparslan Üniversitesi, Sağlık Yüksekokulu, Sağlık Yönetimi Bölümü, f.salamov@alparslan.edu.tr

Özet: Günümüzde teknolojik gelişmelerin de etkisiyle sağlık sektörü en hızlı büyüyen sektörler arasında yer almaktadır. Hızlı büyümenin beraberinde getirdiği artan maliyetler ve sağlık harcamalarına ayrılan paydaki artış sağlık hizmetlerinde kullanılan kaynakların etkin ve verimli kullanılmasını zorunlu hale getirmiştir.

Bu çalışmanın amacı Veri Zarflama Analizi (VZA) ve Tobit Analizi yöntemleri ile Türkiye, Azerbaycan, Kazakistan, Türkmenistan, Kırgızistan ve Özbekistan devletleri sağlık sistemlerinin etkinliklerinin ve etkinliğe etki eden faktörlerinin karşılaştırmalı olarak değerlendirilmesidir.

Girdi değişkenleri olarak “ülkelerin 1000 kişi başına doktor sayısı” ve “hastane yatak sayısı” ve “sağlık harcamalarının GSYİH içerisinde payları”, çıktı değişkenleri olarak ise “ortalama yaşam süresi” ve “100 000 kişi başına düşen ameliyat sayıları” etkinlik analizinde kullanılmıştır.

Çalışmada yapılan CCR ve BCC modelleri ile yapılan etkinlik analizleri sonucunda Kırgızistan ve Özbekistan`ın etkinlik skorlarının 1`in altında çıkmıştır.

CCR yöntemi ile elde edilen skorlara göre yapılan Tobit analizinde her iki çıktının etkinlik üzerinde pozitif etkisinin olduğu fakat “ortalama yaşam süresi” çıktısının anlamsız, “yüz bin kişi başına ameliyat sayısının” %10 anlamlılık düzeyinde anlamlı olduğu sonucuna varılmıştır. BCC yöntemi ile elde edilen etkinlik skorlarına göre yapılmış Tobit analizinde her iki çıktı katsayılarının etkinlik üzerinde pozitif etkisinin olduğu fakat alınan sonuçların %5 anlamlılık düzeyinde anlamsız olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Türk Devletleri Sağlık Sistemleri, Veri Zarflama Analizi, Süper Etkinlik Modeli, Tobit Analizi, Etkinlik

JEL kod: M2, I1, F5

Evaluation of Efficiency and Factors influencing the Efficiency in the Health Systems of Turkic States with Super-efficiency and Tobit Models

Abstract: Today, the health sector is one of the fastest-growing sectors with the effects of technological development. Increasing costs and shares reserved for health expenses accompanying the fastest-growing necessitated efficient and productive use of sources used in health-care system.

The purpose of this study is to comparatively evaluate the efficiency of the health systems and the factors influencing that efficiency in Turkey, Azerbaijan, Kazakhs8tan, Turkmenistan, Kirgizstan and Uzbekistan states by the means of Data Envelopment Analysis (DEA) and Tobit analysis methods.

In efficiency analysis, the number of physicians per capita and number of hospital beds and share of health expenses in GDP were used as the input variables, and the average life and number of operations per 100 000 people were used as the output variables.

As a result of efficiency analysis performed in study with CCR and BBC models, efficiency scores of Kirgizstan and Uzbekistan was found below 1.

In the Tobit analysis performed according to the scores obtained with CCR method, it is concluded that both outputs have positive effect on efficiency, however, average life was insignificant and number of operations per One Hundred Thousand people has 10% significance level. In the Tobit analysis performed according to the

efficiency scores obtained with BCC method, it is concluded that coefficient of both outputs has positive effect on efficiency, however, result obtained were insignificant in 5% significance level.

Keywords: Health Systems of Turkic States, Data Envelopment Analysis, Super-efficiency Model, Tobit Analysis, Efficiency

JEL Codes: M2, I1, F5

1. Giriş

Veri zarflama analizi (VZA) yaklaşımında etkinlik, toplam ağırlıklandırılmış çıktıların, toplam ağırlıklandırılmış girdilere oranlanması olarak tanımlanmaktadır. Bu ağırlıklar, kurumun mevcut girdi ve çıktı bileşenleri ile diğer kurumların girdi ve çıktı bileşenlerinin karşılaştırılmasıyla belirlenmektedir (Kavuncubaşı ve Yıldırım, 2010:541).

Günümüzde sağlık sektöründe etkinliğin araştırılmasında sıklıkla kullanılan yöntemlerden biri olan VZA yöntemi bir doğrusal programlama tekniğidir. VZA, aynı koşullar altında çalışması ve grupta yer alan tüm birimlerin etkinliklerini tanımlayan faktörlerin, yoğunluk ve büyüklüklerindeki farklılıklar hariç aynı olmaları, analize konu olan karar birimlerinin aynı hedefe yönelik benzer işlemlere sahip olması şartlarını varsaymaktadır (Cooper vd., 2011:1). VZA'da gerçekleşen gözleme dayanan etkinlik sınırları vardır. Burada rassal hata parametresi kullanılmamaktadır (Dinçer, 2008:829). VZA'da girdi ve çıktıların oluşturduğu amaç fonksiyonu değeri 1'e eşit olan kurumlar etkin, amaç fonksiyonu değeri 1'den küçük olanlar ise etkisiz olarak nitelendirilmektedir. VZA modelleri girdiye yönelik ve çıktıya yönelik modeller olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Girdiye yönelik VZA modeli, en fazla çıktıyı elde edebilmek için gerekli en uygun girdi bileşimini ortaya koymaktadır. Çıktıya yönelik model ise, mevcut girdi bileşimi ile en fazla çıktının nasıl üretilebileceğini belirlemektedir. Ayrıca VZA programında, ölçekten sabit getiri ve ölçekten değişken getiri durumuna göre de farklılaşmaya gidilebilir (Kavuncubaşı ve Yıldırım, 2010:541).

Sağlık hizmetleri sunumunda kullanılan girdi ve çıktı sayılarının fazla olması ve girdilerde meydana gelen artışların ve azalışların çıktı miktarında ne kadar artışa ve azalışa sebep olacağı belirlenememesi gibi nedenlerden dolayı girdiler ve çıktılar arasında fonksiyonel bir ilişkinin kurulması oldukça zordur. Bu yüzden bu çalışmada parametrik olmayan yöntemlerden olan VZA kullanılmıştır. Bu analizler sonucunda ülkelerin sağlık sistemlerindeki etkinlikleri tespit edilerek karşılaştırmaya tabi tutulmuş, etkin olmayan

ülkelerin sağlık sistemlerinde etkinlik oranının artırılması için potansiyel iyileştirme önerileri geliştirilmiştir. Bunlara ek olarak etkinliğe etki eden faktörlerin analizinde ise Tobit Analizi kullanılmaktadır.

2. Materyal ve Yöntemler

Dünyada ve Türkiye'de VZA kullanılarak yapılmış literatürde birçok çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalardan bazıları şunlardır:

Farrell tarafından 1957 yılında yapılmış olan "The Measurement of Productive Efficiency" isimli çalışmayla veri zarflama analizinin temeli oluşturulmuştur.

Charnes, Cooper ve Rhodes tarafından 1978 yılında yapılmış olan "Measuring The Efficiency of Decision Making Units" isimli çalışmayla sabit getirili CCR modeli oluşturulmuştur.

Lavers ve Whyne tarafından 1978 yılında yapılmış "A Production Function Analysis of English Maternity Hospitals" isimli çalışma, VZA kullanılarak yapılmış sağlık kurumunun etkinliğini araştıran ilk çalışmalar arasında yer almaktadır. Bu çalışma, 1971 ve 1972 yılları verileri kullanılarak İngiltere'de 193 Kadın Doğum kliniğinde yapılmıştır. Çalışmada kullanılan değişkenler ise 3 girdi (doktor sayısı, hemşire sayısı ve ilaç ve tıbbi malzeme harcamaları) ve 2 çıktı (hasta sayısı ve günlük kullanılan ortalama yatak sayısı)'dir.

Banker, Charnes ve Cooper tarafından 1984 yılında yapılmış olan "Some Models for Estimating and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis" isimli çalışmayla değişken getirili BCC modeli oluşturulmuştur.

Şahin tarafından 2001 yılında yapılmış olan "Sağlık Kurumlarında Göreceli Verimlilik Ölçümü: Bakanlığı Hastanelerinin İllere Göre Karşılaştırmalı Verimlilik Analizi" isimli çalışma Türkiye'de yapılmış olan çalışmalardan en kapsamlı olanıdır. Araştırmada 1999 yılı verileriyle VZA ile 78 ilde faaliyet gösteren devlet hastanelerinin teknik verimlilik düzeyleri kesitsel olarak incelenmiştir. Araştırma sonucunda hastanelerin büyük bir

bölümünün teknik anlamda verimli sağlık hizmeti veremedikleri sonucuna varılmıştır. Sonucun teknik olarak verimsiz çıkmasında göze çarpan çıktı değişkeni ise polikliniklerde muayene edilen hasta sayısının yeterli olmayışıdır.

Bayraktutan ve Pehlivanoğlu tarafından 2012 yılında yapılmış olan "Sağlık İşletmelerinde Etkinlik Analizi: Kocaeli Örneği" isimli çalışmada, Kocaeli'ndeki devlet hastaneleri, özel hastaneler ve üniversite hastanesinden oluşan toplam 18 hastanenin göreceli etkinliklerini, VZA ile saptamayı amaçlamıştır. Çalışmada kullanılan girdi değişkenleri fiili yatak sayısı, uzman hekim sayısı, pratisyen hekim sayısı ve diğer personel sayısıdır. Çalışmada kullanılan çıktı değişkenleri ise yapılan ameliyat sayısı, poliklinikte tedavi gören hasta sayısı, taburcu olan hasta sayısı ve hastane ölüm oranlarıdır. Kocaeli ilinde sağlık hizmeti sunan kurumların hastane bazında etkinlik analizi bulguları irdelenerek tam etkin çıkan ve referans alınan hastaneler belirlenmiş ve etkisiz çıkan sağlık kurumlarının etkisizlik nedenleri hakkında değerlendirmeler yapılmıştır.

Kutlar ve Salamov tarafından 2016 yılında yapılmış olan "Azerbaycan Kamu Hastanelerinin Etkinliğinin VZA Uygulaması ile Değerlendirilmesi" isimli çalışmada bu çalışmaya da konu olan türk devletleri arasında yer alan Azerbaycan sınırları içerisinde yer alan kamu hastanelerinin VZA analizi ile etkinlikleri değerlendirilmiştir. Çalışmada Azerbaycan Cumhuriyeti Sağlık Bakanlığına bağlı olarak çalışan uzman doktor sayısı 100'ün üzerinde olan 36 ilin hastanelerinin 2013 yılı verileri kullanılarak VZA yöntemi ile girdi yönelimli olarak CCR ve BCC modelleri kullanılarak yapılmıştır. Araştırmada beş girdi ve üç çıktı değişkeni kullanılmıştır. Girdi değişkenleri; uzman doktor sayısı, pratisyen doktor sayısı, yardımcı sağlık personeli sayısı, toplam yatak sayısı, işgal edilen yatak sayısıdır. Çıktı değişkenleri ise muayene olan hasta sayısı, toplam ameliyat sayısı ve taburcu olan hasta sayısıdır. CCR modeli kullanılarak yapılan VZA sonucunda ortalama etkinlik skoru 0,82 olarak bulunmuş olup analize tabi tutulan 36 ilin hastanelerinden 11'i tam etkin çıkmıştır. BCC modeli kullanılarak yapılan VZA sonucunda ortalama etkinlik skoru 0,92 olarak bulunmuş olup analize tabi tutulan 36 ilin hastanelerinden 19'u tam etkin çıkmıştır.

Etkinlik analizlerinde VZA'nın en basit formülü bir girdili ve bir çıktılı Karar Verici Birimler (KVB) için (Çıktı/Girdi) şeklinde ifade edilmektedir. Bu formül "verimlilik ölçüsü" olarak yönetim ve yatırım

analizlerinde sık sık kullanılmaktadır. Etkinlik oranı "0" ile "1" arasında gerçekleşmektedir. Etkinlik oranı 1'e eşit olan Karar Verici Birimler (KVB) diğer Karar Verici Birimler (KVB) için referans olarak alınabilmekte ve etkinliğe ne kadar yaklaşabileceği ölçülebilmektedir (Cooper vd., 2011: 3)

$$0 \leq E_r = y_r/y_R \leq 1 \quad (1)$$

Burada;

E_r – r birim üreten KVB'nin etkinliği

y_r – Girdilerle üretilmiş miktarı

y_R – Girdilerle maksimum üretim miktarı göstermektedir (Cooper vd., 2011: 6).

Charnes, Cooper ve Rhodes tarafından 1978 yılında önerilen CCR modeli VZA yaklaşımının gelişimine katkı sağlayan ilk basamağı oluşturmaktadır. VZA yönteminde değişken ağırlık söz konusudur. Bu ağırlıklar özellikle, doğrudan çok sayılı varsayımların sonucunda elde edilmiş verilerden türetilmekte ve sabit ağırlık seçilmiş hesaplamalarından kaçınılmaktadır.

Bir KVB'nin etkinlik denklemini aşağıdaki gibi yazılabilir:

$$\theta = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{ro}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{io}} \quad (2)$$

Formülde u_r – r. çıktının ağırlığı, y_{ro} - "o" biriminden elde edilen r. çıktısı konumundadır. v_i – i. girdinin ağırlığı, x_{io} - "o" birimince kullanılan i. girdi olarak tanımlanmaktadır. VZA bir anlamda kavramsal bir modeli olarak kabul edilmelidir. Çünkü VZA'da kesirli program toplam faktör etkinliği oranından yararlanılmaktadır (Sarıkaya vd., 2012: 141).

VZA, girdileri ile çıktıları veri olarak almakta ve bu girdilerle çıktılar için "o" karar biriminin performansını diğer birimlerin performanslarına göre maksimize eden ağırlıkları bulmaktadır. Charnes ve Cooper kesirli modelin doğrusal programa dönüştürülmesi için dönüştürme mekanizması kullanılmaktadır (Kutlar ve Babacan, 2008: 150).

Burada KVB_o ve KVB_j olmakla farklı KVB'lerden yola çıkılmakta ve KVB_o için doğrusal program, kesirli fonksiyondaki amaç fonksiyonun paydası 1'e eşitlenerek yapılmaktadır (Charnes vd., 1978: 431).

$$\text{Max } \theta = \sum_{r=1}^s u_r y_{ro} \quad (3)$$

$$\sum_{i=1}^m v_i x_{io} = 1$$

Kısıt:

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

$$\sum_{i=1}^m v_i x_{ij} = 1$$

$$u_r > 0; v_i > 0$$

(3) eşitliği doğrusal bir denklem olup, girdilerin ağırlıklı toplamını 1 ile kısıtlar ve u_r v_i için uygun değerler seçerek "o" KVB'nin ağırlıklı çıktı toplamını maksimize etmekte ve aynı zamanda etkinlik değeri 1'i aşmamaktadır.

VZA çalışmalarında ölçeğe göre değişken getiri varsayımı ile Banker, Charnes ve Cooper, BCC modelini geliştirdiklerinde, üretim imkanları kümesini aşağıdaki şekilde tanımlamışlardır (Cooper vd., 2011: 88);

$$P_B = \{(x, y) \mid x \geq X\lambda, y \geq Y\lambda, e\lambda = 1, \lambda \geq 0\} \quad (4)$$

$X = (x_j) \in R^{m \times n}$, $Y = (y_j) \in R^{s \times n}$, $\lambda \in R^n$ e; bütün elemanları 1'e eşit olan bir sıra vektörüdür.

Yukarıdaki tanımlamada, BCC modelini CCR modelinden ayıran tek fark, $e\lambda = 1$ kısıtının modele eklenmesidir. Bu kısıt, $\lambda_j \geq 0$ şartı ile birlikte, n tane KVB'nin farklı kombinasyonlarının, ancak içbükey bir etkinlik üst sınırı çizgisi kapsamında gerçekleşmesini mümkün kılmaktadır.

Bu durumda girdi odaklı BCC modeli, KVB₀'ün ($0=1, \dots, n$) etkinliğini, aşağıdaki doğrusal programlama modelini çözerek hesaplamaktadır:

$$(BCC_0) \min \theta_B \quad (5)$$

Kısıtlar;

$\theta_B x_0 - X \lambda \geq 0$; $y \lambda \geq y_0$; $e\lambda = 1$; $\lambda \geq 0$ burada, θ_B sayısal bir değerdir.

Bu doğrusal programlamanın (BCC₀) dual çarpan şekli ise aşağıda verilmiştir.

$$\text{Max } z = y_0 - u_0 \quad (6)$$

Kısıtlar;

$$v x_0 = 1; -vX + uY - u_0 e \leq 0; v \geq 0, u \geq 0$$

Burada; u_0 , pozitif, -negatif ya da sıfır değeri alabilen- serbest işaretli değişken, z ve u_0 ise sayısal değerlerdir.

CCR ve BCC modelleri arasındaki fark, CCR modelinde var olmayan bir $e\lambda = 1$ kısıtından ve bu kısıtla bağlantılı olan serbest işaretli değişken u_0 'dan kaynaklanmaktadır.

"Süper Etkinlik" (SE) VZA modeli analizlerinde KVB'nin 1'den büyük değer aldığı durumlarda ölçülen bir modeldir. n sayıda KVB olan durumda her bir KVB_j ($j=1, 2, \dots, n$) Y_j kadar çıktı üretmek için X_j kadar girdi tüketmektedir. Seiford ve Thrall tarafından 1990 yılında yapılan çalışmada öngörülen ve temel VZA modelleri bazında oluşturulmuş süper etkinlik VZA modeli aşağıdaki gibidir (Seiford ve Zhu, 1999:175).

Girdi yönelimli VZA

$$\text{Max } \rho \quad (7)$$

Kısıt:

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j x_j \leq \rho x_0;$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j y_j \geq y_0;$$

$$\rho, \lambda_j \geq 0, \quad j \neq 0;$$

(7) formülü linear programlama ile süper etkinliği CCR model için kullanıldığı zaman hiç bir eklentiye ihtiyaç kalmamaktadır. Fakat BCC model için kullanıldığı zaman modele $\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$

eklenmektedir. Burada x_0 ve y_0 KVB₀'ü temsil etmektedir.

Etkinliklere etki eden faktörlerin ortaya çıkarılmasında Tobin tarafından geliştirilmiş olan yöntem kullanılmaktadır. Bu yaklaşım genellikle "Tobit modeli" olarak isimlendirilmektedir. Tobit modeli ile yapılan bir regresyon tahmininde bağımlı değişkenin tüm gözlem değeri tam elde edilemiyor veya bağımlı değişkenin tüm değerleri gözlenebiliyor fakat belli bir aralıkta tanımlanıyorsa, farklı bir tahmin yöntemi olarak kullanılmaktadır (Henningsen, 2015).

Tobit modeli, bir diğer ismiyle "Sansürlü Regresyon Modeli" $j = 1 \dots n$ gözlemleri için Y_j gözlenen bağımlı değişkenlerin karşılandığını varsaymaktadır (Bierens, 2014: 1);

$$Y_j = \max (Y_j^*, 0) \quad (8)$$

Burada Y_j^* klasik lineer regresyon modeli tarafından üretilen gizli değişkenler aşağıdaki gibi yazılmaktadır (Tobin, 1958: 26);

$$Y_j^* = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_m X_m$$

Bir diğer yazılışla, bütün durumlar için gözlenen bağımsız değişken olan x_j , tahmin edilecek katsayılar β , u_j hata terimi varsayımıyla, 0'a eşit veya 0'dan daha büyük veya daha küçük değerlerle sınırlandırılmış gizli (latent) bağımlı değişkeni gösterebilmektedir (Bierens, 2014: 1);

$$Y_j^* = \beta x_j + u_j \quad (9)$$

$$Y_j^* > 0 \text{ ise } Y_j = Y_j^*$$

$$Y_j^* \leq 0 \text{ ise } Y_j = 0$$

Denklemden u bozucu terimi normal dağılıma sahip sıfır ortalama ve aynı varyansa sahip olarak $u \sim (0; \sigma^2)$ şeklinde varsayılmıştır. Bu durumda Y^* 'nin de $Y^* \sim (0; \sigma^2)$ şeklinde ifade edilmesi gerekmektedir.

Bir sansürlenmiş modelde üst limiti 1 olan durumlar için önerilen "üst sansürleme" Tobit modeli, Y gözlenen değişkenin değerlerini ifade etmek üzere, aşağıdaki gibi ifade edilebilmektedir (Kutlar, Yüksel, Bakırcı, 2011: 143).

$$Y_j^* = \beta x_j + u_j \quad (10)$$

$$Y_j = Y_j^* \text{ ise } Y_j^* > 1$$

$$Y_j = 0 \text{ ise } Y_j^* \geq 1$$

Tobit modeli bazen alttan, bazen de üstten yani eksi ve artı taraftan sansürlenmiş olarak da ifade edilebilmektedir. Sansürlü yoğunluk fonksiyonu $f^*(y)$, $N(x\beta, \sigma^2)$ şeklinde olmak üzere bu fonksiyonun ifadesi aşağıdaki biçimde yazılabilir.

$$f(y) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} e^{-\frac{1}{2\sigma^2}(y - x\beta)^2} \left[1 - \Phi\left(\frac{y - x\beta}{\sigma}\right) \right]^d \quad (11)$$

Denklemden tanımlanmış bir değer olan L 'ye göre, üstel ifadede yer alan " d ";

$d = 1$ ise $y > L$ ve $d = 0$ ise $y \leq L$ şeklinde tanımlanmaktadır. $L=0$ şeklinde sınırlandırıldığı durumlar ise veriler "0" ile sansürlenmiş demektir (Tobin, 1958: 27).

3. Sonuçlar ve Tartışma

3.1. Ülkeler Hakkında Genel Bilgiler

Türk devletlerinin yüzölçümü, nüfus yoğunluğu, GSYİH ve kişi başına GSYİH alınan veriler

doğrultusunda çalışma kapsamına alınmış ve söz konusu analizler yapılmıştır.

2015 istatistik verilerine göre hazırlanmış Tablo 1'den görüldüğü gibi en büyük yüz ölçümüne sahip devlet Kazakistan, en küçük yüzölçümüne sahip devlet ise Azerbaycan'dır. Nüfusu en çok olan devlet Türkiye, nüfusu en az olan devlet ise Türkmenistan'dır. GSYH ve kişi başına GSYH verilerine göre en yüksek gelir düzeyi Türkiye'de en düşük gelir düzeyi ise Kırgızistan'da gerçekleşmiştir. GSYH Azerbaycan, Türkmenistan ve Özbekistan'da hemen bir birine yakın olsa da, nüfus fazlalığı nedeni ile Özbekistan'da kişi başına GSYH en düşük düzeydedir.

3.2. Veriler, Analizler ve Bulgular

Bu çalışmada esas itibarıyla girdi olarak 2012 yılında türk devletlerinde 1000 kişi başına doktor sayısı ve hastane yatak sayısı, aynı zamanda sağlık harcamalarının GSYİH içerisinde payı kullanılmıştır. Çıktı olarak ise ortalama yaşam süresi ve yılda 100 000 kişi başına düşen ameliyat sayısı kullanılmıştır. Devletlerin etkinlik analizleri yapılmıştır. Birincil veri kaynağı olarak resmi kayıt ve istatistiklerden derlenen veriler, bir yatay kesit çalışmasına uygun hale getirilerek parametrik analizler ve istatistiki değerlendirmelere tabi tutulmuştur.

Etkinlik analizleri yapılırken parametrik olmayan VZA yöntemi kullanılmıştır. CCR ve BCC modelleri kullanılarak beş devletin sabit ve değişken getirili ölçekte etkinlik ve süper etkinlik belirlenmeye çalışılmıştır.

Çalışmada kullanılan girdi ve çıktı değişkenleri belirlenirken ilgili literatürde yer alan çalışmalarından yararlanılmıştır. Kullanılan girdi ve çıktı verileri ülkelerin istatistik kurumları sitelerinden ve ilgili internet sitelerinden (Dünya Bankası) verilerinden elde edilmiştir. Analizler için veriler Microsoft Excel ortamında analize uygun hale getirildikten sonra, etkinlik analizleri DEA-SOLVER programı kullanılarak yapılmıştır.

Tablo 2'de girdi ve çıktı değişkenlerin tanımlayıcı istatistikleri verilmiştir. Girdi değişkenleri ele alındığında görülüyor ki, ülkelerde 1000 kişi başına doktor sayısının ortalaması 2,5 olduğu görülmektedir. Ülkeler arasında 1000 kişi başına doktor sayısının en yüksek olduğu devlet 3,58 ile Kazakistan'dır. Ülkeler arasında 1000 kişi başına doktor sayısının en düşük olduğu devlet ise 1,72 ile Türkiye'dir. 1000 kişi başına düşen hastane yatak sayısının ortalaması 4,61 olmuş, en yüksek

7,2 ile Kazakistan, en düşük 2,65 ile Türkiye'dir. 5,06 olmuş, en yüksek 7,2 ile Kırgızistan, en düşük Girdi verisi olarak kullanılan sağlık harcamalarının ise 1,96 ile Türkmenistan'dır. GSYH içindeki % payı ele alındığında ortalaması

Tablo 1: Çalışma Kapsamına Alınmış Devletlerin Genel Göstergeleri (2015)

Ülkeler	Yüzölçümü (Km ²)	Nüfus Bin Kişi	GSYH (Milyon ABD Doları)	Kişi Başına GSYH (ABD Doları)
Azerbaycan	86 600	9 649,3	52 970	5 559
Kazakistan	2 725 000	17 670,6	184 387	10 510
Kırgızistan	199 900	5 895,1	6 500	1 146
Özbekistan	448 978	31 022,5	51 100	1 629
Türkiye	783 562	78 741,1	1 542 573	19 917
Türkmenistan	491 210	5 373,5	51 800	9 640

Kaynak: <http://www.tuik.gov.tr>, <http://www.stat.gov.az>, <http://stat.gov.kz>, <http://www.stat.kg>,
<http://www.stat.uz>, <http://www.stat.gov.tm>, <http://www.who.int/countries/> (12.10.2016)

Tablo 2: Girdi ve Çıktı Değişkenlerinin Genel İstatistikleri

	Girdiler			Çıktılar	
	1000 Kişi Başına Doktor Sayısı	1000 Kişi Başına Hastane Yatak Sayısı	GSYH İçinde Sağlık Harcamaları %	Ortalama Yaşam Süresi	100 000 Kişi Başına Düşen Ameliyat Sayısı
Max	3,58	7,2	6,97	77	4760
Min	1,72	2,65	1,96	66	1454
Ortalama	2,58	4,61	5,06	70,89	2720,3
Standart Sapma	0,71	1,36	1,63	3,83	1231,5

Tablo 3: Ülkelerin VZA Tahminleri (CCR, BCC ve Süper Etkinlik Modeli)

KVB	CCR	BCC	Süper Etkinlik CCR	Süper Etkinlik BCC
Türkmenistan	1	1	2,03	2,20
Türkiye	1	1	1,76	1
Azerbaycan	1	1	1,29	1
Kazakistan	1	1	1,15	1
Kırgızistan	0,77	0,88	-	-
Özbekistan	0,72	0,73	-	-
Ortalama	0,92	0,94	1,56	1,3

3.3. Etkinlik Analizleri

Tablo 2'de çıktı değişkenlerinin tanımlayıcı istatistiklerine bakıldığında türk devletleri ortalama yaşam süresinin 70,89 olduğu görülmüştür, en yüksek ortalama yaşam süresine sahip devlet Türkiye (77 yaş), en düşük ortalama yaşam süresine sahip devlet ise Türkmenistan (66 yaş) olmuştur. 100 000 kişi başına düşen ameliyat sayısında en yüksek olduğu devlet Kazakistan (4760), en düşük olduğu devlet ise Kırgızistan (1454) olmuştur.

Tablo 3'te girdi yönelimli ölçeğe sabit getirili CCR, değişken getirili BCC ve bu modellerin süper etkinlik analiz sonucunda elde edilen etkinlik skorları verilmiştir. Modelde her bir devlet Karar Veren Birim (KVB) olarak kabul edilmektedir. KVB'lerin sıralaması CCR modeli ile alınarak, süper etkinlik skorları sırasına göre dizilmiştir.

Tablo3'te görüldüğü gibi tüm analizlerde Kırgızistan ve Özbekistan devletleri hariç diğer tüm

devletler tam etkinliğe sahip olmuşlardır. CCR modeli ile etkinlik analizinde ortalama etkinlik skoru 0,92 olmuştur. Etkin olmayan skor alan Kırgızistan (0,77'lik etkinlik skoruyla) ve Özbekistan (0,72'lik etkinlik skoruyla)'dır. BCC modeli ile bazı etkinlik skorlarında da artış olsa da, CCR modelinde tam etkinlik skoru almayan KVB'ler, BCC modelinde de tam etkinlik skoru alamamışlardır. Ortalama etkinlik skoru da artarak 0,94'lük bir değer almıştır.

KVB'lerin süper etkinlikleri analiz edilirken tam etkinlik skorları almayan devletlerin süper etkinlikleri analiz edilmemiştir. Girdi yönelimli CCR modeli ile Süper Etkinlik analizinde 2'nin üzerinde değer alan tek devlet 2,03 skoru ile Türkmenistan olmuştur. Bu analizde en düşük süper etkinlik skoru alan devlet 1,15 ile Kazakistan olmuştur. CCR modeli ile Süper Etkinlik analizinde ortalama skor ise 1,56 olarak bulunmuştur.

Girdi yönelimli BCC modeli ile Süper etkinlik analizinde de 2'nin üzerinde değer alan tek KVB Türkmenistan (2,20) olmuş, diğer tüm devletlerin etkinlik skoru ise 1 olmuştur. BCC modeli ile Süper Etkinlik analizinde ortalama etkinlik skoru 1,3 olarak bulunmuştur. Beklenenin aksine Türkmenistan dışında kalan tam etkinlik skorları almış diğer devletlerin süper etkinlik skorları artış olmamış, azalma olmuştur.

Şekil 1'de KVB'lerin etkinlik skorlarının dağılımı görsel olarak yer almaktadır.

3.4. Potansiyel İyileştirme Önerileri

Potansiyel düzeltim denklemleri girdi ve çıktılar için hesaplanabilmesi için hedeflenen verilerden gerçek verilerin farkı ve gerçek verilere oranı alınarak hesaplanmaktadır. Potansiyel iyileştirme önerileri aşağıdaki gibidir:

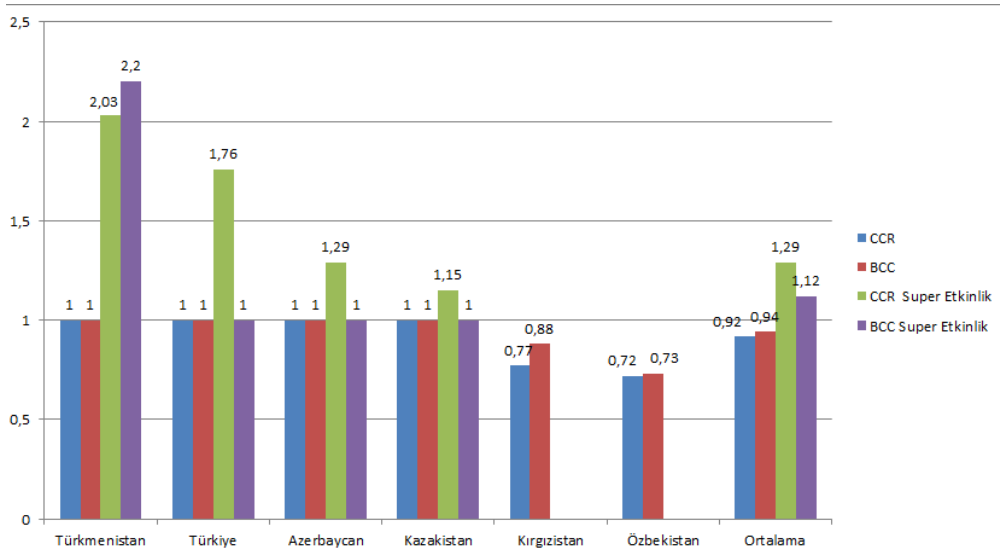
Potansiyel girdi düzeltimi

$$= \frac{\text{Hedeflenen girdi} - \text{Gerçek girdi}}{\text{Gerçek girdi}} \times 100$$

Potansiyel çıktı düzeltimi

$$= \frac{\text{Hedeflenen çıktı} - \text{Gerçek çıktı}}{\text{Gerçek çıktı}} \times 100$$

Tablo 4'te tam etkin olmayan devletlerin girdi yönelimli CCR ve BCC modeli kullanılarak elde edilen etkinlik skorlarına göre girdilerle ve çıktılarla ilgili (gerçek ve hedef değerleri ile) potansiyel iyileştirme (düzeltme) önerileri yer almaktadır.



Şekil 1 : Etkinlik Skorlarının Dağılımı

Tablo 4: Potansiyel İyileştirme Önerileri (CCR ve BCC Modeli)

Girdi ve Çıktılar		CCR					
		Kırgızistan (0,77)			Özbekistan (0,72)		
		Gerçek	Hedef	%	Gerçek	Hedef	%
Girdi	1000 Kişi Başına Doktor Sayısı	1,96	1,51	-23,21	2,57	1,83	-28,50
	1000 Kişi Başına Hastane Yatak Sayısı	4,80	2,33	-51,55	4,30	3,06	-28,83
	GSYH içinde Sağlık Harcaması %	6,97	4,57	-34,50	6,50	4,64	-28,50
	Ortalama Yaşam Süresi	67,20	67,2	0,00	69,5	69,5	0,00
Çıktı	100 000 Kişi Başına Düşen Ameliyat Sayısı	1454	1454	0,00	1949	1949	0,00

Girdi ve Çıktılar		BCC					
		Kırgızistan (0,88)			Özbekistan (0,73)		
		Gerçek	Hedef	%	Gerçek	Hedef	%
Girdi	1000 Kişi Başına Doktor Sayısı	1,96	1,72	-12,42	2,57	1,88	-26,66
	1000 Kişi Başına Hastane Yatak Sayısı	4,80	2,65	-44,89	4,30	3,10	-27,89
	GSYH içinde Sağlık Harcaması %	6,97	5,24	-24,91	6,49	4,14	-36,30
	Ortalama Yaşam Süresi	67,20	77,00	14,58	69,50	73,30	5,47
Çıktı	100 000 Kişi Başına Düşen Ameliyat Sayısı	1454	1653	13,69	1949	1949	0,00

Tablo 4 'te CCR modeli ile yapılmış etkinlik analizinde tam etkinlik skorları alamamış Kırgızistan ve Özbekistan'ın çıktı miktarlarında potansiyel düzeltmeye gerek olmadığı, fakat girdilerde büyük oranlarda düzeltme gerekli olduğu görülmüştür. Potansiyel düzeltme oranının eksi değer alması gerçekleştirilen girdinin hedef girdiden büyük olduğu anlamına gelmektedir. Bu devletlerin tam etkinliğe ulaşamama nedenleri arasında bu devletlerde gizli işsizlik olduğu ve hastane yataklarının atıl olarak kullanıldığı söylenebilir. Burada en büyük düzeltme oranının Kırgızistan'ın %51,55 ile "1000 kişi başına hastane yatak sayısı" girdisinde olduğu görülmektedir. Özbekistan verilerine göre potansiyel düzeltme oranı her üç girdi için hemen hemen aynı olmuştur. GSYH içinde sağlık harcamasının yüzde olarak fazla görülmesinde de bunun etkisi vardır. Sonuç olarak hem Kırgızistan ve hem de Özbekistan mevcut çıktı sayısına ulaşması için girdilerde azaltmaya gitmeli ya da mevcut girdiler ile çıktı miktarını artırmalıdır.

Kırgızistan için BCC modeli ile yapılmış analiz sonucunda verilen potansiyel iyileştirme önerilerinde girdilerin potansiyel iyileştirme oranlarında CCR modeline göre 10 puan civarında düşme görülse de "1000 kişi başına hastane yatak sayısı" girdisinin potansiyel iyileştirme oranının yüksek (%44,89) olduğu görülmektedir.

BCC modeli ile yapılan iyileştirme önerilerinde Kırgızistan'ın ortalama yaşam süresi hedefi 77 iken gerçekleşen ortalama yaşam süresi 67,20'dir, aynı şekilde 100 000 kişi başına düşen ameliyat sayısında hedeften sapma %13,69 olmuştur. Özbekistan'ın verilerine göre ise girdilerin hedeften sapmalarında çok düşük oranda azalma olmuş, hatta "GSYH içinde sağlık harcaması %" girdisinin potansiyel düzeltme oranında artış ortaya çıkmıştır. Tam etkinliğe ulaşılması için Özbekistan girdilerinde azaltmanın yanı sıra, ameliyat sayısında (CCR modelinde olduğu gibi BCC modelinde de) değişikliğe gerek olmadığı sonucuna varılırken, ortalama yaşam süresinin 69,50'den 73,30'a çıkarılmasının gerekli olduğu ortaya çıkarılmıştır.

3.5. Etkinliğe Etki Eden Faktörlerin Analizi (Tobit Analizi)

CCR ve BCC modelleri ile elde edilen teknik etkinlik skorlarının Sansürlenmiş (Kesikli) Normal Tobit Analiz Metodu kullanılarak (Method: ML - Censored Normal (TOBIT) (Quadratic Hill Climbing)

Tobit regresyonu ile tahmini yapılmıştır. Kesikli veri setleri için Tobit regresyon analizi en uygun model olarak kullanılmaktadır. Bu tahminde yapılmak istenen etkinlik skorlarının çıktılarını bağımsız değişken, etkinlik skorları ise bağımlı değişken olarak kullanılmaktadır.

Tablo 5: Tahmin Değişkenleri (CCR ve BCC Modeli Skorları)

Bağımlı Değişkenler	
Y	Etkinlik Skorları
Bağımsız Değişkenler	
X ₁	Ortalama Yaşam Süresi
X ₂	100 000 Kişi Başına Düşen Ameliyat Sayısı

Tablo 6: Tobit Model Tahminleri (CCR ve BCC Modeli Skorları)

Bağımlı Değişken: CCR				
Değişkenler	Katsayılar	Std. Hata	Z-İstatistik	P
Sabit	-3,5409	2,8801	-1,2294	0,2189
Ortalama Yaşam Süresi	0,7796	0,6859	1,1366	0,2557
Yüz Bin Kişi Başına Ameliyat	0,1454*	0,0840	1,7303	0,0836
Hata Dağılımı				
SCALE:C(4)	0,0889	0,0257	3,4641	0,0005
Bağımlı Değişk. Ortalaması	0,9150	Bağımlı Değişk. Std. Hata		0,1326
Regresyonun Std. Hatası	0,1257	Akaike Bilgi Kriteri		-0,6697
Kalıntı Kareleri	0,0474	Schwarz Kriteri		-0,8086
Log Likelihood	6,0092	Hannan-Quinn Kriteri		-1,2255
Avg. Log Likelihood	1,0015			
Bağımlı Değişken: BCC				
Değişkenler	Katsayılar	Std. Hata	Z-İstatistik	P
Sabit	-1,9892	2,7670	-0,7183	0,4722
Ortalama Yaşam Süresi	0,5051	0,6590	0,7665	0,4434
Yüz Bin Kişi Başına Ameliyat	0,0989	0,0807	1,2258	0,2203
Hata Dağılımı				
SCALE:C(4)	0,0854	0,0247	3,4641	0,0005
Bağımlı Değişk. Ortalaması	0,9350	Bağımlı Değişk. Std. Hata		0,1113
Regresyonun Std. Hatası	0,1208	Akaike Bilgi Kriteri		-0,7499
Kalıntı Kareleri	0,0438	Schwarz Kriteri		-0,8887
Log Likelihood	6,2496	Hannan-Quinn Kriteri		-1,3056
Avg. Log Likelihood	1,0416			

*p ≤ 0,10, **p ≤ 0,05, ***p ≤ 0,01

CCR ve BCC modelleri için ayrı ayrı regresyon denklemleri oluşturulmuştur. Aşağıdaki denklem setinde TE_{CCR} değişkenleri CCR modeli ile elde edilen etkinlik skorunu, TE_{BCC} değişkenleri ise BCC modeli uygulanarak elde edilen etkinlik skorunu vermektedir.

$$TE_{CCR} = \beta_1 + \beta_2 \text{LOG}(X_1) + \beta_3 \text{LOG}(X_2)$$

$$TE_{BCC} = \beta_1 + \beta_2 \text{LOG}(X_1) + \beta_3 \text{LOG}(X_2)$$

Her skor ülke sayısı kadar veri içermektedir. İki farklı modelle elde edilen iki farklı etkinlik skorlarını Tobit analiz ile ortak değişkenleri tespit edilmeye çalışılacaktır. Etkinliğe etki eden

değişkenlerin ortak etkinliğini belirlemeye çalışılmaktadır.

Modelin tahmin sonuçları EViews7 bilgisayar programından elde edilerek analiz edilmiştir. Tahmin değerlerinin anlamlılık düzeyleri $p \leq (0.01)$, $p \leq (0.05)$, $p \leq (0.10)$ olarak verilmiştir. Özellikle değerlerin 0,05'e eşit ve altında olması, etkinliği artırmada belirleyici role sahip olduklarını göstermektedir. 2012 yılı için devletlerin CCR ve BCC modeli ile elde edilmiş etkinliğine etki eden faktörlerin belirlenmesi amacı ile yapılan Tobit modeli tahmin sonuçları Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 6'ya göre CCR modeli ile yapılan analizde çıktı değişkenlerinin etkinlik üzerinde pozitif etkisinin olduğu görülmüştür. Ortalama yaşam süresi çıktısı istatistiki olarak anlamlı ($p > 0,05$) ilişki sergilememesine karşın, yüz bin kişi başına ameliyat sayısı çıktısının %10 anlamlılık düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki sergilediği görülmektedir. Yüz bin kişi başına ameliyat sayısı çıktısının %1 artırılması sonucu etkinlik skorlarının yaklaşık %0,15 oranında artacağı tahmin edilebilmektedir.

BCC modeli ile yapılan analizde çıktı değişkenlerinin etkinlik üzerinde pozitif etkisinin olduğu görülmüş, fakat çıktı değişkenlerinin verilen anlamlılık düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki sergilemediği ($p > 0,05$) ortaya çıkmıştır.

4. Sonuç

Çalışmada türk devletlerinin 2012 yılı verileri devletlerin istatistik kurumlarından elde edilerek analize tabi tutulmuştur. Çalışmada girdi olarak, ülkelerin "1000 kişi başına doktor sayısı" ve "hastane yatak sayısı" ve "sağlık harcamalarının GSYİH içerisinde payı" çıktı olarak ise "ortalama yaşam süresi" ve "100 000 kişi başına düşen ameliyat sayısı" ile etkinlik analizi yapılmıştır. Veriler birincil veri kaynağı olarak resmi kayıt ve istatistiklerden elde edilen ve derlenen veriler üzerinde parametrik analizler ve istatistiki değerlendirmeler yapılmıştır.

Etkinlik analizleri parametrik olmayan VZA yöntemleriyle yapılmış, CCR ve BCC modelleri kullanılarak sabit ve değişken ölçekte etkinlik ve süper etkinlik belirlenmeye çalışılmıştır. Araştırma için elde edilen veriler Microsoft Excel ortamında analize uygun hale getirildikten sonra, etkinlik analizleri DEA-SOLVER programı kullanılarak yapılmıştır.

Araştırma sonucunda CCR ve BCC modelleri ile yapılan etkinlik analizlerinde Kırgızistan ve Özbekistan'ın etkinlik skorlarının 1'in altında olduğu görülmektedir. Potansiyel iyileştirme Oranları hesaplandığında, etkisiz olan devletlerin tam etkinliğe ulaşabilmeleri için her iki çıktı değişkeninde de değişikliğe ihtiyaç olmadığı, girdi değişkenlerinde büyük oranlarda azaltılması gerektiği sonucuna varılmıştır. BCC yöntemi ile yapılan analiz sonucunda önerilen potansiyel iyileştirme oranları incelendiğinde girdi değişkenlerinin iyileştirme oranları CCR'e göre azalma olduğu, fakat çıktı değişkenleri artırılarak düzeltilmesi gerekli görülmüştür.

Süper Etkinlik Modeli analizine göre devletler arasında CCR ve BCC yöntemi ile yapılan etkinlik hesaplamalarında Türkmenistan'ın en yüksek etkinlik skoru aldığı görülmektedir. CCR yöntemi ile analizde süper etkinlik skoru sıralamasında Türkiye (1,76), Azerbaycan (1,29) ve Kazakistan (1,15) 1'in üzerinde etkinlik değeri almış, BCC yöntemi ile yapılan süper etkinlik analizinde bu devletler 1 etkinlik değeri almışlardır.

Çalışmada etkinliğe etki eden faktörler Tobit analizi ile araştırılmıştır. Araştırma etkinlik skorları bağımlı, çıktı verileri ise bağımlı değişken olarak ele alınmıştır. CCR yöntemi ile elde edilen skorlar ile yapılan Tobit analizinde her iki çıktının etkinlik üzerinde pozitif etkisinin olduğu fakat ortalama yaşam süresi çıktısının anlamsız, yüz bin kişi başına ameliyat sayısının %10 anlamlılık düzeyinde anlamlı olduğu görülmektedir. Çıktı değişkenlerinin katsayılarının aldığı değere göre yüz bin kişi başına ameliyat sayısının %1 artırılması sonucunda etkinliğin % 0,1454 kadar artacağı gözlemlenmiştir. BCC yöntemi ile elde edilen etkinlik skorlarına göre yapılmış Tobit analizinde her iki çıktı katsayılarının etkinlik üzerinde pozitif etkisinin olduğu fakat alınan sonuçların %5 anlamlılık düzeyinde anlamsız olduğu görülmektedir.

Kaynakça

- Azerbaycan İstatistik Komitesi, <http://www.stat.gov.az>, (12.10.2016).
- Banker, R.D., Charnes, A. ve Cooper, W.W., (1984), Some Models for Estimating and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis, Management Science, 30, (9), 1078-1092.
- Bayraktutan, Y. ve Pehlivanoğlu, F., (2012), Sağlık İşletmelerinde Etkinlik Analizi: Kocaeli Örneği, Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 23, 127-162.

- Bierens, H. J., (2014), The Tobit Model. http://grizzly.la.psu.edu/~hbierens/EasyRegTours/TOBIT_Tourfiles/TOBIT.PDF (05 Ekim 2016).
- Charnes, A., Cooper, W.W. ve Rhodes, E., (1978), Measuring the Efficiency of Decision Making Units, *European Journal of Operational Research*, 2, 429-444.
- Cooper, W. W., Seiford, L. M., ve Zhu J., (2011), *Handbook on Data Envelopment Analysis*, Second Edition, New York: Springer.
- Dinçer, S. E., (2008), Veri Zarflama Analizinde Malmquist Endeksiyle Toplam Faktör Verimliliği Değişiminin İncelenmesi ve İMKB Üzerine bir Uygulama, *Marmara Üniversitesi İİBF Dergisi*, 25(2), 825-846.
- Dünya Sağlık Örgütü, <http://www.who.int/countries/>, (12.10.2016).
- Farrel M. J., (1957), The Measurement of Productive Efficiency, *Journal of the Royal Statistical Society, Series A (General)*, 120(3), 253-290.
- Henningsen, A., (2015), Estimating Censored Regression Models in R Using the censReg Package, <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:BqABw2spNs8J:https://cran.r-project.org/web/packages/censReg/vignettes/censReg.pdf+&cd=1&hl=tr&ct=clnk&gl=tr>, (18 Kasım 2016)
- Kavuncubaşı, Ş. ve Yıldırım, S., (2010), Hastane ve sağlık kurumları yönetimi, Siyasal Kitabevi, 2. Baskı, Ankara.
- Kazakistan İstatistik Komitesi, <http://stat.gov.kz>, (12.10.2016).
- Kırgızistan İstatistik Komitesi, <http://www.stat.kg>, (12.10.2016).
- Kutlar, A. ve A., Babacan, (2008), Türkiye'deki Kamu Üniversitelerinde CCR Etkinliği-Ölçek Etkinliği Analizi: DEA Tekniği Uygulaması, *Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 15(1), 148-172.
- Kutlar, A. ve Salamov, F., (2016), Azerbaycan Kamu Hastanelerinin Etkinliğinin VZA Uygulaması ile Değerlendirilmesi. *Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 1(31), 1-17
- Kutlar, A., Yüksel, F. ve Bakırcı, F., (2011), Türkiye'de Belediyelerin Ekonomik Etkinliği ve Etkinliğe Etki Eden Faktörler Üzerine Bir Araştırma, Ankara: Korza Yayıncılık.
- Lavers, R. J. ve Whynes, D. K., (1978), A Production Function Analysis of English Maternity Hospitals, *Socio-Economic Planning and Sciences*, 12, 85-93.
- Özbekistan İstatistik Komitesi, <http://www.stat.uz>, (12.10.2016).
- Şahin, İ., (2001), Sağlık Kurumlarında Göreceli Verimlilik Ölçümü: Bakanlık Hastanelerinin İllere Göre Karşılaştırmalı Verimlilik Analizi, *Amme İdaresi Dergisi*, 32(2) Haziran, 123-145.
- Sarıkaya, M., Kabasakal A. ve Kutlar A., (2012), Türkiye'de Bölgesel Olarak Devlet Demiryollarının 2000-2010 Döneminde VZA ile Etkinliğinin ve Malmquist Endeksi ile Toplam Faktör Verimliliğinin Belirlenmesi, *Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 8(8) (Bahar), 133-155.
- Seiford, L. M. ve Zhu. J., (1999), Infeasibility of Super-Efficiency Data Envelopment Analysis Models, *INFOR*, 37(2) (Mayıs), 174-187.
- Tobin, J., (1958), Estimation of Relationships for Limited Dependent Variables, *Econometrica*, 26(1)(Ocak), 24-36.
- TÜİK, <http://www.tuik.gov.tr>, (12.10.2016).
- Türkmenistan İstatistik Komitesi, <http://www.stat.gov.tm>, (12.10.2016).