

## Bulanık Veri Zarflama Analizi İle OECD Ülkelerinin Sağlık Alanındaki Etkinliklerinin Değerlendirilmesi<sup>1</sup>

*Gözde YEŞİLAYDIN, Department of Health Management, Faculty of Health Sciences, Eskisehir Osmangazi University, Turkey; e-mail: gtrekli@gmail.com*

*Nesrin ALPTEKİN, Department of Business Administration, Faculty of Business Administration, Anadolu University, Turkey; e-mail: nesrinesen@anadolu.edu.tr*

### Evaluation of Health Efficiencies of OECD Countries by Using Fuzzy Data Envelopment Analysis<sup>2</sup>

#### Abstract

This study aims to determine health efficiencies of OECD countries by using fuzzy data envelopment analysis. For evaluation of efficiencies related to the countries, input variables that directly affect the health, environment variables and output variables are used. In the fuzzy data envelopment analysis, Wang, Greatbanks and Yang (2005)'s model is used. Solutions are conducted by forming interval data in the direction of Zimmermann (1991)'s  $\alpha$  - cut level approach. With fuzzy data envelopment analysis, upper and lower efficiency limits are obtained using five different  $\alpha$  - cut level. For each  $\alpha$ -cut level, maximum loss of efficiency value of decision making units are calculated by Minimax Regret Approach and countries with inefficient scores are listed from best to the worst. Accordingly, the best loss of efficiency value belongs to Austria and the worst value belongs to Hungary for 0; 0,25; 0,50; 0,75  $\alpha$  - cut level. Turkey is located in the middle row (rows 21 and 23) among the 34 countries for 0; 0,25; 0,50; 0,75  $\alpha$  - cut level and it is among the efficient countries for  $\alpha=1$  cut level.

**Keywords** : Efficiency, Fuzzy Data Envelopment Analysis, OECD, Health Indicators.

**JEL Classification Codes** : C6, C18, I10, I15.

---

<sup>1</sup> Bu çalışma Prof.Dr. Nesrin ALPTEKİN'in danışmanlığında, Gözde YEŞİLAYDIN'ın 2015 yılında tamamlanan "OECD Ülkelerinin Sağlık Alanındaki Etkinliklerinin Bulanık Veri Zarflama Analizi ile Belirlenmesi" başlıklı doktora tez çalışmasından üretilmiştir. Ayrıca bu tez çalışması 1503E125 numaralı proje kapsamında Anadolu Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonunca desteklenmiştir.

<sup>2</sup> This study is derived from Gözde YEŞİLAYDIN's PhD thesis titled as "Determining of Health Efficiencies of OECD Countries by Using Fuzzy Data Envelopment Analysis" which was completed in 2015 and supervised by Prof.Dr. Nesrin ALPTEKİN and this thesis was also supported by Anadolu University Scientific Research Projects Commission within the scope of 1503E125 numbered project.

## Öz

Bu çalışma, OECD ülkelerinin sağlık alanındaki etkinliklerinin bulanık veri zarflama analizi ile belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Ülkelere ilişkin sağlık etkinliklerinin değerlendirilmesinde sağlığı doğrudan etkileyen girdi değişkenleri, çevre değişkenleri ve çıktı değişkenleri kullanılmıştır. Bulanık veri zarflama analizinde Wang, Greatbanks ve Yang (2005)'in önermiş olduğu model kullanılmış ve çözümler Zimmermann (1991)'nın  $\alpha$ -kesim düzeyi yaklaşımı doğrultusunda aralık veriler oluşturularak yapılmıştır. Bulanık veri zarflama analizi ile beş farklı  $\alpha$ -kesim düzeyinde alt ve üst sınır etkinlik değerleri elde edilmiştir. Her  $\alpha$  kesim düzeyi için karar verme birimlerinin maksimum etkinlik kaybı değerleri Minimax Pişmanlık Yaklaşımı ile hesaplanmış ve etkin olmayan ülkeler en iyiden en kötüye doğru sıralanmıştır. Buna göre,  $\alpha = 0; 0,25; 0,50$  ve  $0,75$  kesim düzeyinde en iyi etkinlik kaybı değeri Avusturya'ya; en kötü etkinlik kaybı değeri ise Macaristan'a aittir. Türkiye ise  $\alpha = 0; 0,25; 0,50$  ve  $0,75$  kesim düzeyi için 34 ülke içerisinde orta sıralarda (21. ve 23. sıra) yer almakta;  $\alpha = 1$  kesim düzeyinde ise etkin ülkeler arasında bulunmaktadır.

**Anahtar Sözcükler** : Etkinlik, Bulanık Veri Zarflama Analizi, OECD, Sağlık Göstergeleri.

## 1. Giriş

Toplumların gelişmişlik göstergelerinden biri olan sağlık ve sağlığın korunması ve geliştirilmesi amacıyla sunulan sağlık hizmetleri tüm ülkeler için önem arz etmektedir. Özellikle teknolojide yaşanan hızlı değişimler, bireylerin eğitim seviyesinin ve bilinç düzeyinin yükselmesi ve sağlığa olan talebin artmasıyla birlikte sağlık hizmeti maliyetlerinde meydana gelen artışlar ülkelerin sağlığa daha fazla önem vermeleri ve sağlık etkinliklerini değerlendirmeleri gerekliliğini gündeme getirmiştir. Bu amaçla her ülkenin kendi sağlık etkinliğini belirlemesinin yanı sıra, ülkeler arası karşılaştırmalar da yapması gereklidir. Sağlık sistemlerinin etkin bir şekilde işletilmesi ve yönetilmesinde diğer ülkelerin deneyimlerinin öğrenilmesi ülkelere önemli bir fırsat sunmaktadır (Kumar & Özdamar, 2004: 83).

Günümüzde birçok ülkede birey ve toplum hayatında önemli bir yere sahip olan sağlık hizmetlerine ilişkin kaynak kıtlığı yaşanmakta, modern tıp uygulamaları sonucu yapılan harcamalar ve sağlık giderleri sürekli artmakta, sağlık hizmetleri maliyeti her zaman gündemde olmakta ve kaliteli sağlık hizmeti sunumu zorunlu hale gelmektedir (Kocaman vd., 2012: 16; Temür & Bakırcı, 2008: 265). Sağlık hizmetlerine erişimde bireylerin beklentilerinin, eğitim ve gelir seviyesinin artması ancak bütçenin kısıtlı olması nedeniyle mevcut kaynaklarla toplumun sağlık düzeyinin yükseltilmesi gerekliliği sağlık sistemi ve karar vericiler üzerinde baskı oluşturmaktadır (Tarcan vd., 2015: 99). Dolayısıyla büyük yatırımlar yapıldığı sağlık sektörü için kaynakların etkin kullanımı hayati önem taşımaktadır (Kocaman vd., 2012: 15). Bu amaçla sağlık yöneticileri ve politika yapımcılar mevcut kaynakları olabildiğince verimli, etkin ve optimal bir şekilde kullanarak maksimum toplum refahı elde etmeye çalışmaktadırlar (Demir & Bakırcı, 2014: 115).

Ülkelerin sağlık düzeylerinin incelenerek gelişmişlikleri hakkında bilgi elde edilmesi ve ülkelerarası karşılaştırmalar yapılabilmesi için objektif, standart ve niceliksel birtakım göstergelere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu göstergeler literatürde "sağlık göstergeleri" olarak adlandırılmaktadır (Altıntaş, 2012: 23). Sağlık göstergeleri, temel sağlık hizmetlerine ilişkin

politikaların belirlenmesi, sağlık hizmetlerinin yönetimi, planlanması ve programlanması, sağlık alanındaki talebin belirlenmesi ve karşılanması, toplumların sağlık düzeylerinin değerlendirilmesi, sağlık sorunlarının tespiti ve çözümü, toplum sağlığının farklı boyutlarının ve yaş, cinsiyet, nüfus gibi bazı faktörlere göre değişiminin ölçümü amacıyla geliştirilen ölçütlerdir (Lorcu, 2008: 192; Çilingiroğlu, 1995’ten aktaran Orhan Aksoy, 2007: 3).

Sağlık göstergeleri ile toplumların sağlık düzeyi, sorunları ve sağlık hizmetlerinin etkinliği hakkında bilgi elde edilmesinin yanı sıra, toplumun ya da belli bir kesimin sağlık durumunun belli bir zaman dilimindeki değişimlerinin ölçülmesi ve ülkeler arası karşılaştırma ve kıyaslama yapılması mümkün olmaktadır (Lorcu, 2008: 192; Sağlık Bakanlığı Temel Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü, 2011: 9; Vehid, 2000: 100-101). Sağlık göstergeleri ile yapılan karşılaştırmalar sunulan sağlık hizmetinin hangi alanda başarılı, hangi alanda başarısız olduğunun ortaya konması ve başarısız olunan kısımlarda gerekli önlemlerin alınması açısından oldukça yararlıdır (Sümbüloğlu vd., 1999: 89).

Ulusal ve uluslararası kuruluşlar, referans gruplar ve akademisyenler tarafından geliştirilen çok sayıda sağlık göstergesi ve gösterge tanımı bulunmaktadır. Son yıllarda WHO (2014) tarafından geliştirilen “Çekirdek Sağlık Göstergeleri Küresel Referans Listesi - Global Reference List of 100 Core Health Indicators” ile sağlık göstergeleri detaylandırılmış ve her bir göstergeye ilişkin alt boyutlar tanımlanmıştır. Bu listede “sağlık durumu göstergeleri” ana başlığı altında mortalite, morbidite ve doğurganlık; “risk faktörleri” başlığı altında beslenme, enfeksiyonlar, çevresel risk faktörleri, bulaşıcı olmayan hastalıklar ve yaralanmalar; “sağlık hizmeti kapsamı” başlığı altında üreme, anne, yeni doğan, çocuk ve ergenlere ilişkin göstergeler, aşılama, HIV, tüberküloz, sıtma, tarama ve önleyici bakım, akıl sağlığı; “sağlık sistemleri” başlığı altında ise bakım kalitesi ve güvenliği, erişim, sağlık insangücü, sağlık bilgisi, sağlık finansmanı ve sağlık güvenliği gibi alt başlıklar bulunmaktadır.

Bu çalışmada uluslararası literatürde kabul görmüş sağlık göstergeleri kullanılarak Türkiye’nin de içinde bulunduğu OECD ülkelerinin sağlık alanındaki etkinliklerinin bulanık veri zarflama analizi ile belirlenmesi amaçlanmıştır.

## **2. Bulanık Veri Zarflama Analizi**

Gerçek hayatta karşılaşılan olayların ya da durumların birçoğu çeşitli açılardan belirsiz olabilir. Bilgi eksikliği nedeniyle bir sistemin mevcut durumu net bir şekilde bilinemeyebilir veya ifade edilemeyebilir. Özellikle etkinlik ölçümünde girdi ve çıktı değişkenlerine ilişkin verilerin tam ve doğru olarak elde edilmesi oldukça güçtür, hatta çoğu durumda belirsizlikler içermekte ya da düzgün veri elde edilmesi mümkün olamamaktadır (Artut, 2013: 34; Güngör & Oruç, 2009: 18). Belirsizlik nedeniyle kesin olmayan verilerle de karşılaşılmaktadır (Hatami- Marbini vd., 2011: 457; Hatami- Marbini, 2011: 40; Razavi vd., 2013: 595). Sağlık hizmeti sunumu ile ilgili etkinliklerin değerlendirilmesinde kullanılan sağlık göstergelerine ilişkin istatistiklerin tutulmasında da eksik ya da yanlış verilerle karşılaşılmaları söz konusu olabilmektedir.

Verilerin kalitatif olduğu ya da kesin olarak bilinmediği, verilerde eksiklik, yanlışlık ya da belirsizlik olduğu durumlarda etkinlik ölçümlerinin yapılabilmesi için bulanık küme teorisinden ve üyelik fonksiyonlarından yararlanılarak oluşturulan Bulanık Veri Zarflama Analizi (BVZA) modelleri geliştirilmiştir (Artut, 2013: 34; Oruç vd., 2009: 280).

Bulanık Veri Zarflama Analizi, bulanık gözlemler içeren karar verme birimleri için bulanık etkinlik ölçümleri yapabilen bir yöntemdir (Ege, 2009). Bulanık veriler kullanan BVZA, gerçek hayattaki durumları, klasik veri zarflama analizine göre daha gerçekçi bir şekilde ifade etmektedir (Lertworasirikul vd., 2003: 339). Bazı veriler bulanık olduğunda, karar sürecindeki amaç ve kısıtlar da bulanık hale gelmektedir. Dolayısıyla BVZA problemlerine bulanık doğrusal programlama tekniklerinin uygulanması gerekmektedir (Kahraman & Tolga, 1998'den aktaran Güneş, 2006: 48).

Bulanık veri zarflama analizi ile ilgili etkinlik ölçümüne ilişkin geliştirilmiş çeşitli bulanık veri zarflama analizi modelleri bulunmaktadır. Bu çalışmada Wang, Greatbanks ve Yang (2005) Modeli kullanılmıştır. Bu model diğer modellere göre ekstra değişken dönüşümlerine gerek duymamakta aynı zamanda bulanık verileri diğer modellere göre daha basit ve etkin bir biçimde modellemektedir. Ayrıca modelin literatürde sıklıkla yer alması ve modeli kullanan çok sayıda tez ve makalenin bulunması da bu modelin kullanılmasında etkili olan nedenlerdendir. Örneğin, Apaydın ve Güneş (2007), Türkiye'de birinci derece kalkınma öncelikli yörelerin ve Şafak vd. (2013) İzmir Orman Bölge Müdürlüğü'ne bağlı bucaklardaki orman işletmelerinin etkinliklerinin değerlendirilmesinde bu modeli kullanmışlardır. Ayrıca Hadi-Vencheh vd. (2014), aralık verilerden oluşan beş girdi ve iki çıktı değişkeni ile yirmi beş karar verme biriminin etkinliğini değerlendirdikleri çalışmada, görelî etkinlik ölçümünde alternatif bir model önermişler ve önerilen bu modelde Wang Greatbanks ve Yang (2005) tarafından oluşturulan alt sınır ve üst sınıra ilişkin matematiksel modelden yararlanmışlardır. Benzer şekilde Saen (2011: 599) de uluslararası pazar (ülke) seçimi ile ilgili yapmış olduğu çalışmasında kesin olmayan veriler ile ilgili geliştirilen bir model önermiştir. Önerilen bu modelde de Wang Greatbanks ve Yang (2005) modelinden yararlanılmıştır. Modeli kullanan tezlere bakıldığında Şafak (2009)'ın, Ege Bölgesi orman işletmelerinin etkinlik düzeylerinin belirlenmesi ile ilgili doktora tez çalışmasında; Balkan (2011)'ın, 45 ülkenin hisse senedi piyasalarının etkinliğini değerlendirdiği yüksek lisans tez çalışmasında ve Çakır (2015)'ın, Borsa İstanbul'a kote olmuş ve teknoloji/bilişim sektöründe faaliyet gösteren on altı firmanın etkinliğini değerlendirdiği doktora tez çalışmasında bu modelin kullanıldığı görülmektedir.

### **2.1. Wang, Greatbanks ve Yang (2005) Modeli**

Bu model, aralık girdi ve çıktı değişkenleri kullanılarak her bir karar verme biriminin görelî etkinliğinin alt ve üst sınırını ölçmek için geliştirilmiştir (Wang vd., 2005a). Modelde, "karar verme birimi", KVB şeklinde kısaltılmıştır.

KVB<sub>j</sub>'nin etkinliği,

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

şeklinde belirtilebilir. Aralık verilere ilişkin işlemlerde kullanılan kurallara göre KVB<sub>j</sub>'nin etkinliği aşağıdaki gibi olmaktadır.

$$\theta_j = \frac{\sum_{r=1}^s u_r [y_{rj}^L, y_{rj}^U]}{\sum_{i=1}^m v_i [x_{ij}^L, x_{ij}^U]} = \frac{[\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}^L, \sum_{r=1}^s u_r y_{rj}^U]}{[\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}^L, \sum_{i=1}^m v_i x_{ij}^U]} = \left[ \frac{[\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}^L, \sum_{r=1}^s u_r y_{rj}^U]}{[\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}^U, \sum_{i=1}^m v_i x_{ij}^L]} \right], \quad j= 1, \dots, n \quad (2)$$

Burada  $\theta_j$ , bir aralık sayı olarak  $[\theta_j^L, \theta_j^U]$  ( $j= 1, \dots, n$ ) şeklinde gösterilmektedir.

$$\theta_j = [\theta_j^L, \theta_j^U] = \left[ \frac{[\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}^L, \sum_{r=1}^s u_r y_{rj}^U]}{[\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}^U, \sum_{i=1}^m v_i x_{ij}^L]} \right] \subseteq (0, 1], \quad j= 1, \dots, n \quad (3)$$

Buradan,

$$\theta_j^U = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}^U}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}^L} \leq 1, \quad j= 1, \dots, n \quad (4)$$

$$\theta_j^L = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}^L}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}^U} > 0, \quad j= 1, \dots, n \quad (5)$$

olarak ifade edilebilir.

KVB<sub>0</sub>'ın alt ve üst sınırlarının etkinliğini ölçmek için geliştirilen doğrusal programlama modeli aşağıdaki gibidir.

Etkinlik aralığının üst sınırı:	Etkinlik aralığının alt sınırı:
$\text{Maks } \theta_{j_0}^U = \sum_{r=1}^s u_r y_{rj_0}^U$ $\sum_{i=1}^m v_i x_{ij_0}^L = 1$ $\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}^U - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij}^L \leq 0, \quad j=1, \dots, n$ $u_r, v_i \geq \varepsilon, \quad \forall r, i$	$\text{Maks } \theta_{j_0}^L = \sum_{r=1}^s u_r y_{rj_0}^L$ $\sum_{i=1}^m v_i x_{ij_0}^U = 1$ $\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}^U - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij}^L \leq 0, \quad j=1, \dots, n$ $u_r, v_i \geq \varepsilon, \quad \forall r, i$
Model (a)	Model (b)

Model (a)'da yer alan  $\theta_{j_0}^U$ , tüm KVB'ler en iyi üretim etkinliği durumunda iken, KVB<sub>0</sub> aracılığıyla elde edilen en iyi olası göreceli etkinliği ifade etmektedir. Model (b)'de yer alan  $\theta_{j_0}^L$  ise; KVB<sub>0</sub> en iyi olası göreceli etkinliğinin alt sınırını temsil etmektedir. Dolayısıyla  $[\theta_{j_0}^L, \theta_{j_0}^U]$ , olası en iyi göreceli etkinlik aralığını oluşturmaktadır.

## 2.2. Minimaks Pişmanlık Yaklaşımı

Her bir karar verme biriminin etkinlik değeri bir aralık ile tanımlanmaktadır. Aralık değerlerin genişlikleri farklı olmasına rağmen merkezleri aynı olduğunda, karar verme birimlerine ait etkinlik değerleri doğrudan karşılaştırılamayabilir. Bu durumda etkinlik değerlerinin sıralanması ve karşılaştırılmasında kullanılacak bir tekniğe ihtiyaç duyulmaktadır (Wang vd., 2005a: 361). Bu ihtiyaçtan yola çıkarak Wang vd. (2005b), geliştirmiş oldukları aralıklı veri zarflama analizi modeline ek olarak, karar verme birimlerinin etkinliklerinin sıralandığı ve karşılaştırıldığı yeni bir yaklaşım "Minimaks Pişmanlık Yaklaşımı - Minimax Regret-Based Approach" önermişlerdir. Bu yaklaşım, Wang vd. (2005a) tarafından detaylı olarak anlatılmış olup; yaklaşıma ilişkin bilgiler aşağıda sunulmuştur.

$A_i = [a_i^L, a_i^U] = \langle m(A_i), w(A_i) \rangle$  ( $i = 1, \dots, n$ ) n adet KVB' nin etkinlik aralığı olsun. Burada  $m(A_i) = \frac{1}{2}(a_i^R + a_i^L)$  KVB'lerin orta noktasını yani merkezini;  $w(A_i) = \frac{1}{2}(a_i^R - a_i^L)$  ise genişliğini göstermektedir.  $A_i = [a_i^L, a_i^U]$  ifadesinin en iyi etkinlik aralığını temsil ettiği varsayıldığında,  $b = \max_{j \neq i} \{a_j^U\}$  olsun. Eğer  $a_i^L < b$  olursa, karar vericiler için etkinlik kaybı (diğer ismiyle fırsat ya da pişmanlık kaybı) oluşur ve karar verici pişman olur. Maksimum etkinlik kaybı  $\max(r_i) = b - a_i^L = \max_{j \neq i} \{a_j^U\} - a_i^L$  şeklinde ifade edilir.

Eğer  $a_i^L \geq b$  ise, karar vericiler için etkinlik kaybı ve pişmanlık oluşmaz. Bu durumda pişmanlık sıfır olarak ( $r_i=0$ ) tanımlanır. Yukarıda açıklanan iki durum birleştirildiğinde;

$$\text{maks}(r_i) = \text{maks}[ \text{maks}_{j \neq i}(a_j^U) - a_i^L, 0 ] \quad (6)$$

oluşur. Böylece, minimaks pişmanlık kriteri, izleyen koşulları sağlayan etkinlik aralığı olarak seçilir.

$$\min_i \{ \text{maks}(r_i) \} = \min_i \{ \text{maks}[ \text{maks}_{j \neq i}(a_j^U) - a_i^L, 0 ] \} \quad (7)$$

$A_i = [a_i^L, a_i^U] = \langle m(A_i), w(A_i) \rangle$  ( $i = 1, \dots, n$ ) etkinlik aralıkları kümesi olsun. Her etkinlik aralığı  $A_i$ 'nin maksimum etkinlik kaybı (maksimum pişmanlık);

$$R(A_i) = \text{maks}[ \text{maks}_{j \neq i}(a_j^U) - a_i^L, 0 ] = \text{maks}[ \text{maks}_{j \neq i} \{ m(A_j) + w(A_j) \} - (m(A_i) - w(A_i)), 0 ], i=1, \dots, n \quad (8)$$

şeklinde tanımlanır. Bu durumda maksimum etkinlik kaybı en düşük olan etkinlik aralığı, en çok tercih edilen, en cazip etkinlik aralığıdır.

### 3. Sağlık Sektöründe Bulanık Veri Zarflama Analizinin Kullanımı

Bulanık veri zarflama analizinin üretim işletmelerinin, sigorta şirketlerinin, orman işletmelerinin, bankaların, tedarikçilerin, illerin, ülkelerin, fakültelerin veya üniversitelerin etkinliğinin belirlenmesinde kullanıldığı çok sayıda çalışma mevcuttur. Bulanık veri zarflama analizi kullanılarak sağlık alanında yapılan çalışmalara bakıldığında ise sayının çok fazla olmadığı söylenebilir. Bulanık veri zarflama analizinin sağlık alanında kullanıldığı çalışmalara ilişkin bilgiler aşağıda sunulmuştur:

- Afsharinia vd. (2013) tarafından yapılan çalışmada, klinik birimlerin belirsizlik altında performans ölçümünün bağımsız bileşen analizi ve bulanık veri zarflama analizi yaklaşımlarının entegrasyonu ile değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Çalışmada yatak sayısı, hekim ve hemşire sayısı, ekipman maliyeti, yardımcı personel sayısı girdi değişkenleri; yatan hasta ziyaret sayısı ve yatak doluluk oranı ise çıktı değişkenleri olarak kullanılmıştır. Çalışma sonucunda bulanık koşullar altında, bulanık veri zarflama analizi kullanılarak toplam on dokuz karar verme biriminden on ikisi etkin birim olarak elde edilirken; bağımsız bileşen analizi ve bulanık veri zarflama analizinin birlikte kullanılması ile sadece üç karar verme birimi etkin birim olarak belirlenmiştir. Sonuç olarak, doğru verilere erişim sınırlı olduğunda klinik birimlerin etkinliğinin tahmin edilmesi için bağımsız bileşen analizi-bulanık veri zarflama analizinin kullanılması tavsiye edilmektedir.
- Costantino vd. (2013), belirsizlik altında sağlık sistemlerinin performansının değerlendirilmesine ilişkin sorunu çözmek amacıyla çapraz etkinlik bulanık veri zarflama analizi (cross-efficiency fuzzy data envelopment analysis) yönteminin kullanılabilirliğini belirtmiştir. Çalışmada bu yöntem ile Güney İtalya'daki bölge hastanelerinin etkinlikleri değerlendirilmiş; sağlık reformlarının planlanması ve

değerlendirilmesinde uygulama kolaylığı sunan bir hastanenin performansının zamansal evrimi tahmin edilmiştir. Çalışmada on beş karar verme birimi ele alınmış; girdi ve çıktı değişkenleri için üçgen bulanık sayılar kullanılmıştır. Hekim sayısı, hemşire sayısı, yatak sayısı ve diğer çalışanlar ve idari personel sayısı girdi değişkenleri; taburcu sayısı, yatılan gün sayısı ve ameliyat sayıları da çıktı değişkenleri olarak belirlenmiştir. Önerilen bu yöntemin kamu ve özel hastanelerin performanslarının karşılaştırılması olarak değerlendirilmesinde kullanılabileceği belirtilmiştir.

- Ebrahimnejad (2012) tarafından yapılan çalışmada veri zarflama analizi kullanılarak karar verme birimlerinin maliyet etkinliğinin belirlenmesinde girdi fiyatları yamuk bulanık sayı olarak belirtilmiş; bu sayede maliyet etkinliğinin hesaplanmasında yeni bir yaklaşım önerilmiştir. Çalışmada iki farklı örnek uygulama geliştirilmiş; bu örneklerden birinde ise hastane veri seti kullanılmıştır. Hekim ve hemşire sayısı girdi değişkeni; ayaktan hasta ve yatan hasta sayısı ise çıktı değişkeni olarak ele alınmış; her hastane için hekim ve hemşirelerin bulanık görel birim maliyetleri yamuk bulanık sayı olarak belirlenmiştir.

## 4. Yöntem

### 4.1. Araştırmanın Amacı, Özgünlüğü ve Önemi

Bu çalışmada, uluslararası literatürde kabul görmüş sağlık göstergeleri kullanılarak Türkiye'nin de içinde bulunduğu OECD'ye üye ülkelerin sağlık etkinliklerini bulanık veri zarflama analizi ile değerlendirmek; ülkelerin etkinlik kaybı değerlerini hesaplamak ve etkin olmayan ülkeleri en iyiden en kötüye doğru sıralamak ve ülkeler arası karşılaştırmalar yapmak amaçlanmıştır.

Yabancı literatürde bulanık veri zarflama analizi ile ilgili yapılmış çalışmalar bulunmakla birlikte, bu çalışmaların genellikle hastane gibi sağlık kurumu düzeyinde yapıldığı söylenebilir. Yapılan literatür taramasında bulanık veri zarflama analizi kullanarak sağlıkla ilgili ülke karşılaştırmaları yapan herhangi bir çalışmaya ulaşılamamıştır. Ayrıca bulanık veri zarflama analizinin sağlık alanındaki kullanımına ilişkin Türkçe olarak yayınlanmış herhangi bir çalışmaya da rastlanılmamıştır. Bu durumun, bu çalışmanın özgünlüğünü ortaya koyduğu düşünülmektedir.

Çalışmada ayrıca doğrudan sağlık ile ilgili girdilere ek olarak, sağlığı dolaylı etkilediği düşünülen çevre değişkenlerine de yer verilmiştir. Çevre değişkenlerinin de kullanılması ile ülkelerin sağlık etkinliklerinin daha kapsamlı olarak incelenecek olması araştırmanın önemini ortaya koymaktadır.

### 4.2. Karar Verme Birimlerinin Seçilmesi

Araştırmaya Türkiye'nin de içinde bulunduğu OECD (Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü - Organization for Economic Cooperation and Development), üyesi ülkeler dâhil edilmiştir. OECD'ye üye 2014 yılı itibarıyla toplam 34 ülke bulunmaktadır. Dolayısıyla bu otuz dört ülke araştırmanın karar verme birimlerini oluşturmaktadır.



### 4.3. Girdi ve Çıktı Değişkenlerinin Seçilmesi

Sağlık, kendi başına kapalı bir sistem değildir. Bir ülkenin veya toplumun sosyo-ekonomik, siyasal, tarihsel, sosyal, çevresel, kültürel yapısı ile eğitim, altyapı, barınma, beslenme, trafik, kent hizmetleri gibi birçok etmenle karşılıklı bir iletişim ve etkileşim halindedir (Ünal, 2012: 206). Sosyal ve çevresel koşulların sağlık üzerindeki etkileri uzun süredir araştırılmakta ve tartışılmaktadır. Auster vd. (1972: 146)’nin yapmış olduğu araştırmaya göre; ülkeler arasındaki yaşa ve cinsiyete özel ölüm oranlarının % 50’den fazlası, tıbbi bakım hizmetleri ve çevresel faktörlerin birleşimi ile ilişkilidir. Bu nedenle ülkelerin sağlık alanındaki etkinlikleri değerlendirilirken sağlıkla doğrudan ilişkili olmayan ancak sağlığı dolaylı olarak etkilediği düşünülen bazı değişkenleri de dikkate almak gerekmektedir. Bu düşünceden yola çıkılarak bu çalışmada girdi değişkenlerine ek olarak sağlığı dolaylı etkilediği düşünülen çevre değişkenlerine de yer verilmiştir.

Çalışma kapsamında kullanılacak olan sağlığı doğrudan etkilediği düşünülen değişkenler ile sağlıkla dolaylı olarak ilişkili olan çevre değişkenleri yapılan kapsamlı literatür incelemesi sonucunda belirlenmiş ve en uygun veri seti oluşturulmaya çalışılmıştır. Değişkenlerin belirlenmesinde ayrıca Lorcu vd. (2012) tarafından yapılan çalışmada bahsi geçen Birleşmiş Milletler Binyıl Kalkınma Hedefleri kapsamında yer alan sağlık indikatörlerinden ve WHO (2014) tarafından geliştirilen “Çekirdek Sağlık Göstergeleri Küresel Referans Listesi”nden yararlanılmıştır.

Çalışmada bulanık veri zarflama analizinde etkinlik ölçümü için kullanılacak üzere seçilen girdi, çevre ve çıktı değişkenleri ve değişkenlere ilişkin ortalama, standart sapma, minimum ve maksimum değerler Tablo 1’de sunulmuştur.

**Tablo: 1**  
**Bulanık Veri Zarflama Analizinde Kullanılacak Değişkenler, Değişkenlere İlişkin Ortalama, Standart Sapma, Minimum ve Maksimum Değerler**

	Ort.	S.S.	Min.	Maks.
<b>Girdi Değişkenleri</b>				
Hekim Sayısı (1000 kişiye düşen)	3,1494	0,959	1,03	6,17
Hastane Yatağı Sayısı (1000 kişiye düşen)	4,8043	2,499	1,57	13,36
Kişi Başı Sağlık Harcamaları (Satın Alma Gücü Paritesi, (US\$))	3388,8824	1621,759	890,00	8454,00
<b>Çevre Değişkenleri</b>				
Günlük Sigara İçen 15 Yaş Üstü Erişkin Yüzdesi (%)	20,6191	5,263	11,80	38,92
Meyve Tüketimi (Yılda kişi başına kg)	103,9824	34,741	51,10	201,60
Kızamık Aşısı Olan Çocukların Yüzdesi (%)	94,6471	4,545	76,00	99,00
Karbonmonoksit (CO) Emisyonu (Kişi başı kg)	71,5477	62,921	14,27	296,82
5-39 Yaş Arası Beklenen Okullaşma (Eğitim) Yılı (Yıl)	17,5659	1,286	14,35	19,79
<b>Çıktı Değişkenleri</b>				
Doğumda Beklenen Yaşam Süresi (Yıl - Toplam Popülasyon)	80,1768	2,434	74,40	83,20
Anne Ölüm Hızı (100 000 canlı doğumda)	6,8562	7,758	0,01	42,30

Ort. Ortalama; S.S. Standart Sapma; Min. Minimum; Maks. Maksimum

Bulanık veri zarflama analizinde kullanılmak üzere üç girdi, beş çevre ve iki çıktı değişkeni belirlenmiştir. Analizde çevre değişkenleri birer girdi değişkeni olarak ele alınacaktır. Dolayısıyla analizde kullanılmak üzere 8 girdi ve 2 çıktı değişkeni söz konusudur.

#### **4.4. Verilerin Elde Edilmesi**

Araştırmada kullanılan değişkenlere ilişkin verilerin büyük bir bölümü OECD üyesi ülkelere ilişkin çok sayıda verinin ve meta verinin bulunduğu OECD veri tabanında yer alan istatistiklerden (<http://stats.oecd.org/>) elde edilmiştir. Hekim sayısı ile ilgili OECD veri tabanında yer alan istatistiklere bakıldığında; hekim sayılarının toplam olarak ele alınmadığı; farklı hekim türlerine göre (pratisyen hekim, uzman hekim, asistan hekim, öğretim üyesi hekimler, hekim olup mesleğini icra etmeyen, iş bulamayan ya da emekli olan hekimler) verilerin bulunduğu görülmektedir. Ancak bu hekim türlerinde bazı ülkelere ilişkin veriler bulunmamaktadır. Bu nedenle sadece “1000 kişiye düşen hekim sayısı” değişkenine ilişkin veriler Dünya Bankası’ndan elde edilmiştir. Verilerin bulanık veri zarflama ile analizinde NCSS 10 paket programı kullanılmıştır.

Çalışmada hem OECD hem de Dünya Bankası veri tabanlarında yer alan 2013 verilerinin bazı ülkelerde birçok değişken için eksik olduğu gözlenmiştir. Bu nedenle verilere erişimin daha yüksek olduğu 2012 verileri kullanılarak analizler yapılmıştır. Ancak bazı ülkelerde bazı değişkenler için 2012 verilerine erişilememiş; bu durumda o ülke için en yakın döneme ait veriler analize dâhil edilmiştir. Retzlaff-Roberts vd. (2004: 57)’e göre, değişkenlerin ilgili yıla ilişkin değerleri temin edilemediğinde bazı ülkeler için bazı değişkenlere ait eski değerler bir miktar kullanılabilir ve bu düzenleme OECD ile ilgili çalışmaların ortak bir özelliği olup, kaçınılmaz bir durum yaratmaktadır.

### **5. Bulgular**

Çalışma kapsamında OECD ülkelerinin sağlık alanındaki etkinliklerinin değerlendirilmesinde öncelikle Wang vd. (2005a) tarafından önerilen bulanık veri zarflama analizi yaklaşımı kullanılmış ve her bir karar verme birimine ilişkin farklı  $\alpha$  düzeyinde alt sınır ve üst sınır değerleri hesaplanarak etkinlikler belirlenmiştir. Araştırmada kullanılan  $\alpha$ -kesim düzeyleri 0; 0,25; 0,50; 0,75 ve 1’dir. Sonraki aşamada karar verme birimlerinin etkinliklerinin sıralanmasında Wang vd. (2005b) tarafından geliştirilen “Minimaks Pişmanlık Yaklaşımı” kullanılarak ülkeler, farklı  $\alpha$  seviyeleri için etkinlik kaybı değerlerine göre sıralanmıştır.

#### **5.1. Alt ve Üst Sınır Etkinliklerine Yönelik Bulgular**

OECD ülkelerinin her  $\alpha$  - kesim düzeyi için bulanık veri zarflama analizi kullanılarak elde edilen alt sınır etkinlik değerlerine ilişkin veriler Tablo 2’de sunulmuştur.

**Tablo: 2**  
**Bulanık Veri Zarflama Analizi Çözümünde  $\alpha$  - Kesim Düzeyleri İçin Alt Sınır Etkinlik Değerleri**

	ALT SINIR ETKİNLİK DEĞERLERİ				
	$\alpha = 0$	$\alpha = 0,25$	$\alpha = 0,50$	$\alpha = 0,75$	$\alpha = 1$
ABD	0,9528	0,9642	0,9762	0,9880	1,0000
Almanya	0,8901	0,9019	0,9140	0,9290	0,9466
Avustralya	0,9425	0,9561	0,9705	0,9852	1,0000
Avusturya	0,9696	0,9773	0,9847	0,9926	1,0000
Belçika	0,9332	0,9496	0,9660	0,9829	1,0000
Birleşik Krallık	0,9588	0,9689	0,9793	0,9894	1,0000
Çek Cumhuriyeti	0,8927	0,9088	0,9259	0,9483	1,0000
Danimarka	0,9279	0,9401	0,9521	0,9662	0,9832
Estonya	0,8992	0,9143	0,9305	0,9481	0,9678
Finlandiya	0,8920	0,9035	0,9161	0,9408	0,9744
Fransa	0,9642	0,9728	0,9820	0,9907	1,0000
Hollanda	0,9106	0,9221	0,9362	0,9598	0,9995
İrlanda	0,9443	0,9582	0,9719	0,9859	1,0000
İspanya	0,9392	0,9543	0,9693	0,9846	1,0000
İsrail	0,9638	0,9725	0,9818	0,9906	1,0000
İsveç	0,9373	0,9524	0,9682	0,9837	1,0000
İsviçre	0,9387	0,9537	0,9690	0,9844	1,0000
İtalya	0,9605	0,9702	0,9802	0,9898	1,0000
İzlanda	0,9557	0,9667	0,9776	0,9889	1,0000
Japonya	0,9658	0,9740	0,9827	0,9911	1,0000
Kanada	0,9547	0,9657	0,9772	0,9885	1,0000
Kore	0,9331	0,9495	0,9659	0,9830	1,0000
Lüksemburg	0,9661	0,9742	0,9829	0,9912	1,0000
Macaristan	0,8574	0,8732	0,8910	0,9279	1,0000
Meksika	0,9609	0,9704	0,9803	0,9899	1,0000
Norveç	0,9347	0,9458	0,9574	0,9688	0,9806
Polonya	0,9032	0,9251	0,9491	0,9742	1,0000
Portekiz	0,9075	0,9215	0,9367	0,9536	0,9705
Slovakya	0,9068	0,9288	0,9519	0,9752	1,0000
Slovenya	0,9120	0,9241	0,9364	0,9490	0,9685
Şili	0,9608	0,9703	0,9801	0,9898	1,0000
Türkiye	0,9184	0,9376	0,9579	0,9785	1,0000
Yeni Zelanda	0,9534	0,9648	0,9763	0,9879	1,0000
Yunanistan	0,8790	0,8969	0,9151	0,9340	0,9529

Alt sınır etkinlik değerlerine bakıldığında;  $\alpha = 0; 0,25; 0,50$  ve  $0,75$  kesim düzeyinde hiçbir karar veriminin etkin olmadığı görülmektedir. Her dört  $\alpha$  kesim düzeyinde de Macaristan (sırasıyla 0,8574; 0,8732; 0,891; 0,9279) en küçük alt sınır etkinlik değerine sahip ülkedir.  $\alpha=0$  ve  $0,25$  kesim düzeyi için ikinci en küçük etkinlik değerine sahip ülke Yunanistan olurken;  $\alpha= 0,50$  ve  $0,75$  kesim düzeyi için ikinci en küçük etkinlik değerine sahip ülke Almanya'dır. Her dört  $\alpha$  kesim düzeyinde de en büyük alt sınır değerine sahip ülkenin Avusturya (sırasıyla 0,9696; 0,9773; 0,9847; 0,9926) olduğu görülmektedir. Bunu her dört  $\alpha$  kesim düzeyi için Lüksemburg takip etmektedir.  $\alpha = 1$  için belirlenen alt sınır etkinlik değerlerine bakıldığında ise ABD, Avustralya, Avusturya, Belçika, Birleşik Krallık, Çek Cumhuriyeti, Fransa, İrlanda, İspanya, İsrail, İsveç, İsviçre, İtalya, İzlanda, Japonya, Kanada, Kore, Lüksemburg, Macaristan, Meksika, Polonya, Slovakya, Şili, Türkiye ve Yeni

Zelanda'nın etkin ülkeler olduğu söylenebilir. Etkin olmayan ülkeler arasında ise  $\alpha = 1$  için en düşük alt sınır değerine sahip ülke Almanya (0,9466) iken; en yüksek alt sınır değerine sahip ülke 0,9995 değeri ile Hollanda'dır (Tablo 2).

OECD ülkelerinin her  $\alpha$  - kesim düzeyi için bulanık veri zarflama analizi kullanılarak elde edilen üst sınır etkinlik değerlerine ilişkin veriler ise Tablo 3'de yer almaktadır.

**Tablo: 3**  
**Bulanık Veri Zarflama Analizi Çözümünde  $\alpha$  - Kesim Düzeyleri İçin Üst Sınır Etkinlik Değerleri**

	ÜST SINIR ETKİNLİK DEĞERLERİ				
	$\alpha = 0$	$\alpha = 0,25$	$\alpha = 0,50$	$\alpha = 0,75$	$\alpha = 1$
ABD	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
Almanya	0,9454	0,9457	0,9460	0,9463	0,9466
Avustralya	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
Avusturya	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
Belçika	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
Birleşik Krallık	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
Çek Cumhuriyeti	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
Danimarka	0,9834	0,9833	0,9833	0,9832	0,9832
Estonya	0,9672	0,9673	0,9675	0,9676	0,9678
Finlandiya	0,9740	0,9741	0,9742	0,9745	0,9744
Fransa	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
Hollanda	1,0000	0,9995	0,9994	0,9992	0,9995
İrlanda	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
İspanya	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
İsrail	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
İsveç	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
İsviçre	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
İtalya	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
İzlanda	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
Japonya	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
Kanada	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
Kore	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
Lüksemburg	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
Macaristan	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
Meksika	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
Norveç	0,9805	0,9805	0,9806	0,9806	0,9806
Polonya	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
Portekiz	0,9702	0,9703	0,9704	0,9704	0,9705
Slovakya	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
Slovenya	0,9675	0,9678	0,9680	0,9683	0,9685
Şili	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
Türkiye	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
Yeni Zelanda	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
Yunanistan	0,9515	0,9519	0,9522	0,9526	0,9529

Üst sınır etkinlik değerlerine bakıldığında ise beş  $\alpha$  - kesim düzeyinde de ABD, Avustralya, Avusturya, Belçika, Birleşik Krallık, Çek Cumhuriyeti, Fransa, İrlanda, İspanya, İsrail, İsveç, İsviçre, İtalya, İzlanda, Japonya, Kanada, Kore, Lüksemburg, Macaristan, Meksika, Polonya, Slovakya, Şili, Türkiye ve Yeni Zelanda'nın etkin olduğu

görülmektedir. Hollanda ise sadece  $\alpha = 0$  kesim düzeyinde etkindir. Etkin olmayan ülkelerden üst sınır etkinlik değeri en küçük olan ülke tüm  $\alpha$  - kesim düzeylerinde Almanya iken; üst sınır etkinlik değeri en yüksek olan ülke  $\alpha = 0$  için Danimarka;  $\alpha = 0,25$ ;  $0,50$  ve  $0,75$  için ise Hollanda’dır (Tablo 3).

Tablo 2 ve Tablo 3 birlikte incelendiğinde,  $\alpha = 1$  için Almanya’nın hem alt sınır hem de üst sınır değerlerine göre en düşük etkinliğe; Hollanda’nın ise en yüksek etkinliğe sahip olduğu söylenebilir.

## 5.2. Minimaks Pışmanlık Yaklaşımına İlişkin Bulgular

Tüm  $\alpha$  düzeylerine ilişkin maksimum etkinlik kaybı değerleri ve ülke sıralamaları Tablo 4’te sunulmuştur.

$\alpha = 0; 0,25; 0,50$  ve  $0,75$  kesim düzeyinde en iyi etkinlik kaybı değerini alan ilk beş ülke sırasıyla Avusturya, Lüksemburg, Japonya, Fransa ve İsrail’dir. Bahsi geçen dört  $\alpha$  kesim düzeyi için de en kötü etkinlik kaybı değeri Macaristan’a aittir.  $\alpha = 1$  kesim düzeyine bakıldığında; Hollanda, Danimarka, Norveç, Finlandiya, Portekiz, Slovenya, Estonya, Yunanistan ve Almanya dışındaki diğer ülkelerin etkin olduğu; bu nedenle Tablo 4’te yer almadığı görülmektedir.  $\alpha = 1$  kesim düzeyinde etkin olmayan ülkelerden Hollanda, en iyi etkinlik kaybı değerine sahip ülkedir. En kötü etkinlik kaybı değerine sahip olan ülke ise Almanya’dır. Türkiye ise  $\alpha = 0; 0,25; 0,50$  ve  $0,75$  kesim düzeyi için 34 ülke içerisinde orta sıralarda (21. ve 23. sıra) yer almakta;  $\alpha = 1$  kesim düzeyinde ise etkin ülkeler arasında bulunmaktadır (Tablo 4).

**Tablo: 4**  
**Maksimum Etkinlik Kaybı Değerleri ve Ülke Sıralamaları**  
 **$\alpha$  - Kesim Düzeyleri**

Sıra	$\alpha = 0$		$\alpha = 0,25$		$\alpha = 0,5$		$\alpha = 0,75$		$\alpha = 1$	
	KVB	Etkinlik Kaybı Değeri	KVB	Etkinlik Kaybı Değeri	KVB	Etkinlik Kaybı Değeri	KVB	Etkinlik Kaybı Değeri	KVB	Etkinlik Kaybı Değeri
1	Avusturya	0,0304	Avusturya	0,0227	Avusturya	0,0153	Avusturya	0,0074	Hollanda	0
2	Lüksemburg	0,0339	Lüksemburg	0,0258	Lüksemburg	0,0171	Lüksemburg	0,0088	Danimarka	0
3	Japonya	0,0342	Japonya	0,026	Japonya	0,0173	Japonya	0,0089	Norveç	0
4	Fransa	0,0358	Fransa	0,0272	Fransa	0,0180	Fransa	0,0093	Finlandiya	0
5	İsrail	0,0362	İsrail	0,0275	İsrail	0,0182	İsrail	0,0094	Portekiz	0
6	Meksika	0,0391	Meksika	0,0296	Meksika	0,0197	Meksika	0,0101	Slovenya	0
7	Şili	0,0392	Şili	0,0297	İtalya	0,0198	İtalya	0,0102	Estonya	0
8	İtalya	0,0395	İtalya	0,0298	Şili	0,0199	Şili	0,0102	Yunanistan	0
9	Birleşik Kral.	0,0412	Birleşik Kral.	0,0311	Birleşik Kral.	0,0207	Birleşik Kral.	0,0106	Almanya	0
10	İzlanda	0,0443	İzlanda	0,0333	İzlanda	0,0224	İzlanda	0,0111		
11	Kanada	0,0453	Kanada	0,0343	Kanada	0,0228	Kanada	0,0115		
12	Yeni Zelanda	0,0466	Yeni Zelanda	0,0352	Yeni Zelanda	0,0237	ABD	0,0120		
13	ABD	0,0472	ABD	0,0358	ABD	0,0238	Yeni Zelanda	0,0121		
14	İrlanda	0,0557	İrlanda	0,0418	İrlanda	0,0281	İrlanda	0,0141		
15	Avustralya	0,0575	Avustralya	0,0439	Avustralya	0,0295	Avustralya	0,0148		
16	İspanya	0,0608	İspanya	0,0457	İspanya	0,0307	İspanya	0,0154		
17	İsviçre	0,0613	İsviçre	0,0463	İsviçre	0,0310	İsviçre	0,0156		
18	İsveç	0,0627	İsveç	0,0476	İsveç	0,0318	İsveç	0,0163		
19	Norveç	0,0653	Belçika	0,0504	Belçika	0,0340	Kore	0,0170		
20	Belçika	0,0668	Kore	0,0505	Kore	0,0341	Belçika	0,0171		
21	Kore	0,0669	Norveç	0,0542	Türkiye	0,0421	Türkiye	0,0215		
22	Danimarka	0,0721	Danimarka	0,0599	Norveç	0,0426	Slovakya	0,0248		
23	Türkiye	0,0816	Türkiye	0,0624	Danimarka	0,0479	Polonya	0,0258		
24	Slovenya	0,0880	Slovakya	0,0712	Slovakya	0,0481	Norveç	0,0312		
25	Hollanda	0,0894	Polonya	0,0749	Polonya	0,0509	Danimarka	0,0338		
26	Portekiz	0,0925	Slovenya	0,0759	Portekiz	0,0633	Hollanda	0,0402		
27	Slovakya	0,0932	Hollanda	0,0779	Slovenya	0,0636	Portekiz	0,0464		
28	Polonya	0,0968	Portekiz	0,0785	Hollanda	0,0638	Slovenya	0,0510		
29	Estonya	0,1008	Estonya	0,0857	Estonya	0,0695	Çek Cum.	0,0517		
30	Çek Cum.	0,1073	Çek Cum.	0,0912	Çek Cum.	0,0741	Estonya	0,0519		
31	Finlandiya	0,1080	Finlandiya	0,0965	Finlandiya	0,0839	Finlandiya	0,0592		
32	Almanya	0,1099	Almanya	0,0981	Yunanistan	0,0849	Yunanistan	0,0660		
33	Yunanistan	0,1210	Yunanistan	0,1031	Almanya	0,0860	Almanya	0,0710		
34	Macaristan	0,1426	Macaristan	0,1268	Macaristan	0,1090	Macaristan	0,0721		

## 6. Sonuç ve Öneriler

Sağlık; sosyal ve kültürel hayat, ekonomi, politika, teknoloji ve eğitim gibi birçok alanla etkileşim halinde olan açık bir sistemdir. Bu nedenle sağlık hizmeti sunumunda sağlığı tek başına ele almak, yalnızca sağlık ile ilgili değişkenlere yer vermek yanıltıcı olabilmektedir. Bu düşünceden yola çıkılarak bu çalışmada, ülkelerin sağlık etkinliklerinin belirlenmesinde sağlık ile doğrudan ilişkili değişkenlerin yanı sıra çevre değişkenlerine (dışsal değişkenler) de yer verilmiştir.

Bulanık veri zarflama analizinde kullanılan değişkenler; 1000 kişiye düşen hekim sayısı, 1000 kişiye düşen hastane yatağı sayısı, satın alma gücü paritesine göre Amerikan Doları cinsinden kişi başı sağlık harcamaları olmak üzere üç girdi; günlük sigara içen 15 yaş üstü erişkinlerin yüzdesi, meyve tüketimi (yılda kişi başına kg), kızamık aşısı olan çocukların yüzdesi, karbonmonoksit emisyonu (kişi başı kg), 5-39 yaş arası beklenen okullaşma (eğitim) yılı olmak üzere beş çevre; doğumda beklenen yaşam süresi ve anne ölüm hızı olmak üzere iki çıktı değişkeninden oluşmaktadır. Çevre değişkenleri de birer girdi değişkeni olarak ele alındığından, çalışmada toplam sekiz girdi ve iki çıktı değişkeni bulunmaktadır.

Bulanık veri zarflama analizi ile ilgili geliştirilmiş çok sayıda model bulunmaktadır. Bu çalışmada Wang, Greatbanks ve Yang (2005) modeli kullanılmıştır. Bu modelin kullanılmak üzere seçilmesinin nedeni ise literatürde çok sayıda makale ve tez çalışmasında sıklıkla kullanılmış olmasıdır. Bu model; aralık veriler ve  $\alpha$  - kesim kümesi yaklaşımına dayanan alt ve üst sınır etkinliğine ilişkin matematiksel modellerin oluşturulması ve bu modellerin çözümleri esasına dayanır. Çalışmada  $\alpha = 0; 0,25; 0,50; 0,75$  ve 1 olmak üzere beş farklı  $\alpha$ -kesim düzeyinde işlem yapılmıştır. Her bir karar verme birimine ilişkin etkinliklerin bulunmasının ardından literatürde sıklıkla kullanılan “Minimaks Pişmanlık Yaklaşımı” yöntemi ile ülkeler, alt ve üst sınır etkinlik değerlerine göre sıralanmışlardır.

Minimaks Pişmanlık Yaklaşımı ile elde edilen sonuçlara göre;  $\alpha = 0; 0,25; 0,50$  ve  $0,75$  kesim düzeyinde en iyi etkinlik kaybı değerini alan ilk beş ülke sırasıyla Avusturya, Lüksemburg, Japonya, Fransa ve İsrail’dir. Bahsi geçen dört  $\alpha$  kesim düzeyi için de en kötü etkinlik kaybı değeri Macaristan’a aittir.  $\alpha = 1$  kesim düzeyine bakıldığında; Hollanda, Danimarka, Norveç, Finlandiya, Portekiz, Slovenya, Estonya, Yunanistan ve Almanya dışındaki diğer ülkelerin etkin olduğu görülmektedir.  $\alpha = 1$  kesim düzeyinde etkin olmayan ülkelerden Hollanda, en iyi etkinlik kaybı değerine sahip ülkedir. En kötü etkinlik kaybı değerine sahip olan ülke ise Almanya’dır. Türkiye ise  $\alpha = 0; 0,25; 0,50$  ve  $0,75$  kesim düzeyi için 34 ülke içerisinde orta sıralarda (21. ve 23. sıra) yer almakta;  $\alpha = 1$  kesim düzeyinde ise etkin ülkeler arasında bulunmaktadır.

OECD ülkeleri arasında Türkiye’nin belirlenen değişkenler bakımından mevcut durumunun tespiti amacıyla 34 ülke ile Türkiye’nin verileri karşılaştırılmıştır. Buna göre, Türkiye, 34 ülke içinde 1000 kişiye düşen hekim sayısı en az olan ikinci; 1000 kişiye düşen hastane yatağı sayısı en az olan dördüncü; satın alma gücü paritesi (US\$)’ne göre kişi başı sağlık harcaması en az olan birinci; 5-39 yaş arası beklenen okullaşma (eğitim) yılı en düşük

yedinci ve doğumda beklenen yaşam süresi en düşük ikinci; anne ölüm hızı ise en yüksek dördüncü ülkedir. Ancak günlük sigara içen 15 yaş üstü erişkinlerin yüzdesi, meyve tüketimi, kızamık aşısı olan çocukların yüzdesi ve CO<sub>2</sub> emisyonu değişkenleri bakımından orta sıralarda yer almaktadır.

Türkiye'nin bazı değişkenler açısından orta düzeyde bir etkinlik göstermesine rağmen; daha iyi sağlık düzeyine erişebilmesi için özellikle hekim sayısı, hastane yatağı sayısı, kişi başı sağlık harcamaları, 5-39 yaş arası beklenen okullaşma (eğitim) yılı ve doğumda beklenen yaşam süresi değişkenleri bakımından daha yüksek değerlere ulaşması, ekonomik istikrarın sağlanması ve toplumun eğitim ve bilinç düzeyinin yükseltilmesi gerektiği düşünülmektedir.

Bu çalışmanın sağlık alanında ülkeler arası karşılaştırmalar yapılması ve Türkiye'nin ait olduğu kümedeki diğer ülkelere göre mevcut durumunun değerlendirilmesi açısından sağlık yöneticilerine, planlamacılara, politika yapıcılara, karar vericilere ve konu ile ilgilenen akademisyenlere yardımcı olması arzu edilmektedir. Çalışma kapsamında yapılan karşılaştırmalar ile ülkelerin özellikle de Türkiye'nin ekonomik hedefleri ve reform hareketlerine yönelik farklı bir bakış açısı sağlanması, sağlık sistemine ilişkin etkinlik ya da etkinsizlik düzeylerinin belirlenmesi, sağlık alanındaki etkinliği yüksek olan ülkelerin model alınması ve bu ülkelerin Türkiye için yol gösterici olması hedeflenmektedir.

Ülkelerin sağlık düzeylerinin belirlenmesi ile ilgili bundan sonra yapılacak çalışmalarda sağlığı doğrudan ya da dolaylı olarak etkileyen değişkenlerin sayılarının artırılmasının ve farklı çevre değişkenlerinin ele alınmasının faydalı olacağı düşünülmektedir.

## Kaynaklar

- Afsharina, A. & M. Bagherpour & K. Farahmand (2013), "Efficiency Measurement of Clinical Units Using Integrated Independent Component Analysis - DEA Model Under Fuzzy Conditions", *International Journal of Hospital Research*, 2(3), 108-117.
- Altıntaş, T. (2012), "Türkiye ve Avrupa Birliği'ne Üye Ülkelerin Sağlık Göstergeleri Açısından Çok Değişkenli İstatistik Yöntemlerle Karşılaştırılması", *Doktora Tezi*, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Apaydın, A. & T. Güneş (2007), "Bulanık Veri Zarflama Analizi Tekniği ile Türkiye'de Birinci Derece Kalkınma Öncelikli Yörelere Etkinliklerinin Ölçülmesi", *5. İstatistik Kongresi*. Antalya, 134-135.
- Artut, A. (2013), "İktisadi ve İdari Bilimler Fakültelerinin Bulanık Veri Zarflama Analizi ile Etkinlik Ölçümü", *Yüksek Lisans Tezi*, Cumhuriyet Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Sivas.
- Auster, R. & I. Leveson & D. Sarachek (1972), "The Production of Health, an Exploratory Study", V.R.Fuchs (Ed.), *Essays in the Economics of Health and Medical Care* içinde, New York: National Bureau of Economic Research, 135-158, <<http://www.nber.org/chapters/c3454>>, 14.10.2015.
- Balkan, H. (2011), "Determining the Relative Efficiency of the Shock Markets by Classical and Fuzzy Data Envelopment Analysis", *Yüksek Lisans Tezi*, Bahçeşehir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.



- Costantino, N. & M. Dotoli & N. Epicoco & M. Falagario & F. Sciancalepore (2013), “Using Cross-Efficiency Fuzzy Data Envelopment Analysis For Healthcare Facilities Performance Evaluation Under Uncertainty”, *International Conference on Systems, Man, and Cybernetics*, Manchester, 912-917.
- Çakır, S. (2015), “Bütünleşik Bulanık Shannon Entropi-Bulanık Veri Zarflama Analizi Yöntemiyle Teknoloji Firmalarında Etkinlik Ölçümü”, *Doktora Tezi*, Karadeniz Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Trabzon.
- Demir, A. & F. Bakırcı (2014), “OECD Üyesi Ülkelerin Ekonomik Etkinliklerinin Veri Zarflama Analiziyle Ölçümü”, *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 28(2), 109-132.
- Ebrahimnejad, A. (2012), “Cost Efficiency Measures With Trapezoidal Fuzzy Numbers in Data Envelopment Analysis Based on Ranking Functions: Application in Insurance Organization and Hospital”, *International Journal of Fuzzy System Applications*, 2(3), 51-68.
- Ege, İ. (2009), “Firmaların Etkinliğinin Bulanık Veri Zarflama Analizi ile Belirlenmesi: İMKB 30 Endeksi Üzerine Bir Uygulama”, *EconAnadolu 2009: Anadolu Uluslararası İktisat Kongresi*, Eskişehir.
- Güneş, T. (2006), “Bulanık Veri Zarflama Analizi”, *Yüksek Lisans Tezi*, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Güngör, İ. & K.O. Oruç (2009), “Bulanık Veri Zarflama Analizi Modellerinin Karşılaştırılması: Sıralı ve Sınırlanmış Bulanık Veriler İçin”, *Alanya İşletme Fakültesi Dergisi*, 1(1), 17-32.
- Hadi-Vencheh, A. & A. Hatami-Marbini & Z. Ghelej Beigi & K. Gholami (2014), “An Inverse Optimization Model for Imprecise Data Envelopment Analysis”, *Optimization*, (ahead-of-print), 1-14.
- Hatami-Marbini, A. (2011), “Data Envelopment Analysis with Fuzzy Parameters: an Interactive Approach”, *International Journal of Operations Research and Information Systems*, 2(3), 39-53.
- Hatami-Marbini, A. & A. Emrouznejad & M. Tavana (2011), “A Taxonomy and Review of the Fuzzy Data Envelopment Analysis Literature: Two Decades in the Making”, *European Journal of Operational Research*, 214, 457-472.
- Kocaman, A.M. & M. Mutlu & D. Bayraktar & Ö.M. Araz (2012), “OECD Ülkelerinin Sağlık Sistemlerinin Etkinlik Analizi”, *Endüstri Mühendisliği Dergisi*, 23(4), 14-31.
- Kumar, A. & L. Özdamar (2004), “International Comparison of Healthcare Systems”, *International Journal of the Computer, the Internet and Management*, 12(3), 81-95.
- Lertworasirikul, S. & S.C. Fang & J.A. Joines & H.L.W. Nuttle (2003), “Fuzzy Data Envelopment Analysis (DEA): A Possibility Approach”, *Fuzzy Sets and Systems*, 139, 379-394.
- Lorcu, F. (2008), “Veri Zarflama Analizi (DEA) ile Türkiye ve Avrupa Birliği Ülkelerinin Sağlık Alanındaki Etkinliklerinin Değerlendirilmesi”, *Doktora Tezi*, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Lorcu, F. & B. Acar Bolat & A. Atakişi (2012), “Examining Turkey and Member States of European Union in Terms of Health Perspectives of Millennium Development Goals”, *Quality and Quantity*, 46, 959-978.

- Orhan Aksoy, S. (2007), “Türkiye’de Yerleşim Yeri Bazlı Sağlık Belirleyicilerinin Bazı Sağlık Düzeyi Göstergeleri ile İlişkisi”, *Yüksek Lisans Tezi*, Celal Bayar Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Manisa.
- Oruç, K.O. & İ. Güngör & M.F. Demiral (2009), “Üniversitelerin Etkinlik Ölçümünde Bulanık Veri Zarflama Analizi Uygulaması”, *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 22, 279-294.
- Razavi, S.H. & H. Amoozad & E.K. Zavadskas & S.S. Hashemi (2013), “A Fuzzy Data Envelopment Analysis Approach Based on Parametric Programming”, *International Journal of Computers Communications and Control*, 8(4), 594-607.
- Retzlaff-Roberts, D. & C.F. Chang & R.M. Rubin (2004), “Technical Efficiency in the Use of Healthcare Resources: A Comparison of OECD Countries”, *Health Policy*, 69(1), 55-72.
- Saen, R.F. (2011), “An Innovative Approach for International Market Selection”, *International Conference on Computer Communication and Management*, Singapore, 598-601.
- Sağlık Bakanlığı Temel Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü (2011), *Sağlığın Teşviki ve Geliştirilmesi Sözlüğü*, Ankara.
- Sümbüloğlu, V. & R.E. Sezer & K. Sümbüloğlu (1999), “*Epidemiyoloji ve Araştırma Teknikleri*”, Somgür Yayıncılık, Ankara.
- Şafak, İ. (2009), “Ege Bölgesi Orman İşletmelerinin Etkinlik Düzeylerinin Belirlenmesi”, *Doktora Tezi*, Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Manisa.
- Şafak, İ. & A.U. Gül & M.E. Akkaş & S.Ü. Portakal & M. Gediklili & Ş.M. Kanat (2013), “Efficiency Determination of the Forest Sub-Districts By Using Fuzzy Data Envelopment Analysis (Case Study: İzmir Forest Regional Directorate)”, *Eurasian Journal of Forest Science*, 1(1), 1-19.
- Tarcan, M. & Y. Çelik & C. Plante & M. Younis (2015), “An Investigation into the Economies of Scale in Turkish Ministry of Health Hospitals”, *Journal of Public Budgeting, Accounting and Financial Management*, 27(1), 98-116.
- Temür, Y. & F. Bakırcı (2008), “Türkiye’de Sağlık Kurumlarının Performans Analizi: Bir VZA Uygulaması”, *Sosyal Bilimler Dergisi*, X(3), 261-281.
- Ünal, E. (2012), “Sağlık Ekonomisi”, M. Ateş (Ed.), *Sağlık İşletmeciliği*, Beta Yayınları, İstanbul, 179-235.
- Wang, Y.M. & R. Greatbanks & J.B. Yang (2005a), “Interval Efficiency Assessment Using Data Envelopment Analysis”, *Fuzzy Sets and Systems*, 153, 347-370.
- Wang, Y.M. & J.B. Yang & D.L. Xu (2005b), “A Preference Aggregation Method through the Estimation of Utility Intervals”, *Computers and Operations Research*, 32, 2027-2049.
- WHO (2014), *Global Reference List of 100 Core Health Indicators*, Geneva.
- Vehid, S. (2000), “Temel Demografik ve Sağlık Düzeyi Ölçütleri Açısından Türkiye ile Avrupa Birliği’ne (AB) Üye Ülkelerin Karşılaştırılması”, *Cerrahpaşa Tıp Dergisi*, 31(2), 100-106.

Yeşilaydın, G. & N. Alptekin (2016), “Bulanık Veri Zarflama Analizi İle OECD Ülkelerinin Sağlık Alanındaki Etkinliklerinin Değerlendirilmesi”, *Sosyoekonomi*, Vol. 24(30), 207-224.