

Makale türü / Article type: Araştırma

Resource Allocation of the National Sport Federations of Turkey with Inverse DEA

Türkiye Ulusal Spor Federasyonlarında Ters VZA ile Kaynak Tahsisi

Arş. Gör. Gökhan ÇAKIR

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, gokhan.cakir@erdogan.edu.tr
ORCID: 0000-0002-6800-9816

Doç. Dr. Süleyman ÇAKIR

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, İİBF, suleyman.cakir@erdogan.edu.tr
ORCID: 0000-0003-0334-8777

Abstract

In order to meet the expectations of their stakeholders involving athletes, coaches, sponsors and public authorities, national sport federations (NSFs) need to undertake performance measurement models. In this study, using inverse Data Envelopment Analysis (InDEA) models, an efficiency analysis of 15 sports federations of Turkey which participated in the 18th Mediterranean Games was performed. The results revealed that the average efficiency of the sports federations was considerably low. The suggested InDEA model can help managers of NSFs and different organizations with production analysis, performance measurement, resource planning and strategic management.

Keywords: National Sport Federations, Inverse Data Envelopment Analysis, Resource Allocation

Extended Abstract

Introduction: This article has two main purposes. June 22 July-July 01, 2018 in Tarragona, Spain, the first of which was held 18. Analysis of the events of 15 (fifteen) sports federations competing at the Mediterranean Games. Accordingly, the first research question of the article is: "which of the 15 federations works efficiently? Classical VZA methods were used to answer this question. The second purpose of the study is to make some resource reallocation calculations for the federations in question. In this context, the second research question is: "among 15 federations, suppose that the inputs or outputs of a particular unit are increased to a certain level, how much output or input should the DMU receive, provided that the efficiency of the relevant unit is ensured? does it stay stable?"

Method: In this section, the algorithms of the mathematical methods used in the paper are outlined.

Assume that there are n DMUs utilize m positive inputs and generate s positive outputs. Let's denote $x_{ij} > 0$ ($i = 1, \dots, m; j = 1, \dots, n$) as the i -th input of the j -th DMU and $y_{rj} > 0$ ($r = 1, \dots, s; j = 1, \dots, n$) as the r -th output of the j -th DMU. To compute the efficiency of a DMU $_o$, $0 \in \{1, 2, \dots, n\}$ Charnes et al. (1978) introduced the following input-oriented DEA model based on constant return to scale (CRS).

Min θ_o

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} \leq \theta_o x_{io} \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} \geq y_{ro} \quad r = 1, 2, \dots, s \quad (1)$$

$$\lambda_j \geq 0 \quad j = 1, 2, \dots, n$$

Banker, Charnes & Cooper (1984) provided BCC-DEA model that enables efficiency measurement under variable returns to scale (VRS) by embedding the convexity $\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$ constraint to the above CCR model. The output-oriented version of BCC-DEA model is given below.

Max φ_o

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} &\leq x_{io} & i = 1, 2, \dots, m \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} &\geq \varphi y_{ro} & r = 1, 2, \dots, s \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j &= 1 \\ \lambda_j &\geq 0 & j = 1, 2, \dots, n \end{aligned} \quad (2)$$

Definition. If the optimal value of Model (1) and (2) is equal to 1 ($\theta_o, \varphi_o=1$), DMU_o is regarded as an efficient unit otherwise, we call it an inefficient unit.

For introducing the devised InDEA model, consider the following question: if the outputs of a specific DMU change and we desire the efficiency score of this DMU to remain unchanged, how much should the inputs of this DMU change? To solve our problem, we assume the outputs of DMU_o changed from y_o to $\beta_o = y_o + \Delta y_o$, where the vector

$\Delta y_o \in \mathfrak{R}^s$. To reckon the input vector α_o , we can use the following MOLP model (Hadi-Venchech, 2006):

Min $(\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_m)$

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} &\leq \theta_o^* \alpha_o & i = 1, 2, \dots, m \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} &\geq \beta_o & r = 1, 2, \dots, s \\ \lambda_j &\geq 0 & j = 1, 2, \dots, n \end{aligned} \quad (3)$$

Here, $\alpha = x_o + \Delta x$, $\Delta x \in \mathfrak{R}^m$ denotes the input vector.

There are many methods for dealing with MOLP problems such as goal programming and the total weighted method (see Steuer 1986; Taghizadeh, Bagherpour & Mahdavi 2011). Among these, the total weighted method developed by Steuer (1986) has a relatively easy calculation procedure and can allow for the choices of decision makers in the model. When we adapt the total-weighted method to the model (3), it is converted into the following form:

$$\begin{aligned} \text{Min } \sum_{i=1}^m w_i \alpha_i \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} &\leq \theta_o^* \alpha_o & i = 1, 2, \dots, m \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} &\geq \beta_o & r = 1, 2, \dots, s \end{aligned} \quad (4)$$

$$\lambda_j \geq 0 \quad j = 1, 2, \dots, n$$

Here, w_i , ($i=1, \dots, m$) denotes the weight/priority of the decision-makers assigned to the i th objective function.

Now, suppose we desire to change the input level of DMU_o from x_o to $\alpha_o = x_o + \Delta x_o$, $\Delta x \in \mathfrak{R}^m$ provided that the efficiency score of the DMU_o retains unchanged. Then, how much outputs should the DMU produce? To cope with this question, the following MOLP model can be conducted.

$$\begin{aligned} \text{Max } & \sum_{r=1}^s w_r \beta_r \\ & \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} \leq \alpha_o \quad i = 1, 2, \dots, m \\ & \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} \geq \varphi_o^* \beta_o \quad r = 1, 2, \dots, s \\ & \lambda_j \geq 0 \quad j = 1, 2, \dots, n \end{aligned} \quad (5)$$

The VRS versions of Models (4) and (5) can be obtained by adding the convexity constraint $\sum \lambda_j = 1$.

Findings: We used the ratio between the number of medals won and the number of medals offered in this category as an input variable. The aim is to have a fairer efficiency assessment as some sports federations (eg Athletics) offer more medals than other federations. Data were collected from T. C. Ministry of Youth and Sports website (<https://www.gsb.gov.tr/>).

According to the CCR-DEA model, Weightlifting, Table Tennis, Badminton and Archery Federations have been found to be efficient since their efficiency score is 1. The geometric mean productivity score of the 15 federations is quite low (0.379), which means they use their resources very inefficiently and inefficiently. Input-oriented DEA models define the minimum amount of input required to reach certain output levels. In contrast, output oriented models show the maximum amount of output that can be achieved with given inputs. As seen in columns 3 and 4 in Table 3, 7 federations in the BCC-I model and 8 federations in the BCC-O model reached 1 efficiency value. Therefore, these federations are considered efficient units while the remaining federations are inefficient units. As seen in Table 3, Badminton, Weightlifting, Table Tennis and Archery federations have emerged as effective units in all three models. It can therefore be concluded that these federations perform best among the 15 sports Federations, that is, they use less resources (input) and produce more output than inefficient federations.

The managers of inefficient federations should investigate where their resources are being spent and develop new strategies to increase their output. However, it should be noted that the RIA efficiency scores reflect the relative efficiency levels of organizations, that is, efficiency scores will change when we add new Dmu's or exclude some existing Dmu's.

Keywords: National Sport Federations, Inverse Data Envelopment Analysis, Resource Allocation

JEL Classification: C61

Özet

Sporcular, antrenörler, sponsorlar ve kamu otoritelerini içeren paydaşlarının beklentilerini karşılamak için ulusal spor federasyonlarının (NSF'ler) performans ölçüm modellerini üstlenmesi gerekmektedir. Bu çalışmada Ters Veri Zarflama Analizi (InDEA) modelleri kullanılarak 18. Akdeniz Oyunları'na katılan Türkiye'den 15 spor federasyonunun etkinlik analizi yapılmıştır. Sonuçlar, spor federasyonlarının ortalama verimliliğinin oldukça düşük olduğunu ortaya koymuştur. Önerilen InDEA modeli, NSF'lerin ve farklı organizasyonların yöneticilerine üretim analizi, performans ölçümü, kaynak planlama ve stratejik yönetim konusunda yardımcı olabilir.

Anahtar Kelimeler: Ulusal Spor Federasyonları, Ters Veri Zarflama Analizi, Kaynak Tahsisi

JEL Sınıflandırması: C61

GİRİŞ

Spor federasyonları; ulusal ve uluslararası mevzuata göre spor branşı ile ilgili faaliyetleri yürüten, sporun ülke içerisinde yayılmasını ve gelişimini sağlayan, her spor paydaşının kolay bir şekilde ulaşabilmesi ve yerel yönetimlerle iş birliği yapabilmesi için ülke sınırları içerisinde teşkilatlanan, çeşitli projeler hazırlanması ve uygulanmasıyla sporun altyapı ve gelişimini sağlayan bir spor sistemi olarak tanımlanmaktadır. Ayrıca kulüplerin, sporcuların ve antrenörlerin tescil işlemlerini yapılması ve yüksek performanslı sporcular yetiştirilmesi de federasyonların görevleri arasında yer almaktadır (Yetim, 2019). Spor federasyonları tüm bu işlemleri yapabilecek bütçeyi ise; genel müdürlük bütçesinden gelen pay, yayın hakları, sponsorlar, kurum ve kişiler, ceza ödemelerinden aldıkları ücretlerle oluşturarak işleyişini sürdürmektedir (MBS, 2021).

Son zamanlarda, ulusal spor organizasyonları verimliliklerini ve etkinliklerini sürekli iyileştirmek amacıyla daha fazla işletme benzeri sistemlere dönüşmektedirler (Madella et al., 2005). Kamu ve özel sektör sponsorları gibi paydaşlar tarafından finanse edilen ulusal spor organizasyonları sınırlı kaynaklar için çevrelerindeki diğer kâr amacı gütmeyen kuruluşlarla rekabet hâlinindedir (Winand et al., 2010). Bir sporcunun veya takımın kaynak kullanmadaki başarısı, ulusal sistemin performansı ile ilişkilidir (Wolstencroft, 2002). Ulusal spor organizasyonları kamusal hizmet işlevinin yanı sıra, birçok profesyonel çalışan istihdam ettikleri için artan bir ekonomik öneme sahiptir.

Sporcular, antrenörler, sponsorlar ve kamu otoritelerini içeren paydaşlardan gelen zorlayıcı baskılar nedeniyle, ulusal spor organizasyonlarının bu paydaşları tatmin etmek için performans ölçüm modelleri uygulaması gerekir (O'boyle & Hassan, 2014). Bir başka ifade ile spor federasyonlarının ortak amaçlar doğrultusunda hareket ettikleri düşünüldüğünde, benzer görevleri yerine getiren federasyonların, kendi içerisinde ne seviyelerde olduklarını görebilmelerinin yolu ancak geçerli ve güvenilir ölçümlere dayalı ve belirli aralıklarla yapılan etkinlik analiz çalışmalarıdır. Bu bağlamda, ulusal düzeyde spor faaliyetlerinin performans ölçümü, alanında araştırmacılar tarafından birçok çalışma ile incelenmiştir.

VZA (Charnes vd., 1978), sınırlı kaynaklarını (girdileri) yararlı çıktılara dönüştüren homojen karar verme birimlerinin(KVB) verimliliğini ölçmek için kullanılan matematiksel bir programlama yöntemidir. Girdi ve çıktı değişkenlerindeki değişiklikler, VZA yöntemi ile elde edilen etkinlik sınırını önemli ölçüde etkiler (Lertworasirikul, Charnsethikul ve Fang, 2011). Buradaki bir tartışma konusu, kısa vadede girdi/çıktı varyasyonunun varlığında bir birimin ulusal spor organizasyonları skorunun nasıl korunacağıdır. Bu tür kaynak tahsisi problemleri literatürde ters optimizasyon problemleri olarak kabul edilir ve ters VZA modelleri bunlara bir çözüm sağlamaya çalışır.

Akdeniz Oyunları, Uluslararası Olimpiyat Komitesi(IOC) tarafından onaylanmış ve olimpiyat çerçevesinde düzenlenen birçok spor dalını içeren bir organizasyondur. Katılım, Akdeniz coğrafi bölgesinde, Uluslararası Akdeniz Oyunları Komitesi(ICMG) üye ülkelerinin her birinin olimpiyat komiteleri tarafından yetkilendirilmiştir. Her dört yılda bir düzenlenen oyunlar, Akdeniz havzası ülkeleri için olimpiyat oyunlarından sonra en önemli spor etkinliğidir. Oyunlar, Akdeniz ülkeleri arasında sosyal ve kültürel yakınlaşma sağlamak amacıyla düzenlenmiştir. Oyunlarda olimpiyat kuralları uygulanır ve yarışmalar 15 gün içinde tamamlanır.

Bu araştırmanın iki ana amacı vardır. Bunlardan ilki, 22 Haziran-01 Temmuz 2018 tarihleri arasında İspanya'nın Tarragona kentinde düzenlenen 18. Akdeniz Oyunları'nda yarışan 15 (on beş) spor federasyonunun etkinlik analizini yapmaktır. Bu sayede spor federasyonlarının kaynaklarını amaçları doğrultusunda etkin ve verimli kullanıp kullanmadıklarını belirlenmeye çalışılacaktır.

Buna göre, çalışmanın ilk araştırma sorusu şudur: "15 federasyondan hangileri etkin faaliyet göstermiştir? Bu soruyu cevaplamak için klasik VZA yöntemleri kullanılmıştır.

Çalışmanın ikinci amacı, söz konusu federasyonlar için bazı yeniden kaynak tahsis hesaplamaları yapmaktır. Bu kapsamda, ikinci araştırma sorusu şu şekildedir: "15 Federasyondan herhangi birinin, girdi veya çıktı düzeyleri belirli bir miktar artırıldığında, ilgili birimin etkinlik skorunun sabit kalması için diğer girdi veya çıktıların hangi değeri alması gerekmektedir?

Hadi-Vencheh ve Foroughi (2006) tarafından geliştirilen ters VZA modeli yukarıda bahsedilen araştırma sorularına cevap vermek için geliştirilmiştir. Bu çalışma, ulusal spor organizasyonları için ters optimizasyon problemini ele alan literatürdeki ilk çalışmalardan biridir. Araştırmanın önerilen etkinlik ölçüm modeli, daha önce geliştirilen VZA modelleri tarafından ele alınamayan üretim analizi ve kaynak planlaması için yeni bir çerçeve sunmaktadır. Önerilen çerçeve, karar vericiler tarafından diğer spor organizasyonlarında ek kaynakların tahsis edilmesi amacıyla da kullanılabilir. Çalışmanın akışı aşağıdaki gibidir. Bu alanda yapılmış çalışmalarla ilgili literatür taraması Bölüm 2'de verilmiştir. Klasik VZA ve ters VZA modelleri Bölüm 3'te kısaca açıklanmıştır. Bölüm 4, uygulamaya ayrılmıştır ve son olarak, sonuçlar Bölüm 5'te sunulmuştur.

3. LİTERATÜR TARAMASI

IOC tarafından uluslararası spor etkinliklerinde uygulanan geleneksel sıralama yöntemi, altın madalya sayısı öncelikli olmak üzere, gümüş ve bronz madalya sayısına dayalıdır (Jablonsky, 2018). Birçok çalışmada bu yöntemin eksikliklerine odaklanılmış ve çalışmalarda yeni sıralama yöntemleri önerilmiştir.

Condon vd. (1999), Atlanta 1996 oyunlarına katılan 195 ülkenin başarısını tahmin etmek için yapay sinir ağı tekniği ve regresyon analizini kullanmışlardır. Sonuç olarak; arazi alanı, nüfus ve kişi başına düşen gayrisafi yurt içi hasıla (GSYİH) değişkenleri olimpiyat başarısının ana belirleyicileri olarak ortaya çıkmıştır. Hoffmann, Ging ve Ramasamy (2004) Güneydoğu Asya ülkeleri birliği (ASEAN) yetersiz performansını etkileyen faktörlerini araştırmıştır. Çalışma sonucunda bir ülkenin göreceli GSYİH, siyasi sistem, iklim ve göreceli nüfus büyüklüğünün, ülke performanslarını tahmin etmede etkili olduğu belirlenmiştir.

Madella vd. (2005), büyük uluslararası spor etkinliklerinde (Dünya/Avrupa Şampiyonası ve Olimpiyat Oyunları) yarışan İtalya, Yunanistan, Portekiz ve İspanya'nın ulusal yüzme federasyonlarının organizasyonel performansını ölçmüştür. İnsan kaynakları, finans, kurumsal iletişim, hizmetlerin hacmi ve kalitesi ve sporcuların uluslararası performansı gibi beş temel boyuta dayanan bir çerçeve önermişlerdir. Uygulama sonucunda kişi başına düşen GSYİH veya GSYİH, olimpiyat başarısının en iyi belirleyicisi olarak önerilmiştir (Wu et al., 2010; Bernard & Busse, 2004; Moosa & Smith, 2004).

Valenti vd. (2019), 55 ülkenin kadın millî futbol takımlarının uluslararası başarısında finansal destek, insan kaynakları, koçluk desteği ve kuruluş aşaması faaliyetinin uzun dönem etkisini incelemişlerdir. Elde edilen sonuçlar, mali destek, insan kaynakları ve kuruluş aşaması faaliyetlerinin önemli bir etkisi olmamasına rağmen, son derece uzmanlaşmış koçluk desteğinin kadın millî takımlarının uluslararası başarı üzerinde pozitif bir etkisi olduğunu ortaya koymuştur.

Son yıllarda VZA, ülkelerin ve ulusal spor organizasyonlarının uluslararası başarısını ölçmek için en çok tercih edilen analitik tekniklerden biri olmuştur. Kapsamlı bir VZA literatür taraması için Emrouznejad ve Yang'ın (2018) çalışmasına başvurulabilir. Carlos vd. (2017) tarafından 2010, 2011 ve 2012 yıllarında uluslararası şampiyonalara katılan 19 İspanyol olimpik spor federasyonunun etkinliği ölçülmüştür. Meza vd. (2015), 2011 Guadalajara Pan Amerikan Oyunları'na katılan Brezilya'nın 26 spor konfederasyonunun etkinliğini analiz etmişlerdir. Lozano vd., (2002); Beasley, (2003); Zhang vd., (2009); Wu vd. (2010); Wu

vd. (2013); Shirouyehzad ve Yazdani (2014) ile Lei vd. (2015), olimpiyat oyunlarının veya diğer uluslararası spor etkinliklerinin etkinliğini ölçmek için VZA'yı uygulayan diğer çalışmalar arasındadır.

VZA Uygulamalarında önemli bir konu da şu soruyu ele almak olacaktır: Eğer birkaç KVB arasından birinin bazı girdilerinde belirli bir düzeyde artış yapılırsa, ilgili birimin etkinlik skorunu korumak şartıyla çıktı düzeyleri ne olmalıdır? Benzer şekilde, bir birimin etkinlik skoru değiştirilmeden çıktı düzeylerinin belirli bir miktar artırılmak istendiği varsayılınsın. Bu durumda o birimin girdi düzeyleri ne olmalıdır? Mevcut VZA yöntemleri bahsedilen soruları cevaplayamadığından, Wei vd. (2000), söz konusu vakaları ele alabilen çok amaçlı doğrusal programlamaya (ÇADP) dayanan bir ters VZA modeli sunmuştur.

Wei vd. (2000)'nin öncü çalışmalarını takiben farklı araştırmacılar tarafından yöntemde bazı değişiklikler ve yenilikler önerilmiştir (Yan et al., 2002; Abdollah et al., 2008; Lertworasirikul et al., 2011; Ghiyasi, 2015; Jahanshahloo et al., 2014; Hadi-Vencheh et al., 2014; Zhang & Cui, 2016).

Hadi-Vencheh ve Foroughi (2006), bazı girdilerin/çıktıların artışını/azalışını eşzamanlı olarak tahmin eden geliştirilmiş bir ters VZA modeli önerirken, diğer modeller belirli bir VZA için çıktıların (girdilerin) bir kısmı veya tamamı arttığında diğer girdileri (çıktıları) hesaplar. Bunun yanında, mevcut modeller etkisiz birimler için bir (ÇADP) ve zayıf etkin KVB'ler için bir doğrusal programlama kullanmasına rağmen, bu model KVB'lerin etkinliğini veya etkisizliğini göz ardı ederek girdi/çıktı seviyelerini hesaplayan bir ÇADP önermektedir. Bazı araştırmacılar, bugüne kadar farklı kuruluşlar için ters optimizasyon yapmak için ters VZA modellerini kullanmışlardır (Gattoufi vd., 2015; Lim, 2016; Wegener ve Amin, 2019; Lin vd., 2019). Kapsamlı bir literatür taramasından sonra, spor organizasyonlarında kaynakların yeniden tahsisi ile ilgili yeterli çalışma olmadığı sonucuna varılabilir.

Yukarıda belirtilen literatürdeki boşluğu doldurmak için, bu çalışmada Hadi-Vencheh ve Foroughi (2006) tarafından geliştirilen ters VZA modeli kullanılarak 2018 yılında İspanya'nın Tarragona kentinde düzenlenen 18.Akdeniz Oyunları'na katılan 15 Türkiye spor federasyonu için bazı kaynak tahsisi hesaplamaları yapılmıştır. Bu çalışma, ulusal spor organizasyonları ve diğer spor organizasyonlarının yöneticileri için kaynak tahsisi konusunda bir referans kaynağı olarak hizmet etmeyi amaçlamaktadır.

4. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu bölümde çalışmada kullanılan matematiksel teknikler hakkında bilgi verilmiştir.

2.1. Klasik VZA Modelleri

n adet KVB'nin m adet pozitif girdi kullandığı ve s adet pozitif çıktı ürettiğini varsayılınsın. $x_{ij} > 0$ ($i = 1, \dots, m; j = 1, \dots, n$) j . KVB'nin i . girdisi ve $y_{rj} > 0$ ($r = 1, \dots, s; j = 1, \dots, n$) j . KVB'nin r . çıktısı olsun. KVBo'nun etkinliğini hesaplamak için, $0 \in \{1, 2, \dots, n\}$ Charnes vd. (1978), aşağıda gösterilen ölçeğe göre sabit getirili (CRS) ve girdiye yönelik VZA modelini geliştirdiler.

Min θ_0

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} &\leq \theta_0 x_{i0} & i = 1, 2, \dots, m \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} &\geq y_{r0} & r = 1, 2, \dots, s \\ \lambda_j &\geq 0 & j = 1, 2, \dots, n \end{aligned} \quad (1)$$

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

Banker, Charnes & Cooper (1984) ise CRS modeline $\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$ kısıtını ekleyerek ölçeğe göre değişken getiri (VRS) altında etkinlik ölçümünü mümkün kılan BCC-VZA modelini literatüre kazandırdılar. Söz konusu modelin çıktı odaklı versiyonu denklem (2) ile ifade edilmektedir.

Max ϕ_0

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} &\leq x_{io} & i = 1, 2, \dots, m \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} &\geq \phi_0 y_{ro} & r = 1, 2, \dots, s \end{aligned} \quad (2)$$

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

$$\lambda_j \geq 0 \quad j = 1, 2, \dots, n$$

Tanım: Eğer model (1) ve model (2)'nin optimal değerleri 1 olursa ($\theta_0, \phi_0=1$), KVBo etkin bir karar birimi olarak değerlendirilir, diğer durumlarda ise etkinsiz kabul edilir.

2.2. Ters VZA Modelleri

Belirli bir karar biriminin çıktı miktarını değiştirildiğinde o birimin etkinlik skoru aynı kalmak şartıyla girdi miktarları ne kadar değiştirilmelidir? Problemimizi çözmek için, KVBo'nun çıktılarının y_0 düzeyinden $\beta_0 = y_0 + \Delta y_0$ düzeyine çıkarıldığı varsayalım, burada $\Delta y_0 \in \mathfrak{R}^s$. Girdi vektörü α_0 değişkenini hesaplamak için aşağıdaki ÇADP modelinden yararlanılabilir (Hadi-Venchech, 2006):

Min ($\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_m$)

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} &\leq \theta_o^* \alpha_o & i = 1, 2, \dots, m \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} &\geq \beta_o & r = 1, 2, \dots, s \\ \lambda_j &\geq 0 & j = 1, 2, \dots, n \end{aligned} \quad (3)$$

Burada, $\alpha = x_0 + \Delta x$, $\Delta x \in \mathfrak{R}^m$ girdi vektörünü göstermektedir.

ÇADP problemlerini çözmek için hedef programlama ve toplam ağırlıklı yöntem gibi çeşitli yöntemler önerilmiştir (Steuer 1986; Taghizadeh vd., 2011). Bunlar arasında Steuer (1986) tarafından geliştirilen toplam ağırlıklı yöntem, basit bir hesaplama prosedürüne sahiptir ve karar vericilerin tercihlerini dikkate alır. Toplam ağırlıklı yöntemi Model (3)'e uyarladığımızda Model (4) elde edilir.

$$\begin{aligned}
& \text{Min} \sum_{i=1}^m w_i \alpha_i \\
& \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} \leq \theta_o^* \alpha_o \quad i = 1, 2, \dots, m \\
& \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} \geq \beta_o \quad r = 1, 2, \dots, s \\
& \lambda_j \geq 0 \quad j = 1, 2, \dots, n
\end{aligned} \tag{4}$$

Burada, w_i , ($i=1, \dots, m$) i . amaç fonksiyonuna karar vericiler tarafından atanan ağırlığı göstermektedir.

Benzer biçimde, KVBo'nun etkinlik skoru sabit kalmak koşuluyla girdilerinin x_o düzeyinden $\alpha_o = x_o + \Delta x_o$, $\Delta x \in \mathfrak{R}^m$ düzeyine çıkarıldığı varsayalım. Bu durumda, ilgili karar birimi ne kadar çıktı üretmelidir? Bu soruya cevap bulabilmek amacıyla eşitlik (5) ile ifade edilen ÇADP modeli kullanılabilir.

$$\begin{aligned}
& \text{Max} \sum_{r=1}^s w_r \beta_r \\
& \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} \leq \alpha_o \quad i = 1, 2, \dots, m \\
& \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} \geq \phi_o^* \beta_o \quad r = 1, 2, \dots, s \\
& \lambda_j \geq 0 \quad j = 1, 2, \dots, n
\end{aligned} \tag{5}$$

Models (4) ve (5)'e $\sum \lambda_j = 1$ kısıtı eklenerek modellerin VRS versiyonları elde edilmektedir.

Literatürde kredi hacmi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiye yönelik çalışmalar daha çok finansal gelişme ve ekonomik büyüme kapsamında ele alınmaktadır. Finansal gelişmenin ekonomik büyümeyi mi yoksa ekonomik büyümenin finansal gelişmeyi mi sağladığı sorusunun cevabının tespiti için yapılan çalışmalarda farklı sonuçlara ulaşılmıştır.

5. BULGULAR

18. Akdeniz Oyunları 22 Haziran - 01 Temmuz 2018 tarihleri arasında 26 farklı ülkeden 4000 sporcu ile İspanya'nın Tarragona kentinde düzenlenmiştir. Türkiye 33 disiplinde 345 sporcuyla karşılaşmalara katılmış ve 15 farklı kategoride toplam 95 madalya kazanmıştır. Burada, Türkiye'ye ait 15 spor federasyonunun etkinliği ölçülmüştür. Ayrıca bazı girdi/çıktı değişimlerini göz önünde bulundurarak yeniden kaynak tahsisi yapılmıştır.

Karar birimleri belirlendikten sonra ters VZA uygulamasında kullanılacak girdi/çıktı kümesi belirlendi. Dikkate alınan KVB'lerin sayısına göre çok fazla girdi ve çıktı, VZA'nın ayrımcı gücünü azaltabilir. Ramanathan (2003), KVB sayısının kullanılan toplam girdi ve çıktı sayısının iki veya üç katından az olmaması gerektiğini öne sürmektedir. Bu kısıt ve önceki çalışmaları göz önünde bulundurarak uygulamada kullanılacak beş değişken (iki girdi ve üç çıktı) belirlenmiştir. Tablo 1'de sergilenen bu değişkenler, önceki çalışmalarda yaygın olarak kullanılanlar arasındadır.

Tablo 1. Girdi ve Çıktı Değişkenleri

Değişken	Tür	Kod	Açıklama	İlgili çalışma
Bütçe	Girdi	I ₁	2018 yılı için Federasyona ayrılan toplam kamu bütçesi	Carlos vd. (2017)
Sporcu Sayısı	Girdi	I ₂	2018 yılında Federasyondaki toplam lisanslı sporcu sayısı	Madella vd. (2005)
Kazanılan altın madalya sayısı/toplam altın madalya sayısı	Çıktı	O ₁	Kazanılan altın madalya sayısı/İlgili kategoride dağıtılan altın madalya sayısı	Meza vd. (2015)
Kazanılan gümüş madalya sayısı/toplam gümüş madalya sayısı	Çıktı	O ₂	Kazanılan gümüş madalya sayısı/İlgili kategoride dağıtılan gümüş madalya sayısı	Valerio ve Meza (2013)
Kazanılan bronz madalya sayısı/toplam bronz madalya sayısı	Çıktı	O ₃	Kazanılan bronz madalya sayısı/İlgili kategoride dağıtılan bronz madalya sayısı	Meza vd. (2015)

Tablo 1'de görüldüğü gibi, ilgili kategoride kazanılan madalya sayısı ile dağıtılan madalya sayısı arasındaki oran çıktı değişkeni olarak kullanılmıştır. Burada amaç, bazı spor federasyonları (örneğin Atletizm) diğer federasyonlardan daha fazla madalya dağıttığından, daha adil bir etkinlik değerlendirmesi yapmaktır. Veri setinin tamamı ve bazı tanımlayıcı istatistikler Tablo 2'de gösterilmektedir. Veriler T.C. Gençlik ve Spor Bakanlığı internet sitesinden (<https://www.gsb.gov.tr/>) toplanmıştır.

Tablo 2. Veri Seti ve Tanımlayıcı İstatistikler

Federations	I ₁	I ₂	O ₁	O ₂	O ₃
Atletizm	17 462 921.76	214 550	0.086	0.111	0.030
Badminton	4 214 639.49	84 761	0.250	0.500	0.250
Bocce	2 163 899.10	33 612	0.111	0.111	0.000
Boks	11 700 000	107 852	0.111	0.222	0.167
Jimnastik	9 594 451.14	67 520	0.133	0.333	0.133

Güreş	21 473 459.31	124 872	0.571	0.143	0.136
Halter	2 976 805.71	11 971	0.250	0.167	0.208
Judo	13 623 631	96 234	0.071	0.071	0.143
Karate	8 128 557.50	201 258	0.200	0.200	0.158
Masa Tenisi	3 044 679.93	120 559	0.000	0.250	0.250
Okçuluk	8 946 233.54	28 001	0.250	0.000	0.500
Tekwando	15 795 363.85	406 185	0.250	0.000	0.250
Tenis	9 579 990.26	48 987	0.500	0.000	0.250
Voleybol	37 733 496.84	271 316	0.250	0.000	0.500
Yüzme	12 215 949.70	167 128	0.000	0.024	0.175
<i>Ortalama</i>	11 910 271.94	132 320	0.202	0.142	0.210
Mak.	37 733 496.84	406 185	0.571	0.500	0.500
Min.	2 163 899.10	11 971	0.000	0.000	0.000
Std. Sapma	9 078 203.165	106 119	0.163	0.143	0.140

3.1. VZA Uygulaması

İlk olarak CCR-VZA, girdi odaklı BCC (BCC-I) ve çıktı odaklı BCC-DEA (BCC-O) olmak üzere geleneksel VZA modelleri kullanılarak etkinlik ölçümü yapılmıştır. Modellerin çözümünde LINDO programından yararlanıldı. Elde edilen etkinlik skorları Tablo 3'te gösterilmektedir.

Tablo 3. Federasyonların CCR-VZA ve BCC-VZA Etkinlik Skorları

No	Federasyonlar	CCR Skoru	BCC-I Skoru	BCC-O Skoru
1	Atletizm	0.072	0.134	3.769
2	Badminton	1.000	1.000	1.000
3	Bocce	0.675	1.000	1.000
4	Boks	0.249	0.265	1.800
5	Jimnastik	0.513	0.716	1.263
6	Güreş	0.317	1.000	1.000
7	Halter	1.000	1.000	1.000
8	Judo	0.148	0.200	2.800
9	Karate	0.323	0.359	1.648
10	Masa Tenisi	1.000	1.000	1.000
11	Okçuluk	1.000	1.000	1.000
12	Tekwando	0.221	0.242	1.500
13	Tenis	0.621	1.000	1.000
14	Voleybol	0.186	0.237	1.000
15	Yüzme	0.195	0.231	2.671
	<i>Ortalama</i>	0.379	0.493	1.402

CCR-VZA modeline göre badminton, halter, masa tenisi ve okçuluk federasyonları 1 etkinlik puanına sahip oldukları için etkin çıkmışlardır. 15 federasyonun geometrik ortalamalı etkinlik skorları oldukça düşüktür (0,379). Genel olarak federasyonların kaynaklarını etkisiz kullandıkları ifade edilebilir.

Girdi odaklı VZA modelleri, sabit çıktı seviyelerine ulaşmak için gereken minimum girdi miktarını hesaplar. Buna karşılık çıktı odaklı modeller, verilen girdilerle elde edilebilecek maksimum çıktı miktarını gösterir. Tablo 3'te görüldüğü gibi BCC-I modelinde 7 federasyon ve BCC-O modelinde 8 federasyon etkin faaliyet göstermiştir. Badminton, halter, masa tenisi ve okçuluk federasyonları her üç modelde de etkin birimler olarak ortaya çıktığı anlaşılmaktadır. Bu nedenle, bu federasyonların 15 spor federasyonu arasında en iyi performansı gösterdiği, başka bir deyişle diğer federasyonlara göre daha az kaynak (girdi) kullandıkları ve daha fazla çıktı ürettikleri sonucuna varılabilir.

Etkinsiz federasyonların yöneticileri, kaynaklarının nerede israf edildiğini araştırmalı ve çıktılarını artırmak için yeni stratejiler geliştirmelidir.

Bununla birlikte, VZA etkinlik skorları kuruluşların göreceli etkinlik düzeylerini yansıtır. Bir başka ifade ile yeni KVB'ler dâhil edildiğinde veya bazı mevcut KVB'ler hariç tutulduğunda etkinlik değerleri değişebilir.

3.2. Ters VZA Uygulaması

Burada, bazı spor federasyonları için yeniden kaynak tahsisi yapılmıştır. Halter Federasyonu'nun çıktı vektörünün $y_0 = (0.25, 0.167, 0.208)$ düzeyinden $\beta_0 = (0.5, 0.334, 0.104)$ düzeyine değiştirilmek istenildiğini varsayalım. 2018 Akdeniz Oyunları'nda halter sporunda 12 ağırlık kategorisinde (6 erkek, 6 bayan), 24 altın madalya (toplam 72) dağıtılmıştır. Etkinlik skoru 1 kalması koşuluyla, bu birimin girdilerinin ne kadar değişmesi gerektiğini hesaplamak için model (4)'ten yararlanılmıştır. Böylece, yeni optimal girdi vektörü $\alpha_0 = (5953611.5, 23942)$ şeklinde elde edilmiştir. Model (4) kullanılırken, her bir girdi değişkeninin eşit öneme sahip olduğu kabul edilerek $w = (1, 1)$ alınmıştır. Sonuç olarak, Halter Federasyonu'nun bu şartlar altında etkinliğini koruyabilmesi için bütçesini ve lisanslı sporcu sayısını % 100 artırması gerektiği ortaya çıkmıştır. Halter Federasyonu'nun girdi ve çıktılarının orijinal ve değiştirilmiş değerleri Tablo 4'te gösterilmektedir.

Tablo 4. Halter Federasyonu için Yeniden Kaynak Tahsisi

Değişken	Orijinal Değer	Yeni Değer	Değişim (%)
Kazanılan altın madalya sayısı/toplam altın madalya sayısı	0.25	0.5	+100
Kazanılan gümüş madalya sayısı/toplam gümüş madalya sayısı	0.167	0.334	+100
Kazanılan bronz madalya sayısı/toplam bronz madalya sayısı	0.208	0.104	-50
Bütçe	2 976 805.71	5953611.5	+100
Sporcu Sayısı	11 971	23942	+100

BCC-O modeline göre 1'den ($\varphi = 3,765$) yüksek bir etkinlik puanı elde ettiği için etkisiz bir birim olarak ortaya çıkan Atletizm Federasyonu için kaynak tahsisi yapılmıştır. Söz konusu birimin girdi vektörünün $x_0 = (17\ 462\ 921,76; 214450)$ düzeyinden $\alpha_0 = (10000000; 300000)$ düzeyine değiştirildiği varsayalım. Etkinlik skorunu korumak için bu birimin çıktıları ne kadar değişmelidir?

Bu problemi çözmek için Model (5)'ten yararlanıldı. IOC, altın madalya > gümüş madalya > bronz madalya sıralamasını kabul ettiğinden, bu çalışmada Lins vd. (2003) tarafından önerilen yaklaşım takip edilerek madalyaların ağırlık vektörü $w = (0.5814, 0.2437, 0.1749)$ olarak atanmıştır. Burada 0,5814, 0,2437 ve 0,1749 ağırlıkları sırasıyla altın, gümüş ve bronz madalyaların önem düzeyini göstermektedir. Bu ağırlıklı toplam model, her bir birimin etkinlik puanlarını hesaplarken ağırlıklarını optimize etmesini engeller.

Model (5) yardımıyla hesaplanan optimal çıktı vektörü $\beta_0 = (0.095, 0.101, 0.056)$ şeklindedir. Buna göre Atletizm Federasyonu etkinlik skorunu korumak için $\alpha_0 = (10000000; 300000)$ şeklindeki girdi vektörünü kullanarak $\beta_0 = (0.095, 0.101, 0.056)$ çıktı vektörünü üretmelidir. Atletizm Federasyonu değişkenlerinin orijinal ve değişen değerleri Tablo 5'te sunulmuştur.

Tablo 5. Atletizm Federasyonu için Yeniden Kaynak Tahsisi

Değişken	Orijinal Değer	Yeni Değer	Değişim (%)
Kazanılan altın madalya sayısı/toplam altın madalya sayısı	0.086	0.095	+10.47
Kazanılan gümüş madalya sayısı/toplam gümüş madalya sayısı	0.111	0.101	-9.01
Kazanılan bronz madalya sayısı/toplam bronz madalya sayısı	0.03	0.056	+86.67
Bütçe	17 462 921.76	10 000 000	-42.74
Sporcu Sayısı	214 550	300 000	+39.83

Yukarıda bahsedildiği gibi, Model (5) 'in amaç fonksiyonunda madalyalar için farklı ağırlıklar kullanmak farklı çıktı vektörlerine yol açabilir. Örneğin, (0.7, 0.3, 0.2) ağırlık vektörünü atarsak, Atletizm Federasyonu 3,765 olan etkinlik puanını korumak için $\alpha_0 = (10000000; 300000)$ girdi vektörünü kullanarak $\beta_0 = (0.133, 0.001, 0.065)$ çıktı vektörünü üretmelidir. Yukarıda verilen yaklaşım kullanılarak diğer federasyonlar için benzer hesaplamalar yapılabilir.

SONUÇ

Ulusal düzeyde farklı spor disiplinlerini yönetmekle yükümlü organlar olan spor federasyonları, olağanüstü spor başarıları elde etmek için sınırlı kaynakları yönetir (Carlos vd., 2017). Bu nedenle sınırlı kaynaklarını verimli ve etkin bir şekilde kullanmaları gerekmektedir. Mevcut literatürde ulusal spor organizasyonları için kaynakların yeniden tahsisi sorunu, yalnızca etkisiz bir birimi mevcut konumundan etkin sınıra yönlendirmek için ele alınmıştır.

Spor organizasyonlarında VZA uygulaması yapan çok sayıda araştırma bulunmakla beraber ters VZA modellerinin kullanıldığı bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Literatürdeki bu boşluğu doldurmak için, bu çalışmada İspanya Tarragona'da düzenlenen 2018 Akdeniz Oyunları'na katılan bazı spor federasyonları için ters optimizasyon uygulaması gerçekleştirilmiştir. Spor federasyonları için bir tür koşullu üretim modeli uygulanarak, mevcut etkinlik seviyelerini değiştirmeden belirli girdi/çıkıtı seviyesi seçeneklerinin nasıl değerlendirilmesi gerektiği ortaya konulmuştur.

Bu çalışmanın en önemli sonuçlarından biri, Akdeniz Oyunları boyunca Türk spor federasyonlarının ortalama etkinliğinin oldukça düşük olduğudur. Türkiye'deki kamu idarelerinin karşılaştığı bütçe kısıtlamaları sporu da etkilemektedir, bu nedenle federasyonların yakın gelecekte faaliyetlerini finanse etmek için daha az kaynağa sahip olması beklenmektedir. Önceliklerin değiştiği bu çağda kamu finansmanı sağlamak daha zordur. Bu nedenle; spor federasyonları, verimlilik temelli yönetim stratejilerine dayalı olarak temel organizasyonel değişiklikleri uygulamalıdır. Spor organizasyonlarındaki bu gelişmeleri, gönüllülük temelli bir yaklaşımdan daha çok işletme benzeri bir sisteme geçen profesyonelleşme biçimi olarak özetleyebiliriz (Siegfried vd., 2015).

Çalışmada kullanılan ters VZA modelleri diğer ters VZA modellerinden farklı olarak karar biriminin etkinlik düzeyinden bağımsız şekilde girdi/çıkıtı seviyelerini hesaplayan bir ÇADP önermektedir. Söz konusu ÇADP modelinin basit bir hesaplama prosedürü vardır ve karar vericilerin girdi/çıkıtı değişkenlerine öncelik vermesini sağlar. Önerilen model, spor yöneticilerine ve farklı organizasyonlara

üretim analizi, performans ölçümü, kaynak planlama ve stratejik yönetim için yardımcı olabilir. Yukarıda belirtilen üstünlüklerine karşın çalışmanın bazı kısıtları da mevcuttur. Uygulamada yer alan spor federasyonlarının sayısı 15 olduğundan ve veri elverişliliği nedeniyle sınırlı sayıda girdi/çıkış değişkenleri kullanılmıştır.

İleride yapılacak çalışmalarda örneklemin genişletilmesi ve daha fazla ve farklı değişkenlerin uygulamaya dâhil edilmesi faydalı olacaktır. Ayrıca, önerilen model kullanılarak diğer spor organizasyonlarının veya ülkelerin ulusal ve uluslararası oyunlardaki performansı ölçülebilir.

Etik Kurul Onayı: Bu çalışmada kullanılan yöntem ve veri toplama araçları için etik kurul onayına ihtiyaç duyulmamıştır.

Çatışma Beyanı: Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması yoktur.

KAYNAKLAR

- Abdollah, H., Ali, A. & Majid, S. (2008). A DEA model for resource allocation. *Economic Modelling*, 25(5), 983–993. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2008.01.003>
- Banker, R. D., Charnes, A. & Cooper, W.W. (1984). Some models for the estimation of technical and scale inefficiencies in Data Envelopment Analysis. *Management Science*, 30(9), 1078-1092. <https://doi.org/10.1287/mnsc.30.9.1078>
- Beasley, J.E. (2003). Allocating fixed costs and resources via data envelopment analysis. *EJOR*, 147(1), 198-216. [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(02\)00244-8](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(02)00244-8)
- Bernard, A. & Busse, M.R (2004). Who wins the Olympic Games: economic resources and medal totals? *The Review of Economics and Statistics*, 86(1), 413-417. <https://doi.org/10.1162/003465304774201824>
- Carlos, P., Alén, E. & Perez-González, A. P (2017). Measuring the efficiency of the Spanish Olympic Sports Federations. *European Sport Management Quarterly*, 17(2), 210-225. <https://doi.org/10.1080/16184742.2016.1245769>
- Charnes, A., Cooper, W. W. & Rhodes, E. L. (1978). Measuring the efficiency of decision-making units. *European Journal of Operational Research*, 2(6), 429-444. [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(78\)90138-8](https://doi.org/10.1016/0377-2217(78)90138-8)
- Condon, E. M., Golden, B. L. & Wasil, E. A. (1999). Predicting the success of nations at the summer Olympic using neural networks. *Computers and Operations Research*, 26(13), 1243-1265. [https://doi.org/10.1016/S0305-0548\(99\)00003-9](https://doi.org/10.1016/S0305-0548(99)00003-9)
- Emrouznejad, A. & Yang G.L. (2018). A survey and analysis of the first 40 years of scholarly literature in DEA: 1978–2016. *Socio-Economic Planning Sciences*, 61, 4-8. <https://doi.org/10.1016/j.seps.2017.01.008>
- Gattoufi, S., Ami, G.R. & Emrouznejad, A. (2014). A new inverse DEA method for merging banks. *IMA Journal of Management Mathematics*, 25(1), 73–87. <https://doi.org/10.1093/imaman/dps027>
- Ghiyasi, M. (2015). On inverse DEA model: the case of variable returns to scale. *Computers and Industrial Engineering*, 87, 407–409. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2015.05.018>
- Hadi-Vencheh, A., & Ferooghi, A.A. (2006). A generalized DEA model for inputs/outputs estimation. *Mathematical and Computer Modelling*, 43(5-6), 447–457. <https://doi.org/10.1016/j.mcm.2005.08.005>
- Hadi-Vencheh, A. Hatami-Marbini, A., Ghelej, B.Z. & Gholami. K. (2014). An Inverse Optimization Model for Imprecise Data Envelopment Analysis. *Optimization*, 64(11), 1-14. <https://doi.org/10.1080/02331934.2014.974599>
- Hoffmann, R., Ging, L.C. & Ramasamy, B. (2004). Olympic Success and ASEAN Countries: Economic Analysis and Policy Implications. *Journal of Sports Economics*. 5(3), 262-276. <https://doi.org/10.1177/1527002503261826>

- Jablonsky, J. (2018). Ranking of countries in sporting events using two-stage data envelopment analysis models: a case of Summer Olympic Games 2016. *CEJOR*, 26(4), 951–966. <https://doi.org/10.1007/s10100-018-0537-8>
- Jahanshahloo, G. R., Hosseinzadeh, L.F., Rostamy-Malkhalifeh, M. & Ghobadi, S. (2014). Using enhanced Russell model to solve inverse data envelopment analysis problems. *The Scientific World Journal*, 4, 1-10. <https://doi.org/10.1155/2014/571896>
- Lei, C., Li, Y., Xie, X. & Liang, L. (2015). Measuring Olympics achievements based on a parallel DEA approach. *Annals of Operations Research*, 226(1), 379–396. <https://doi.org/10.1007/s10479-014-1708-1>.
- Lertworasirikul, S., Charnsethikul, P. and Fang, S.C. (2011). Inverse Data Envelopment Analysis model to preserve relative efficiency values: the case of variable returns to scale. *Computers and Industrial Engineering*, 6(4), 1017-1023. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2011.06.014>
- Lim, D.J. (2016). Inverse DEA with frontier changes for new product target setting. *European Journal of Operational Research*, 254(2), 510-516. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2016.03.059>
- Lin, Y., Yan, L. & Wang, Y.M (2019). Performance evaluation and investment analysis for container port sustainable development in china: an inverse DEA approach. *Sustainability*, 11(17), 4617. <https://doi.org/10.3390/su11174617>
- Lins, M.P.E., Gomes, E.G., Mello, J.C.B.S. & Mello, A.J.R.S. (2003). Olympic ranking based on a zero sum gains DEA model. *European Journal of Operational Research*, 148(2), 312–322. [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(02\)00687-2](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(02)00687-2)
- Lozano, S., Villa, G., Guerrero, F., & Cortés, P. (2002). Measuring the performance of nations at the Summer Olympics using data envelopment analysis. *Journal of the Operational Research Society*, 53(5), 501-511. <https://doi.org/10.1057/palgrave.jors.2601327>
- Madella, A., Bayle, E. & Tome, J. (2005). The organisational performance of national swimming federations in Mediterranean countries: A comparative approach. *European Journal of Sport Science*, 5(4), 207-220. <https://doi.org/10.1080/17461390500344644>
- MBS, (2021). *Gençlik ve Spor Hizmetleri Kanunu*. Erişim: 19.04.2021, <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=3289&MevzuatTur=1&MevzuatTertip=5>
- Meza, L.A., Valério, R., P., João Carlos, C. B. & Mello, S. (2015). Assessing the efficiency of sports in using financial resources with DEA models. *Procedia Computer Science*, 55, 1151-1159. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2015.07.086>
- Moosa, I. A. & Smith, L. (2004). Economic development indicators as determinants of medal winning at the Sydney Olympics: an extreme bound analysis. *Australian Economic Papers*, 43(3), 288–301. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8454.2004.00231.x>
- Siegfried, N, Schlesinger, T. Bayle, E. & Giauque, D. (2015). Professionalization of sport federations-a multi-level framework for analysing forms, causes and consequences. *European Sport Management Quarterly*, 15(4), 407-433. <https://doi.org/10.1080/16184742.2015.1062990>
- O'Boyle, I. & Hassan, D. (2014). Performance management and measurement in national-level non-profit sport organizations. *European Sport Management Quarterly*, 14(3), 299–314. <https://doi.org/10.1080/16184742.2014.898677>
- Ramanathan, R. (2003). *An introduction to Data Envelopment Analysis: a tool for performance measurement*. Sage Publications.
- Shirouyehzad, H. & Yazdani, F. (2014). *Performance evaluation and ranking of participation Asian countries in 2012 London Olympic Games through Data Envelopment Analysis*. *Journal of Data Envelopment Analysis and Decision Science* 2014, 1-11. <https://doi.org/10.5899/2014/dea-00065>

- Steuer, R.E. (1986). *Multiple Criteria Optimization Theory, Computation and Application*. 2nd ed. Malabar, Krieger.
- Taghizadeh, K., Bagherpour, M. & Mahdavi, I. (2011). Application of fuzzy multi-objective linear programming model in a multi-period multi-product production-planning problem. *International Journal of Computational Intelligence Systems*, 4(2), 228-243. <https://doi.org/10.1080/18756891.2011.9727779>
- Valenti, M., Scelles, N. & Morrow, S. (2019). Elite sport policies and international sporting success: a panel data analysis of European women's national football team performance. *European Sport Management Quarterly*, 20(3), 300-320. <https://doi.org/10.1080/16184742.2019.1606264>
- Valério, R.P. and Meza, L.A. (2013). A data envelopment analysis evaluation and financial resources reallocation for Brazilian Olympic sports. *Wseas Transactions on Systems*, 12(12), 627-636.
- Wegener, M. & Âmin, G.R. (2019). Minimizing greenhouse gas emissions using inverse DEA with an application in oil and gas. *Expert Systems with Applications*, 122, 369-375. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2018.12.058>
- Wei, Q.L., Zhang, J. & Zhang, X. (2000). An inverse DEA model for inputs/outputs estimate. *European Journal of Operational Research*, 121(1), 151-163. [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(99\)00007-7](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(99)00007-7)
- Winand, M., Rihoux, B., Qualizza, D. & Zintz, T. (2010). Combinations of key determinants of performance in sport governing bodies. *Sport, Business and Management: An International Journal*, 1(3), 234-251. <https://doi.org/10.1108/20426781111162657>
- Wolstencroft, E. (2002). Talent identification and development: An academic review. SportsScotland.
- Wu, J., Zhou, Z. & Liang, L. (2010). Measuring the performance of nations at Beijing Summer Olympics using integer-valued DEA model. *Journal of Sports Economics*, 11(5), 549-566. <https://doi.org/10.1177/1527002509352619>
- Wu, H., Chen, B., Xia, Q. & Zhou, H. (2013). Ranking and benchmarking of the Asian games achievements based on DEA: The case of Guangzhou 2010. *Asia-Pacific Journal of Operational Research*, 30(6), 1350028. <https://doi.org/10.1142/S0217595913500280>
- Yan, H., We, Q. & Hao, G. (2002). DEA models for resource reallocation and production input/output estimation. *European Journal of Operational Research*, 136(1), 19-31. [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(01\)00046-7](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(01)00046-7)
- Yetim, A. A. (2019). Yönetim ve Spor (Genişletilmiş 2. Baskı). Gazi Kitapevi
- Zhang, D., Li, X., Meng, W. & Liu, W. (2009). Measuring the performance of nations at the Olympic Games using DEA models with different preferences. *Journal of the Operational Research Society*, 60(7), 983-990. <https://doi.org/10.1057/palgrave.jors.2602638>
- Zhang, M. & Cui, J.J. (2016). The extension and integration of the inverse DEA method. *Journal of the Operational Research Society*, 67(9), 1212-1220. <https://doi.org/10.1057/jors.2016.2>