



Demiryollarında Süper Etkinlik Ölçümü: Türkiye Örneği

Selçuk PERÇİN¹

Süleyman ÇAKIR²

Özet

Günümüzde işletme performansının ölçümünde en sık kullanılan yöntemlerden biri de etkinlik ölçümüdür. Etkinlik ölçümünde parametrik ve parametrik olmayan teknikler kullanılmaktadır. Parametrik olmayan bir yöntem olan Veri Zarflama Analizi (VZA), esnekliği ve kolay yorumlanması nedeniyle son yıllarda çalışmalarda sıkça tercih edilmektedir. Bu çalışmanın amacı, VZA yöntemi kullanılarak Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demiryolları İşletmesi (TCDD)' nin 1975-2010 yılları arasındaki performansının ölçülmesidir. Çalışmada ayrıca VZA uygulaması sonucunda etkin olarak değerlendirilen karar verme birimleri (KVB)' nin kendi aralarındaki etkinlik sıralamasını görebilmek amacıyla Süper Etkinlik uygulaması yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar, 2010 yılının TCDD için en etkin çalışılan yıl olduğunu, 1982 yılının ise en etkisiz çalışılan yıl olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Etkinlik Ölçümü, VZA, Süper Etkinlik, TCDD

Jel Sınıflandırma Kodları: D24, L32

Super Efficiency Measurement In Railways: Turkey Case

Abstract

Nowadays, efficiency measurement is one of the most frequently used methods to measure business performance. Parametric and non-parametric techniques are used for measuring efficiency. Since its flexibility and ease of interpretation, Data Envelopment Analysis (DEA), a non-parametric method, is frequently preferred in studies in recent years. The purpose of this study is to measure the performance of Turkish State Railways (TCDD) between the years 1975-2010 by using DEA method. In the study, Super Efficiency application is performed in order to see the efficiency rank of decision making units (DMU) which are considered efficient through DEA application,. The

¹Doç.Dr., Karadeniz Teknik Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü, spercin@ktu.edu.tr.

²Arş.Gör., Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü, suleyman.cakir@rize.edu.tr

obtained results reveal that, while 2010 is the most efficient year worked, 1982 has turned out to be the most inefficient year worked.

Key Words: TCDD, Efficiency Measurement, DEA, Super Efficiency

Jel Codes: D24, L32

1.Giriş

İhtiyaçlarını gidermek amacıyla insan ve eşyanın, zaman ve mekân faydası sağlayacak şekilde yer değiştirmesini sağlayan faaliyetler şeklinde tanımlanan ulaştırma hizmetleri, ekonomik, sosyal ve kültürel faaliyetlerin kilit unsurudur. Sanayileşme çağında yeni bir ulaştırma aracı olarak öne çıkan demiryolları, özellikle kömür, demir ve çelik gibi ağır ve hacimli malların maliyetlerini düşürecek şekilde daha ucuz, daha hızlı ve daha düzenli bir şekilde taşınmasında önemli bir rol oynamaktadır (Kaynak, 2002: 24).

Türkiye'deki ilk demiryolu, 1866 yılında tamamlanan 130 km uzunluğundaki, İzmir-Aydın hattıdır. Cumhuriyetin ilk yıllarında demiryollarına verilen özel önem sonucu, 4.000 km'den fazla demiryolu inşa edilmiştir (Yıldız, 2004: 201). 1950' li yıllardan sonra ise uygulanan karayolu ağırlıklı ulaşım politikaları sonucunda, 1950-1997 yılları arasında karayolu uzunluğu %80 oranında artarken, demiryolu uzunluğu sadece %11 artmıştır. Demiryollarının, mevcut altyapı ve işletme koşullarının iyileştirilmemesi ve yeni koridorlar açılmaması nedeniyle, yolcu taşımacılığındaki payı son 50 yılda %38 oranında azalmıştır. Türkiye ulaşım sistemi içerisinde karayolu-demiryolu yük taşıma paylarına bakıldığında, karayolu yük taşıma oranı %94, demiryolu yük taşıma payı ise %4' tür. Demiryollarının yük taşımacılığındaki payı son 50 yılda %60 oranında azalmıştır (<http://www.tcdd.gov.tr/home/detail/?id=267>).

Yakın zamana kadar pek çok ülkede, demiryolu altyapı yatırımları kamu tarafından gerçekleştirilmiş ve özel işletmecilere giriş engelleri konularak işletmecilik faaliyetleri yine kamu tarafından tekel olarak yerine getirilmiştir. Kamunun tekelleşmesinde yüksek altyapı maliyetlerinin yanı sıra demiryolu yolcu taşımacılığının kamu hizmeti olduğu anlayışının da etkisi olmuştur. Rekabet baskısının yokluğu nedeniyle verimli işletme yapısına ulaşamayan demiryolları işletme zararları nedeniyle devamlı sübvansede edilen bir sektör haline gelmiştir (Özcan 2006: 1058). Türkiye' de demiryollarının işletimi ve kontrolü bir kamu iktisadi kuruluşu olan Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demiryolları İşletmesi (TCDD)' ne aittir. TCDD, tekel konumunda olmasına rağmen mali açıdan sürekli zarar eden bir kuruluştur. Bu durum birçok iktisatçı

ve işletme yöneticisi tarafından uzun süredir savunulmakta olan “kamu işletmeleri özel işletmelerden daha az etkin çalışmaktadır” tezini (Sueyoshi ve Aoki, 2001: 8) doğrular niteliktedir. Ancak literatürde mülkiyet–etkinlik ilişkisi üzerine yapılan ampirik çalışmalar arasında kamu işletmelerinin özel işletmelere göre daha etkin olduğunu gösteren çalışmalar (Meyer, 1975; Pescatrice ve Trapani, 1980; Bruggink, 1982) ile kamu ve özel sektör arasında etkinlik açısından belirgin bir fark olmadığını gösteren çalışmalar (Caves ve Christensen, 1980; Fare vd., 1985; Zaim ve Çakmak, 1992; Harper, 2002) mevcuttur.

Demiryollarında verimliliği artırmak amacıyla yapılacak reform çalışmalarında öncelikle mevcut performansın analiz edilmesi gerekmektedir. Üretim esaslı verimliliğin ölçümünde günümüzde en yaygın kullanılan yöntem olan etkinlik analizi konusunda literatürde mutlak bir ölçüt bulunmamaktadır. Bu nedenle, uygulamada genellikle aynı sektör içerisinde faaliyet gösteren işletmelerin göreceli etkinliği ölçülmektedir. Göreceli bir performans göstergesi olan etkinlik ölçümünde parametrik ve parametrik olmayan yöntemler kullanılmaktadır. Bu yöntemlerde etkin bir üretim sınırının varlığı varsayımsal olarak kabul edilmektedir. Parametrik yöntemlerde tahmin edilen sınır için önceden fonksiyonel bir biçim varsayılır ve bu fonksiyonun parametreleri tahmin edilmeye çalışılır. Parametrik olmayan yöntemlerde ise etkin sınır için önceden bir fonksiyonel biçim varsayımı yoktur. Parametrik yöntemlerde genelde tek bir çıktı (bağımlı değişken) ve birden fazla girdinin (bağımsız değişkenler) ilişkilendirildiği çoklu regresyon analizinden yararlanılmaktadır. Parametrik olmayan yöntemler arasında son yıllarda en çok tercih edilen teknik, Charnes vd. (1978) tarafından geliştirilen Veri Zarflama Analizi (VZA)’ dir.

Kamu hizmetleri ülke ekonomisinde önemli rol oynayan ve genellikle doğal tekel niteliğinde olan hizmetlerdir. Kamu işletmelerinde etkinlik ölçümü ile ilgili birçok ampirik çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalara örnek olarak elektrik hizmetleri (Moore, 1970; Neuberger, 1977; Atkinson ve Halvorsen, 1986), belediyeçilik hizmetleri (Morgan, 1977; Bruggink, 1982; Çağlar, 2003), telekomünikasyon hizmetleri (D’Souza, 1998; Tavares ve Antunes, 1998; Koçak, 2006), posta hizmetleri (Nikali, 2002; Flippini ve Zola, 2005; Iturralde ve Quiros, 2008), eğitim hizmetleri (Moita vd., 1998; Noulas vd., 1998; Lootsma vd., 2001) verilebilir.

Demiryollarında etkinlik ölçümü ile ilgili literatür incelendiğinde diğer ulaşım sektörlerine nispeten az sayıda çalışma yapıldığı gözlenmektedir.

Mevcut çalışmalardaysa daha çok kamu ve özel sektör demiryolu işletmelerinin etkinlikleri karşılaştırılmıştır.

Oum ve Yu (1994) tarafından 19 OECD ülkesinin demiryollarının etkinliği 1978-89 dönemi için VZA kullanılarak ölçülmüştür. Çalışmada girdi değişkenleri olarak çalışan sayısı, tüketilen enerji miktarı, hat uzunluğu, yolcu ve yük taşıyan vagon sayısı ile lokomotif sayısı kullanılırken, çıktı değişkenleri olarak da toplam yolcu-km ve toplam netton-km uzunlukları ile bu taşımalar sonucunda elde edilen gelir miktarı olmak üzere iki ayrı çıktı seti kullanılmıştır.

Tretheway ve diğerleri (1997) tarafından Kanada' da bulunan kamu ve özel sektöre ait demiryolu işletmelerinin 1956-1991 yılları arasındaki toplam faktör verimliliği (TFV) değişimleri gelir ağırlıklı (revenue-weighted) Tornqvist Endeksi kullanılarak ölçülmüştür. Çalışmada girdi değişkenleri olarak işgücü, yakıt ve enerji, malzeme ve diğer ekipman ile arazi; çıktı değişkenleri olarak da yolcu-km ve netton-km uzunlukları kullanılmıştır.

Cowie (1999) tarafından İsveç' te faaliyet gösteren kamuya bağlı 43 ve özel sektöre ait 14 demiryolu işletmesinin teknik etkinlikleri karşılaştırılmıştır. 1995 yılı verilerine Banker Charnes Cooper (BCC)-VZA modelinin uygulanması sonucunda özel sektör demiryolu işletmelerinin kamu işletmelerine oranla yaklaşık %13 oranında daha etkin bulunduğu belirlenmiştir. Çalışmada girdi faktörleri olarak demiryolu işletmelerinde çalışan sayısı, lokomotif ve otoray sayısı ile arazi eğim derecesi, çıktı faktörü olarak da toplam yolcu tren-km ve toplam yük tren-km uzunlukları kullanılmıştır.

Cantos ve diğerleri (2000) tarafından VZA yöntemiyle Avrupa'daki 17 demiryolu işletmesinin 1970-1995 dönemindeki etkinliği ölçülmüştür. Uygulamada yolcu-km ve netton-km ile yolcu treni-km ve yük treni-km olmak üzere iki farklı çıktı seti kullanılırken girdi değişkenleri olarak çalışan sayısı, enerji ve malzeme tüketim miktarı, lokomotif sayısı, yolcu ve yük treni sayısı ile anahat uzunluğu alınmıştır.

Cantos ve Maudas (2001) tarafından Avrupa' da faaliyet gösteren 16 demiryolu işletmesinde, 1970-1990 yıllarını kapsayan dönem için, Stokastik Sınır Analizi (SSA) yöntemiyle etkinlik ölçümü yapılmıştır. Çalışmada faaliyet giderleri girdi değişkeni olarak, yolcu-km ve netton-km değişkenleri ise çıktı değişkenleri olarak kullanılmıştır.

Lan ve Lin (2003) tarafından VZA tekniğiyle 76 ülkenin demiryollarının etkinliği ölçülmüştür. Çalışmada girdiye yönelik ve çıktıya yönelik VZA

modelleri uygulanmıştır. Girdiye yönelik modelde girdi faktörü olarak lokomotif ve vagon sayısı ile çalışan sayısı, çıktı faktörü olarak ise tren-km kullanılmıştır. Çıktıya yönelik modelde ise girdi faktörü olarak toplam tren-km alınırken, çıktı olarak toplam yolcu-km ve toplam netton-km alınmıştır.

Movahedi ve diğerleri (2004) tarafından İran demiryolları ile 70 ülkenin demiryolu performansının karşılaştırılması amacıyla VZA ile etkinlik ölçümü yapılmıştır. Çalışmada çıktı değişkenleri olarak yolcu-km ve netton-km seçilirken, anahat uzunlukları, çalışan sayısı, lokomotif sayısı, yolcu treni ve vagon sayısı girdi değişkenleri olarak alınmıştır. Uygulama sonucunda etkinlik sıralamasında İran demiryollarının 13. sırada yer aldığı tespit edilmiştir.

Jitzusumi ve Nakamura (2010) tarafından Japonya’ da faaliyet gösteren 53 adet demiryolu şirketinin etkinliği VZA yöntemiyle analiz edilmiştir. Uygulamada girdi faktörü olarak duran varlıkların yıllık parasal tutarı, çalışan sayısı, faaliyet giderleri alınırken çıktı faktörleri olarak toplam yolcu-km uzunluğu ve toplam faaliyet dışı giderler alınmıştır.

Türkiye’ deki ulaşım sistemlerinde performans ölçümü çalışmaları ile ilgili literatür incelendiğinde demiryolu sektöründe verimlilik veya etkinlik ölçümü konusunda herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Literatürdeki bu eksikliği gidermeye yönelik olarak, bu çalışmada TCDD’nin 1975-2010 yılları arasındaki etkinliğini ölçmek amacıyla VZA uygulaması yapılmıştır. Ayrıca VZA sonucu etkin çıkan karar verme birimleri (KVB)’ ni kendi aralarında sıralamak amacıyla Süper Etkinlik (Super Efficiency) ölçümü yapılmıştır.

Dört bölümden oluşan bu çalışmanın ikinci bölümünde VZA ve Süper Etkinlik teknikleri ile ilgili teorik bilgiler verilmiştir. Çalışmada yapılan uygulamanın yer aldığı üçüncü bölümü, elde edilen sonuçların değerlendirildiği Sonuç bölümü takip etmektedir.

2. Veri Zarflama Analizi

Farrell (1957), etkin üretim sınırının bilindiği ve ölçüğe göre sabit getiri (ÖGSG) varsayımları altında iki girdi ve tek bir çıktıdan oluşan bir üretim sürecinin etkinliğini ölçmek amacıyla yaptığı çalışmayla etkinlik ölçümünde doğrusal programlamayı kullanan ilk bilim adamı olmuştur. Farrell’ in etkin sınır tahminine parçalı-doğrusal dışbükey zarflamalı yaklaşımından hareketle, Charnes, Cooper ve Rhodes (CCR) 1978 yılındaki çalışmasıyla VZA tekniğini literatüre kazandırmışlardır.

2.1. CCR-VZA Modeli

CCR-VZA modelinde, değerlendirmek üzere n tane KVB' nin olduğu ve her bir KVB' nin m tane farklı girdiyi kullanarak s adet çıktıyı ürettiği varsayılmaktadır. Aşağıda gösterilen oran özel bir KVB' nin amaç fonksiyonunun maksimize edilmiş şeklini ifade etmektedir:

$$h_k = \max \frac{\sum_{r=1}^s u_{rk} Y_{rk}}{\sum_{i=1}^m v_{ik} X_{ik}} \quad (2.1)$$

VZA' da her bir KVB, girdi ve çıktılarına serbestçe ağırlıklar atamaktadır. Ancak, tüm KVB' lerin kendilerini etkin yapacak ağırlıkları seçebilmelerini engellemek için amaç fonksiyonuna iki kısıt eklenmiştir. Birinci kısıta göre, herhangi bir KVB' nin seçtiği ağırlıklar kullanılarak diğer KVB' lerin etkinliği ölçüldüğünde hiçbir karar biriminin etkinliği %100' ü yani "1" değerini geçmemelidir. Aksi halde o karar birimi için TFV değeri sınırsız bulunacaktır. Bu kısıta ilişkin notasyon aşağıda gösterilmektedir:

$$\frac{\sum_{r=1}^s u_{rk} Y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_{ik} X_{ij}} \leq 1 \quad j=1, \dots, N \quad (2.2)$$

İkinci kısıta göre ise hiç bir ağırlık negatif değer taşımamalıdır.

$$u_{rk}, v_{ik} \geq 0 \quad r = 1, \dots, s; i = 1, \dots, m \quad (2.3)$$

Bu kısıtlara göre ağırlıklarını serbestçe belirleyen KVB' ler sonuçta aynı optimal ağırlık setini seçmektedirler (Ulucan, 2002: 188). Her iki kısıtın da eklenmesiyle elde edilen kesirli CCR-VZA modeli aşağıda gösterildiği gibidir (Charnes vd., 1978: 430):

$$h_k = \max \frac{\sum_{r=1}^s u_{rk} Y_{rk}}{\sum_{i=1}^m v_{ik} X_{ik}} \quad (2.4)$$

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

$$u_{rk}, v_{ik} \geq 0 \quad r = 1, \dots, s; i = 1, \dots, m$$

Yukarıdaki kesirli modele amaç fonksiyonunun paydasını “1” değerine eşitleyen $\left(\sum_{i=1}^m v_{ik} X_{ik} = 1 \right)$ notasyonu eklenerek kesirli model, sonsuz elemanlı çözüm kümesini temsil eden ve Simplex türü algoritmalarla çözümlenebilen bir eş doğrusal programlama modeline dönüştürülmektedir. VZA tanımlaması da bu aşamadan sonra başlamaktadır. Aşağıda girdiye yönelik olarak kurulan ve literatürde CCR-VZA Modeli olarak bilinen model gösterilmektedir (Cook ve Seiford, 2009: 68):

CCR-VZA Modeli (Girdiye Yönelik): (2.5)

$$\theta_k = \sum_{r=1}^s u_{rk} Y_{rk}$$

$$\sum_{r=1}^s u_{rk} Y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_{ik} X_{ij} \leq 0 \quad k \text{ ve } j = 1, \dots, n$$

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

$$u_{rk}, v_{ik} \geq \varepsilon \quad r = 1, \dots, s; i = 1, \dots, m$$

Doğrusal programlamanın dualite özelliğinden yararlanarak (2.5) eşitliğindeki modelin eş doğrusal modeli aşağıdaki gibi kurulmaktadır (Cooper vd., 2004: 1-39):

Dual-CCR VZA Modeli (Girdiye Yönelik) (2.6)

$$F_k = \min \theta_k - \varepsilon \left(\sum_{i=1}^m s_i^- + \sum_{r=1}^n s_r^+ \right)$$

$$\sum_{r=1}^s \lambda_{jk} X_{rj} + s_i^- - \theta_k X_{ik} = 0 \quad i = 1, \dots, m$$

$$\sum_{r=1}^s \lambda_{jk} Y_{rj} - s_r^+ - Y_{rk} = 0 \quad r = 1, \dots, s$$

$$\lambda_j, s_i^-, s_r^+ \geq 0$$

VZA modellerinin çözümü sonucunda KVB' ler etkin ve etkin olmayan şeklinde iki gruba ayrılmaktadır. Etkin olmayan KVB' lerin üstünlük sıralaması elde ettikleri etkinlik skorlarına göre yapılmaktadır. Buna göre "sıfır" değerine en yakın skora sahip KVB en etkinsiz KVB olarak değerlendirilmektedir. Ancak tüm etkin KVB' ler "1" değerine sahip olduklarından kendi aralarında bir etkinlik sıralaması yapılamamaktadır. Adler ve diğerleri (2002), VZA literatüründeki KVB sıralama yöntemlerini altı grupta toplamışlardır (Adler vd., 2002; Yıldırım, 2009: 71):

1. Etkinlik skorlarından türetilen çapraz etkinlik matrisine dayalı sıralama
2. Etkin karar birimlerini kendi aralarında sıralayan süper etkinlik yöntemi
3. Etkin KVB' lerin etkin olmayan KVB' ler için referans gösterilme sayılarına dayanan kıyaslama yöntemi
4. Çok değişkenli istatistik tekniklerine dayalı sıralama
5. Etkinsiz KVB' lerin bütün girdi ve çıktılarındaki ortalama oransal etkinsizliklerine göre sıralanması
6. Çok amaçlı karar verme yöntemlerine dayalı sıralama

Bu çalışmada VZA uygulaması sonucu etkin çıkan KVB' lerin etkinlik sıralaması, Süper Etkinlik yöntemi kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

2.2. Süper Etkinlik (Super Efficiency) Modeli

Andersen ve Petersen (1993) tarafından literatüre kazandırılan Süper etkinlik modelinde, her bir etkin KVB, sırasıyla etkin üretim sınırından çıkarılmakta ve çıkarılan KVB' nin yeniden belirlenen etkin sınıra olan uzaklığı ölçülmektedir. Hesaplamalar sonucunda elde edilen süper etkinlik skorları arasından en yüksek değere sahip olan KVB en etkin birim olacaktır. Her bir etkin KVB elde ettiği Süper etkinlik skorlarına göre büyükten küçüğe doğru sıralanarak kendi aralarındaki üstünlük sıralaması elde edilir (Özden, 2008:178). Süper etkinlik modeli, değerlendirmeye alınan KVB' nin referans setinden çıkarılma özelliği dışında dual CCR-VZA modeline denktir. Süper etkinlik modeli aşağıda gösterilmektedir (Andersen ve Petersen, 1993:1262):

Süper Etkinlik Modeli (2.7)

$$F_k = \min \theta_k$$

$$\sum_{\substack{j=1 \\ j \neq k}}^s \lambda_j X_{ij} + s_i^- - \theta_k X_{ik} = 0 \quad i = 1, \dots, m$$

$$\sum_{\substack{j=1 \\ j \neq k}}^s \lambda_j Y_{rj} - s_r^+ - Y_{rk} = 0 \quad r = 1, \dots, s$$

$$\lambda_j, s_i^-, s_r^+ \geq 0$$

3. Uygulama

Bu çalışmanın amacı TCDD' nin yıllara göre kurumsal performansının VZA ile analiz edilmesidir. Bu bağlamda, TCDD' nin yayımlanmış olduğu istatistik yıllıklarından yararlanarak 1975-2010 yıllarını kapsayacak şekilde etkinlik ölçümü yapılmıştır. Bir başka deyişle, tam verileri bulunan 36 yılın her biri ayrı bir bağımsız KVB kabul edilerek, bu 36 KVB' nin yer aldığı VZA modeli yardımıyla TCDD' nin 1975-2010 yılları arası kurumsal etkinliği ölçülmüştür.

VZA uygulamasında kullanılmak üzere, literatürdeki çalışmalar dikkate alınarak seçilen üç adet girdi değişkeni ve iki adet çıktı değişkeni ile bu değişkenlere ilişkin tanımlayıcı bilgiler Tablo 1' de gösterilmektedir.

Tablo 1. Analizde Kullanılan Girdi ve Çıktı Değişkenleri

Tür	Birim	Tanımlama
Girdi		
Yolcu Araç Kapasitesi	Adet	Yolcu araçlarının (yolcu vagonu + diziler) taşıma kapasitesi
Yük Taşıma Kapasitesi	Ton	Yük vagonlarının taşıma kapasitesi
Çalışan Sayısı	Adet	Sözleşmeli, memur ve işçi statüsünde çalışan personel sayısı
Çıktı		
Yolcu-km	Km	Bir yolcunun bir kilometre mesafeye taşınmasıyla ifade edilen ölçü birimi
Netton-km	Ton	Bir ton yükün bir kilometre mesafeye taşınmasıyla ifade edilen ölçü birimi

Literatürde, uygulamalarda kullanılacak VZA modeli ile ilgili bazı kısıtlar önerilmektedir. Ramanathan' a (2003: 175) göre KVB sayısı, girdi ve çıktı

sayısı toplamının en az iki veya üç katı olmalıdır. Bu çalışma, KVB sayısı ile ilgili önerilen kısıtı karşılamaktadır. Ayrıca, performansı değerlendirilen KVB'ler monopol veya tekel konumunda iseler ÖGSG varsayımının kullanılması daha uygundur (Ramanathan (2003: 174). TCDD İşletmesi doğal tekel konumunda olduğundan çalışmada ÖGSG varsayımına dayalı CCR-VZA modeli kullanılmıştır. Tekel niteliğindeki işletmeler rekabet baskısı altında olmadıklarından çıktılarını artırmaya yönelik çaba göstermemekte ve genelde maliyetlerini (girdileri) minimize etmeyi amaçlamaktadırlar. Bu nedenle, çalışmada girdiye yönelik CCR-VZA modeli tercih edilmiştir. Kurulan VZA modelinin ve süper etkinlik uygulamasının çözümünde Holger Scheel tarafından geliştirilen EMS 1.3 bilgisayar paket programından yararlanılmıştır.

Tablo 2' de, VZA uygulaması sonucunda elde edilen etkinlik değerleri ve etkin olmayan KVB'lerin etkin olabilmesi için referans alması gereken KVB'ler gösterilmektedir.

Tablo 2. KVB'lerin Etkinlik Skorları ve Referans Setleri

KVB	CCR-VZA Skoru	Referans Seti	Ref. Gös. Say.
1975	0.994	1976, 1979	-
1976	1.000	-	4
1977	0.960	1976, 1979, 1997	-
1978	0.952	1976, 1979, 1997	-
1979	1.000	-	15
1980	0.909	1979, 2003	-
1981	0.910	1979, 1993, 2003, 2010	-
1982	0.828	1979, 1988, 1997	-
1983	0.837	1979, 1988, 1997	-
1984	0.930	1979, 1987, 1997	-
1985	0.943	1979, 1988, 1997	-
1986	0.877	1979, 1988, 1997	-
1987	0.902	1979, 1988, 1997	-
1988	1.000	-	11
1989	1.000	-	-
1990	0.947	1988, 1993, 2010	-
1991	0.903	1988, 1993, 1997, 2010	-
1992	0.930	2010, 1993, 1988	-
1993	1.000	-	9
1994	0.927	1979, 1993, 2003, 2010	-
1995	0.902	1979, 1993, 1997, 2010	-
1996	0.901	1976, 1997, 2010	-
1997	1.000	-	16
1998	0.993	1988, 1993, 1997, 2010	-
1999	0.996	1988, 1993, 2010	-
2000	0.991	1997, 2003, 2010	-
2001	0.889	1979, 2003	-

KVB	CCR-VZA Skoru	Referans Seti	Ref. Gös. Say.
2002	0.860	1979, 2003	-
2003	1.000	-	11
2004	0.965	1997, 2003, 2010	-
2005	0.923	1997, 2003, 2010	-
2006	0.940	1997, 2003, 2010	-
2007	0.965	1993, 2003, 2010	-
2008	0.956	2010	-
2009	0.956	2003, 2010	-
2010	1.000	-	16
Ortalama	0.944		

Tablo 2' ye göre, analiz dönemi içinde TCDD' nin sadece sekiz yıl (1976, 1979, 1988, 1989, 1993, 1997, 2003, 2010) etkin çalıştığı görülmektedir. Diğer 28 yıl için etkinlik skorları "1" değerinin altında olduğundan TCDD İşletmesi bu yıllarda CCR-etkinsiz çalışmıştır. 1982 ve 1983 yılları en düşük etkinlik skoruna (sırasıyla 0.828 ve 0.837) sahip yıllar olduğundan bu dönem TCDD' nin en etkinsiz çalıştığı yıllar olmuştur. 0.828 skoru TCDD' nin 1982 yılında kaynaklarının %82,8' ini amaçlarına ulaşmak için kullandığını, %17,2' sini ise israf ettiğini belirtmektedir. Başka bir deyişle, bu skor TCDD' nin 1982 yılında kullandığı girdi miktarını %17,2 oranında azaltarak da aynı çıktı miktarını üretebileceğini göstermektedir.

Referans kümesi, etkinsiz bir KVB' nin etkin duruma gelebilmesi için örnek alması gereken KVB' leri göstermektedir. Etkin KVB' lerin referans gösterilme sayılarına bakıldığında 1997 ve 2010 yıllarının en çok (16'şar kez) referans gösterilen yıllar olduğu görülmektedir. 1989 yılı ise etkin çıktığı halde hiçbir etkinsiz KVB' nin referans kümesinde yer almamıştır. Etkinsiz KVB' ler için referans olacak girdi ve çıktı değerleri etkin KVB' lerin girdi ve çıktı değerlerinin doğrusal bileşimlerinden oluşmaktadır. Bu bileşim ile etkin üretim sınırı üzerinde bulunan referans karar birimleri kuramsal (hipotetik) bir KVB belirlemektedir. Elde edilen kuramsal KVB' lere ait girdi ve çıktı miktarlarından yararlanılarak etkin olmayan KVB' lerin girdi ve çıktılarında yapabileceği potansiyel iyileştirmeler (Pİ) yüzde olarak aşağıdaki formülle hesaplanmaktadır (Özden, 2008: 173):

$$Pİ(\%) = \left(\frac{\text{Hedeflenen} - \text{Gerçekleşen}}{\text{Gerçekleşen}} \right) \times 100 \quad (2.8)$$

Bu formülasyona göre etkinsiz bir KVB' nin etkin olabilmesi için, Pİ yüzdesi negatif çıkan değişken değeri Pİ oranında azaltılmalı, pozitif çıkan değişken değeri Pİ oranında artırılmalıdır. Pİ değerinin sıfır çıkması, herhangi bir iyileştirmeye gerek olmadığı anlamına gelmektedir. Tablo 3, etkinsiz KVB' ler için yapılabilecek potansiyel iyileştirme oranlarını göstermektedir.

Tablo 3. Etkinsiz KVB'ler için Potansiyel İyileştirme Oranları

KVB	Yolcu kap.	Yük kap.	Personel	Yolcu-km	Netton-km
1975	-21,97	-0,61	-0,16	0,00	0,00
1977	-5,68	-4,03	-0,50	0,00	0,00
1978	-5,37	-4,82	-0,59	0,00	0,00
1980	-9,28	-9,15	-1,03	0,00	8,62
1981	-8,98	-8,98	-0,98	0,00	0,00
1982	-17,19	-17,19	-2,83	0,00	0,00
1983	-16,29	-16,29	-2,18	0,00	0,00
1984	-7,03	-7,02	-1,09	0,00	0,00
1985	-5,73	-5,73	-0,94	0,00	0,00
1986	-12,35	-12,34	-1,52	0,00	0,00
1987	-9,76	-9,76	-1,00	0,00	0,00
1990	-5,29	-6,97	-0,43	0,00	0,00
1991	-9,71	-9,71	-0,78	0,00	0,00
1992	-7,00	-8,11	-0,53	0,00	0,00
1994	-7,26	-7,26	-0,54	0,00	0,00
1995	-9,83	-9,83	-0,73	0,00	0,00
1996	-12,58	-9,86	-0,74	0,00	0,00
1998	-0,71	-0,71	-0,05	0,00	0,00
1999	-0,42	-3,53	-0,03	0,00	0,00
2000	-15,64	-0,86	-0,06	0,00	0,00
2001	-16,35	-11,14	-0,79	0,00	1,29
2002	-16,98	-14,01	-0,93	0,00	3,16
2004	-15,82	-3,54	-0,22	0,00	0,00
2005	-14,15	-7,66	-0,42	0,00	0,00
2006	-6,37	-6,03	-0,32	0,00	0,00
2007	-3,47	-3,47	-0,18	0,00	9,41
2008	-6,25	-4,42	-0,68	0,61	0,00
2009	-5,19	-4,35	-0,21	0,00	7,61

Tablo 3 incelendiğinde VZA uygulaması sonucu en etkinsiz karar birimleri olarak belirlenen 1982, 1983, 1986, 2002 ve 2001 yıllarının beklendiği gibi toplamda en yüksek potansiyel iyileştirme yüzdelerine sahip oldukları görülmektedir. Örneğin 1982 yılı için potansiyel iyileştirme yüzdeleri; yolcu araç kapasitesi ile yük taşıma kapasitesi için %17,19 ve personel sayısı için

%2,83' tür. TCDD işletmesi 1982 yılı girdilerini belirtilen oranlarda azalttığı takdirde etkin duruma gelecektir. Diğer etkinsiz yıllar da etkin olabilmek için aynı yolu izlemelidir.

VZA uygulaması sonucunda etkin olarak değerlendirilen KVB'lerin kendi aralarındaki üstünlük sıralamasını gösteren Süper Etkinlik uygulamasının sonuçları Tablo 4' te gösterilmektedir.

Tablo 4. Süper Etkinlik Modeli Sonuçları

KVB	2010	1979	1988	2003	1993	1997	1976	1989
Etkinlik Sıralaması	1	2	3	4	5	6	7	8
Etkinlik Skoru	1.153	1.136	1.047	1.046	1.042	1.013	1.011	1.002

Tablo 4' e göre 2010 yılı 1.153 skoru ile etkinlik sıralamasında ilk sırada, 1989 yılı ise 1.002 skoru ile son sırada yer almaktadır. Bu tabloda yer alan ve her biri "1" den büyük olan skorlar etkin KVB'lerin etkin durumları değişmeden girdilerini hangi oranda artıracaklarını göstermektedir. Örneğin 1.153 skoru 2010 yılının, kullandığı girdi miktarlarını %15,3 oranında artırsa bile yine etkin bir KVB olarak değerlendirileceği anlamına gelmektedir. Süper Etkinlik modeli sonuçları ile Tablo 2' de referans kümelerinde yer alan etkin KVB'lerin referans gösterilme sayıları arasında paralellik bulunmaktadır. En etkin KVB olan 2010 yılı en çok referans gösterilen (16 kez) iki KVB'den biri iken Süper etkinlik sıralamasında son sırada yer alan 1989 yılı hiçbir etkinsiz KVB için referans gösterilmemiştir.

4. Sonuç

TCDD İşletmesinin 1975-2010 dönemindeki yıllık performanslarının ölçülmesini amaçlayan bu çalışmada, yıllar itibarıyla TCDD' nin kurumsal etkinlik düzeyi belirlenmiş ve etkin kullanamadığı kaynakları için hangi oranda iyileştirmeler yapılabileceği ortaya konulmuştur. Demiryollarında etkinliği artırmak, girdi kaynaklarını optimum kullanmanın yanında taşınan yolcu sayısı ve yük miktarları gibi önemli çıktıları artırmak ile de mümkündür. Yönetimsel açıdan ise demiryollarına hak ettiği önemin bir an önce verilerek ulusal bir demiryolu politikası oluşturulması, altyapı, araştırma-geliştirme ve inovasyon çalışmalarına ayrılan bütçenin artırılması diğer etkinlik artırıcı yöntemler olarak düşünülmektedir. Bu sayede Türkiye demiryolları gelişmiş birçok ülkede

olduğu gibi ulaştırma sistemi içerisinde, güvenliği ve konforu nedeniyle, hak ettiği konuma yükselebilecektir.

Bu çalışma, uygulamada kullanılan yöntem ve seçilen girdi-çıkıtı değişkenlerinden kaynaklanan bazı kısıtlara sahiptir. İlk olarak, bir KVB' nin gözlem kümesine alınması ya da mevcut KVB' lerden bir veya birkaçının modelden çıkarılmasıyla farklı sonuçlar elde edilebilir. Ayrıca VZA, sonuçları sadece uygulandığı dönem için geçerli olan bir yatay kesit analizidir. Aynı karar birimlerinin etkinliği başka bir dönemde incelendiğinde farklı sonuçlar elde edilebilecektir. Son olarak, demiryolu hatlarının büyük oranda şehir merkezlerinin dışından geçmesi nedeniyle yol ve ulaşım zamanları çok uzamaktadır. Bu nedenle çalışmada çıktı değişkenleri olarak kullanılan yolcu-km ve netton-km uzunluklarının demiryolları performansını olduğundan yüksek göstereceği göz önünde bulundurulmalıdır.

Bu çalışma, yukarıda bahsedilen kısıtlarına rağmen Türkiye demiryollarının performansını ölçmeyi amaçlayan ilk çalışma olduğundan ileriki çalışmalar açısından referans olacağı düşünülmektedir. Bundan sonra yapılacak olan çalışmalarda farklı girdi-çıkıtı değişkenleri kullanılarak TCDD'nin finansal performansı ve tahsis etkinliği ölçülebilir ya da parametrik yöntemler kullanılarak etkinlik ölçümü yapılabilir. Ayrıca diğer ülke demiryollarıyla TCDD İşletmesi'nin performansı karşılaştırılabilir.

KAYNAKLAR

Adler, N., L. Friedman ve Z. Stern (2002) "Review Of Ranking Methods In The Data Envelopment Analysis Context", *European Journal of Operational Research*, 140, 249-265.

Atkinson, S.E. ve R. Halvorsen (1986), "The relative Efficiency of Public and Private Firms in a Regulated Environment: The Case of U.S. Electric Utilities", *Journal of Public Economics*, 29(3), 281-294.

Andersen, P. ve N.C. Petersen (1993), "A Procedure for Ranking Efficient Units in Data Envelopment Analysis", *Management Science*, 39, 1261-1264.

Banker, R.D., A. Charnes ve W.W. Cooper (1984), "Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis", *Management Science*, 30 (9), 1078-1092.

Bruggink, T. H. (1982), "Public Versus Regulated Private Enterprise in the Municipal Water Industry: A Comparison of Operating Costs", *Quarterly Review of Economics and Business*, 22(1), 111-25.

Cantos, P., J.M. Pastor ve L. Serrano (2000), "Efficiency Measures and Output Specification: The Case of European Railways", *Journal of Transportation and Statistics*, 3(3), 61-68.

Cantos, P. ve J. Maudos (2001), "Regulation and Efficiency: The Case of European Railways", *Transportation Research Part A*, 35, 459-472.

Caves, C. ve L. R. Christensen (1980), "The Relative Efficiency of Public and Private Firms in a Competitive Environment: The Case of Canadian Railroads", *Journal of Political Economy*, 88(5), 958-976.

Charnes, A. W.W. Cooper ve E. Rhodes (1978), "Measuring the Efficiency of Decision Making Units", *European Journal of Operational Research*, 2, 429-444.

Cook, W.D. ve L.M. Seiford (2009), "Data Envelopment Analysis (DEA)-Thirty Years On", *European Journal of Operational Research*, 192, 1-17.

Cooper, William W., L.M. Seiford ve K. Tone (2000), *Data Envelopment Analysis: A Comprehensive Text with Models, Applications, References and DEA-Solver Software*, New York: Kluwer Academic Publishers.

Cooper, William W., L.M. Seiford ve J. Zhu (2004), "Data Envelopment Analysis History, Models and Interpretations", Cooper W.W, Seiford L.M., Zhu J. (Ed), *Handbook of Data Envelopment Analysis* içinde (1-39), Boston: Kluwer Academic Publishers.

Cowie J. (1999), "The Technical Efficiency of Public and Private Ownership in the Rail Industry: the Case of Swiss Private Railways", *Journal of Transport Economics and Policy*, 33, 241-252.

Çağlar, A. (2003), "Veri Zarflama Analizi ile Belediyelerin Etkinlik Ölçümü", *Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Ankara.*

D'Souza, J. ve W.L. Megginson (1998), "Sources of Performance Improvement in Privatized Firms - Telecommunication Industry, *Working paper*, University of Georgia.

Fare, R., S. Grosskopf, S. ve J. Logan (1985), "The Relative Performance Of Publicly-Owned And Privately-Owned Electric Utilities", *Journal of Public Economics* 26(1), 89-106.

Farrell, M.J. (1957), "The Measurement of Productive Efficiency", *Journal of Royal Statistical Society Series A (General)*, 120(3), 253-281.

Flippini, M. ve M. Zola (2005), "Economies of Scale and Cost Efficiency in the Postal Services: Empirical Evidence from Switzerland", *Applied Economics Letters*, 12 (7), 437-441.

Harper, J. T. (2002), "The Performance of Privatized Firms in the Czech Republic", *Journal of Banking and Finance*, 26, 621-649.

Jitsuzumi, T. ve A. Nakamura (2010), "Causes of Inefficiency in Japanese Railways: Application of DEA for Managers and Policymakers", *Socio-Economic Planning Sciences*, 44 (3), 161-173.

Iturralde, M.J. ve C. Quiros (2008), "Analysis of Efficiency of European Postal Sector", *Int.J. of Production Economics*, 114, 84-90.

Kaynak, M. (2002). "Yeni Demiryolu Çağı, Yüksek Hızlı Trenler ve Türkiye", *Ekonomik Yaklaşım*, 13 (42).

Koçak, S. (2006), "Türk Telekom Şebekelerinde Performans Ölçümü: Veri Zarflama Analizi Uygulaması, *Yüksek Lisans Tezi*, Gazi Üniversitesi Fen bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Lan, L.W. ve E.T. Lin (2003), "Technical Efficiency and Service Effectiveness for Railways Industry: DEA Approaches", *Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, 5, 2932-2947.

Lootsma, F., A., B. Karssen ve A. Leeuwerke (2001), "Assessment of Schools via Regression Analysis, DEA, and MCDA", *18th European Conference on Operational Research*, Rotterdam.

Meyer, R.A., (1975), "Publicly Owned Versus Privately Owned Utilities: A Policy Choice". *The Review of Economics and Statistics*, 62(4), 391-399.

Moita, M.H. ve C.E. Fries (1998), "Data Envelopment Analysis (DEA) Applied to Public Elementary Schools", *16th European Conference on Operational Research*, Belçika.

Moore, T.G. (1970), "The Effectiveness of Regulation of Electric Utility Prices", *Economic Journal*, 36 (4), 365-375.

Movahedi, M.M., S. Saati ve A.R. Vahidi (2004), "The Comparison Between Iranian Railway and Other Countries, Present The Suggestion for Improving It", *Technical Scientific Quarterly Journal*, Azad University, Firoozkooh Branch.

Neuberg, L.G. (1977), "Two Issues in the Municipal Ownership of Electric Power Distribution Systems", *The Bell Journal of Economics*, 8 (1), 303-323.

Nikali, H. (2002), "Productivity and the Substitution Between Labour and Capital in Postal Organizations. Crew, M.A., Kleindorfer, P.R. ed. *Postal and Delivery Service: Pricing, Productivity, Regulation and Strategy*, içinde, Kluwer Academic Publishers, Boston, 171-198.

Noulas, A.G. ve K. W. Ketkar (1998), "Efficient Utilization of Resources in Public Schools: A Case Study of New Jersey", *Applied Economics* 30 (10), 1299-1306.

Oum, T.H. ve C. Yu (2004), “Economic Efficiency of Railways and Implications for Public Policy: A Comparative Study of the OECD Countries Railways”, *Journal of Transport Economics and Policy* 28(2), 21–38.

Özcan, İ.Ç. (2006) “Demiryolu Ulaştırmasında Kamu-Özel İşbirliği Modeli ve Türk Tecrübesi”, *Uluslararası Demiryolu Sempozyumu Bildiriler Kitabı*.

Özden, Ü.H. (2008), “Veri Zarflama Analizi (VZA) ile Türkiye’deki Vakıf Üniversitelerinin Etkinliğinin Ölçülmesi”, *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi*, 37 (2), 167-185.

Pescatrice, D.R., ve Trapani III, J.M. (1980), “The Performance and Objectives of Public and Private Utilities Operating in The United States”, *Journal of Public Economics* 13 (2), 259–276.

Ramanathan, R. (2003), *An Introduction to Data Envelopment Analysis: A Tool for Performance Measurement*, New Delhi: Sage Publications.

Sueyoshi, T.ve S. Aoki (2001), “A Use of a Nonparametric Statistic for DEA Frontier Shift: the Kruskal and Wallis Rank Test”, *Omega*, 29, 1-18.

Tavares, G. ve C.H. Antunes (1998), “A DEA Approach to the Analysis of Modernisation of Telecommunication Services”, *Annual Conference of the Operational Research Society*, Berlin, 127-134.

Tretheway, M.W., W.G. Waters ve A.K. Fok (1997), “The Total Factor Productivity of the Canadian Railways” (1956-91), *Journal of Transport Economics and Policy*, 31, 93-113.

Ulucan A. (2002), “İSO 500 Şirketlerinin Etkinliklerinin Ölçülmesinde Veri Zarflama Analizi Yaklaşımı: Farklı Girdi Çıktı Bileşenleri ve Ölçeğe Göre Getiri Yaklaşımları ile Değerlendirmeler”, *Ankara Üniversitesi, Siyasal Bilgiler Fakültesi Dergisi*, 57 (2), 85-202.

Yıldırım, İ.E. (2009), “Veri Zarflama Analizi Sürecinde Temel Bileşenler Analizinin Ayırım Gücünü Arttırıcı Etkisi”, *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi*, 38(1), 66-83.

Yıldız, M.C. (2004), “Osmanlı’dan Günümüze Demiryolu Politikalarına Genel Bir Bakış”, *Ekev Akademik Dergisi*,19, 195-208.

Zaim, O. ve E. Çakmak (1992), “Türkiye Çimento Sanayii ve Tarım Kesiminde Etkinlik”. 3. *İzmir İktisat Kongresi Sektörel Gelişme Stratejisi Kitapçığı*, 181-188.

<http://www.tcdd.gov.tr/home/detail/?id=267>, (Erişim tarihi: 23.07.2011).