

TÜRKİYE CUMHURİYETİ DEVLET DEMİRYOLLARI İŞLETMESİNİN PERFORMANS DEĞERLENDİRMESİ

Fikret Şinasi KAZANCIOĞLU

Gazi University, Technology Faculty, Energy Systems Engineering, Ankara, Türkiye
fsinasi@gmail.com

(Geliş/Received: 22.11.2011; Kabul/Accepted: 24.01.2012)

ÖZET

Avrupa Birliği (AB) kriterleri ve hedefleri belli olan ve üyesi olduğu ülkelerin bu kriterleri taşımasını zorunlu kılan bir yapıya sahiptir. Türkiye, AB'ye aday bir ülke olarak birliğin gereklerini yerine getirme çalışmalarına AB'nce açılan başlıklar altında devam etmektedir. Açılan başlıklardan biriside "Ulaştırma" dır. Bu bağlamda, bu çalışma ile ulaştırma başlığının en önemli parametrelerinden biri olan "Demiryolları" işletmeciliğinde Türkiye'nin AB ülkelerine göre durumu Veri Zarflama Analizi (VZA) kullanılarak ortaya konulmuştur. VZA seçilen karar verme birimlerinin (KVB) (bu çalışmada ülkeler) demiryolları göstergelerini dikkate alarak çok parametrelili ve non-parametrik bir yaklaşımla göreceli performans analizi yapar. Analizde farklı iki model düşünülerek hem işletme hem de yolcu taşımacılığında demiryolu kullanımı tercihi bakımından performans değerlendirilmesi yapılmıştır. Bu çalışmanın çıktıları Türkiye'nin demiryolu göstergeleri bakımından AB'ye entegrasyonu için hedef politikalarının belirlenmesine somut değerlerle yardımcı olacaktır.

Anahtar Kelimeler: Demiryolları, Veri Zarflama Analizi, Etkinlik

PERFORMANCE ASSESSMENT OF TURKISH STATE RAILWAYS ENTERPRISE

ABSTRACT

The European Union (EU) has a structure where its criteria and objectives are known and where member states are obligated to carry out these criteria. Turkey is continuing to carry out the requirements as a candidate to the Union through the chapters of the acquits opened by the EU. One of the chapters opened is "transport." In this context, with this work, "railway" operations, as one of the most important parameters of the Ministry of Transportation, and Turkey's situation in relation to the EU nations has been put forward by using the Data Envelopment Analysis (DEA). The DEA is conducted by selected decision making units (DMU) (in this case countries) with a relative performance analysis using a multi-parameter and non-parametric approach bearing in mind the railway indicators. In the analysis, two different models are considered in which a performance evaluation has been done in railway preference for operations as well as passenger transport. The output of this work, in terms of Turkey's railway indicators, will assist with tangible values in identifying the target policies for EU integration.

Key words: Railways, Data envelopment analysis, Efficiency

1.GİRİŞ (INTRODUCTION)

Türkiye'de 1856 yılında başlayan demiryolu çalışmaları hızla gelişen teknoloji ve hızla artan nüfusa oranla gelişimini oldukça yavaş gerçekleştirmektedir. Hızla gelişen sanayileşme beraberinde hızlı ve daha ucuz taşımacılığın gelişmesine olan ihtiyacı ortaya çıkarmış ve bu ihtiyaç demiryollarının hızla gelişimine neden olmuştur. Yüksek hızlı trenlerin gelişmesi ile büyük kitle yolcu

taşımacılığı kolaylaşmıştır. Ülkemizde de hızla gelişen demiryolları işletmeciliğinin AB ülkeleri arasındaki konumunun belirlenmesi ve demiryolları göstergeleri bakımından AB'ye uyumunun sağlanması açısından bir konum analizine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu kıyaslama girdilerini çıktıya dönüştürme etkinliği bakımından yapılmıştır. Dolayısıyla işletmenin performansı en az girdi ile maksimum çıktı elde edebilme açısından etkin kabul edilmiştir. Bu çok değişkenli problemin çözümünde

literatürde birçok alanda uygulama imkânı bulan ve popüler olan Veri Zarflama Analizi (VZA) kullanılarak yapılmıştır

Etkinlik ve verimlilik, birlikte anılan ve çoğu zaman birbirleriyle karıştırılan kavramlar olmuştur. Verimlilik dendiğinde üretken bir birimin çıktılarının girdilerine oranı anlaşılmaktadır. Etkinlik ise, üretken bir birimin gözlenen çıktı, girdi oranı ile optimal çıktı-girdi oranı arasındaki karşılaştırmayı içerir. Bir başka deyişle etkinlik var olan üretim yeteneği ile potansiyel üretim yeteneğinin karşılaştırılmasıdır. Koopmans [1] şimdilerde teknik etkinlik dediğimiz kavramı tanımlamıştır: "Bir girdi çıktı vektörü ancak bir çıktıyı arttırmak ya da bir girdiyi azaltmak sadece başka bir çıktıyı azaltmak ya da başka bir girdiyi arttırmak ile mümkünse etkindir". Koopmans'ın tanımına göre, bir üretken birim ancak ulaşabileceği nihai bir sınıra ulaştığında etkin olacaktır. Bu nihai sınırın bulunmasının ya da önceki basit tanımda yer alan potansiyel üretim yeteneğinin tespit edilmesinin, dolayısıyla etkinliğin ölçülmesinin zorluğu, etkinlik kavramının verimliliğe nispetle biraz geriye itilmesine, zaman zaman da verimlilikle eş anlamlı olarak kullanılmasına neden olmuştur.

Debreu [2] ve Farrell [3] teknik etkinlik için bir ölçüt geliştirmişlerdir. Buna göre, bir üretken birimin teknik etkinliği, mevcut çıktıları üretmeye devam etmesi koşuluyla, "bir eksi bütün girdilerde gerçekleştirilebilecek eş oranlı maksimum azaltma miktarına eşittir. Bir birimin bu ölçüt çerçevesinde etkin olabilmesi için hesaplanan ölçütün değerinin bir olması yani aynı üretim miktarını elde edebilmek için girdilerde bir azaltma yapmanın mümkün olmaması gerekmektedir.

Farrell [3] etkinliğin ölçülebilmesi için bilinmesi gereken sınırın gerçek hayatta tespitinin olanaksızlığı nedeniyle, bu sınırı eldeki gözlemleri kullanarak oluşturmuştur. Eldeki gözlemlerin kullanılması etkinlik yerine nispi etkinliğin ölçülmesini zorunlu kılmaktadır. Farrell [3] etkinlik ölçütünün en önemli kısıtı ise girdi ve çıktı sayılarının sınırlı olabilmesidir.

Çok sayıda girdi ve çıktı olduğu durumlarda nispi etkinliğin ölçülmesini amaçlayan Veri Zarflama Analizi, Charnes ve arkadaşları [4] tarafından geliştirilmiştir.

Doğrusal programlama tabanlı bir teknik olan Veri Zarflama Analizi, üretken birimlerin etkinliklerini değerlendirerek bir yandan performans değerlendirmesi yaparken, diğer taraftan da değerlendirilen birimlerin etkin olabilmeleri için almaları gereken önlemlere de işaret edebilmektedir. Alternatif ekonometrik yöntemlere kıyasla kolay uygulanabilme olanağına sahip olan ve herhangi bir üretim fonksiyonunun varsayımlarını dayatmayan Veri Zarflama Analizi, "ekonomideki liberalleşme eğilimlerinin gelişmesiyle rasyonelleşme doğrultusundaki atılım ve girişimler arttığı, bunun rekabet gücü ve verimlilik-etkinlik üzerindeki etkileri daha yakından ve duyarlılıkla izlenir" olduğu ülkemiz için de önemli bir yere sahip olmuştur. Yöntemin kullandığı girdi ve çıktıların serbestçe seçilmesine izin vermesi ve birimlerin önemli olmaması, hemen her sektörde ve alanda kullanılabilirlik sağlamaktadır.

Bu çalışmada verilerine tam olarak ulaşılabilen 20 AB'ne üye ile Türkiye karar verme birimleri olarak dikkate alınmıştır. Etkinliklerin belirlenmesinde, 2010 yılı verileri kullanılmıştır. Etkinlik analiz sonuçları ile demiryolu işletmeciliği bakımından performanstaki değişimler somut değerler vasıtasıyla Türkiye için demiryolu işletmeciliği açısından geliştirilmesi gereken politikalara öneriler sunabilmektedir.

2.MATERYAL ve METOT (MATERIAL AND METHOD)

2.1.Materyal (Material)

Analizde kullanılan girdi ve çıktı değişkenleri Tablo 1'de verilmiştir. TCDD işletmeciliği çıkardığı yıllık raporlarda temel istatistik göstergeleri verse de birçok hatalar içeren tablolar görülebilmektedir.

Tablo 1. Analizde kullanılan demiryolları göstergeleri (Railway indicators used in the analysis)

Değişkenler	MODEL 1	MODEL 2
	Girdi (Input-I) Çıktı(Output-O)	Girdi (Input-I) Çıktı(Output-O)
10000 kişiye düşen Demiryolu uzunluğu (km) (RPP)	I	
1000 km ² düşen demiryolu uzunluğu (km) (RPKM)	I	
Yolcu-Km (PKM)	I	
Yolcu Sayısı (NP)	I	I
İnsanların demiryolları ile seyahat sıklığı (TFPR)	O	I
Hat uzunluğuna düşen personel (NE)		I
Toplam işletme giderleri (TOE)		I
Sübvansiyon (S)		I
Toplam işletme gelirleri (TOR)		O

Bu yüzden analizde kullanılan temel demiryolu göstergeleri, Avrupa İstatistik Birliği veri tabanından alınmıştır. Analizde iki farklı model geliştirilerek hem işletme hem de demiryolu kullanımı bakımından etkinlik değerlendirilmesi yapılmıştır. Etkinlik değerlendirilmesi seçilen girdi ve çıktılara göre farklı iki model üzerinde durulmuştur. Bunlar:

Model 1: İnsanların demiryolu ile seyahat etme sıklığını çıktı ve temel demiryolu kullanım parametrelerini girdi olarak alan "Tercih Etkinliği"

Model 2: İşletmenin toplam gelirlerini çıktı ve temel işletme parametrelerini girdi alan "İşletme Etkinliği" dir.

Etkinlik analizlerinde girdi ve çıktı seçiminde bazı kriterler uygulanır. Örneğin KVB sayısının girdi ve çıktı değişkenlerinin toplamının üç katından fazla olması gerekir. Bu analiz için KVB olarak 21 ülke girdi için 5 değişken çıktı için 1 değişken düşünüldüğü için $21 > 3(1+5)$ şartı sağlanmış olmaktadır. Ayrıca değişkenlerin seçimi için öncelikle değişkenlerin sayısal büyüklükte olması gerçek değerler olması gibi kriterler göz önünde bulundurulmalıdır.

2.2. Metot: Veri Zarflama Analizi (Method: Data Envelopment Analysis)

Veri Zarflama Analizi (VZA), ilk olarak Charnes, Cooper ve Rhodes [4] tarafından ürettikleri mal veya hizmet açısından birbirlerine benzer ekonomik karar verme birimlerinin göreceli etkinliklerinin ölçülmesi amacı ile geliştirilmiştir.

Ancak parametresiz bir etkinlik yöntemidir. "Karar Birimleri" girdiyi çıktıya dönüştüren (homojen yapıdaki) işletme veya ekonomik kuruluşlar veya performansları karşılaştırılacak olan birimlerdir.

Veri Zarflama Analizi, literatürdeki adıyla "Data Envelopment Analysis" doğrusal programlama teorisinin prensiplerine dayanan ve spesifik olarak karar verme birimlerinin (literatürdeki adıyla "Decision Making Units" ya da "DMU's") göreceli verimliliğini tahmin etmek için tasarlanmış olan parametresiz bir yöntemdir. VZA'da "karar verme birimi" terimi birtakım girdileri birtakım çıktılara dönüştürmekten sorumlu işletme veya ekonomik kuruluşlar olarak tanımlanır. VZA yöntemin sahip olduğu en önemli özellik her karar verme birimindeki etkisizlik miktarını ve kaynaklarını tanımlayabilmesidir. Bu özelliği ile yöntem etkin olmayan birimlerde ne kadarlık bir girdi azaltma ve/veya çıktı miktarını artırmak gerektiğine ilişkin olarak problem çözenlere yol gösterebilir. İlk başta kar amacı gütmeyen kurumların (hastane, silahlı kuvvetler, üniversite vb.) karşılaştırmalı etkinliğinin

ölçülmesini hedefleyen bu yöntem, daha sonraları ARGE projelerinde, çok uluslu ya da çok şubeli şirketlerin göreceli performanslarının ölçümünde ve nihayet kar amaçlı üretim ve hizmet sektörlerinde de işletmeler arası göreceli etkinliğin ölçümünde yaygınca kullanılmaya başlanmıştır. Yöntemin getirdiği en önemli yenilik, birçok girdinin kullanılarak birçok çıktının elde edildiği ortamlarda parametrik yöntemlerde olduğu gibi önceden belirlenmiş herhangi bir analitik üretim fonksiyonu varlığının öngörülmesine gereksinim duymadan ölçüm yapılabilmesidir [5].

Ayrıca girdi ve çıktılar ölçüm birimlerinden bağımsızdır. Bu nedenle işletmenin değişik boyutlarının aynı zamanda ölçülebilmesi imkanı vardır.

Veri Zarflama Analizi, birden çok ve farklı ölçeklerle ölçülmüş ya da farklı ölçü birimlerine sahip girdi ve çıktılar karşılaştırma yapmayı zorlaştırdığı durumlarda karar birimlerinin göreceli performansını ölçmeyi amaçlayan doğrusal programlama tabanlı bir tekniktir [6]. VZA yöntemi çoklu girdi ve çoklu çıktılar içeren üretim ilişkilerinde girdi ve çıktılar ağırlıklarını belirleyerek performans karşılaştırması yapılmasına olanak tanır. Karar birimlerinin aynı hedefe yönelik benzer işlevler görmesi, aynı pazar şartlarında çalışması ve gruptaki bütün birimlerin verimliliklerini nitelendiren etmenlerin yoğunluk ve büyüklüklerindeki farklılıklar hariç aynı olması şartları aranır.

Problemlerin çoğunda, işlemlerde birçok girdi kullanılır (personel sayısı, ücretler, çalışma saatleri, teçhizat sayısı gibi) [7,8]. Benzer biçimde farklı çıktı ölçütleri de mevcuttur (karlılık, pazar payı, büyüme hızı gibi). Karar vericiler için kullanılan birçok girdinin sonucu bu girdilerin dönüştürülmesiyle elde edilen çıktılardan dönüştürme işleminde hangi birimlerin verimliliğinin düşük olduğunu tespit etmek oldukça güçtür. Bu noktada VZA karar vericilere göreceli etkinlikleri belirlemede önemli bir yardımcı araç sunmaktadır. VZA yaklaşımı referans gruplarının bütün birimlerine dayanarak bir kuramsal etkinlik sınırı oluşturmada doğrusal programlamadan faydalanmaktadır. Kuramsal birime ait çıktı referans grubundaki bütün çıktılar ağırlıklı ortalamaları yardımıyla hesaplanır. Kuramsal birime ait girdi ise yine bütün referans grubundaki girdilerin ağırlıklı ortalamalarıyla belirlenmektedir. Doğrusal programlama modelindeki kısıtlar, kuramsal birim çıktılarının, incelenen birim çıktularından büyük veya eşit olmasını gerektirmektedir. Kuramsal birimin girdilerinin, incelenen birimden daha düşük olması kuramsal birimin aynı veya daha fazla çıktıyı daha düşük girdi kullanarak elde ettiğini göstermektedir.

VZA, çok sayıda değişken ile ilişkileri (kısıtlar) bir arada değerlendirildiği "matematiksel programlama" gibi teknikleri kullandığı için çok sayıda girdi ve çıktının bir arada değerlendirilmesine olanak vermeyen ve karar vericiyi sınırlandıran diğer tekniklere göre kullanıcıya daha rahat çalışabilme imkanı sunar. Çünkü politika üretilen ve yönetsel kararların alındığı gerçek hayat problemleri pek çok faktörün aynı anda değerlendirilmesini gerektiren karmaşık bir yapıya sahiptir. Bununla birlikte VZA matematiksel programlamanın sahip olduğu geniş teori ve metodoloji birikimi sayesinde yol gösterici analizleri ve yorumların yapılabilmesine olanak sağlar [5].

m adet girdisi ve t adet çıktısı olan n adet KVB için maksimize edilecek çıktı/girdi oranının matematiksel ifadesi aşağıda verilmiştir.

$$\text{Max}h_k = \frac{\sum_{r=1}^t U_{rk} Y_{rk}}{\sum_{i=1}^m V_{ik} X_{ik}} \quad (1)$$

Bu ifadeye $X_{ij} > 0$ parametresi j-inci karar birimi tarafından kullanılan i-nci girdi miktarını, $Y_{rj} > 0$ parametresi de j-inci karar birimi tarafından kullanılan r-inci çıktı miktarını göstermektedir. Bu karar problemi için değişkenler k karar biriminin i girdi ve r çıktıları için vereceği ağırlıklardır. Bu ağırlıklar sırasıyla v_{ik} ve u_{rk} olarak gösterilmiştir. k-ıncı KVB'nin ağırlıklarını diğer karar birimleri de kullandığı zaman etkinliklerinin %100'ü geçmemesini sağlayan kısıt:

$$\frac{\sum_{r=1}^s U_{rk} Y_{rj}}{\sum_{i=1}^m V_{ik} X_{ij}} \leq 1; j = 1, \dots, n \quad (2)$$

biçiminde tanımlanır. Son olarak kullanılacak girdi ve çıktı ağırlıklarının negatif olamamasını sağlayan kısıt da;

$$\begin{aligned} U_{rk} &\geq 0; r = 1, \dots, t \\ V_{ik} &\geq 0; i = 1, \dots, m \end{aligned} \quad (3)$$

biçimindedir. Bu eşitsizlikler setini doğrusal programlama formuna çevirip simpleks ya da benzeri algoritmalarla çözüme ulaşmak için maksimizasyon formundaki amaç fonksiyonunun paydasının 1'e eşitlenip bir kısıt haline getirilmesi yeterlidir.

Eşitlik 1'deki amaç fonksiyonundaki kesiri maksimize etmek için pay ve paydanın bireysel değerleri değil pay ve paydanın birbirlerine göre değerleri önemlidir. Aynı etkiyi yakalamak paydanın bir sabite eşitlenerek yalnızca payın maksimize edilmesiyle mümkündür. "p." karar birimi için doğrusal program kesirli

fonksiyondaki amaç fonksiyonunun paydasını "1"e eşitlemek suretiyle elde edilir:

$$\text{Max}U_i, V_k = \sum_{i=1}^t U_i Y_{ip} \quad (4)$$

Aşağıdaki kısıtlar altında:

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^t U_i Y_{ic} &\leq \sum_{k=1}^m V_k X_{kc} \quad c=1, \dots, N \\ \sum_{k=1}^m V_k X_{kp} &= 1 \end{aligned} \quad (5)$$

$u_i, v_k > 0$ tüm i ve k'lar için.

Modeldeki u_i, v_k değerleri girdi ve çıktılar üzerindeki ağırlıklardır ve problemin değişkenlerini oluştururlar. Yukarıdaki model doğrusaldır ve girdilerin ağırlıklı toplamını "1" ile kısıtlayıp, u_i ve v_k için uygun değerler seçerek, "p" karar biriminin ağırlıklı çıktı toplamını maksimize eder. Kesirli fonksiyonda bulunan "1"den küçüktür kısıtları birincil doğrusal programda da mevcuttur. Böylece verimlilik değeri "1"i aşamaz.

Benzer bir doğrusal program. " p." karar birimi için ağırlıklı girdiler minimize edilerek ve ağırlıklı çıktılar "1"e eşitlenerek elde edilir:

$$\text{Min}V_k, U_i = \sum_{k=1}^m V_k X_{kp} \quad (6)$$

Aşağıdaki kısıtlar altında:

$$\begin{aligned} \sum_{k=1}^m V_k X_{kc} &\geq \sum_{i=1}^t U_i Y_{ic} \quad c=1, \dots, N \\ \sum_{i=1}^t U_i Y_{ic} &= 1 \end{aligned} \quad (7)$$

$U_i, V_k > 0$ tüm i ve k'lar için.

Görüldüğü üzere primal formülasyondaki girdi ve çıktı ağırlıkları (u_i ve v_k) pozitiflik kısıtına sahipken olağan doğrusal programlarda yalnızca negatif olmama kısıtları vardır. VZA'deki bu katı pozitif olma kısıtı, Charnes, Cooper ve Rhodes [4] tarafından modele konulmuştur [9]. Böylece girdi ve çıktı ağırlıklarını aşağıdaki şekilde kısıtlanışlardır:

$$\begin{aligned} V_k &> \varepsilon, k = 1, \dots, m \\ U_i &> \varepsilon, i = 1, \dots, t \end{aligned} \quad (8)$$

Burada " ε " ihmal edilebilir denli küçük bir değer veya non-Archimedean sabiti olarak anılan ve genellikle 10^{-5} veya 10^{-6} düzeyinde kullanılan bir değerdir.

Lewin ve Morey [10], ağırlıklar üzerindeki pozitiflik kısıtını "alt sınır kısıtları" olarak adlandırmaktadırlar.

VZA analizleri iki yönlü yapılır:

- **Girdiye yönelik verimlilik;** sabit bir çıktı düzeyi verilmişken. Etkin olmayan karar birimlerinin girdilerini (temel demiryolu göstergeleri) ne oranda daha az kullandıkları takdirde etkin olacaklarının ölçüsüdür.

- **Çıktıya yönelik verimlilik;** sabit bir girdi düzeyi verilmişken etkin olmayan karar birimlerinin etkin olabilmeleri için ne kadar oranda daha fazla çıktı üretmeleri gerektiğinin ölçüsüdür.

Girdiye yönelik yaklaşımda, eğer bir karar birimine ait herhangi bir girdi miktarının azaltılması o karar birimine ait başka bir girdi miktarı artırılmadan ve/veya çıktılardan birinin miktarı azaltılmadan mümkün olamıyor ise bu karar birimi pareto-etkin sayılır.

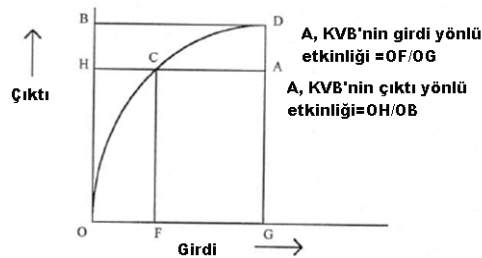
Çıktıya yönelik yaklaşımda, eğer bir karar birimine ait herhangi bir çıktı miktarının artırılması o karar birimine ait başka bir çıktı miktarı azaltılmadan ve/veya girdilerden birinin miktarı artırılmadan mümkün olamıyor ise bu karar birimi pareto-etkin sayılır.

Girdi ve çıktıya yönelik hesaplanan verimlilik değerlerinin şekil üzerinde gösterimi Şekil 1'de verilmiştir.

Burada kullanılan girdiye yönelik verimlilik hesabında ise hem CRS (Ölçeğe göre sabit getiri) modeli hem de VRS (ölçeğe göre azalan/artan getiri) modeli kullanılmıştır. Bu modellere göre ise;

Ölçeğe göre Sabit Getiri (CRS) :

- Burada, girdi vektöründeki herhangi bir radyal artış çıktı vektöründe aynı oranda bir radyal artışa neden olmaktadır.
- Radyal artış: bütün girdi bileşenlerinin aynı oranda artışı demektir.

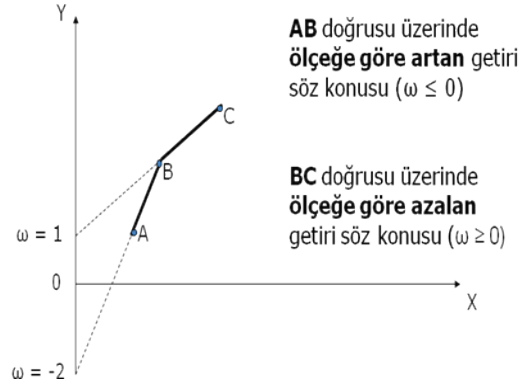


Şekil 1. Girdiye ve çıktıya göre verimlilik (Input and Output Oriented Efficiency)

Ölçeğe göre Değişen/Azalan/Artan Getiri (VRS, DRS, IRS):

- Ölçeğe Göre Değişen Getiri
Ölçeğe göre hem artan hem azalan hem de sabit getiri olabileceği anlamına gelir.
- Ölçeğe Göre Azalan Getiri
Girdi vektöründeki herhangi bir radyal artış çıktı vektöründe daha küçük oranda bir radyal artışa neden olmaktadır.
- Ölçeğe Göre Artan Getiri

Girdi vektöründeki herhangi bir radyal artış çıktı vektöründe daha büyük oranda bir radyal artışa neden olmaktadır (Şekil 2).



Şekil 2. Ölçeğe göre değişken model (Variable returns to scale model)

Ölçek etkinliği CRS etkinlik skoru ile VRS etkinlik skoru arasındaki aralığın ölçümünü yapmaktadır. Herhangi bir KVB için ölçek etkinliği VRS varsayımlarına göre elde edilen etkinlik skorunun CRS etkinlik skoruna bölünmesi ile hesaplanmaktadır. Ölçek etkinlik skorunun 1'den küçük olması ölçek etkinsizliğine 1'e (%100) eşit olması aynı zamanda CRS etkinlik skoru ile VRS etkinlik skorunun 1'e eşit olması durumunda karar biriminin ölçek etkin olduğunu gösterir. Böylece yukarıdaki şekilde bulunan karar birimlerinden B ve D teknik olarak etkin ancak ölçek açısından etkin değildir. Burada yalnızca C karar birimi ölçek etkinliğine sahiptir [11].

Doğrusal programlama modelinde karar birimleri üzerindeki ağırlıkları 1'e eşitleyen kısıt etkinlik sınırının "en iyi gözlem" in çoklu doğrusal kombinasyonlarından oluşmasına ve görece etkinliğin daha az katı bir şekilde tanımlanmasına olanak tanır. Çünkü bu kez ölçeğe göre artan ve azalan durumlar da modelin içinde yani etkinlik sınırında yer alır. Genel olarak ölçeğe göre sabit getiri durumunda etkinlik karşılaştırması ortaya performansın daha düşük olduğu bir resim çıkarır. Çünkü bir karar biriminin "1" etkinlik değerine ulaşabilmesi için hem teknik etkinliğe hem de ölçek etkinliğine sahip olması gerekmektedir.

Ölçeğe göre değişen getiri durumunda ise ölçek etkinliği olmayan bir birim eğer teknik etkinliğe sahipse "en iyi gözlem" olarak sınır üzerinde yer alabilir [12]. Dolayısıyla aynı karar birimi için teknik etkinlik ölçüsünün ölçeğe göre sabit getiri durumunda ölçeğe göre değişen getiri durumuna kıyasla daha düşük olduğu söylenebilir.

3. ANALİZ SONUÇLARI (RESULTS OF ANALYSIS)

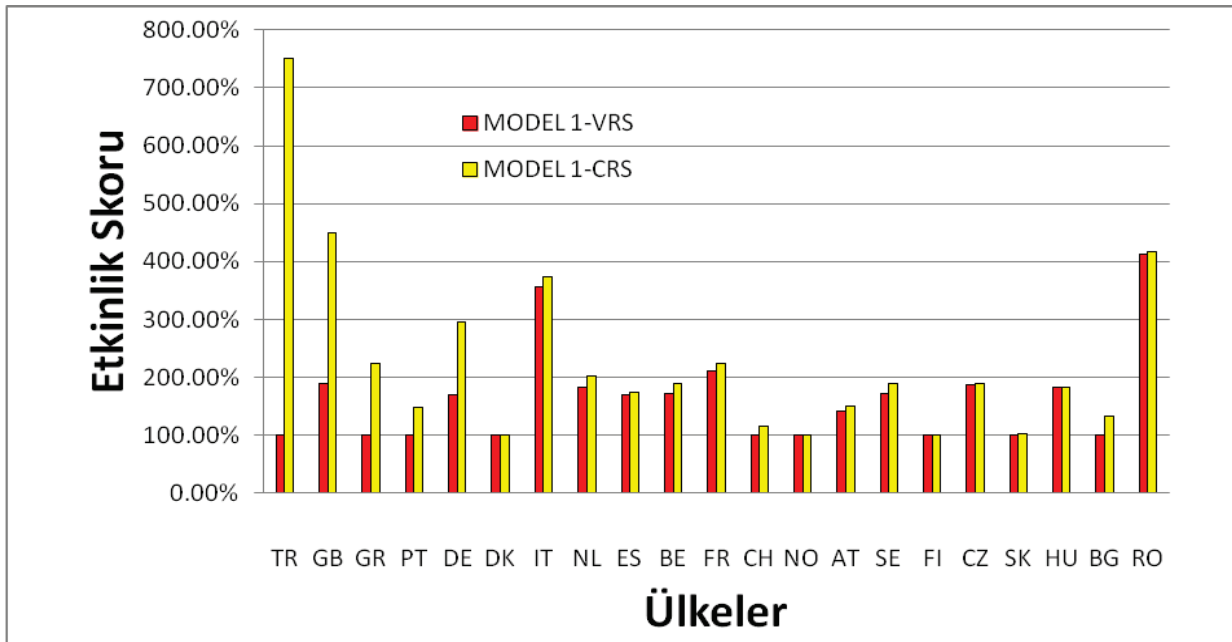
AB'ye üye 20 ülke ile Türkiye'nin demiryolu göstergeleri bakımından etkinlikleri, çıktı yönlü CRS ve çıktı yönlü VRS modelleri ile hesaplanmış ve sonuçlar değerlendirilmiştir. Daha öncede belirtildiği gibi 100'den büyük etkinlik skoruna sahip ülkeler etkin değildir. Böyle bir KVB'nin etkin konuma çıkabilmesi için çıktısını etkinlik skoru kadar arttırmalı ayrıca girdide fazlalıkları ve çıktıda azlıkları varsa bunları da telafi etmelidir. Çıktı yönlü model ile bulunan etkinlik skoru 1 veya 100% ise ve bu birimin girdilerinde ya da çıktılarında karma etkinsizlik yoksa bu KVB etkindir denir. Etkinlik skoru 100'den fazla olan KVB'leri etkin değildir. Etkin olmayan bir KVB'nin etkinlik skorunun bir anlamı da şudur: Bu birim çıktılarını etkinlik skoru kadar artırır ise etkin konuma yükselebilir. Örneğin CRS analiz sonuçlarına göre etkinlik skoru %195,97 olan bir KVB etkin konuma gelebilmesi için çıktısını %95,97 oranında arttırmalıdır.

3.1. Model 1 (Tercih Etkinliği) Sonuçları (Results of Model 1 (Preferred Efficiency))

Şekil 3, Model 1 etkinlik analiz sonuçlarına göre; CRS etkinliğine göre Danimarka ve Norveç %100 etkinlik skoruna ulaşarak diğer bütün ülkelere referans olmuşlardır. Finlandiya ise %100,98 etkinlik skoru ile etkin olmaya en yakın ülke konumundadır. Türkiye'nin CRS etkinlik skoru %751,06'dır. Bu değer Türkiye'nin demiryolu kullanma sıklığını %651,06 değerinde arttırması durumunda etkin bir ülke konumuna gelmesini sağlayacaktır. Bunun yanı sıra yolcu sayısı ve yolcu-km girdilerinde de artış sağlaması gerekir. Bu artış Danimarka'nın değerlerinin %22'si ve Norveç'in değerlerinin %7'nin toplamı kadar olmalıdır (Tablo 2). Bu sonuçlar göstermektedir ki; Türkiye'nin demiryolu yolcu sayısını arttırması ve seyahat eden yolcuların seyahat yol mesafelerinin uzun olması gerekir.

Model 1, VRS etkinlik sonuçlarına göre (Şekil 3), Türkiye, Yunanistan, Portekiz, Danimarka, Norveç, İsviçre, Finlandiya, Slovakya ve Bulgaristan analiz yapılan bütün yıllar için etkindirler. Ancak Türkiye, Portekiz ve Bulgaristan diğer ülkelere referans olmamıştır. Etkin olmayan bir KVB'nin etkin konuma yükselebilmesinin başka bir yolu da girdi ve çıktılarını kendisine referans olan KVB'lerine Tablo 2'de verilen yüzdeleri oranında değiştirmesiyle mümkündür.

Model 1 analiz sonuçlarına göre hem CRS hem de VRS etkinliği bakımından etkin olan Danimarka ve Norveç ölçek etkin ülkelerdir.



Şekil 3. Model 1 için etkinlik skorları (Efficiency scores for Model 1)

Tablo 2. Model 1 analiz sonuçları (Results of Model 1 Analysis)

DMU	MODEL 1-VRS	MODEL 1-CRS
	Etkin Ülkeler İçin Referans Olma Sayısı Etkin Olmayan Ülkeler İçin Referans Aldıkları Ülke (Ağırlığı)	
TR	0	DK (0,22) NO (0,07)
GB	DK (0,75) CH (0,25)	DK (2,59) NO (0,09)
GR	1	NO (0,30)
PT	0	DK (0,51)
DE	DK (0,76) CH (0,24)	DK (1,88) NO (0,13)
DK	11	17
IT	DK (0,74) CH (0,26)	DK (1,09) NO (0,21)
NL	DK (0,99) CH (0,01)	DK (1,11)
ES	DK (0,39) NO (0,03) DK (0,59)	DK (0,54) NO (0,28)
BE	DK (0,91) CH (0,09)	DK (1,12) NO (0,06)
FR	DK (0,83) CH (0,17)	DK (0,99) NO (0,49)
CH	7	DK (1,39) NO (0,74)
NO	5	17
AT	DK (0,91) CH (0,09)	DK (1,00) NO (0,32)
SE	GR (0,40) NO (0,60)	NO (0,72)
FI	2	DK (0,23) NO (0,44)
CZ	DK (0,78) NO (0,22)	DK (0,74) NO (0,41)
SK	2	DK (0,20) NO (0,11)
HU	DK (0,44) NO (0,21) SK (0,35)	DK (0,51) NO (0,25)
BG	0	DK (0,14) NO (0,08)
RO	DK (0,08) NO (0,09) DK (0,37) SK (0,46)	DK (0,26) NO (0,30)

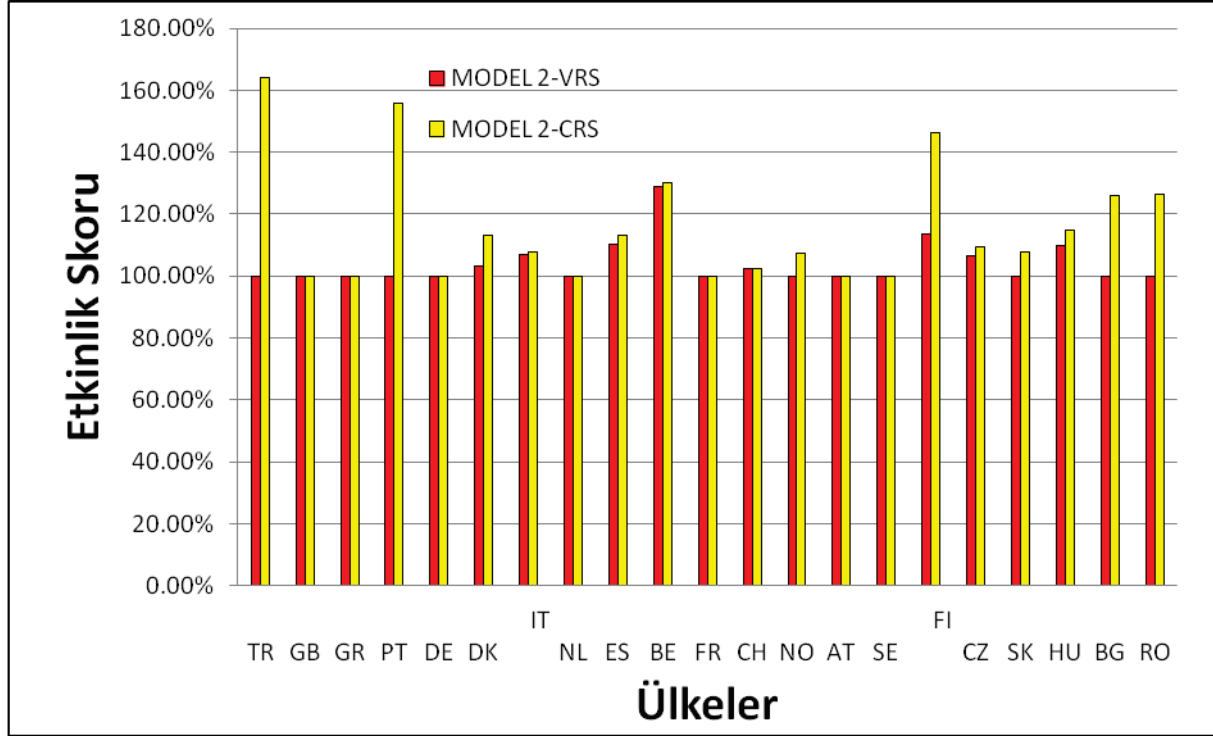
3.2. Model 2 (İşletme Etkinliği) Sonuçları (Results of Model 2 (Operating Efficiency))

Şekil 4, Model 2 etkinlik analiz sonuçlarına göre; CRS etkinliğine göre İngiltere, Yunanistan, Almanya, Fransa, Avusturya ve İsveç %100 etkinlik skoruna ulaşarak etkin ülke konumundadırlar ve diğer bütün ülkelere referans olmuşlardır. Türkiye'nin CRS etkinlik skoru %164,04'dür. Bu değer Türkiye'nin demiryolu işletme gelirini %64,04 değerinde arttırması durumunda etkin bir ülke konumuna gelmesini sağlayacaktır. Bunun yanı sıra yolcu sayısı, çalışan sayısı ve sübvansiyon girdilerinde de artış sağlaması gerekir. Bu artış İngiltere'nin değerlerinin %2,2'si, Almanya'nın değerlerinin %2'si ve Fransa'nın değerlerinin %1'nin , toplamı kadar olmalıdır (Tablo 3). Model 2, VRS etkinlik sonuçlarına göre Türkiye'nin de içerisinde bir çok ülke etkin durumdadır. Bu ülkeler Tablo 3'de verilmiştir. Etkin olmayan bir KVB'nin etkin konuma yükselebilmemesinin başka bir yolu da girdi ve

çıkıtlarını kendisine referans olan KVB'lerine Tablo 3'de parantez içerisinde verilen yüzdeliklere benzemesiyle mümkündür.

3.3. Süper Etkinlik Analiz Sonuçları (Results of Super Efficiency Analysis)

Etkin KVB'lerinin kendi içerisinde sıralaması süper etkinlik analizi ile yapılır. Bu analiz sonuçlarına göre Model 1 için CRS etkinliğinde Norveç ve Danimarka olarak sıralanmıştır. VRS etkinliğinde ise Türkiye, Yunanistan, Danimarka, Norveç, Bulgaristan, İsviçre, Portekiz, Finlandiya ve Slovakya olarak sıralanmıştır. Model 2 için CRS etkinliğinde Yunanistan, Avusturya, Fransa, İsveç, İngiltere, Hollanda ve Danimarka olarak sıralanmışlardır. Model 1 ve Model 2 VRS analiz sonuçlarında etkin çıkan ülkelerin VRS etkinlik sıralaması seçici olmamış süper etkinlikleri "big" olarak çıkmıştır. Etkin olmayan ülkeler kendilerine referans ülke seçerken bu sıralamayı dikkate alabilirler.



Şekil 4. Model 2 için etkinlik skorları (Efficiency Scores for Model 2)

Tablo 3. Model 2 analiz sonuçları (Results of Model 2 Analysis)

DMU	MODEL 2-VRS	MODEL 2-CRS
	Etkin Ülkeler İçin Referans Olma Sayısı Etkin Olmayan Ülkeler İçin Referans Aldıkları Ülke (Ağırlığı)	
TR	0	GB (0,02) DE (0,02) FR (0,01)
GB	7	12
GR	1	2
PT	1	GB (0,01) DE (0,02)
DE	4	9
DK	GB (0,06) NL (0,04) NO (0,91)	GB (0,10) NL (0,17)
IT	GB (0,14) DE (0,18) FR (0,08) DE (0,49) BG (0,11)	GB (0,17) DE (0,08) FR (0,23) AT (0,06)
NL	6	6
ES	GB (0,02) DE (0,14) NL (0,08) NO (0,71) BG (0,06)	GB (0,06) DE (0,15) NL (0,11)
BE	GB (0,02) DE (0,00) NL (0,22) AT (0,53) BG (0,23)	GB (0,02) DE (0,04) AT (0,55)
FR	2	5
CH	GB (0,10) NL (0,61) FR (0,03) AT (0,10) DE (0,16)	GB (0,09) NL (0,52) FR (0,08)
NO	4	GB (0,00) NL (0,02) FR (0,03)
AT	4	8
SE	2	0
FI	GR (0,60) PT (0,12) NL (0,12) NO (0,02) BG (0,15)	GR (0,15) NL (0,19) AT (0,02)
CZ	GB (0,03) DE (0,03) AT (0,22) BG (0,72)	GB (0,04) DE (0,04) AT (0,24)
SK	0	GR (0,32) NL (0,01) AT (0,18)
HU	GB (0,02) NL (0,08) NO (0,18) AT (0,15) BG (0,57)	GB (0,03) DE (0,02) AT (0,21)
BG	6	GB (0,01) DE (0,01) AT (0,03)
RO	0	GB (0,00) DE (0,02) FR (0,01) AT (0,09)

4. SONUÇLAR (CONCLUSION)

Türkiye jeopolitik konumu gereği aday olduğu AB'ne ulaşırma konusunda özellikle demiryolu ile AB ile Asya ülkeleri arasında koridor olma yolundaki hedeflerine, EU girme yolundaki hedeflerine ve Dünya ekonomisinde söz sahibi olma hedefine ulaşabilmesi için temel demiryolu girdileri ile çıktıları arasındaki dengeyi kurması gerekmektedir. Çalışmanın çıktılarına göre Türkiye'nin etkin bir ülke konumuna gelebilmesi için demiryolu kullanım sıklığını artırması, yolcu sayısı ve seyahat eden yolcuların demiryolu kullanım mesafelerini arttırmaları yönünde politikalar üretilmesi ve teşvikler getirilmesi önerilmektedir. Demiryolu işletmeciliğinin karlı bir kuruluş olabilmesi ve işletme etkin bir kurum haline gelebilmesi için çalışan sayısını, sübvansiyon miktarındaki artışı sağlaması gerekmektedir. Ancak devlete yük getiren sübvansiyonu azaltabilmesi için sübvansiyon karşılama oranını artırması gerekmektedir. Bu çalışma, Türkiye'de politika üretenele ulaşırma özellikle demiryolu girdilerinin ve çıktılarının nasıl etkin kullanılacağı yönünde somut veriler sunmaktadır.

Kısaltmalar (Abbreviations)

TR	TÜRKİYE
GB	İNGİLTERE
GR	YUNANİSTAN
PT	PORTEKİZ
DE	ALMANYA
DK	DANİMARKA
IT	İTALYA
NL	HOLLANDA
ES	İSPANYA
BE	BELÇİKA
FR	FRANSA
CH	İSVİÇRE
NO	NORVEÇ
AT	AVUSTURYA
SE	İSVEÇ
FI	FİNLANDİYA
CZ	ÇEK CUMH.
SK	SLOVAKYA
HU	MACARİSTAN
BG	BULGARİSTAN
RO	ROMANYA

KAYNAKLAR (REFERENCES)

1. Koopmans, T.C., "Activity analysis of Production and Collocetion", **John Wiley end Sons Inc.**, New York, 1951.

2. Debreu, G., "The Coefficient of Resource Utilization", **Econometrica**, Cilt 19, No 3, 273-292, 1951.
3. Farrell, M.J., "The Measurement of Productive Efficiency", **Journal of the Royal Statistical Society Series A, General**, Cilt 120, No 3, 253-281, 1957.
4. Charnes, A., Cooper, W.W., Rhodes, E.L., "Measuring the efficiency of decision making units", **European Journal of Operational Research**, Cilt 2, 429-444, 1978.
5. Özok, U., "Veri zarflama analizi ve Malmquist toplam faktör verimliliği endeksi ile Türkiye'deki illerin tarım etkinliklerinin incelenmesi", Yüksek Lisans Tezi, **Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Ankara, 2-22, 2006.
6. Norman, M., Stoker, B., "Data Envelopment Analysis : The Assesment of Performance", **Waley**, New York, Cilt 7, 29-35, 1991.
7. Baysal, M.E., Uygur, M., Toklu, B., "A study of the relative efficiency of TCDD ports, using data envelopment analysis", **Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University**, Cilt 19, No 4, 437-44, 2004.
8. Yurdakul, M. ve İç, Y., "Performance Measurement and Analysis for the Turkish Automotive Companies TOPSIS Method Using a Case Study", **Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University**, Cilt: 18, No:1, 1-18. 2003.
9. Charnes. A., Cooper, W., "An Explicit General Solution in Linear Fractional Programming". **Naval Research Logistics Quarterly**, Cilt 20, 449-467, 1973.
10. Lewin. A.Y., Morey R.C., "Measuring the Relative Efficiency and Output Potential of Public Sector Organizations: An Application of Data Development Analysis", **International Journal of Policy Analysis and Information Systems**, Cilt 5, No 4, 267-285, 1981.
11. Färe, R., Grosskopf, S., Norris, M., Zhang, Z., "Productivity growth, technical progress and efficiency change in industrialized countries", **American Economic Review**, Cilt 84, No 1, 66-83, 1994.
12. Andersen, P. and Petersen, N.C., "A procedure for ranking efficient units in data envelopment analysis", **Management Science**, Cilt 39, No 10, 1261-1264, 1993.

