

**AVRUPA BİRLİĞİ (AB) UYUM SÜRECİNDE DEMİRYOLU  
GÖSTERGELERİ BAKIMINDAN TÜRKİYE'NİN KONUMUNUN  
ÇOK DEĞİŞKENLİ İSTATİSTİKSEL YÖNTEMLERLE  
İNCELENMESİ**

**Barış KURT**

**DOKTORA TEZİ  
KAZALARIN ÇEVRESEL VE TEKNİK ARAŞTIRMASI**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**EYLÜL 2010  
ANKARA**

Barış KURT tarafından hazırlanan “AB uyum sürecinde demiryolu göstergeleri bakımından Türkiye'nin konumunun çok değişkenli istatistiksel yöntemlerle incelenmesi” adlı bu tezin Doktora tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Doç.Dr.Adnan SÖZEN .....  
Tez Danışmanı, Makine Eğitimi Anabilim Dalı

Bu çalışma, jürimiz tarafından oy birliği ile Kazaların Çevresel ve Teknik Araştırması Anabilim Dalında Doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

(Ünvanı, Adı ve Soyadı)\*\* .....  
(Anabilim Dalı, Üniversite Adı)  
Doç.Dr.Adnan SÖZEN .....  
Makine Eğitimi,Gazi Üniversitesi  
(Ünvanı, Adı ve Soyadı) .....  
(Anabilim Dalı, Üniversite Adı)  
(Ünvanı, Adı ve Soyadı) .....  
(Anabilim Dalı, Üniversite Adı)  
(Ünvanı, Adı ve Soyadı) .....  
(Anabilim Dalı, Üniversite Adı)

Tarih: ...../...../.....

Bu tez ile G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu Yüksek Lisans / Doktora derecesini onamıştır.

Prof. Dr. Bilal TOKLU .....  
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

## **TEZ BİLDİRİMİ**

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

**Barış KURT**

**ABUYUM SÜRECİNDE DEMİRYOLU GÖSTERGELERİ BAKIMINDAN  
TÜRKİYE'NİN KONUMUNUN ÇOK DEĞİŞKENLİ İSTATİKSEL  
YÖNTEMLERLE İNCELENMESİ  
(Doktora Tezi)**

**Barış KURT**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
Eylül 2010**

**ÖZET**

Belli kriterleri ve hedefleri olan ve üyesi olduğu ülkelerin bu kriterleri taşıması gerektiğinden yola çıkılarak Türkiye'nin AB'ye aday bir ülke olarak demiryolu işletmeciliğinde AB ülkelerine (verilerine tam ulaşılabilen 23 ülke) göre durumu Veri Zarflama Analizi ve Malmquist Index yaklaşımları kullanılarak ortaya konulmuştur. VZA, birden çok girdi ve çıktıya sahip karar birimlerinin görece performanslarının ölçülmesi için kullanılan bir tekniktir. Analizde, Charnes ve arkadaşları [1] tarafından geliştirilen çıktı yönlü VZA modeli (CCR modeli ile BCC modelleri) kullanılarak ölçek etkinliği değerleri bulunmuştur. Etkinliklerin belirlenmesinde, 2004-2007 yılları arasındaki, girdi değişkeni olarak demiryollarının temel göstergeleri (1000 km<sup>2</sup> başına demiryolu uzunluğu, insanların demiryollarında seyahat sıklığı, hat başına düşen personel, toplam işletme giderleri), çıktı olarak toplam işletme gelirleri dikkate alınmıştır. İşletme performansı açısından seçilen ülkelerin %16.6'sı 2004 den 2007 ye kadar her yıl etkin bulunmuştur. 2007 yılı için seçilen ülkelere %79.16'sı ölçeğe göre dönüşümlerini artırma eğiliminde çıkmıştır. Malmquist index skorlarına göre ortalama toplam faktör etkinlik değişimi 2004-2005, 2005-2006 ve

**2006-2007 periyodları için %0.011, %0.006 ve %0.050 olmuştur. Elde edilen sonuçlara göre Türkiye, demiryolları göstergeleri bakımından etkin bir ülke olarak çıkmamıştır. Bu da temel girdilerini çıktılarına dönüştürme de yetersiz bir ülke olduğunu göstermektedir.**

**Bilim Kodu :914.1.134**

**Anahtar Kelimeler :Veri zarflama analizi, etkinlik analizi, demiryolları**

**Sayfa Adedi :101**

**Tez Yöneticisi :Doç.Dr.Adnan SÖZEN**

**INVESTIGATION OF SITUATION OF RAILWAY TRANSPORTATION  
INDICATORS OF TURKEY AMONG AB COUNTRIES BY MULTI  
VARIABLE STATISTICAL METHODS  
(Ph.D. Thesis)**

**Bariş KURT**

**GAZİ UNIVERSITY  
INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY  
September 2010**

**ABSTRACT**

Since the European Union has certain targets and criteria that must be fulfilled by its members, Turkey's situation in railway industry compared to the EU member countries (23 countries whose data were accessed) was examined through the approaches of Data Envelopment Analysis and Malmquist Index. The output-oriented Constant Return Scale (CRS or CCR) and the Variable Return Scale (VRS or BCC) were used in the efficiency analysis. The variables of railway per 1000 km<sup>2</sup>(RPKM), travelling frequency of people by railway (TFPR), staff per length of lines (SPLL), total operating expenditure (TOE) were considered as inputs and total operating revenue (TOR) was considered as output. In terms of operation performance, 16.6% of the selected countries were found to be efficient every year between 2004 and 2007 according both to the CRS and VRS models. Of the countries selected for the year of 2007, 79.16% were exhibit increasing returns to scale. The Malmquist index relating to productivity scores show that the average total factor productivity changes are 0.011%, 0.006% and 0.050 for 2005, 2006 and 2007, respectively. The conclusions of this study

**will help policymakers to determine Turkey's policy objectives for its integration to the EU in terms of railway indicators.**

**Science Code : 914.1.134**  
**Key Words : Railway indicators, data envelopment analysis, efficiency**  
**Page Number : 101**  
**Adviser : Assoc.Prof.Dr.Adnan SÖZEN**

## TEŞEKKÜR

Doktora çalışmama başlamadan akademik çalışmalara başlamam gerektiği fikriyle başlayan yardımlarını çalışmalarım boyunca sŸrdüren değerli fikirleri ile çalışmama yŸn veren her tŸrlŸ yardım ve katkılarıyla beni yŸnlendiren sayın hocam Doç.Dr.Adnan SŸZEN'e, tez çalışmam sırasında yararlandığım sayın Prof.Dr.Hadi GŸKEN ve Prof.Dr.Hasan BAL hocalarıma ve ayrıca değerli katkılarından dolayı Prof.Dr.Mustafa KURT'a teőekkŸrŸ bir borç bilirim.

## İÇİNDEKİLER

	<b>Sayfa</b>
ÖZET .....	iv
ABSTRACT.....	vi
TEŞEKKÜR.....	viii
İÇİNDEKİLER .....	ix
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	xi
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	xii
1. GİRİŞ .....	1
2. TÜRKİYE CUMHURİYETİ DEVLET DEMİRYOLLARI(TCDD).....	6
2.1. Tarihi Gelişim.....	6
2.2. Demiryollarının Avantajları.....	7
2.2.1. Maliyet .....	7
2.2.2. Kazalar .....	8
2.3. TCDD'nin Avrupa Birliği'ne Uyumu .....	12
2.2.1. Avrupa Birliği'nde demiryolu politikaları .....	12
2.2.2. AB'ne uyum için Türkiye'nin ulaştırma plan ve programları. ....	16
2.4. Türkiye'nin Ulaştırma Politikalarına Katkıları.....	19
3. MATERYAL ve METOD .....	25
3.1. Materyal .....	25
3.2. Metodoloji.....	26
3.2.1. Kavramlar-tanımlar .....	26
3.2.2. Veri zarflama Analizi.....	31

	<b>Sayfa</b>
3.3. Doğrusal Veri Zarflama Analizi Programı: Dual Formülasyon.....	48
3.4. Veri Zarflama Analizinde Toplam Etkinlik.....	51
3.4.1. Teknik etkinlik .....	51
3.4.2. Ölçek etkinliği .....	56
3.5. Malmquist Toplam Faktör Verimlilik Endeksi.....	59
4. TCDD PERFORMANS DEĞERLENDİRMESİ .....	66
4.1. VZA Sonuçları .....	66
4.2. Malmquist Index Analiz Sonuçları .....	71
4.3. Süper Etkinlik Analiz Sonuçları .....	82
5. SONUÇLAR ve TARTIŞMA .....	84
KAYNAKLAR .....	85
ÖZGEÇMİŞ.....	92

## ÇİZELGELERİN LİSTESİ

<b>Çizelge</b>	<b>Sayfa</b>
Çizelge 3.1. Analizde kullanılan demiryolları göstergeleri .....	24
Çizelge 4.1. CRS, VRS teknik ve ölçek etkinlikleri .....	65
Çizelge 4.2. Etkinlik değişimlerinin yıllara göre dağılımı .....	70
Çizelge 4.3. 2007 yılı için CRS sonuçlarına göre analizdeki girdi ve çıktıdaki azlıklar ve fazlalıklar .....	79
Çizelge 4.4. 2007 yılı için VRS sonuçlarına göre analizdeki girdi ve çıktıdaki azlıklar ve fazlalıklar .....	80
Çizelge 4.5. Süper etkinlik analiz sonuçları.....	81

## ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1. TCDD Türkiye demiryolları haritası .....	9
Şekil 3.1. Verimlilik.....	26
Şekil 3.2. Teknik etkinlik ve verimlilik .....	28
Şekil 3.3. Ölçeğe göre artan getiri özelliği .....	29
Şekil 3.4. Etkinlik sınırı .....	50
Şekil 3.5. Etkinlik sınırı.....	53
Şekil 3.6. Ölçeğe göre değişen getiri .....	55
Şekil 3.7. Malmquist index analizi ile etkinlik değişimi.....	60
Şekil 4.1. CRS etkinliği ülkelere göre dağılımı .....	66
Şekil 4.2. VRS etkinliğinin yıllara göre dağılımı.....	67
Şekil 4.3. 2004-2007 yılları arası Türkiye'nin etkinlik değişimleri .....	71
Şekil 4.4. 2004-2007 yılları arası etkinlik değişimi.....	73
Şekil 4.5. 2004-2007 yılları arası teknik etkinlik değişimi .....	74
Şekil 4.6. 2004-2007 yılları arası verimlilik etkinlik değişimi.....	75
Şekil 4.7. 2004-2007 yılları arası ölçek etkinlik değişimi. ....	76
Şekil 4.8. Toplam faktör verimlilik değişimleri .....	77

## 1.GİRİŞ

Günümüzde Dünya ulaşımının hala en büyük yükünü taşımakta olan demiryolları, geniş çapta demir-çelik sanayinin gelişmesiyle birlikte paralellik göstermektedir. Kuşkusuz bu gelişmede, insan, hayvan ya da rüzgâr yerine çeşitli kolaylıklar sağlayan enerji kaynaklarının uygulanması da büyük rol oynamaktadır. Buhar gücü sözü edilen kolaylığı sağlayan ilk buluştur. 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 işletmeciliğın AB ülkeleri arasındaki konumunun belirlenmesi ve demiryolları göstergeleri bakımından AB'ye uyumunun sağlanması açısından bir konum analizine ihtiyaç duyulmaktadır.

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 [2] 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 [3] ve Farrell [4] 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 miktarı”na 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 [4] 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 [4] 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 [1] 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.

Türkiye’de 1856 yılında başlayan demiryolu çalışmaları hızla gelişen teknoloji ve hızla artan nüfusa oranla gelişimini oldukça yavaş gerçekleştirmektedir. Türkiye’nin AB’ye girme yönünde son yıllarda yaptığı uyum çalışmaları

kapsamında birçok alanda çalışmalar yoğun bir şekilde sürdürülmektedir. Belli kriterleri ve hedefleri olan ve üyesi olduğu ülkelerin bu kriterleri taşıması gerektiğinden yola çıkılarak Türkiye'nin AB'ye aday bir ülke olarak ulaşım alanında özellikle demiryolu işletmeciliğinde, AB ülkelerine göre durumunun çok değişkenli olarak incelenmesi gerekmektedir. Bu bağlamda, bu çalışma ile seçilen demiryolu göstergeleri bakımından demiryolu işletmeciliğinin etkinliği, AB ülkelerine göre kıyaslanmıştır. 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 bir çok alanda uygulama imkanı bulan ve popüler olan Veri Zarflama Analizi (VZA) ile Malmquist Endeks (MI) yaklaşımları kullanılarak yapılmıştır [5-10].

VZA, Charnes ve arkadaşları [1] tarafından geliştirilmiştir ve bu model, CCR (yazar adlarının baş harflerinden oluşmuştur) veya CRS (yöntem isminden adlandırılmıştır = Constant Return Scale) olarak adlandırılmaktadır. CCR modeli, karar birimlerinin etkinlik değerlerini ölçmek için geliştirilen doğrusal programlama temelli bir yöntemdir. Bir karar biriminin görelî etkinlik değeri, çıktı değerlerinin ağırlıklı toplamının, girdi değerlerinin ağırlık toplamına oranlanmasıyla elde edilir. Burada karşılaşılan sorun, girdi ve çıktılarına atanacak ağırlık değerlerinin belirlenmesidir. Girdi ve çıktı değerleri, birçok durumda farklı birimlerdedirler. VZA'nın, performans analizinde yaygın olarak kullanılmasının en büyük nedeni, farklı birimlerdeki değişkenlerin kullanılmasına olanak sağlaması ve ağırlıkların belirlenmesinde karar vericilere sağladığı avantajdır. Girdi ve çıktı ağırlıkları, model tarafından her karar birimi için, etkinlik değeri maksimize edecek şekilde belirlenir [1].

Ağırlıklandırma sırasında sağlanması gereken kısıtlar, aynı ağırlıklarla hiçbir karar biriminin etkinlik değerinin birden ( $<1$ ) yüksek olmaması ve bütün ağırlıkların pozitif olmasıdır. Model, performansı ölçülen karar birimlerinin

görelî olarak en avantajlı oldukları çıktılarına yüksek ağırlık değerleri ve dezavantajlı oldukları çıktılarına düşük ağırlık değerleri atayacaktır. Bu ağırlık atamaları girdi değerleri için de aynı şekilde gerçekleşir. Sonuç olarak ağırlıklar belirlenirken bir takım öznel ölçütlere ihtiyaç duyulmamakta, karar verici veya analizcinin bilinçli veya bilinçsiz olarak bazı karar birimlerine avantaj sağlayacak ağırlık değerleri vermesinin önüne geçilmekte ve her karar birimi için nesnel bir etkinlik değerine ulaşılmaktadır. Modelde, bir karar biriminin etkin olması için iki şart vardır [11]:

- Hiçbir çıktının değeri, bir veya daha fazla girdinin değeri artırılmadan ya da bir veya daha fazla çıktının değeri azalmadan arttırılmaz.
- Hiçbir girdinin değeri, bir veya daha fazla girdinin değeri artırılmadan ya da bir veya daha fazla çıktının değeri azalmadan düşürülemez.

Bu kurallara uyan karar birimleri etkinlik sınırını oluşturur ve etkinlik değerleri 1'dir. Etkin olmayan bir karar birimin performansı, etkinlik sınırına uzaklığı ile belirlenir.

VZA, performans ölçümünde son derece kullanışlı bir yöntem olmasına rağmen, modelin bazı sınırlamaları vardır. Bunların en önemlilerinden biri, VZA'nın, kullanılan verilere karşı çok hassas olmasıdır. Performans değerlerinin ölçümünde kullanılan etkinlik sınırları, verilerdeki hata ve belirsizliklerden çok etkilenir. Bu nedenle VZA ile doğru bir performans değerlemesi yapabilmek için eldeki verilerin kesin ve hatasız olması gerekir. Öte yandan kullanılmak istenen veriler sözel olarak ifade ediliyor olabilir (örneğin: "eski" veri, "iyi" servis).

Bu çalışmada verilerine tam olarak ulaşılabilen 23 AB'ne üye veya aday ülke ile Türkiye karar verme birimleri (KVB) olarak dikkate alınmıştır. Etkinliklerin belirlenmesinde, 2004-2007 yılları arasındaki, girdi değişkeni olarak demiryollarının temel göstergeleri (1000 km<sup>2</sup> başına demiryolu uzunluğu, insanların demiryollarında seyahat sıklığı, hat başına düşen personel, toplam işletme giderleri), çıktı olarak ta toplam işletme gelirleri dikkate alınmıştır. Etkinlik analiz sonuçları ile yıllara göre demiryolu işletmeciliği bakımından performanstaki değişimler ile toplam faktör etkinlikleri hesaplanarak elde edilen bilgiler ve somut değerler vasıtasıyla Türkiye için demiryolu işletmeciliği açısından geliştirilmesi gereken politikalara öneriler getirilmiştir.

## 2.TÜRKİYE CUMHURİYETİ DEVLET DEMİRYOLLARI (TCDD)

### 2.1. Tarihi Gelişim

Türkiye, buharlı lokomotifin 1823 yılında ilk kullanılmasından 33 yıl sonra 1856 yılında demiryolu ile tanışır. Sultan Abdülmecit,1856'da bir İngiliz şirketine verilen imtiyazla İzmir-Aydın arasında 130 km olarak inşa ettirir ve yapımı 1866 yılında Sultan Abdülaziz zamanında tamamlanır. 1871 tarihinde saraydan çıkarılan bir irade ile Haydarpaşa-İzmit hattının devlet eliyle yapımına başlanır ve 91 km'lik hat 1873 yılında tamamlanır. Ancak maddi imkânsızlıklar nedeniyle Anadolu demiryolları ile Bağdat ve Cenup demiryollarının yapımları Alman sermayesi ile gerçekleştirilir. İmtiyaz verilen başka bir İngiliz şirketi de İzmir-Turgutlu-Afyon hattı ile Manisa-Bandırma hattının 98 km'lik kısmını 1865 yılında tamamlar. 1896 yılında yapım imtiyazı Baron Hirsch'e verilen 2000 km'lik şark demiryollarının milli sınırlar içerisinde kalan 336 km'lik İstanbul-Edirne ve Kırklareli-Alpulu kesiminin 1888'de bitirilerek işletmeye açılmasıyla da İstanbul, Avrupa demiryollarına bağlanır [12].

Türk demiryolları 1923-1940 yılları arasında bir atılım çağı yaşar. Bu dönemde 1923 yılı itibarı ile 4559 km olan demiryolu 1940 yılına kadar gerçekleştirilen çalışmalarla 8637 km'ye ulaşmıştır. 1940 yılından sonra bir durgunluk dönemine girilir. 1950 yılından günümüze kadar ise sadece 1871 km'lik yeni demiryolu yapılır. Kurtuluş Savaşı'ndan sonra imkânsızlıklar içinde yılda ortalama 240 km uzunluğunda demiryolu yapılırken 1950 yılından sonra gelişen teknoloji ve maddi imkânlarla rağmen yılda sadece ortalama 39 km'lik demiryolu yapılabilmiştir. Buharlı lokomotifin ilk kullanılmasından çok kısa bir süre sonra Türkiye'ye gelen ve 1940 yılına kadar büyük bir gelişme gösteren demiryolu taşımacılığının bu tarihlerden sonra geri plana atılmasının temelinde yatan gerekçe devletin ulaşım politikasının değişmiş olmasıdır. 1948 yılında ABD tarafından hazırlanan ve "Hilts Raporu" adı verilen bir rapor, Türkiye'de ulaşım ağırlığının demiryolundan karayoluna kaydırılması

gerektiğini ve bu doğrultuda karayolu yapımı için Yollar Genel Müdürlüğü'nün kurulmasını öngörmektedir. Ayrıca raporda Yollar Genel Müdürlüğü'nün Ulaştırma Bakanlığı'ndan bağımsız bir şekilde kurulması vurgulanmıştır [12].

Ülkemizin ihtiyaçlarının ve imkânlarının karayolu ile sağlanması Türkiye'yi ulaşımda bağımlılığa, pahalılığa ve düzensizliğe itmesine neden olmuştur.

Ulaşım sektöründe en büyük payı elinde bulunduran Yollar Genel Müdürlüğü, bu rapor gereğince Ulaştırma Bakanlığı'ndan ayrılarak Bayındırlık Bakanlığı'na bağlanmıştır. O günden bu yana karayolları, ulaştırma Bakanlığı'nın kontrol, denetim ve sorumluluğundan uzak bir ortamda gelişmektedir. Karayolu yapımı kamu hizmeti statüsünde tutulmak suretiyle yapılan harcamalar, ülkenin genel bütçe imkânları içinde yaratılan kaynaktan karşılanarak, kar/zarar hesabı yapmayan Karayolları Genel Müdürlüğü marifetiyle devam ettirilirken aynı imkândan deniz ve demiryolları faydalandırılmamaktadır.

Hali hazırda; demiryolu yapımı, bakımı ve işletmecilik faaliyetlerini kar/zarar hesabına göre yürüten TCDD Genel Müdürlüğü, kısıtlı bütçe imkanları ile karşı karşıyadır.

Karayolları Genel Müdürlüğü'nün, Ulaştırma Bakanlığı bünyesinde olması durumunda; yönetim, planlama, kontrol ve tespit tek merkezde toplanarak; süratli, emniyetli, ucuz stratejik öneme haiz, milli çıkarlarımıza uygun, alt ve üst yapısı iç piyasadan temin edilebilir (dışa bağımlılıktan kurtaran) enerji tüketiminde tasarruf sağlayan, yapım maliyeti düşük, kullanım ömrü yüksek ve çevre dostu bir sistem olan demiryollarının gelişmesine katkıda bulunabilir. Bu şekilde üç tarafı denizlerle çevrili coğrafyamızın deniz ulaştırmacılığı da ihmal edilmezdi.

## **2.2. Demiryollarının Avantajları**

### **2.2.1. Maliyet**

Platform genişliği 13,7 m olan çift hatlı elektrikli bir demiryolu alt yapısı, kapasite açısından 38 m genişliğindeki 6 şeritli bir otobana eşdeğerdir [9]. Kapasite ve standartlar açısından aynı baza getirilen 1 km kara ve demiryolu maliyetleri karşılaştırıldığında 6 şeritli bir otobanın maliyeti 8 milyon USD iken, çift hatlı, elektrikli, sinyalizasyonlu bir demiryolu maliyeti 2 milyon 853 bin USD olarak tespit edilmiştir [12]. Demiryolunun faydalı ömrü 30 yıl olarak kabul edilirken dünya standartlarında karayollarının faydalı ömrü 13 yıldır. Yol maliyetleri ve faydalı ömür yılı açısından da demiryolunun daha avantajlı olduğu ortaya çıkmaktadır.

### **2.2.2.Kazalar**

Karayolları istatistiği bilgilerine göre 15 yıl içinde 100 binin üstünde insanımızı kaybettik. Bu 100 bin kişi Belçika'da çalışma çağındaki nüfusun 6'da 1'idir. Bunun ana sebebi çarpık ulaşım politikalarındandır. 2009 yılı istatistiklerine göre karayolunda trafik kazalarına neden olan kusurlar şöyle sıralanmaktadır; insan faktörü % 86, araç faktörü %4, yol faktörü kusuru ise % 1 olarak tespit edilmiştir. Karayolunda sürücü ve insan faktörü üzerinde ne kadar uğraş verirse verilsin hata payı belirli bir oranın altına düşürülemez. Çünkü karayolu taşıma sistemi kontrolü zor ve kaza yapmaya müsait bir yapı arz etmektedir. Otoban yolda 120 km/saat hızla giden bir aracın yol zemini kuru olduğunda reaksiyon mesafesi 25 m, fren mesafesi 94 m, aracın duruş mesafesi 119 m'dir [12]. Elverişsiz şartlarda seyreden bir aracın reaksiyon mesafesi 25 m, fren mesafesi 227 m, duruş mesafesi ise 252 m'ye yükselmektedir. % 86 oranında insan faktörüne dayalı bir sorunun çözümü karayolu yapımı olmamalıdır. 60 yıl ihmal edilen demiryolu alt yapısı yok olma aşamasına gelmiştir. Demiryolu alt yapısı bu hali ile rekabet ve hız yapılamaz, topluma hizmet değil zulüm, kar değil zarar verir hale gelmiştir.

Türkiye'deki yolcu taşıma paylarına bakıldığında, karayolu yolcu taşıma payı % 96, demiryolu yolcu taşıma payı ise yalnızca % 2'dir. Demiryollarının, mevcut altyapı ve işletme koşullarının iyileştirilmemesi ve yeni koridorlar açılmaması nedeniyle yolcu taşımacılığındaki payı son 50 yılda % 38 oranında gerilemiştir. Türkiye ulaşım sistemi içerisinde karayolu-demiryolu yük taşıma paylarına bakıldığında, karayolu yük taşıma oranı % 94, demiryolu yük taşıma payı ise % 4'dür. Demiryollarının yük taşımacılığındaki payı son 50 yılda % 60 oranında gerilemiştir.

Son yıllarda demiryoluna verilen önem ile hızlı tren uygulamaları ile alt yapı bakımından bir takım iyileştirmeler yapılabilmektedir. Teknoloji transferi ile hızlı tren alt yapısı demiryollarının gelişimine katkıda bulunacaktır. Mevcut demiryolu hatları Şekil 2.1'de gösterilmiştir [12].



Şekil 2.1. TCDD Türkiye demiryolları haritası

TCDD'nin şu anda aktif olarak kullanılan demiryolu uzunluğu 10.984 km'dir. Aşağıdaki bu uzunlukların detayı gösterilmiştir.

şebekenin % 95'inde tek hat işletmeciliği yapılmaktadır.

- Elektrikli 2305 km (% 21)
- Sinyalli 2665 km (% 24)
- Çift yollu ana hatlar 403 km (% 4)
- u yollu ana hatlar 28 km (%03)
- Dört yollu ana hatlar 9 km (%01)

TCDD hem var olan hatların yenilenmesi hem de yeni hatlar eklenmesi için sürekli bir çalışma içindedir. Özellikle var olan eski ray teknolojisini yenileyip yeni ve daha güncel bir sistem olan hızlı tren sistemine geçiş hazırlıkları yapılmaktadır. Bu amaçla başlatılmış  nc proje:

- İstanbul-Ankara hızlı tren projesi

Ulaştırma Bakanlığı tarafından yürütülen en büyük projelerden biri olan Ankara-İstanbul Hızlı Tren Projesi ile Türkiye'nin en büyük iki kenti Ankara-İstanbul arasındaki yolculuk süresini azaltmak, hızlı, konforlu, güvenli bir ulaşım olanağı yaratmak ve ulaşımda demiryolu payını artırmak amaçlanmaktadır.

Ankara - İstanbul arasındaki mevcut hattın toplamı 576 km olup, tümü sinyalli ve elektrikli. Mevcut hattın bağımsız, 250 km/saat hıza uygun, çift hatlı, elektrikli ve sinyalli, olarak inşa edilen Hızlı Tren hattı tamamlandıktan sonra, iki büyük kent arasındaki mesafe, 533 km' ye inecektir.

*Proje 10 Etaptan oluşmaktadır.*

- Ankara-Sincan : 24 Km
- Ankara-Hızlı Tren Garı
- Sincan-Esenkent : 15 Km

- Esenkent-Eskişehir : 206 Km
- Eskişehir Gar geçişi
- Eskişehir-İnönü : 30 Km
- İnönü-Vezirhan : 54 Km
- Vezirhan-Köseköy : 104 Km
- Köseköy-Gebze : 56 Km
- Gebze-Haydarpaşa : 44 Km

- Ankara-Konya hızlı tren projesi

Konya'nın Türkiye'nin en büyük üç kentine (İstanbul, Ankara, İzmir) daha kısa sürede ulaşımını sağlamak ve hızlı demiryolu ile bağlantısını gerçekleştirmek amacı ile Ankara-Konya Hızlı Tren Projesi yapılması planlanmıştır, bu proje ile; Polatlı'dan başlayarak Güneye doğru inen çift hatlı, elektrikli, sinyalli yeni demiryolu inşa edilecektir.

- Ankara-Sivas hızlı tren projesi

Sivas'ın Türkiye'nin büyük kentlerine (İstanbul, Ankara, İzmir) daha kısa sürede ulaşımını sağlamak ve hızlı demiryolu ile bağlantısını gerçekleştirmek amacı ile Ankara - Sivas Hızlı Tren Projesi yapılması planlanmıştır, bu proje ile; Ankara-Kırıkkale-Yozgat-Sivas arasında çift hatlı, elektrikli, sinyalli yeni demiryolu inşa edilecektir.

- Marmaray projesi

İstanbul'un şehir içi ulaşım sorununa toplu taşımacılıkla köklü bir çözüm getirmeyi amaçlayan bu proje kapsamında, Avrupa yakasındaki Halkalı'dan Anadolu yakasındaki Gebze'ye kesintisiz, hızlı ve diğer ulaşım sistemleriyle entegrasyonlu 76.3 kilometrelik yüzeysel metro inşa edilecek.

- Osmaneli-Bursa-Bandırma Projesi

Bursa'nın diğer büyük şehirlere ve Anadolu'ya demiryoluyla bağlanmasını sağlamak. Ticarete demiryolu vasıtasıyla Gemlik limanını da kullanarak İstanbul'un yükünün azaltılmasının planlandığı proje. Yapılacak proje yap-işlet-devret modeliyle yapılacak olup yüklenici firmaya 30 yıl yük ve yolcu taşıma hakkı verilecektir.

### **2.3. TCDD'nin Avrupa Birliği'ne Uyum**

#### **2.3.1. Avrupa Birliğinde demiryolu politikaları**

Avrupa Birliği (AB), günümüzde ekonomik ve sosyal sorunlara çözüm bulmak amacıyla politik birliği amaçlamış yirmi beş ülkeden oluşmaktadır. AB'nin oluşturulması, kuruluş tasarımı, Avrupa ülkelerinde değişik zamanlarda, kimi düşünürler ve politikacılar tarafından savaşların, dolayısıyla yoksullukların, katliamların önlenmesi amacıyla ortaya atılmış bir düşüncedir. Tarihi süreç içerisinde, üçü Birliğin kuruluşuna temel olan, üçü de Birliğin örgüt yapısında ve işlevinde önemli değişikliklere yol açmış altı önemli antlaşma vardır. Avrupa Topluluğu yasal açıdan ayrı, politik açıdan ise tek bir kuruluştur.

Geçmişte birbirleriyle yarışan ve rakip olan farklı ulaşım sistemlerinin aslında bir büyük sistemin farklı unsurları oldukları daha fazla kavranarak bütünleştirilmeleri yönünde ciddi çabalar ön plana çıkmaya başlamıştır. Bu nedenle, bir yandan ulusal sınırlar gibi fiziki bölücü engellerin kaldırılmasına yönelik çabalar artarken, diğer yandan da çeşitli alt ulaşım sistemlerinin bir bütün olarak tasarlanmaları ve işletilmeleri sağlanmaya başlanmıştır [13]. 1990'lı yıllarda siyasal blokların bir ölçüde çözülmesi ve daha büyük ekonomik ve siyasal grupların yaratılması çabaları ile birlikte ulaştırma sistemlerinin de daha yaygın bir şekilde bütünleşmesi ihtiyaçları artmış ve böylece bu konudaki çabalar yoğunlaştırılmıştır [13].

Son yıllarda global bir ulaştırma ağından ve sisteminden söz edilmesi beklenebilir. Ulusal sınırları aşan ve Avrupa Birliği gibi birçok ülkeyi birleştiren toplulukların bütünleşmiş ulaştırma sistemlerinin planlanmasına şimdiden başlanmıştır. Bu yeni yaklaşım çerçevesinde alt sektörlerin, sınırları aşan bir bütünleşme içinde geliştirilmesi ve işletilmesi gündemdedir. Çeşitli ulaştırma sistemleri arasında rekabeti azaltacak ve örneğin, yüksek hızlı demiryolu ve havayolu gibi halen yarışmakta olan alt sistemlerin bile birbirlerini tamamlayacak şekilde tasarlanması ve işletilmesini sağlayacak çabalar gün geçtikçe önem arz etmektedir. Artık yakın bir gelecekte evinden çıkan bir kişi kent içinde, kentler arasında ve bir ülkeden diğer ülkeye tamamen bütünleştirilmiş bir ulaşım sistemi içinde tek bir ödeme kartıyla yolculuk yapabilir hale gelirse amaca ulaşılmış sayılacaktır.

Bugün çeşitli ulaştırma sistemlerinin birbirlerine olan üstünlüklerinin azalmaya başlaması, bu ulaşım sistemlerini eskiye göre birbirlerine daha çok muhtaç olmaya da sevk etmiş, bu nedenle ulaştırma sistemlerinin bütünleştirilmesi ve kombine taşımacılık önem kazanmıştır. Bu bakımdan, Avrupa Birliği ülkeleri ve Eski Doğu Bloku ülkelerinin entegrasyonu çalışmalarında ulaştırma kesimine ilişkin olarak yapılan düzenlemeler ve orta-uzun dönemdeki yeni projeler, kara ve demiryolu kombine taşımacılığının demiryolu ağırlığını arttıracak biçimde geliştirilmesi amacına yöneliktir. UN/ECE ( United Nations European Commission of Economy ) tarafından oluşturulan AGR ( European Agreement on Main International Traffic Arteries ), AGC ( European Agreement on Main International Railway Lines ) ve AGTC (European Agreement on Important International Combined Transport Lines and Related Installations ) Anlaşmaları ile belirlenen ulaştırma altyapısı ve hizmetlerinin entegrasyonundan yük trafiğinde artış yanında yolcu trafiğinde de artış beklenmektedir. Kombine taşımacılık özellikle Avrupa' nın gündemindedir. Avrupa Konseyi' nin Aralık 1994' de Essen' deki toplantısında onayladığı öncelikli 14 TEN ( Trans European Network ) Projesi kapsamında yer alan ulaştırma hatlarının önemli bir bölümü demiryolu

bağlantılı kombine taşımacılığa yöneliktir [13]. Avrupa genelinde kombine demiryolu taşımacılığı her yıl yüzde 10 düzeyinde büyümektedir. Türkiye'de kombine taşımacılığa her geçen gün ilgi artsa da henüz çok yetersiz düzeydedir ve ancak uluslararası taşımacılıkta yararlanılmaktadır [13].

Demiryolları tarihsel olarak sanayileşmenin, güncel olarak (son 30 yıl) üçüncü tarım devriminin ve son çözümlemede kültürel birikimin bir ürünüdür. Bu çerçevede AB ülkelerinin aldıkları ölçülü, ekonomik, sosyal ve siyasal kararlarla ulaştırma kesimi alanında demiryolu ulaşımını yeğlediklerini ve bu alanda daha çok yatırım yaptıkları bilinen bir gerçektir[13]. Bu genel görüşün alt başlıkları şöyle sıralanabilir [13]:

1.Sanayinin gelişmesi, demiryollarının gelişmesini, demiryolu ulaşım alanındaki gelişmeler de sanayinin gelişmesini etkilemiş biribiri ile ayrılmaz ikili olmuştur. AB'nin kuruluş sürecinde temel olan antlaşmalarda demiryollarının kütle taşımacılığının ana unsurunu oluşturan ve yüzyıllarca savaflara neden olan kömürü ve çeliği konu edinmiştir. Bu nedenle AB ulaşım politikası çerçevesinde demiryolları ulaştırması önemli bir yer tutmaktadır. Aynı zamanda kömür ve çelik birlikte sanayinin de en önemli iki ögesini oluşturduklarından AB'nin demiryolu politikaları ile sanayi politikalarının örtüştüğü söylenebilir [13].

2.Demiryollarının gelişmesi, üçüncü tarım devriminin hızla gerçekleşmesini, bu devrimin ürünlerinin piyasalarda tutunması da bu kez demiryollarının daha da gelişmesini ve AB ülkelerinde ağ sıklığının artmasını sağlamıştır [13].

3.Kaynakları sakınarak kullanma özelliği ve çevre dostu olması nedeniyle demiryollarına verilen önem kültürel birikim ve kültürel süzülüşlük

düzeylelerinin yükseldiği, AB ülkelerinde giderek artmaktadır. Karayolları ulaşım araçları içinde bulunduğumuz yüzyılın sonlarında artık hız sınırlarına ulaşmışlardır ve bundan sonra bu araçlardan herhangi bir çarpıcı gelişme beklenemez. Ancak demiryolları bu gelişmelere açıktır [13].

4.Son elli yıl içerisinde Türkiye’de demiryolu ulaşımına gereken önemin verilmemesi nedeniyle mevcut karayolu ulaşım faaliyetleri sonucunda ülkenin önemli ekonomik kayıpları yanında ulaşımında dışsal maliyetler artmış ve olumsuz olarak etkilenmeler olmuştur [13].

5.Ulaşım türleri ile kentlerin biçimleri arasında bir ilişki vardır. Hatta, demiryolu ulaşımına gereken önemin verildiği kentlerde Yeşil Alan oluşturma olanağı daha fazladır [13].

AB’de demiryolu politikaları, demiryolu kuruluşlarının bağımsızlığı, işletme ve altyapı kuruluşlarının birbirlerinden ayrılması, yeni girişimcilere demiryolu ulaşımı alanında erişim hakkı sağlanması, altyapı kullanım ücretlerinin adil bir biçimde belirlenmesi, demiryolu kuruluşlarının mali yapılarının düzeltilmesi temeline dayanmaktadır. AB yönergeleri, AB demiryolu ulaşımını yeniden yapılanmasını öngörmektedir. Böylece, demiryolları, sınırları kaldırılmış bir Avrupa’da açık ve yarışmacı bir pazarda yaşayabilme ve büyüebilme özelliğini yakalayabilecektir. AB’nin 2004 yılında açıkladığı Topluluk Ulaştırma Politikaları şöyle sıralanabilir [13]:

- a) Geçiş ve terminal noktalarında hizmet kalitesi yüksek Trans-Avrupa ağlarını gerçekleştirme,
- b) Mevcut hatlarda ulaşım hizmetleri kalitesini yükseltme,
- c) Ulaşım kesiminin çevresel etkilerini kaldırmak ve özellikle iklim değişikliğine yol açan karbondioksit yayılımını azaltma,

- d) Özellikle yük taşımacılığında Birleşik Taşımacılığı kurmak,
- e) En uygun ulaşım tür ve biçimini oluşturmak,
- f) Özellikle demiryolu ulaşımı ile diğer türler arasında ilişkileri geliştirmek,
- g) Ulaşım türlerinde en son teknolojiyi içeren elektronik denetimleri gerçekleştirmek,
- h) Ulaşım ağlarını AB alanlarına yaymak.

Temelde AB ulaşım politikaları, tüm demiryolu işletmelerinin altyapılarına serbest erişimin gerçekleştirilmesini, demiryolu işletmeleri arasındaki ortak çalışmayı, ulaşım türleri arasındaki işbirliğini, ulaşımın uygun fiyatlandırılmasını, ulaşım hizmetlerinin iyileştirilmesini ve ulaşım politikalarının toplumsal boyutunun araştırılmasını içermektedir.

### **2.3.2. AB'ne Uyum için Türkiye'nin ulaştırma plan ve programları**

Planlama yönünden ulaştırma, değişik hizmet birimleri arasında uyum sağlamak, bunu ekonomik ve toplumsal gelişmenin gerektirdiği düzeyde ve etkinlikte gerçekleştirmektir. Kısacası bir taraftan, farklı ulaşım türleri arasında uyum, diğer taraftan da ekonominin gelişimi ve ulaştırma hizmetleri arasında etkin bir bütünlük oluşturmaktır.

Bununla birlikte, ulaşım hizmetlerinin çevre üzerindeki etkileri, trafik kazaları vb. nedenlerle topluma verdiği zararlar yanında endüstriye sağladığı dışsal ekonomiler, ulaşım kesiminin bir plan dahilinde düzenlenmesini gerektirmiştir.

1963 yılında başlayan 1.Beş Yıllık Kalkınma Planı döneminde, yolculuk istemlerinin yoğun olduğu hatlarda, demiryolu taşımacılığının teşvik edileceği, araçların yenilenmesi suretiyle hizmet kalitesinin yükseltileceği, demiryolu araçları üretim fabrikalarının destekleneceği ve buharlı lokomotiflerin yerine

elektrikli çekicilerin konulacağı gibi konular benimsenmiştir. Yolculuk taleplerinin karşılanması amacıyla eldeki kapasitenin tam olarak kullanılması ve hizmetin kalitesini iyileştirmek ve maliyetleri düşürmek temel hedef idi. Ayrıca yolcu taşımacılığında rahat, ekonomik ve güvenli ulaştırma olanaklarının sağlanması hedeflenmiştir. Demiryolu ve karayolu yapımında yeni gelişmelerden yararlanılması ve bütün ulaşım alanlarında araştırma ve trafik incelemelerine hız verilmesi önerilmiştir. Ancak uygulamada temel hedeflere uyulmamış yolcu ve yük taşımacılığında karayolu ulaşımına daha fazla önem verilmiştir [13].

1968 yılında başlayan 2. Beş Yıllık Kalkınma Planı döneminde ise, bir önceki hedefler tekrar edilmiş, TCDD işletmesinin sürekli zarar ettiği, ulaşım hatlarının eski ve geometrik ölçütlerinin yetersiz olduğu, çeken ve çekilen araçların eski oldukları gibi konular gündeme getirilmiştir. Yolcu taşımacılığında, plan dönemi başında %10 olan demiryolları ulaşım payı, plan dönemi sonunda %8'lere gerilemiştir [13]. Yük taşımacılığında ise %24'lerden %26'lara ulaşılsa da kurum zararının önüne geçilememiştir. Plan dönemi esnasında ulaştırma biçimleri arasında eşgüdüm kurulamamış ve ulaşım türleri arasında tamamlayıcılık işlevi sağlanamamıştır.

1973'de başlayan 3.Beş Yıllık Kalkınma döneminde şehirlerarası yolcu taşımacılığında yılda %11.6 dolaylarında bir artışla karayolu taşımacılığı önemini sürdürmüştür. Havayolu taşımacılığı da hızla artarak %15.9'lara ulaşırken demiryollarındaki azalma %4.3'lere yükselmiştir [13]. Böylelikle 3. Beş Yıllık Kalkınma Döneminde karayolları hem yolcu hem de yük taşımacılığındaki öncülüğünü hızla artırmıştır.

4.Beş yıllık Kalkınma döneminde yolcu ve yük taşımacılığında demiryollarının payının artırılması planlanmasına rağmen sonuçta hedeflere

ulaşılamamıştır. 1982 ve 1983 yıllarında TCDD kar eder konuma gelmiş, bazı idari, mali ve hukuki değişiklikler yapabirmiştir.

1980'li yıllarda Türkiye'nin ulaşım politikalarının belirlenmesi amacıyla oluşturulan "Ulaştırma Ana Planı" 1983-1993 yılları arasında 10 yıllık bir dönem için hedefleri ortaya koymuştur. Planla demiryollarının geliştirilmesine yönelik hedefler ortaya kinsa da, plansız, birbirinden bağımsız, kısa süreli çözümlere yönelinmesinin yolu açılmıştır.

5.Beş Yıllık Kalkınma Planı döneminde demiryolu ulaştırmasında; %6.6 olan yolcu/km payı %4.9'a, %13.7 olan yük/km payı %9.5 değerlerine gerilemiştir [13]. Kurum içerisindeki imalat ve onarım birbirinden ayrılarak yeniden yapılanma gerçekleştirilmiştir.

6.Beş Yıllık Kalkınma Planı döneminde şehirlerarası karayolu taşımacılığının %95'lik payının koruyacağı belirtilmiş ve bunun gerekçesi olarak birim taşıma maliyetinin düşüklüğü gösterilmiştir. AB'nde şehirlerarası yolcu taşımacılığında karayollarının payı %80'in altındadır ve ulaşırma politikası çerçevesinde trafik kazalarını en aza indirebilmek ve çevreye en az zarar verecek teknolojilerinin gelişimi ve ekonomiye en çok yarar sağlayacak politikalar üretilmektedir [13].

7.Beş Yıllık Kalkınma Planı döneminde ise yük taşımacılığında demiryolu payının %10.9 oranında arttırılması hedeflenmiş ancak bu pay yıllık ortalama %0.4 oranında azalma eğilimi göstermiştir [13].

Kalkınma planlarına bakıldığında demiryollarının önemi kabul edilmektedir. Demiryollarının geliştirilmesi yönündeki hedefler her planda yer alsa da belirlenen hedeflere ulaşmada tatminkar neticeler alınamamıştır. Hızlı kentleşmenin yarattığı ulaşım talebi ile ulaşım hizmetleri arasındaki doğal bağıntı kurulamamıştır.

Son yıllarda yeniden yapılanma ve ulaştırma politikalarındaki atılım ile geliştirilen Yüksek Hızlı Tren Uygulamaları yolcu talebinde artışa neden olmuştur. Sadece bir hat olmasına karşılık yapılan yatırımlarla Türkiye'nin gelecek yıllarda ihtiyacını karşılayacak düzeyde gelişmeler beklenmektedir. Bu gibi gelişmeler Türkiye'nin AB'ye ulaştırma konusunda uyumu açısından TCDD işletmeciliğinin önemini vurgulamaktadır.

#### **2.4. Türkiye'nin Ulaştırma Politikalarına Katkıları**

Türkiye'yi Doğu-Batı ekseninde ulaşım koridoru ve transit uğrağı haline getirecek bu yapılanmada, deniz ticaret filosunun da niceliksel ve teknolojik gelişmelerle uygun bir yapıya kavuşturulmak suretiyle etkin katkılarının sağlanması gerekmektedir [14]. Ayrıca, Avrupa Birliği'ne tam üye olduğunda sona erecek kabotaj taşımacılığında olası Avrupa Birliği rekabetine hazırlıklı olmak amacıyla koster filosunun güçlendirilmesinin de büyük önem taşıdığı vurgulanmalıdır [14].

Uluslararası taşımacılıkta ve bölge ulaşımında söz sahibi olmak isteyen Türkiye yönünden, Avrupa'dan Çin'e ve Uzak Doğu'ya kadar uzanan Doğu-Batı koridorunu kısaltacak ülkemiz içindeki yatırım projelerinin en kısa zamanda gerçekleştirilmesi de büyük önem taşımaktadır. Türkiye'nin Türkmenistan, Özbekistan, Kazakistan ve Kırgızistan ile İran üzerinden geçen Taşkent, Semerkant, Buhara, Çarçov, Mary, Sarakhs, Meshed, Tebriz,

Van, İstanbul hattıyla demiryolu bağlantısı vardır. Esasen, Türkiye, Azerbaycan'a ve feribot geçişiyle Orta Asya ülkelerine İran üzerinden geçen hattın daha kısa bir hatla Ermenistan üzerinden bağlıdır. Ancak, Karabağ sorunu nedeniyle bu hat kapalıdır. Daha elverişli bir bağlantının sağlanması yönünden Kars-Tiflis demiryolunun yapılması gerekmektedir. Bu hat yapıldığında, Taşkent, Aşkabat, Türkmenbaşı, Bakü, Tiflis, Kars, İstanbul demiryolu hattı ortaya çıkacaktır ki, bu da İran üzerinden geçen hattın 375 km kısılması demektir.

Türkiye'nin uluslararası taşımacılıkta sağlam bir şekilde yer alabilmesi için yolu kısaltan alternatifleri ön plana çıkartması, bunun için de öncelikle Kars-Tiflis demiryolu hattını yapması gerekmektedir. Bu bakımdan 92 km'si Türkiye'de, 32 km'si Gürcistan'da kalan toplam 124 km'lik Kars-Tiflis demiryolu hattının yapılması son derece önemlidir. Bu konuda yitirilecek zaman, alternatif güzergahların iyice benimsenmesine ve yerleşmesine, böylece Türkiye'nin çok büyük potansiyele sahip Avrupa-Asya transit taşımacılığının dışında kalmasına yol açabilecektir [14].

Çift hat olarak çalışacak Kars-Tiflis demiryolu hattını yapmak demek, Türkiye ile Gürcistan ve Azerbaycan arasında demiryolu bağlantısını kurmak, İran üzerinden geçen Doğu-Batı koridoruna alternatif bir güzergah oluşturmak, büyük bir ulaştırma potansiyeline sahip olan Orta Asya Cumhuriyetlerini Türkiye'ye bağlamak, Avrupa ile Orta Asya arasında daha kısa, daha ekonomik ve güvenli bir yol üzerinden ulaşımı sağlamak, Türkiye - Gürcistan - Azerbaycan -Türkmenistan üzerinden geçen demiryolu-denizyolu kombine taşımacılığı ile Orta Asya'yı Akdeniz'e bağlamak ve Orta Asya ile yapılan transit taşımacılıkta Türkiye'yi önemli bir konuma getirmek demektir. Kars-Tiflis demiryolu bağlantısı, Türkiye'nin bir bakıma çehresini ve kaderini değiştirecek bir hattır. Uzak Doğuyu, Orta Asya Türk Cumhuriyetleri üzerinden ve en kısa güzergahtan Akdeniz'e bağlayacak olan bu demiryolu,

tarihi İpek Yolunu Kafkasya üzerine oturtacak, Trans-Sibirya, TRACECA (Köstence - Poti - Baku - Taşkent - Almatı -Aktogay - Druzhba - Alashankov - Lianyungang) ve Türkmenistan-İran (güney limanları) bugünkü işlevlerini kaybedeceklerdir [14]. Bu demiryolunun gerçekleştirilmesi ile birlikte, denize kapalı, yani, hiçbir limanı olmayan ülke durumunda olan Orta Asya Türk Cumhuriyetlerinin yüklerinin İran üzerinden Süveyş Kanalı'ndan geçme zorunluluğu da ortadan kalkacaktır [14].

Kars-Tiflis bağlantısı ile Akdeniz'deki İskenderun ve Mersin limanları da bu ulaşımına açılmış olacaktır. Böylece, denizlere kapalı olan ve Akdeniz ve Avrupa'ya ulaşmada büyük zorluklar yaşayan ülkelerin de bu sıkıntıları çok büyük ölçüde hafiflemiş olacaktır. Bu yol, tarihi İpek Yolunu Kafkaslar üzerine yönlendirecek, Türkiye'nin özellikle petrol, pamuk ve diğer hammadde konusundaki ihtiyaçlarının karşılanmasını sağlayacak, Orta Asya ülkelerinin hammadde ihracatlarını kolaylaştıracak, Türkiye'nin transit taşımacılığını olumlu yönde geliştirecektir [14].

Diğer taraftan, Kars-Tiflis demiryolunun bölgedeki taşımacılıkta yeterince etkin olabilmesi için, ayrıca, bu hattın bağlı olacağı Kars-Erzurum - Erzincan - Sivas-Yıldızeli-Yozgat-Balışeyh-Ankara-Beypazarı-Nallıhan-Arifiye-İstanbul-Boğaz Geçişi-İstanbul-Kapıkule güzergahının da yapılacak yeni yollarla kısaltılması ve mevcut hatların iyileştirilmesi gerekmektedir. Bu bağlamda, koridor içinde yer alan Ankara-İstanbul ve Ankara-Sivas hatlarında hızlı demiryollarının yapılması ve Demiryolu Boğaz geçişinin gerçekleştirilmesi önem kazanmaktadır. Yine bu koridorun, Divriği'den itibaren aynı özellikteki ve kalitedeki demiryolları ile Mersin ve İskenderun limanları ile GAP Bölgesi'ne bağlanması da ulaşım sisteminin bel kemiğini oluşturacağından büyük önem taşımaktadır [14].

Yine, bu ana artere, Karadeniz Ereğlisi'nin, Bursa'nın, İzmir'in, Samsun ve

Trabzon'un bağlanması ve Karkamış-Nusaybin arasındaki demiryolunun kuzeye riye edilmek suretiyle Gaziantep-Urfa aksına oturtularak Suriye ve Irak bağlantılarının da aynı kapasitedeki demiryolları ile bağlanması, Türkiye'nin kuzey-güney ulaşımını ve kurulacak bölgesel kara konteyner terminallerinin limanlarımızdaki konteyner terminalleri ile bağlantısını sağlayacağından önem taşımaktadır. Bunlara ek olarak, Ankara-Mersin-Antalya bağlantısı hem turizm, hem de ekonomik yönden hareketlilik sağlarken, Kurtalan'da son bulan ve bir çıkmaz sokak durumunda olan demiryolunun da Cizre üzerinden Irak'a bağlanması ve GAP üzerinden geçecek Gaziantep-Urfa güzergahı ile irtibatlandırılıp Suriye'ye bağlanması sistemi bütünleyecektir.

Türkiye'nin bölgesinde lojistik güç olma potansiyelini değerlendirebilmesi bakımından, Avrupa ile Asya arasında en kısa güzergâha sahip bir ülke olduğunu vurgulaması, bu yönde demiryolu bağlantılı koridorlar kadar karayolu bağlantılarını da uluslararası taşımacılık pazarında gündemde tutmasını bilmelidir [14]. En azından kombine taşımacılık bağlamında demiryolu güzergâhıyla bağlantılı karayolu hatlarına gereken önem verilmelidir. Her ne kadar yol açtığı kirlenme, kazalar ve trafik tıkanıklıkları nedeniyle Avrupa ve Asya'nın birçok ülkesinde gittikçe demiryollarına daha fazla önem verilmeye başlanmışsa da, karayollarının yük ve yolcu taşımacılığında sürekli bir artış eğilimi içinde olduğu gerçeğinin de farkında olunmalıdır. Karayolu taşımacılığı, üretim yerlerinden tüketim merkezlerine aktarmasız ve hızlı taşımacılık yapma olanaklarına sahip ve esnek bir sistem olduğundan çoğu zaman tercih edilen bir ulaşım modu olmaktadır. Bu nedenle, Türkiye, uluslararası taşımacılıkta avantajlı olduğu hallerde yaygın karayolu sisteminden de yararlanmasını bilmelidir. Kaldı ki, Türkiye'nin bugünkü koşullarda en gelişmiş ulaştırma modu da karayollarıdır. Türkiye'nin buradaki temel sorunu, mevcut karayollarını diğer taşımacılık sistemleriyle entegre bir şekilde çalıştırabilmesi ve dolayısıyla tüm ulaştırma sisteminden en etkin sonucu alabilmesidir [14].

Türkiye'nin Asya-Avrupa ulaştırması için önerdiği kendi üzerinden geçen Doğu-Batı Koridoru, Alman - Bişkek - Taşkent - Aşkabat - Hazar Denizi Geçişi - Bakü - Tiflis - İstanbul - Sofya - Üsküp - Tiran - Durres güzergâhını izleyen 5857 km.lik bir karayoludur. Ancak, bu güzergah, Türkiye de dahil olmak üzere geçtiği bütün ülkelerde geliştirilmeye ihtiyaç göstermektedir. Örneğin, Doğu-Batı Koridorunun Arnavutluk'ta kalan bölümünde 23 km'lik bir karayolunun iyileştirilmesine ihtiyaç vardır. Bu iyileştirmenin yapılmasıyla birlikte Doğu-Batı güzergâhında önemli bir gelişme sağlanmış olacaktır. Çarçov-Buhara arasında yer alan Amuderya Nehri geçişi de bir duba üstü köprüyle sağlanmaktadır.

Gerek karayolu ve demiryolu, gerekse denizyolu taşımacılığına göre daha hızlı, daha güvenli ve daha ekonomik taşımacılık türü olan boru hatlarının da uluslararası taşımacılıkta önemli bir yeri vardır ve bu bakımdan da Türkiye stratejik bir konumdadır. Örneğin, Türkiye, zengin hidrokarbon kaynaklarına sahip Hazar Bölgesi ve Orta Doğu Bölgesi ülkeleri ile bu kaynaklara gittikçe daha fazla ihtiyaç duyan Batı ülkeleri arasında bir geçiş ülkesidir. Ayrıca, hızla artan enerji talebi ile Türkiye'nin kendisi de bu hidrokarbon kaynakları için önemli bir pazardır. Dolayısıyla, Türkiye, kendisine hem ekonomik hem de siyasi güç kazandıracak uluslararası ham petrol ve doğal gaz boru hattı taşımacılığına da gereken önemi vermek zorundadır. Bu açıdan, ayrı bir makale konusu olan Bakü-Tiflis-Ceyhan Ham Petrol Boru Hattı, Doğu Anadolu Doğal Gaz Ana İletim Hattı, Mavi Akım Projesi, Türkmenistan-Türkiye e-Avrupa Doğal Gaz Boru Hattı, Irak-Türkiye Doğal Gaz Boru Hattı, Mısır-Türkiye Doğal Gaz Boru Hattı gibi uluslararası petrol ve doğal gaz boru hattı projelerinin gerçekleştirilmeleri boru hattı taşımacılığında atılım anlamında bir gelişimi oluşturacaktır. Ve bu gelişmeler, Türkiye'nin 21. yüzyılda enerji köprüsü ve terminali olmasına yol açabilecektir [14].

### 3.MATERYAL ve METOD

#### 3.1.Materyal

TCDD işletmeciliği çıkardığı yıllık raporlarda temel istatistik göstergeleri verse de birçok hatalar içeren tablolar görülebilmektedir. Bu yüzden analizde kullanılan temel demiryolu göstergeleri, Avrupa İstatistik Birliği veri tabanından alınmıştır. Analizde kullanılan girdi ve çıktı değişkenleri Çizelge 3.1’de verilmiştir. Doğru değerlendirmek adına ilk üç değişkene doğrusal transformasyon uygulanmıştır: değişkenlerin maksimum değeri +  $\epsilon$ ’ dan çıkarılarak ters dönüştürülmüştür. Böylece bu üç değişken için büyük girdi değerlerinin dezavantaj oluşturması önlenmiştir.  $\epsilon$  sıfırdan büyük olmak üzere küçük bir değerdir.

Çizelge 3.1. Analizde kullanılan demiryolları göstergeleri

Değişkenler	Girdi (Input-I) Çıktı (Output-O)
1000 km <sup>2</sup> düşen demiryolu uzunluğu (km) (RPKM)	I
İnsanların demiryolları ile seyahat sıklığı (TFPR)	I
Hat uzunluğuna düşen personel (SPLL)	I
Toplam işletme giderleri (TOE)	I
Toplam işletme gelirleri (TOR)	O

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 24 ülke girdi için 4 değişken çıktı için 1 değişken düşünüldüğü için  $24 > 3(1+4)$  şartı sağlanmış olmaktadır.

Ayrıca değişkenlerin seçimi için öncelikle değişkenlerin sayısal büyüklükte olması gerçek değerler olması gibi kriterler göz önünde bulundurulmalıdır.

### **3.2. Metodoloji**

#### **3.2.1. Kavramlar-tanımlar**

Sınır: Girdilerini en iyi şekilde çıktıya dönüştürme yeteneğine üretim adı verilir. Johnston'ın [15] tanımına göre;

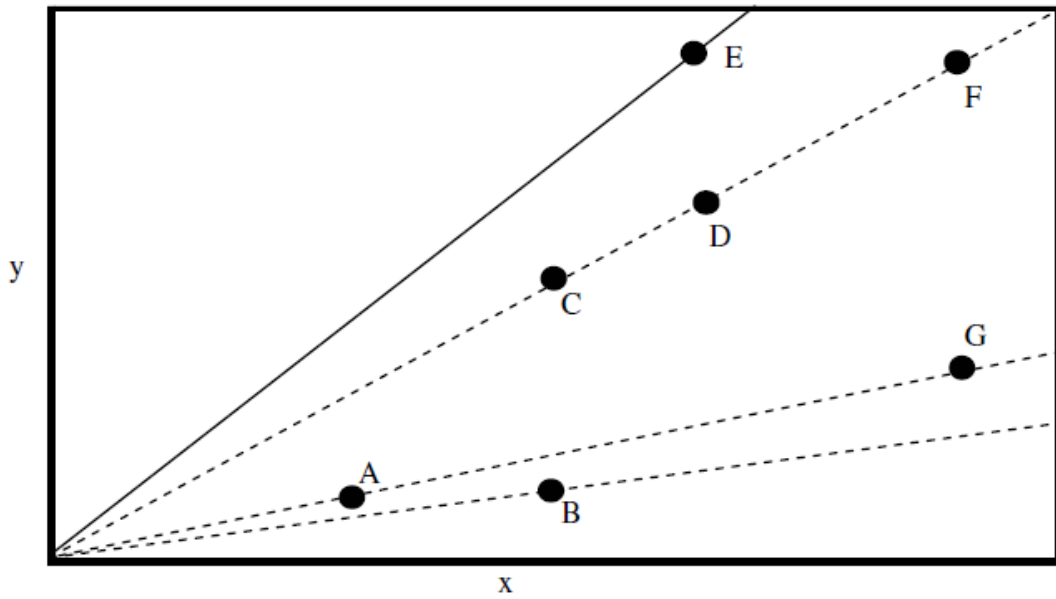
“Üretim fonksiyon olarak, birim zamanda sisteme akan herhangi bir miktardaki girdinin üretmeyi başarabileceği maksimum çıktı miktarını anlatan bir bağıntıdır.”

Elde edilen fonksiyonun olası gözlemlerinin oluşturduğu küme içinde kalması sınırı oluşturur. Bu sebeple, üretim; sınırın altındaki noktalarda gerçekleştiğini, sınırın üstünde ise gerçekleşmemeyi gösterir. Buradan, herhangi bir karar verme biriminin ait olduğu üretim fonksiyonu altında kalması onun “görelî verimliliği”nin ölçüsü olarak ifade edilir [16].

Üretim imkanları kümesi içerisinde en iyi girdi-çıkıtı birleşimini veren KVB'nin oluşturduğu sınır, üretim sınırını gösterir ve bu sınırın dışında bir karar birimini gözlemek imkansızdır. Bunun sebebi; sınırın ötesinde üretim imkanı yoktur.

Verimlilik: Verimlilik, üretkenlik veya başka bir deyişle prodüktivite; çıktının girdiye oranıdır. Eğer bir girdi ve bir çıktıya sahip KVB düşünülürse basit şekilde verim çıktının girdiye oranı olarak tarif edilir. Koordinat eksenlerinde

gösterilirse (Şekil 3.1):  $y$  çıktıyı,  $x$  girdiyi temsil etmek üzere, KVB için (A,B,C,...) verim ifadesi; KVB ni temsil eden her harfin orjinden geçen eğimi ile verilir. Bu durumda verimi en yüksek olan KVB E'dir, en düşük verime sahip olan ise B'dir. C, D ve F KVB'leri ve B ve G KVB'leri aynı düzeyde verimliliğe sahiptirler. E, KVB ölçek büyüklüğü en yüksek olan KVB'ni gösterir ve Banker [17] tarafından tarif edilen en verimli ölçek büyüklüğüne (Most Productive Scale Size) sahip olarak tanımlanır.



Şekil 3.1. Verimlilik [18]

Üretim süreçleri genelde birden çok girdi ve çıktıyı içerir, yani çok parametrelidir. Bu nedenle tek bir girdi ve çıktı ile verimlilik tarif etmek yanlış olacaktır. Bu tür yanlışlıkları önlemek üzere toplam faktör verimliliği (Total Factor Productivity) kavramından faydalanılır. Toplam faktör verimliliğinde, girdilerin ağırlıklı toplamı ve çıktıların ağırlık toplamı şeklinde tek girdi ve çıktıya dönüştürülür. Dolayısıyla sanal girdi ve çıktı elde edilir.

Teknik etkinlik: Üretim sürecinin etkin olabilmesi; zaman boyutu ile birlikte ele alınırsa, mevcut teknoloji çerçevesinde, belirli çıktı bileşiminin en az girdi

kullanılarak üretmesine veya belirli bir çıktı bileşiminin en az girdi kullanılarak üretilmesine bağlıdır.

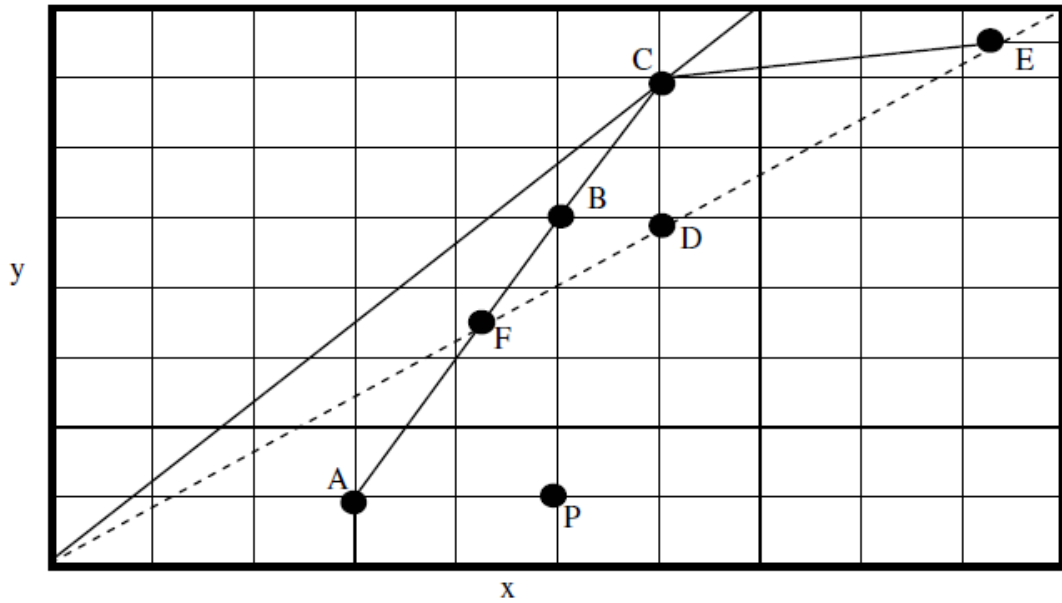
Üretim aşamasında kullanılan girdiler vektörü ile çıktılar ise  $\vec{Y}$  vektörü ile gösterilirse, zamana bağlı olarak  $X^t$  girdileri,  $Y^t$  çıktılarının toplam kümesi  $\Omega$  ile tanımlanabilir. Böylece  $\Omega$ , t dönemindeki veya t karar birimi için tüm mümkün girdi-çıkıtı bileşimlerinin kümesini ifade eder [18]. Bu  $\Omega$  kümesi içerisinde kalan girdi ve çıktıya sahip KVB daha az savurgandır ve daha etkin olarak tarif edilebilirler. Bu küme içerisinde kalanlar eğer çıktılardan bir kısmını girdileri sabit tutarak artırmak mümkün değilse, bu eleman için üretim sürecinde israfta bulunmadığını söyleyebiliriz. İsrafın olmaması teknik etkinlik kavramı ile kendini gösterir.

Böylelikle teknik etkinlik; “girdilerini en verimli şekilde kullanarak maksimum çıktıyı üretme” becerisi olarak tarif edilir. Bu tanımdan yola çıkarak, teknik etkin olan karar birimlerinin üretim sınırının üzerinde yer alması gerektiği söylenebilir. Sınırın altında kalanlar ise görel olarak kaynaklarını israf etmişlerdir diyebiliriz. Böylece referans verilen karar birimleri üretim sınırını tanımlayan karar birimleri ve bunların doğrusal kombinasyonları sonucunda oluşan hipotetik KVB'leridir. Üretim sınırı teknik olan tüm mümkün üretim karışımlarının kümesi olur ve etkin sınır olarak tanımlanır.

Teknik etkinlik ile verimlilik arasındaki farkı gösterebilmek için Şekil 3.2 verilmiştir [18]. Şekil 3.2'de görüleceği üzere A ve B KVB leri üretim sınırında ve teknik etkindirler. P ise, A ile aynı çıktı düzeyinde ancak daha fazla girdi kullanmıştır. Yine P, KVB B ile aynı miktarda girdi kullanmış olmasına rağmen daha az çıktı üretmiştir. Bu nedenle P KVB etkin olmayan KVB olarak adlandırılır.

Bu üç KVB'nin verimlilikleri, çıktı/girdi oranlarından hesaplanmakta ve sonuçta B, KVB'nin diğerlerine göre verimli olduğu, P'nin ise en verimsiz KVB olduğu sonucuna varılır. A, KVB etkin olarak değerlendirilmesine karşın B'ye kıyasla daha verimsizdir.

Şekil 3.2 incelendiğinde P, KVB B, KVB'ne doğru hareketi sonunda teknik etkinliğini ve verimliliğini artıracak gözükmektedir. Nedeni ise sırasıyla üretim sınırına yaklaşmakta olması ve çıktı/girdi oranının büyümesidir. A, KVB ise B'ye doğru yaklaşarak etkinliğini artırabilir. Nedeni ise üretim sınırından ayrılmakta ve çıktı/girdi oranının büyümesidir. Görel olarak en verimli olan C KVB, Banker'in tanımladığı en verimli ölçek büyüklüğündedir.



Şekil 3.2. Teknik etkinlik ve verimlilik

C, KVB ile D karşılaştırılırsa, D, KVB'nin üretim sınırı üzerinde yer almadığından kaynak israfında bulunduğu söylenebilir. Ancak D, KVB, en verimli ölçek büyüklüğündeki C ile aynı girdi ölçeğindedir [18]. Buradan, D KVB'nin optimum ölçekte olduğu ancak kaynaklarını iyi kullanmadığı söylenebilir.



(Decreasing Return to Scale) olarak adlandırılır. Şekil 3.3'deki a üretim sınırı ölçeğe göre azalan getiri özelliğini gösterir.

Üretim sınırındaki ölçeğe göre artan, azalan ve sabit getiri aralıklarının birlikte bulunması durumuna ise değişken getiri (Variable Return to Scale) olarak tarif edilir.

### 3.2.2. Veri zarflama analizi

Veri Zarflama Analizi (VZA). ilk olarak Charnes, Cooper ve Rhodes [1] 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 yönteminin sahip olduğu en önemli özellik her karar verme birimindeki etkinsizlik 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 görece performanslarının ölçümünde ve nihayet kar amaçlı üretim ve hizmet sektörlerinde de işletmeler arası görece 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 [19]. Ayrıca girdi ve çıktılar ölçüm birimlerinden bağımsızdırlar. 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 görece performansını ölçmeyi amaçlayan doğrusal programlama tabanlı bir tekniktir [18]. 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). 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 çıktılarından 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 guruplarının bütün birimlerine dayanarak bir kuramsal etkinlik sınırı oluşturmada doğrusal programlamadan faydalanmaktadır. Kuramsal birime ait çıktı referans grubundaki bütün çıktıların 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 çıktılarından 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 [20].

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

$$Maxh_k = \frac{\sum_{r=1}^t u_{rk} Y_{rk}}{\sum_{i=1}^m v_{ik} X_{ik}} \quad (3.1)$$

Bu ifadede  $X_{ij} > 0$  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.

$$\frac{\sum_{r=1}^s u_{rk} Y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_{ik} X_{ij}} \leq 1 \quad ; \quad j=1, \dots, n. \quad (3.2)$$

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

$$u_{rk} \geq 0 \quad ; \quad r = 1, \dots, t$$

$$v_{ik} \geq 0 \quad ; \quad i = 1, \dots, m \quad (3.3)$$

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.

### VZA'nın kullanım alanları

Son yıllarda VZA modelleri yönetim biliminde ve yöneylem araştırması uygulamalarında çok geniş bir uygulama alanı bulmuştur. VZA'nın kullanım alanlarına örnekler aşağıda verilmiştir:

- ✓ Sağlık hizmetleri (hastane, doktorlar), eğitim (okullar, üniversiteler), bankalar.
- ✓ İmalat firmaları, yönetim performanslarının değerlendirilmesi.
- ✓ Sigorta şirketleri, lojistik firmalar, tedarikçi değerlendirme
- ✓ Restoranlar, toptancılar, şehirler, kamu kurumları.
- ✓ Bölgesel gelişme alanlarında göreceli verimlilik ölçümü yapmak amacıyla uygulanmıştır.

VZA'nın kullanılabileceği bazı konular şunlardır [21]:

**Eş Grupların Kullanımı:** VZA, her etkin olmayan birim için ona karşılık gelen bir küme etkin birim tanımlar ve bu birimler etkin olmayan birimler ile eş grup oluştururlar. Eş gruptaki her birim etkin olmayan birimin girdi çıktı yönlendirmesini alır ve etkin olmayan birimle aynı ağırlıkları kullanarak etkin hale gelir.

**Etkin Çalışma Uygulamalarının Belirlenmesi:** İyi çalışma uygulamalarının belirlenmesi ve dökümünün yapılması sadece göreceli etkin olmayan birimler için değil aynı zamanda göreceli etkin birimler için de etkinliğin artırılmasına imkan sağlayabilir. Göreceli etkin birimler, iyi çalışma uygulamalarının kaynağıdır. Bununla beraber etkin birimler arasında bazıları diğerlerinden daha iyi örnektir.

Hedef Belirleme: Pratikteki uygulamalarda sıklıkla görelî etkin olmayan birimlerin performanslarının iyileştirilmesinde rehber olmak üzere hedeflerin belirlenmesi arzu edilir. VZA ile girdi ve çıktı seviyelerinde hedefler belirlemek mümkündür.

Etkin Stratejilerin Belirlenmesi: VZA, kolaylıkla birimlerin içinde çalıştıkları politikaları ve programları karşılaştırmada kullanılabilir. Ayrıca modelin uygun çözümü ile yönetsel ve program etkinliklerini değerlendirebilir.

Zaman Boyunca Etkinlik Değişimlerinin Gözlenmesi: VZA ile etkinliği saptanmış bir firma daha sonraki dönemlerde etkinliğini yitirebilir ve referans olma özelliğini kaybeder.

Kaynak Ataması: VZA, görelî etkin ve etkin olmayan birimleri belirlediği gibi etkin olmayan birimler için kaynak koruma ve/veya çıktı artırma potansiyelleri için tahminler verir. Bunların ikisi de yöntemi, kaynakların birimlere atanması için uygun kılar. Görelî etkin ve etkin olmayan birimlerin belirlenmesi kaynakların prensipte hangi yönde transfer edilmeleri hakkında ilk işareti verir.

#### VZA'nın uygulanma aşamaları

VZA'nın uygulanabilmesi için gerekli olan bazı adımlar vardır. Bu adımlar şunlardır [20].

#### Karar verme birimlerinin seçimi

Yapılacak çalışma için hangi karar biriminin uygun olduğu, çalışmanın ana temasını hangi konunun oluşturduğuna bağlıdır. Karar birimleri girdileri çıktılarına dönüştürmekle sorumlu herhangi bir ekonomik birim olabilir. VZA, gözlemlenen girdi ve çıktılarına dayanarak, örnekleme ya da gözlem kümesinde yer alan karar verme birimlerinin göreceli etkinlik değerlerini hesaplamaktadır. Etkinlik değerlerini yorumlayabilmek için, öncelikle amaçlanan çalışma için uygun KVB'nin ne olduğunu saptamak gerekir. Hangi karar biriminin uygun olduğu sorusu tamamen yapılacak çalışmanın amacına ya da ana temayı hangi konunun oluşturduğuna bağlıdır. Karar birimleri girdileri çıktılarına dönüştürmekle sorumlu herhangi bir ekonomik birim olabilir. Ancak analize konu olacak karar birimlerinin aynı hedefe yönelik benzer işlevleri görmesi, aynı pazar şartlarında çalışması ve gruptaki bütün birimlerin verimliliklerini nitelendiren etmenlerin yoğunluk ve büyüklüklerindeki farklılıklar hariç aynı olması şartları aranır [22]. Ahn [23], iki seçim prensibi belirlemiştir:

- Her bir karar birimi kullandığı kaynaklar ve ürettiği çıktılarından sorumlu birbirim olarak tanımlanmış olmalıdır;

- Verimlilik sınır tahmini sonucunun anlamlı çıkabilmesi için örnekleme de yer alan karar birimi sayısı yeterince büyük olmalıdır. Bu karar birimlerinin birbirlerine yaptıkları üretim açısından yeterince benzer olmaları aynı girdileri aynı çıktılarına dönüştürmeleri ve benzer ortamlarda yer alıyor olmaları gereklidir.

VZA ile verimlilikleri ölçülüp karşılaştırılacak olan KVB'nin sayısının anlamlı ve doğru sonuçlar elde edilebilmesi bakımından belirli bir değerin üzerinde olması gerekmektedir [24]. Vassiloglou ile Giokas [25], VZA ile verimliliklerin sağlıklı olarak ölçülebilmesi için gerekli karar birimi sayısının girdi ve çıktı

toplamının en az üç katı olması gerektiğini. Bowlin [26] ise her bir girdi ve çıktı başına en az üç karar biriminin seçilmesi gerektiğini söyleyerek aynı görüşü savunmuşlardır [27]. Norman ve Stoker [28], kullanılacak girdi-çıkıtı sayısının çokluğuna bağlı olmakla birlikte deneyimlere dayanarak bu sayının en az 20 olması gerektiği üzerinde durmaktadır. Boussofiane [29] de girdi sayısı  $m$ , çıktı sayısı da  $s$  ise en az  $m+s+1$  tane karar biriminin araştırma sonuçlarının güvenilirliği açısından gerekli bir kısıt olduğunu belirtmiştir. Diğer yandan Boussofiane'nin değerlendirmeye alınan KVB sayısının değişken sayısının en az iki katı olması gerektiği yönünde de görüşü mevcuttur.

### Girdi ve çıktıların seçimi

VZA'da kullanılan girdi ve çıktılar çalışmadaki karar birimlerini karşılaştırmanın temelini oluşturduklarından büyük bir dikkatle seçilmelidir. Her ne kadar fonksiyonel bir varsayım bulunmasa da aynı karar birimi için farklı girdi ve çıktı grupları farklı verimlilik değerleri alacağından üretim sürecine nedensel olarak bağlı girdi ve çıktıların belirlenmesi gereklidir. Bununla birlikte modele çok fazla girdi ve çıktı eklenmesi, VZA'nın verimli ve verimsiz birimleri birbirinden ayırma yeteneğini düşürmektedir. Girdi ve çıktı sayılarının artabilmesi için karar bilimlerinin sayısının da artması gerekmektedir ( $n$  = gözlem sayısı,  $m$  = girdi sayısı,  $p$  = çıktı sayısı iken  $n > m+p$ ).

VZA'da değişkenler, girdi ve çıktı olarak ayrılırken KVB üzerindeki etkilerine bakılır. Retzlaff-Roberts, girdi ve çıktı değişkenleri yerine birimler üzerinde pozitif ve negatif etkili değişkenler kavramının kullanılmasının daha doğru olacağını belirtmiş, artışı birimin daha iyi olarak değerlendirilmesini sağlayan değişkenlerin "pozitif etkili", düşüşü de birimin daha iyi olarak değerlendirilmesini sağlayan değişkenlerin ise "negatif etkili" olarak alınmasını önermiştir [30].

### Verilerin güvenilirliği

VZA için girdi ve çıktıları tanımlandıktan sonra tüm karar birimleri için bu girdi ve çıktı verilerinin elde edilmesi gereklidir. Herhangi bir birim için güvenilir verilerin elde edilememesi durumunda hem söz konusu birimin verimlilik değeri, hem de görel verimlilik hesaplaması nedeniyle tüm birimlerin verimlilik değeri tartışmalı hale geleceğinden söz konusu birim çalışmadan çıkarılır.

### Görel verimliliğın ölçülmesi

Görel verimlilik ölçümü doğrusal programlamaya dayandığından optimizasyon programlarından (GAMS; LINDO. vb.) ya da Windows altında çalışabilen özel VZA programlarından (Frontier Analyst, DEAP, Warwick DEA software, vb.) yararlanılabilir.

### Verimlilik değeri

Charnes ve Cooper'in [1] formülize ettiği üzere herhangi bir karar birimi için %100 verimlilik aşığındaki durumlarda söz konusudur:

a) Hiçbir çıktısı aşığdaki durumlar haricinde artırılmaz:

i) bir ya da birden fazla girdisinin artırılması veya

ii) diğeri çıktılardan bazılarının azaltılması.

b) Hiçbir girdisi aşığdaki durumlar haricinde azaltılmaz:

i) çıktılardan bazılarının azaltılması veya

ii) diğeri bazı girdilerinin artırılması

Verimlilik hesaplamaları sonucunda her bir karar verme birimi için 0 ve 1 arasında (ya da % cinsinden 0 ile 100 arasında) bir verimlilik değeri bulunur. Verimlilik değeri 1'e (%100) eşit olan birimler "en iyi gözlem" kümesini oluştururlar. Verimlilik değeri 1 'den küçük olan karar birimleri ise göreceli olarak verimsizdir. Göreceli olarak verimsiz karar birimlerinin birden sapma oranı göreceli verimsizlik ölçüsünü verir.

### Başvuru grupları

VZA, verimli olmayan karar birimlerinin de göreceli olarak verimli birimlerin uyguladığı yönetsel ya da organizasyonel yöntemleri uygulayarak aynı verimlilik seviyesine ulaşabilecekleri varsayımı üzerine kuruludur. Bu varsayımına göre verimsiz bir KVB için aynı girdi-çıkıtı kombinasyonları ile daha iyi bir üretim performansı tutturulabileceğinin kanıtı verimli karar birimlerinin varlığıdır.

Literatürde, verimsiz bir karar verme biriminin başvuru grubunda yer alan birimlerle yalnızca girdi-çıkıtı kombinasyonu olarak değil yönetsel uygulamalar açısından derinlemesine incelemeler yapılarak karşılaştırılması gerektiği yer almaktadır.

### Etkin olmayan karar verme birimleri için hedeflerin tanımı

VZA'nin uygulanmasından elde edilen en büyük fayda verimli olmayan karar birimlerine performanslarını iyileştirebilmeleri için ulaşılabilir hedefler koymasındadır. Çünkü hesaplamalarla verimli birimlerin ekle edilebilir bir teknoloji kullandıkları varsayımı yapıldığından verimli birimlerin teknolojisi verimsiz birim için de ulaşılabilir kabul edilmektedir.

Hesaplamalarla elde edilen sonuçlar etkin birimlerin elde edilebilir bir teknoloji kullandıkları kabulünü içerdiğinden etkin olmayan birim için de ulaşılabilir kabul edilmektedir. Ancak pratikte bu her zaman mümkün olmaz. Etkin olmayan birimlerde fiziksel kısıtlar olabilir ya da kontrol edilemeyen girdiler olabilir. Hedeflere doğru girilen iyileştirme çabaları sonuçsuz kalabilir. Belirlenen hedefler için göz önünde bulundurulması gereken diğer nokta etkinlik analizinin yapıldığı ve dolayısıyla hedeflerin belirlendiği tarih "t" iken hedeflere varmak için iyileştirme çalışmalarının muhtemelen "t+1" zamanında yapılacağıdır. Bu nedenle, "t" zamanındaki hedeflere bağlı kalmak etkinliğin zaman içinde sabit olduğu varsayımını yapmak anlamına gelebilir.

### Sonuçların değerlendirilmesi

Karar verme birimleri detaylı olarak incelendikten sonra her bir karar verme birimi için bütün girdi ve çıktıların dikkate alındığı genel bir değerlendirmeye geçilir. VZA ile belirlenen hedeflere (verimsiz kaynak kullanımının azaltılması, vb.) karar vericilere ait çeşitli tercihler nedeni ile ulaşılamasa bile elde edilen bilginin daha sonraki çalışmalarda değerlendirilebilmesi, iyileştirmelere açık olunması anlayışı önemli kazananlardır.

### VZA'nın Uygulanmasındaki Amaçlar

- Karşılaştırılan birimlerin her biri için girdi-çıkıtı boyutlarından herhangi birinde görece etkinsizliğin kaynaklarının ve miktarlarının belirlenmesi.
- Etkinliğe göre birimlerin sınıflandırılması.
- Karşılaştırılan birimlerin yönetimlerinin değerlendirilmesi.
- Birimlerin kontrolleri dışındaki program ve politikaların verimliliklerini değerlendirmek ve program etkinsizliği ile yönetsel etkinsizliği ayırt etmek.

- Değerlendirme altındaki birimler için kaynakların yeniden atanması amacıyla niceliksel bir temel oluşturulması. Bu yeniden atama politikalarının genel amacı sınırlı kaynakları istenilen çıktılarını üretmekte daha etkin kullanılabilecek birimler arasında değiştirmektir.
- Birimler arasındaki karşılaştırma ile doğrudan doğruya ilişkili olmayan amaçlar için etkin birimlerin ya da etkin girdi-çıktı ilişkilerinin belirlenmesi.
- Spesifik girdi-çıktı ilişkileri için yürürlükteki standartların gerçekleşen performansa göre incelenmesi ve gözden geçirilmesi.
- Önceki çalışmalardaki sonuçların karşılaştırılması.

#### VZA'nın Güçlü ve Zayıf Yönleri

VZA, doğru şekilde kullanıldığı zaman çok etkin bir araçtır. VZA 'yı güçlü yapan bazı özellikler şöyle özetlenebilir [31]:

- Verimlilik analizi, istatistiksel sınır tahminleme yöntemlerinin ortaya çıkardığı ortalama fonksiyonun yerine en iyi gözlemlerce oluşturulan sınır fonksiyonuna göre yapıldığı için belirlenen hedefler en iyi performans göstermiş birimler örnek alınarak yapılmaktadır. Bu da VZA ile yapılan verimlilik analizinin anlamını ve geçerliliğini güçlendirmektedir [17].
- VZA, çok girdi ve çok çıktıyı işleyecek yetenektedir.
- VZA, doğrusal form dışında girdi ve çıktıları ilişkilendiren bir fonksiyonel forma ihtiyaç duymaz.

- VZA ile etkinlikleri hesaplanan karar birimleri görece olarak tam etkinliğe sahip olanlarla kıyaslanır.
- Girdiler ve çıktılar çok farklı birimlere sahip olabilirler. Bu durumda onları aynı biçimde ölçebilmek için çeşitli varsayımlar kullanmaya dönüşümler yapmaya gerek yoktur.
- VZA çalışmasında gereksinim duyulan veriler ve analiz sonuçlarını içerecek detaylı bir veri tabanı yaratılabilir. Böylelikle konu ile ilgili belgeleme güçlenir. VZA 'yı avantajlı kılan bazı özellikler aynı zamanda VZA 'nın zayıflıklarının da kaynağıdır.

Söz konusu zayıflıklar şöyle özetlenebilir:

- İlgili girdi ve çıktıların üretim sürecini doğru olarak yansıtabilmesi yöntemin sağlıklı sonuçlar vermesi açısından hayatsal öneme sahiptir. Kritik bir girdi ya da çıktı inceleme dışı bırakıldığında yöntemin verdiği sonuçlar yanıltıcı ve yanlı olabilir [17].
- VZA, ekstrem nokta tekniği olarak değerlendirildiği için, ölçüm hatasına karşı çok duyarlıdır.
- VZA, karar birimlerinin performansını ölçmek açısından yeterlidir fakat bu değerlendirmenin mutlak etkinlik bazındaki yorumu ile ilgili ipucu vermez.

- Başvuru grubuna dahil olan karar verme birimlerinin diğerlerine göre üstünlüğünün göreceli olması bu birimlerinin kendi başlarında değerlendirildiğinde de gerçekten verimli olup olmadıkları hakkında bir yorum yapılabilmesini güçleştirmektedir. Bu sebeple VZA verimlilik sonuçları görecelilik çerçevesinde değerlendirilmelidir [17].
- VZA, parametrik olmayan bir teknik olduğu için, sonuçlara istatistiksel hipotez testlerinin uygulanması zordur.
- VZA, statik bir analiz şeklindedir, bir tek dönemdeki karar birimi verileri arasında bir kesit analizi yapar.
- Her karar birimi için ayrı bir doğrusal programlama modelinin çözümü gerektiğinden büyük boyutlu problemlerin VZA ile çözümü hesaplama açısından zaman alıcı olabilir.

#### Doğrusal veri zarflama analizi programı: Primal formülasyon

Etkinlik değerlerinin hesaplanmasında Bölüm 3.1.'de gösterilen Eş.3.1 ve Eş.3.2'deki gibi kesirli formülasyon kullanılmamaktadır. Çünkü bu formülasyonun doğrusal olma ve konveks olma gerekliliklerini karşılamayan yönleri bulunmaktadır. Charnes ve Cooper bu kesirli formülasyonu olağan doğrusal bir programa dönüştürebilmek için bir transformasyondan faydalanmayı denemişlerdir [32,33].

Buna göre. Eş.3.1'deki kesirli program doğrusal programlama metodlarının uygulanabilmesi için dönüştürülür: 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 fonksiyonun paydasını "1"e eşitlemek suretiyle elde edilir:

$$\text{MAX } u_i, v_k \quad \sum_{i=1}^t u_i y_{ip} \quad (3.4)$$

Aşağıdaki kısıtlar altında:

$$\sum_{i=1}^t u_i y_{ic} \leq \sum_{k=1}^m v_k x_{kc}$$

$$c=1, \dots, N$$

$$\sum_{k=1}^m v_k x_{kp} = 1$$

(3.5)

$u_i, v_k > 0$  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:

$$\text{MIN } v_k, u_i \quad \sum_{k=1}^m v_k X_{kp} \quad (3.6)$$

Aşağıdaki kısıtlar altında:

$$\sum_{k=1}^m v_k X_{kc} \geq \sum_{i=1}^t u_i y_{ic}$$

$$c=1, \dots, N$$

$$\sum_{i=1}^t u_i y_{ic} = 1, \quad u_i, v_k > 0, \quad \text{tüm } i \text{ ve } k\text{'lar için} \quad (3.7)$$

$u_i, v_k > 0$ , 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 [1] tarafından modele konulmuştur [34]. Böylece girdi ve çıktı ağırlıklarını aşağıdaki şekilde kısıtlamışlardır:

$$\begin{aligned}
v_k &> \varepsilon, \quad k=1, \dots, m \\
u_i &> \varepsilon, \quad i=1, \dots, t
\end{aligned}
\tag{3.8}$$

Burada " $\varepsilon$ " 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 [35], ağırlıklar üzerindeki pozitiflik kısıtını "alt sınır kısıtları" olarak adlandırmaktadırlar.

### 3.3. Doğrusal Veri Zarflama Analizi Programı: Dual Formülasyon

Herhangi bir doğrusal program için aynı verileri kullanan ortak bir doğrusal program formüle etmek mümkündür. Orijinal, yani primal [birincil] program ya da dual [ikincil] programın çözümü modellenen problem hakkında aynı bilgiyi verir. VZA doğrusal programı da buna bir istisna oluşturmaz. Eş.2.4 ve Eş.2.6'daki formülasyonlar doğrusal programlardır. Etkinlik değerinin hesaplanmasında, VZA, bu doğrusal programların dualini kullanır. Eş.2.4'deki denklemin duali, gerçek etkinlik sınırın parçalı doğrusal bir yaklaşımı,  $m$  tane girdinin miktarlarını,  $t$  tane çıktının miktar seviyesini karşılamak için minimize ederek kurar. Yani:

$$\text{Min } \lambda_c \quad h_p - \varepsilon \left( \sum_{k=1}^m s_k + \sum_{i=1}^t s_i \right)
\tag{3.9}$$

aşağıdaki kısıtlar altında:

$$x_{kp} h_p - s_k = \sum_{c=1}^N x_{kc} \lambda_c \quad k=1, \dots, m$$

$$y_{ip} s_i = \sum_{c=1}^N y_{ic} \lambda_c \quad i=1, \dots, t$$

$$\lambda_c \geq 0 \quad c=1, \dots, N \text{ (birimlerdeki ağırlıklar)}$$

$$s_k \geq 0 \quad k=1, \dots, m \text{ (girdi aylak değişkenleri)}$$

$$s_i \geq 0 \quad i=1, \dots, t \text{ (çıktı aylak değişkenleri)}$$

(3.10)

Modeldeki  $h_p$  isaretçe kısıtsız olup,  $\varepsilon$  ihmal edilebilir büyüklükte bir sabittir. Bu sayı. Charnes ve Cooper'in [36] primal denklemde kullandıkları sabitin benzeridir.

Dual program, primal program kadar sade ve düzenli görünmese de yorumu oldukça basittir: "p" karar verme birimi ancak ve ancak verimlilik oranı  $h_p^* = 1$ 'e ve tüm aylak değişkenler sıfıra eşit ise görece olarak verimli demektir.

$$h_p^* = 1 \text{ ve } s_k^* = s_i^* = 0$$

(3.11)

tüm k ve i'ler için.

Yukarıdaki yıldız işareti, değişkenlerin dual program içindeki optimal değerlerini göstermektedir. Eş.3.11'deki etkinlik koşulları gerçekleştiğinde, söz konusu KVB'nin etkinlik sınırı üzerinde yer alması gereklidir. Bu durumdaki KVB'leri etkin olmayan birimlere göre. "baskın" veya "en iyi gözlem" in bir tanımı olarak düşünülmelidir. Görüldüğü üzere dual program

girdi veya çıktı üzerindeki ağırlıklar yerine KVB'leri üzerindeki ağırlıkları ( $\lambda_c$ ) hesaplamaktadır. Ayrıca dual programdaki ağırlıklar sifıra eşit veya sıfırdan büyük olmalıdır. Hesaplama, dual program primale göre daha kolay işlenir özelliğindedir. Birincil programda kısıtlar tüm "N" KVB'leri üzerinde odaklanmıştır. Bunun aksine dual programda kısıtlar girdi, çıktı ve KVB'lerindeki toplamlar üzerindedir. Girdi ve çıktı sayıları hiçbir zaman KVB sayısını aşmaz. Simplex metodun hesaplama verimliliği kısıt kümesi büyüdükçe düşmektedir. Dual program, girdi ve çıktılar üzerindeki (m+t) kısıt sayısı ile "N" tane KVB üzerindeki N tane kısıt taşıyan programa, hesaplamada kolaylık açısından tercih edilmektedir.

Es. 3.6'daki denklemin çıktı maksimizasyon duali ise;

$$\text{Max } \lambda_c \quad f_p + \varepsilon \left( \sum_{k=1}^m s_k + \sum_{i=1}^t s_i \right) \quad (3.12)$$

Aşağıdaki kısıtlar altında:

$$f_p y_{ip} + s_i = \sum_{c=1}^N \lambda_c y_{ic} \quad i=1, \dots, t$$

$$x_{kp} - s_k = \sum_{c=1}^N \lambda_c x_{kc} \quad k=1, \dots, m \quad \text{ve,}$$

$$\begin{aligned} \lambda_c &\geq 0, & c=1, \dots, N \text{ (birim ağırlıkları)} \\ s_k &\geq 0, & k=1, \dots, m \text{ (girdi aylak değişkenleri)} \\ s_i &\geq 0, & i=1, \dots, t \text{ (çıkıtı aylak değişkenleri)} \end{aligned}$$

(3.13)

biçimindedir.

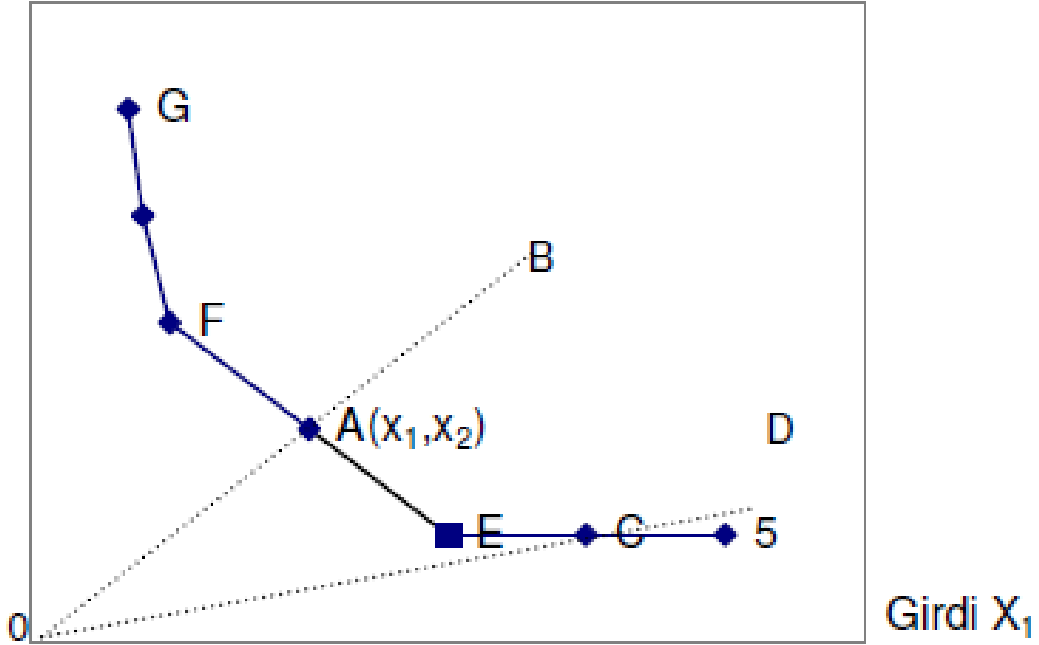
Burada da  $f_p$  işaretçe kısıtsızdır ve "p" karar biriminin çıktı etkinliği, veri bir girdi kümesi için hesaplanmaktadır. Görüldüğü üzere dönüşüm sonucu elde edilen doğrusal formülasyon "çıkıtı maksimizasyonu" veya "girdi minimizasyonu" için kullanılabilir. Bunlardan ilki bir karar birimi için çıktı verimliliğini ikincisi ise girdi verimliliğini hesaplar. Tüm doğrusal programlarda olduğu gibi her iki formülün de primal ve dual olmak üzere iki bileşeni bulunur.

### **3.4. Veri Zarflama Analizinde Toplam Etkinlik**

#### **3.4.1. Teknik etkinlik**

Örnek çalışmamızda giderlerin gelire dönüştürme beceresi, bir dizi kesişen doğrusal parçadan kuruludur. Bu parçalardan her biri dual programın optimal çözümündeki kısıtlardan birini simgelemektedir. Doğrusal parçalar bir araya geldiklerinde kapalı konveks bir çıktı (gelir) kümesi oluştururlar.

Bir karar verme birimi, eğer bir başka karar verme birimi veya karar verme birimlerinin doğrusal bileşimi eşit miktarda çıktıyı en az bir girdiyi daha az kullanarak üretmiyor ise teknik verimliliğe sahiptir. Bu tanım, Eş.3.11'deki etkinlik koşullarıyla denklik göstermektedir. Tekrarlamak gerekirse; "p" karar verme birimi verimlilik oranı "1"e ve tüm aylak değişkenleri "0"a eşitse verimlidir.

Girdi  $X_2$ 

Şekil 3.4. Etkinlik sınırı (girdi minimizasyonu)

Şekil 3.4, tek bir çıktı üretirken iki girdi kullanan ( $x_1$  ve  $x_2$ ) 5 KVB'ne (B, D, E, F, G) dayanan varsayımsal bir etkinlik sınırını göstermektedir. G, F ve E sınır üzerinde yer almaktadır ve "en iyi gözlem" kümesini oluşturmaktadırlar. Bu da başka herhangi bir KVB veya KVB'lerinin doğrusal bileşimi aynı seviyede çıktıyı girdilerden birini veya ikisini de daha az kullanarak üretmiyor demektir. Bahsedilen bu karar verme birimlerinin (G, F, E) etkinlik oranları "1"e eşittir ve dualin çözümünde tüm aylak değişkenleri 0'dır. B ve D karar birimleri sınır performansla görel olarak etkin değildir. Çünkü aynı düzeydeki çıktıyı girdilerden en az birini daha az kullanarak üretebilen bir KVB veya bir KVB'leri bileşimi bulmak mümkündür. Örneğin B karar birimi için etkinlik oranı 1'den küçüktür. Bu oran merkeze olan uzaklık esas alınarak  $OA/OB$  biçiminde ifade edilmektedir. Oranın 1'den küçük olması E ve F karar birimlerinin doğrusal kombinasyonunun en az B karar biriminin ürettiği kadar

çıktıyı,  $x_1$  ve  $x_2$ 'yi daha az kullanarak üretebildiklerini gösterir. Etkinlik oranı, B karar birimi için sınır üzerinde bir hedef tespit etmek için kullanılabilir. Bu hedef B karar biriminin fiili performansını en iyi gözlemi oluşturan karar birimlerinin gerisinde kalmayacak şekilde iyileştirmesine neden olacaktır ((OA/OB)-OB=OA). Kavramsal olarak, OB vektöründe tanımlanan girdi tüketimi, yukarıda verilen etkinlik göstergeleri yardımıyla OA hedef vektörüne uydurulabilir. Hedefin belirttiği, B karar birimindeki girdi tüketiminin, aynı çıktı seviyesi korunmak suretiyle Şekil 3.4'deki  $x_1$  ve  $x_2$ 'ye çekilebileceğidir. Ref. [37-39] bu gibi hedeflere ulaşmada benzer grupların performanslarının incelenmesinin faydalı olacağı vurgulanmaktadır. Şekil 3.4'deki örnekte, B karar biriminin referans grubunu E ve F karar birimleri oluşturmaktadır. Bu birimler en az B kadar çıktıyı daha az girdi tüketerek üretebildiklerine göre etkin olmayan karar biriminin (burada B karar birimi) performansını iyileştirmede örnek alabileceği düşünülür. Referans grubundaki karar birimleri dual programın optimal çözümünde ağırlıkları 0'dan büyük olan birimlerdir. B karar birimi için çözüm:

$$h_B^* = OA/AB < 1$$

Kısıtlar,

$$\text{Girdi 1 için; } x_{1B}h_B^* - 0 = x_{1E}\lambda_E^* + x_{1F}\lambda_F^*$$

$$\text{Girdi 2 için; } x_{2B}h_B^* - 0 = x_{2E}\lambda_E^* + x_{2F}\lambda_F^*$$

$$\text{Çıktı için; } y_{1B} + 0 = y_{1E}\lambda_E^* + y_{1F}\lambda_F^*$$

(3.14)

şeklinde. Bu KVB için hedef performans  $x_{iB}h_B^*$  ( $i=1,2$ ) ve E ve F KVB'lerindeki performansın doğrusal bir kombinasyonudur.  $\lambda_E^* \cdot \lambda_F^* > 0$  (E ve F KVB'ler üzerindeki ağırlıklar) iken diğer KVB'leri üzerindeki ağırlıklar sıfırdır.

Görüldüğü üzere dual programda girdi ve çıktılar üzerinde kısıtlar mevcuttur. Girdi kısıtları girdilerde etkinlik oranı ( $h_D^*$ ) tarafından verilen radyal (veya eşit orantılı) bir büzülme ve 0'dan büyük girdi aylak değişkenleri tarafından verilen ek azalmaları tanımlarlar. Girdi minimizasyonu dual programında, çıktı üzerindeki kısıtlar eşit-orantılı bir çıktı düzenlemesi gerektirmezler ve ancak optimal çıktı aylak değişkenleri,  $s_i^*$ , ( $i = 1, \dots, t$ ) sıfırdan farklı ise önem arz ederler. B karar birimi için tüm girdi ve çıktı aylak değişkenleri sıfıra eşittir. Ancak D karar birimi girdi  $x_1$  için sıfırdan büyük bir aylak değişkene sahiptir. D için etkinlik oranı  $OC/OD$  olup her iki girdi için de eşit-orantılı bir azalma gerektirmektedir. Ancak C noktasına aktığımızda E karar biriminin aynı miktar çıktıyı daha az  $x_1$  ve aynı miktarda  $x_2$  ile ürettiğini görürüz. Dolayısıyla D karar birimi  $x_1$  tüketimini C noktasından E noktasına olan yatay uzaklık miktarı kadar azaltmadığı takdirde tam (göreceli olarak) etkin olamayacaktır. C ve E karar birimleri arasındaki bu uzaklık ( $x_1$  kullanımındaki miktar farkı), D karar birimi için dual programda sıfırdan farklı bir  $s_1^*$  aylak değişkeni ile ifade edilmektedir :

$$h_D^* = OC/OD$$

Kısıtlar,

$$\text{Girdi 1 için; } x_{1D} \cdot h_D^* - s_1^* = x_{1E} \cdot \lambda_E^*$$

$$\text{Girdi 2 için; } x_{2D} \cdot h_D^* - 0 = x_{2E} \cdot \lambda_E^*$$

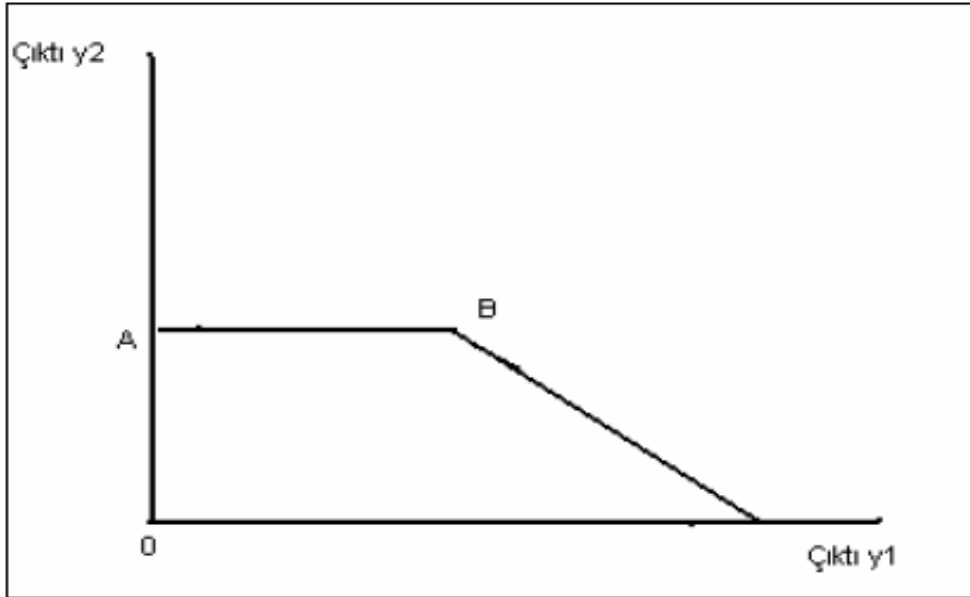
$$\text{Çıktı için; } y_{1B} + 0 = y_{1E} \lambda_E^* + y_{1F} \lambda_F^*$$

(3.15)

D karar birimi için hedef,  $h_D^*$  ile verilen, her iki girdide de radyal bir büzülme (contraction) ayrıca  $s_1^*$  aylak değişkeni ile verilen,  $x_1$  girdisinde ek bir azaltma ile tanımlanmaktadır. Gerekli büzülme ve ek azaltma ile D karar birimi hedef performansa ulaşabilir. Referans grubunda yalnızca E karar birimi vardır. Çünkü hedef performansı bu "en iyi gözlem" karar biriminde

gözlemlenen performans ile tam olarak çakışmaktadır ( $\lambda_E^* = 1$  ve  $\lambda_C^* = 0$ ,  $c \neq E$ ).

Şekil 3.5'de bir çıktı yüzeyi görülmektedir. Burada parçalı bir doğrusallık vardır ve her bir parça dual programdaki bir çıktı kısıtının varlığını gösterir. Dual programda A karar birimi için çözüm yukarıda anlatıldığı gibidir. Ancak burada çıktılar üzerinde iki kısıt bulunmaktadır.



Şekil 3.5. Etkinlik sınırı (çıktı maksimizasyonu)

$$\text{Çıktı 1: } y_{1A} + s_1^* = y_{1B} \cdot \lambda_B^*$$

$$\text{Çıktı 2: } y_{2A} + 0 = y_{2B} \cdot \lambda_B^*$$

$y_2$  üzerindeki aylak değişken sıfırdır, yani  $s_2^* = 0$ 'dır. Ancak  $y_1$  üzerindeki aylak değişken pozitifdir ( $s_1^* > 0$ ). Şekil 3.2'de A karar verme birimi, B karar verme birimi kadar  $y_2$  üretebilirken, B'den daha az  $y_1$  üretebilmektedir.  $y_1$  üzerindeki aylak değişken, A karar verme birimi, B karar verme birimi tarafından belirlenen standarda ulaşabilmek için  $y_1$  çıktısını ne kadar

arttırması gerektiğini göstermektedir. Bu miktar AB yatay uzaklığına eşittir:  $AB = s_1^*$ .

### 3.4.2. Ölçek etkinliği

Non-parametrik yaklaşımın ilk uygulamaları ölçeğe göre sabit getirili üretim varsayımından yola çıkan doğrusal programlamalar olmuştur. Ancak, birçok ekonomist bu varsayımları fazla kısıtlayıcı bulduklarından, VZA yerine alternatif istatistiksel yöntemler kullanmayı tercih etmişlerdir. Ancak, Banker ve Thrall'ın [37]; Fare, Grosskopf ve Lovell'in [38]; Banker [39]; Banker, Charnes ve Cooper'ın [32] ve Banker, Charnes, Cooper ve Schinnar'ın [40] tarihli çalışmaları bu doğrusal programlama yaklaşımını daha geniş referans teknolojilerini kapsayacak şekilde geliştirerek daha geniş uygulama alanı kazandırmışlardır. VZA ölçek etkinliği konusunda da bilgi üretebilen bir tekniktir. Eğer ağırlıklar toplamı 1'e eşit olacak şekilde kısıtlanırsa ( $\lambda_c^* = 1$ ) etkinlik sınırı ölçeğe göre azalan artan ve sabit getirileri içerecek şekilde bir değişken getirili özelliğe sahip olabilmektedir. Buna göre bir karar verme biriminin teknik etkinliğini koruması şartı ile ölçeğindeki artış toplam etkinliğini artırıyorsa bu karar birimi için ölçeğe göre artan getiri; toplam etkinliğini azaltıyorsa ölçeğe göre azalan getiri vardır (variable return to scale-VRS). Diğer yandan bir karar verme biriminin teknik etkinliğini koruması şartıyla ölçeğindeki artış ya da azalış toplam etkinliğini değiştirmiyorsa bu karar birimi için ölçeğe göre sabit getiri (constant return to scale-CRS) vardır denir. Şekil 3.5'de artan ve azalan ölçeğe göre getiri mümkün olduğundan etkinlik sınırı üzerinde ölçek etkinliğine sahip olmayan karar birimleri de bulunabilmektedir. Örneğin B ölçeğe göre artan getirili karar verme birimi, ölçeğe göre azalan getirili D karar birimi ve E karar birimi ölçek etkinliğine sahip olmasalar dahi ölçeğe göre teknik verimliliğe sahiptirler. Sonuç olarak elde edilen etkinlik sınırı parçalı doğrusal bir niteliğe sahip olan ABCDE sınırı olarak tanımlanır.



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 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 etkinliğe sahiptir [41]. Lineer programlama modelinde karar birimleri üzerindeki ağırlıkları 1'e eşitleyen kısıt etkinlik sınırının "en iyi gözlem" in çoklu doğrusal kombinasyonlarından oluşmasına ve göreceli 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 [42]. Dolayısıyla aynı karar birimi için teknik etkinlik ölçüsünün ölçeğe göre sabit getiri durumunda ölçeğe göre değişen getiri durumuna kıyasla daha düşük olduğu söylenebilir.

### 3.5. Malmquist Toplam Faktör Verimlilik Endeksi

Zaman içindeki etkinlik değişimlerini görebilmek için kullanılan teknik Malmquist Endeks Toplam Faktör Verimliliğidir (TFV). Tornquist/Fisher endekslerinden farkı, Malmquist TFV endeksinin oluşturulabilmesi için ilgili karar birimlerinin kar maksimizasyonu veya maliyet minimizasyonu

hedefledikleri varsayımına gerek bulunmamaktadır. Bu yüzden Tornquist/Fisher metodu için gerekli olan fiyat verisinin derlenmesi Malmquist metodu için zorunlu değildir. Böylece özellikle kamu sektörü veya kar amacı gütmeyen organizasyonların performansının ölçümünde zaman boyutu dikkate alabilecek güçlü bir yöntem olarak değerlendirilmemektedir.

Malmquist TFV endeksi bahsedilen avantajlara ek olarak endeksi oluşturan iki bileşeni açıkça tanımlayabilmektedir. Bunlar karar biriminin etkin sınıra yaklaşma sürecinin bir değerlendirmesi olan etkinlik değişimi (efficiency change) ve etkin sınırın zaman içinde değişimini belirlemeye yönelik olarak oluşturulan teknik değişimdir (technical change).

Malmquist TFV endeksi hem parametrik hemde parametrik olmayan yaklaşımlar imkanı verir. Bu çalışmaya uygun olanı parametrik olmayan VZA tabanlı bir yaklaşımdır. Bu yüzden burada sadece parametrik olmayan Malmquist endeks yaklaşımı anlatılmıştır. Malmquist TFV endeksi iki gözlemin toplam faktör verimliliğindeki değişmeyi ortak bir teknolojiye olan uzaklıkların oranı olarak ölçer. Bu ölçüm için uzaklık fonksiyonu kullanılmaktadır. Malmquist endeksi ile uzaklık fonksiyonları arasındaki ilişki bu noktada doğrudur. Caves ve arkadaşları tarafından geliştirilen bu endekse uzaklık fonksiyonları yardımıyla endeks kurma fikrini ilk ortaya atan Sten Malmquist'in ardından Malmquist ismi verilmiştir. Uzaklık fonksiyonu çok girdili ve çok çıktılı üretim teknolojilerini, maliyet minimizasyonu ve kar maksimizasyonu gibi hedefleri belirtmeden, tanımlamada kullanılmaktadır. Girdi uzaklık fonksiyonu, çıktı vektörü verildiğinde, oransal olarak en çok büzülen girdi vektörüne bağlı olarak üretim teknolojisini tanımlar. Benzer olarak, çıktı uzaklık fonksiyonu, girdi vektörü verildiğinde oransal olarak en çok genişleyen girdi vektörüne bağlı olarak üretim teknolojisini tanımlar.

Çalışmada 23 AB'ye üye veya aday ülke ile Türkiye'nin demiryolu işletmeciliği bakımından toplam faktör verimliliklerindeki(TFV) değişme değişkenin Malmquist toplam faktör verimliliği endeksi kullanılarak elde edilmiştir. Bu endeks, ortak teknolojiye göre her bir veri noktasının farklarının (uzaklıklarının) oranlarını hesaplayarak, farklı zamana ait iki veri noktası arasındaki TFV'ndeki toplam değişmeyi ölçmektedir. Uzaklık fonksiyonu kâr maksimizasyonu veya maliyet minimizasyonu gibi herhangi bir davranışsal varsayım gerektirmeden, birden fazla çıktı ve girdinin söz konusu olduğu durumlarda üretim teknolojisini belirleyebilmektedir. Uzaklık fonksiyonları yalnızca girdi ve çıktı miktarlarına dayalı çoklu çıktı ve çoklu girdi teknolojilerini yansıtmakta; çıktı ve girdilere ait gelir ve maliyet paylarının bilinmesine gerek duymamaktadır [43]. TFV'ndeki değişmeyi ölçebilmek için en az iki dönem gerekmektedir ve her iki dönem için de uzaklık fonksiyonları, maksimum ortalama çıktıdan olan sapmaları ölçmek için kullanılmaktadır. Bu bağlamda Malmquist TFV endeksi iki zaman arasında bir Karar Verme Birimi(KVB)'nin etkinliğindeki değişimin değerlendirilmesine imkan vermekte ve bu yolla TFV'ndeki teknik etkinlikteki değişimin ve teknolojik değişimin katkıları belirlenebilmektedir [35]. Burada, teknik etkinlik değişiminin üretim sınırını yakalama etkisi (catch-up effect) olarak ifade edilirken, teknolojik değişimin üretim sınırı eğrisinin yer değiştirmesi (frontier-shift) olarak ifade edilmektedir. Teknik etkinlik değişimi ve teknolojik değişim, TFV'ndeki değişimin ana unsurlarını oluşturmaktadır. Diğer bir ifadeyle, her iki değişimin çarpımı TFV'ndeki değişmeyi vermektedir [44].

Malmquist Endeksi (MI) sınır teknolojideki ilerleme ve gerilemeye bağlı olarak KVB'lerin TFV'ndeki ilerlemeyi ve gerilemeyi yansıtmaktadır.  $MI > 1$  bir dönemden diğer bir döneme KVB'nin TFV'ndeki ilerlemeyi ifade ederken  $MI = 1$  ve  $MI < 1$  sırasıyla TFV'ndeki değişmemeyi ve azalmayı göstermektedir. Yine teknik etkinlik değişimi ve teknolojik değişim değerlerinin 1'den büyük olması teknik etkinlikteki ve teknolojideki ilerlemeyi ifade ederken, 1'den küçük olmaları gerilemeyi ifade etmektedir. Malmquist TFV endeksinin bu

unsurlara ayrışması, TFV'ndeki artışın ana kaynaklarının tespit edilmesinde önem arz etmektedir [44]. Diğer bir ifadeyle, teknik etkinlikteki değişme ile teknolojik değişimin çarpımı toplam faktör verimliliğindeki değişmeyi vermektedir [45].

Geleneksel olarak etkinlik ve verimlilik ölçümleri ya çıktılar sabit tutulurken girdi miktarının azaltılması (girdi odaklı) ya da girdiler sabit tutulurken çıktı miktarının artırılması (çıkıtı odaklı) varsayımlarına göre yapılmaktadır. Burada çıkıtı odaklı model kullanılmıştır [44,45].

Her bir zaman periyodu ( $t=1, \dots, T$ ) için çıkıtı yönlü Malmquist index üretim teknolojisi girdilerin ( $\mathbf{x}_t$ ) çıkıtıya ( $y_t$ ) dönüşümlerinin pozitifliği olarak tanımlanır.

Bu teknoloji Şekil 3.7'de gösterilmiştir ( $t$  ve  $t+1$  periyodu için).  $t$  zamanındaki teknolojik değişim,

$$P_t(x) = \{y_t, x_t \text{ 'nin } y_t \text{ dönüşümü} \} \quad (3.16)$$

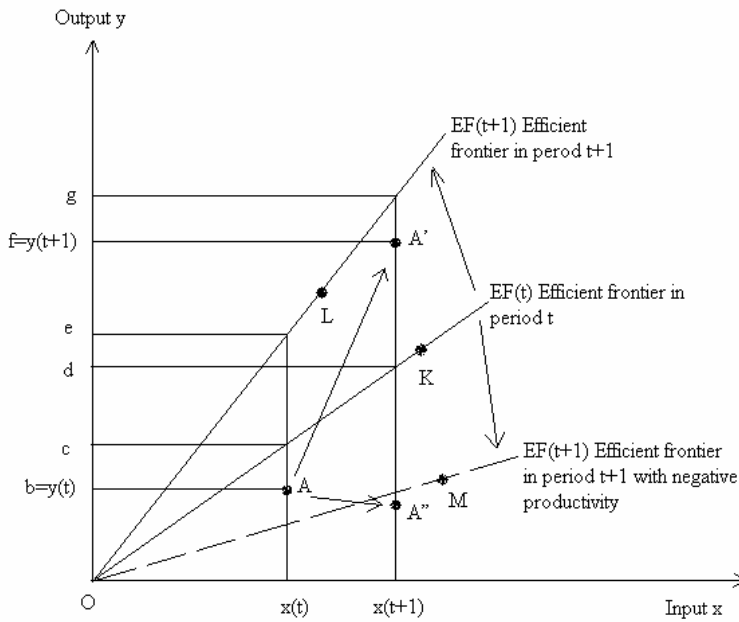
Karar verme birimlerinin  $t$  zamanında teknik etkinliğini ölçmek için çıkıtı fonksiyonu:

$$d_t(x_t, y_t) = \min \{ \theta : (x_t, y_t / \theta) \in P_t(x) \} \quad (3.17)$$

olarak tanımlanır.

Verilen girdiyle maksimum çıktının mümkünlüğü bu fonksiyonla ölçülür.

Malmquist index tek bir girdinin CRS kabulüyle output dönüşümü Şekil 3.7'de verilmiştir. Buradaki A ve A' noktaları t anından t+1 zamanında Karar verme Birimlerinin girdi-çıkı kombinasyonlarını göstermektedir. Aynı zamanda t (t+1), K(L or M) noktalarının en iyi performansa dönüşümlerini de gösterir.



Şekil 3.7. Malmquist index analizi ile etkinlik değişimi

Karar Verme Birimlerinin çıktı yönlü etkinliği  $O_c/O_b$  ile ölçülür (Etkinlik  $A < 1$ , DEA CRS(CCR) etkin değil). Karar Verme Birimleri EF(t) üzerinde ise skor 1'dir (yani DEA CRS etkindir). Karar Verme Birimi t+1 zamanında A' taşınır ve EF(t+1) üzerine gelir. Burada DEA CCR o çıktı yönlü Malmquist Toplam Faktör Verimliliği t ve t+1 zaman değişimi için

$$MI_o(x_t, y_t, x_{t+1}, y_{t+1}) = \sqrt{\frac{d_t^o(x_{t+1}, y_{t+1})}{d_t^o(x_t, y_t)} \cdot \frac{d_{t+1}^o(x_{t+1}, y_{t+1})}{d_{t+1}^o(x_t, y_t)}} \quad (3.18)$$

veya grafik olarak,

$$MI_o(t, t+1) = \sqrt{\frac{Of/Od}{Of/Og} \times \frac{Ob/Oc}{Ob/Oe}} \quad (3.19)$$

şeklinde tanımlanır.

Fare ve arkadaşları [45] tarafından önerilen ifade ise:

$$MI_o(x_{t+1}, y_{t+1}, x_t, y_t) = \frac{d_{t+1}^o(x_{t+1}, y_{t+1})}{d_t^o(x_t, y_t)} \sqrt{\frac{d_t^o(x_{t+1}, y_{t+1})}{d_{t+1}^o(x_t, y_t)} \times \frac{d_{t+1}^o(x_t, y_t)}{d_{t+1}^o(x_{t+1}, y_{t+1})}} \quad (3.20)$$

şeklindedir.

Şekil 3.7'ye göre etkinlik değişimi tanımları ise:

$$\text{Etkinlik değişimi (EFFCH)} = \frac{Of/Od}{Ob/Oc} \quad (3.21)$$

$$\text{Teknik değişim (TECCH)} = \sqrt{\frac{Of/Od}{Of/Og} \times \frac{Ob/Oc}{Ob/Oe}} \quad (3.22)$$

olarak tanımlanabilir.

Pure etkinlik değişimi (PECH) ve ölçek etkinlik değişimi (SECH) ise:

$$\text{PECH} = \frac{d_{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1})}{d_t^o(x_t, y_t)} \quad (3.23)$$

$$\text{SECH} = \frac{d_{t+1}^c(x_{t+1}, y_{t+1})}{d_{t+1}^v(x_{t+1}, y_{t+1})} / \frac{d_t^c(x_t, y_t)}{d_t^v(x_t, y_t)} \quad (3.24)$$

olarak gösterilebilir.

#### 4. TCDD PERFORMANS DEĞERLENDİRMESİ

Genelde literatürdeki çalışmalarda üretim teknolojilerinde kullanılan bir yöntem olsa da belli kriterleri ve hedefleri olan ve üyesi olduğu ülkelerin bu kriterleri taşıması gerektiğinden yola çıkılarak Türkiye'nin AB aday bir ülke olarak ulaşım alanında özellikle demiryolları işletmeciliğinde, AB ülkelerine göre durumunun çok değişkenli olarak incelenmesi gerekmektedir.

Bu çalışmada, öncelikle, analiz için seçilen ülkelerin 2004-2007 yılları için, çıktı yönlü CCR ve BCC modelleri uygulanmak suretiyle bir kesit analizi yapılmış, etkin ülkelerin etkinlik skor değerleri süper etkinlik (Andersen ve Petersen, A-P) [46] yöntemi ile sıralanmıştır.

İkinci olarak, geliştirilen veri zarflama analiz modeli ile Malmquist Index yaklaşımlarıyla toplam faktör verimlilik değişimleri 2004-2005, 2005-2006 ve 2006-2007 periyotları için hesaplanmış, Türkiye'nin AB ülkelerine göre etkinliği ve etkin bir ülke olabilmesi için hedef demiryolu politikalarının belirlenmesi için öneriler getirilmiştir.

##### 4.1. VZA Sonuçları

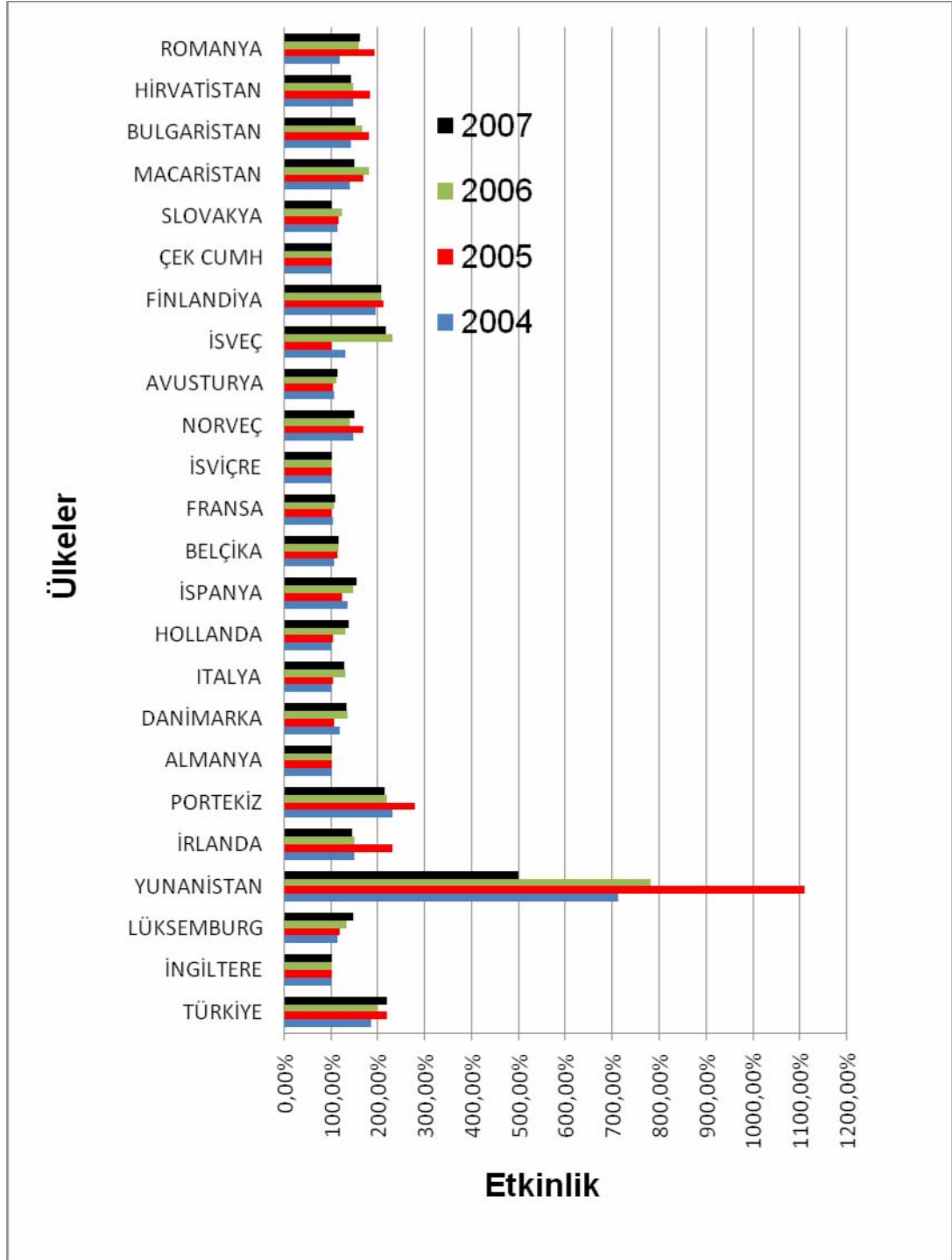
Bu bölümde AB'ye üye veya aday 23 ülke ile Türkiye'nin demiryolu göstergeleri bakımından etkinlikleri, çıktı yönlü VRS ve çıktı yönlü CRS modelleri ile hesaplanmış ve sonuçlar değerlendirilmiştir. Daha öncede belirtildiği gibi 100'den büyük etkinlik skoruna sahip ülkeler etkin değildir. Böyle bir KVB'nin etkin konuma çıkabilmesi için çıktısını etkinlik skoru kadar arttırmalı ayrıca girdide fazlalıkları ve çıktıda azlıkları varsa (mix inefficiency) bunları da telafi etmelidir. Etkin olmayan bir KVB'nin etkin konuma yükselebilmemesinin başka bir yolu da girdi ve çıktıları kendisine referans olan KVB'lerine tabloda verilen yüzdelerle benzetmesiyedir.

Şekil 4.1 ve Şekil 4.2 CRS ve VRS modellerine göre VZA analiz sonuçlarını göstermektedir. Çizelge 4.1'e göre, her iki model için (CRS ve VRS) ortalama teknik etkinlik (seçilen 24 ülkenin etkinsizliklerinin ortalaması) 2007'de 0.731 ve 0.796 olmuştur. Benzer şekilde ölçek etkinliği 2007'de 0.925 olmuştur. Şekil 4.1, CRS etkinlik analiz sonuçlarına göre; İngiltere, Almanya, İsviçre ve Çek Cumhuriyeti seçilen bütün yıllarda (2004-2007) etkin olduğunu göstermektedir. Başka bir deyişle, etkin olmayan diğer ülkeler için seçilen yıllarda referans ülke olmuşlardır. VRS etkinlik sonuçlarına göre (Şekil 4.2), İngiltere, Almanya, Lüksemburg, Belçika, İsviçre, Çek Cumhuriyeti ve Bulgaristan analiz yapılan bütün yıllar için etkindirler. 2004 ten 2007 ye kadar ortalama teknik etkinlikte hafif düşüş olmuştur. Toplam 24 ülkeden 19'u ölçek dönüşümlerini artırma, 5 ülke ise sabit eğiliminde ortaya çıkmıştır. Bu şu anlama gelmektedir, 19 ülke seçilen girdilerden yarar sağlama yönünden artırma eğilimindedirler.

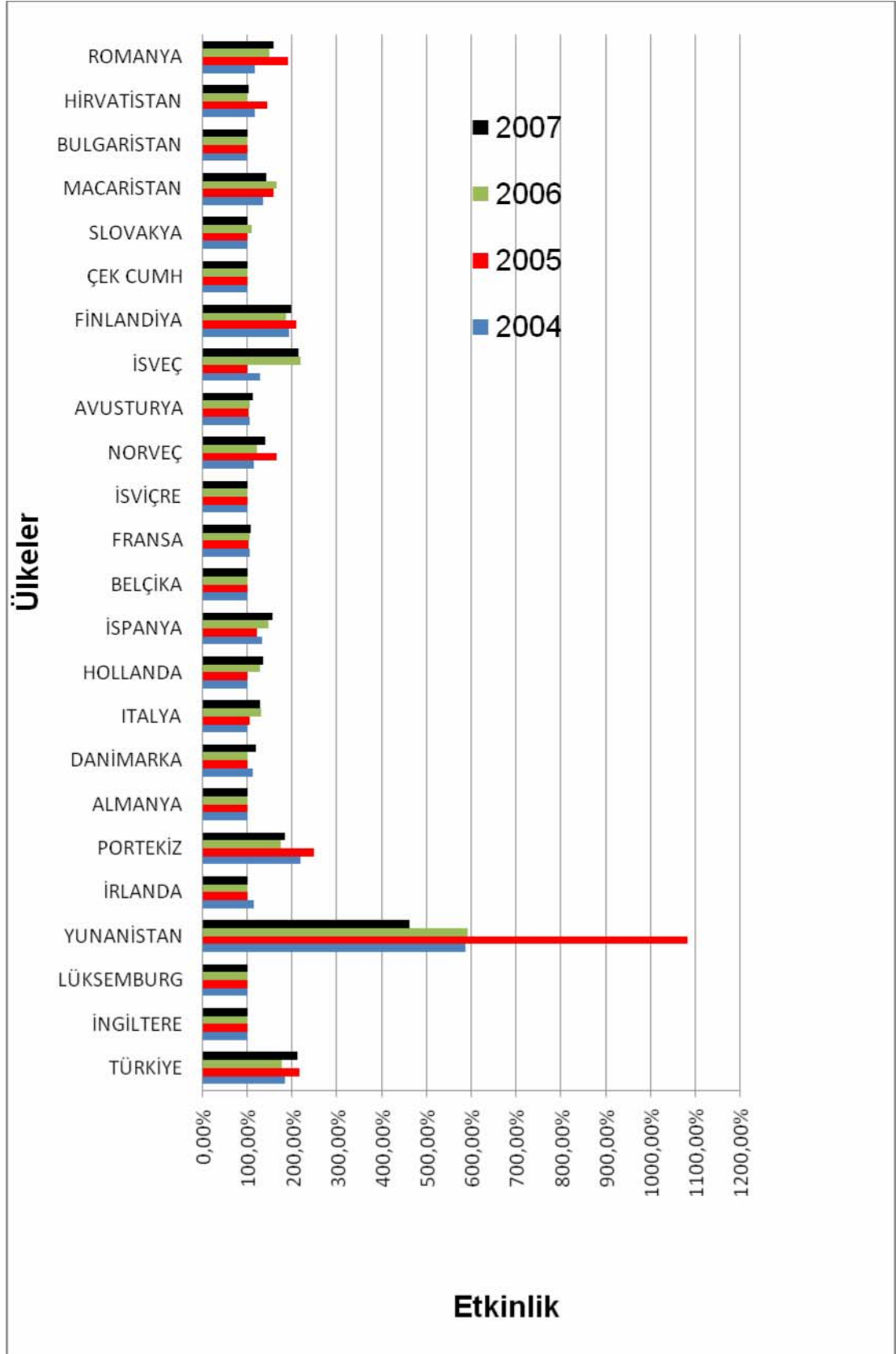
CRS, VRS ve SE değerleri 1 (%100) olduğunda karar verme birimine most productive scale size (MPSS)'ye sahiptir denilir. Ortalama verimlilik MPSS'ye sahip karar vericiler için bu girdi ve çıktı bileşiminde maksimumdur. MPSS ye sahip karar verme birimleri girdi ve çıktıları en iyi kullanıyor veya girdilerini en iyi biçimde çıktılarına dönüştürüyor demektir.

Çizelge 4.1. CRS, VRS teknik ve ölçek etkinlikleri

Ülkeler	TE <sub>CRS</sub>	TE <sub>VRS</sub>	SE	
Türkiye	0,461	0,474	0,973	irs
İngiltere	1,000	1,000	1,000	-
Lüksemburg	0,681	1,000	0,681	irs
Yunanistan	0,201	0,217	0,923	irs
İrlanda	0,700	1,000	0,700	irs
Portekiz	0,470	0,546	0,860	irs
Almanya	1,000	1,000	1,000	-
Danimarka	0,764	0,845	0,904	irs
İtalya	0,784	0,785	0,999	irs
Hollanda	0,736	0,743	0,990	irs
İspanya	0,648	0,648	0,999	irs
Belçika	1,000	1,000	1,000	-
Fransa	0,933	0,933	1,000	-
İsviçre	1,000	1,000	1,000	-
Norveç	0,678	0,723	0,938	irs
Avusturya	0,883	0,901	0,981	irs
İsveç	0,463	0,468	0,989	irs
Finlandiya	0,487	0,507	0,961	irs
Çek Cum.	1,000	1,000	1,000	-
Slovakya	0,983	1,000	0,983	irs
Macaristan	0,671	0,703	0,954	irs
Bulgaristan	0,658	1,000	0,658	irs
Hırvatistan	0,710	0,978	0,727	irs
Romanya	0,626	0,634	0,987	irs
<b>Ortalama</b>	<b>0,731</b>	<b>0,796</b>	<b>0,925</b>	-



Şekil 4.1. CRS etkinliği ülkelere göre dağılımı



Şekil 4.2. VRS etkinliğinin yıllara göre dağılımı

## 4.2. Malmquist Toplam Faktör Verimliliği İndeks Sonuçları

Malmquist TFV endeksleri, Tim Coelli tarafından geliştirilen DEAP Version 2.1 paket programı aracılığıyla VZA tekniği uygulanarak çözülmüştür.

Burada, işletme performansını etkileyen girdi ve çıktıları kullanarak programın ürettiği sonuçlardan ilki, söz konusu endeks için hesaplanması gereken uzaklık fonksiyonlarının VZA tekniği ile elde edilmiş değerleridir. Bunlar;

- a) önceki dönemin, ölçeğe göre sabit getiri varsayımı altında VZA sınırına göre,
- b) mevcut dönemin ölçeğe göre sabit getiri varsayımı altında VZA sınırına göre,
- c) bir sonraki dönemin ölçeğe göre sabit getiri varsayımı altında VZA sınırına göre,
- d) yine mevcut dönemin ölçeğe göre değişen getiri varsayımı altında VZA sınırına göre elde edilen (uzaklık fonksiyonları) etkinlik değişimleridir.

Malmquist Index birkaç yolla hesaplanabilir [47]. Bu çalışmada, çıktı yönlü DEA'ya dayalı etkinlik analizi yapılmıştır. Çıktı yönlü etkinlik ölçümleri demiryolu işletmeciliğinin karşılaştırılmasına uygun bir yöntemdir [48,49]. Bu yöntem girdileri çıktıya dönüştürme de etkin olmayanları da tanımlar. Ancak, yöntemle girdi yönlü modelle de kullanılan çıktıyı artırma yönündeki teknik etkinsizliklerde belirlenebilir.

DEA analizi toplam faktör verimlilik değişimini (tfpch) tahminine Malmquist Index ile izin verir. Malmquist Index analiz sonuçları Çizelge 4.2'de verilmiştir.

Çizelge 4.2'den görüleceği üzere, 2004-2005, 2005-2006 ve 2006-2007 periyotları için hesaplanan beş etkinlik değişimi verilmiştir. Malmquist endeksleri ile elde edilen ilk endeks, ikinci yıldan başlamak üzere tüm endeksler önceki yıla göre hesaplanır ve her bir KVB için sabit getiri varsayımı altında hesaplanan teknik etkinlik değişimi, teknolojik değişim, ölçeğe göre değişen getiri varsayımı altında hesaplanan salt teknik etkinlik değişimi, ölçek etkinliği değişimi ve son olarak toplam faktör verimlilik değişimi olmak üzere 5 adet endeks üretilir.

Teknik etkinlik değişimi ve teknolojik değişimin çarpımı toplam faktör verimliliği (TFP) değişimini verir. Salt etkinlik değişimi ile ölçek etkinliği değişiminin çarpımı da teknik etkinlik değişimini vermektedir. Her endeks için 1'den büyük değerler bir önceki döneme göre artışı, 1'den küçük değerler ise düşüşü göstermektedir. Malmquist Index analizine göre, toplam faktör verimlilik değişimi (tfpch) değeri 1 olan ülkeler girdileri ve çıktıları bakımından herhangi bir ilerleme veya gerileme kaydetmemişler anlamına gelir. tfpch değeri 1 den büyük olan ülkeler toplam faktör verimliliğini artırma eğiliminde ve 1 den küçük olan ülkeler ise toplam faktör verimliliğini geriletmişler anlamına gelmektedir.

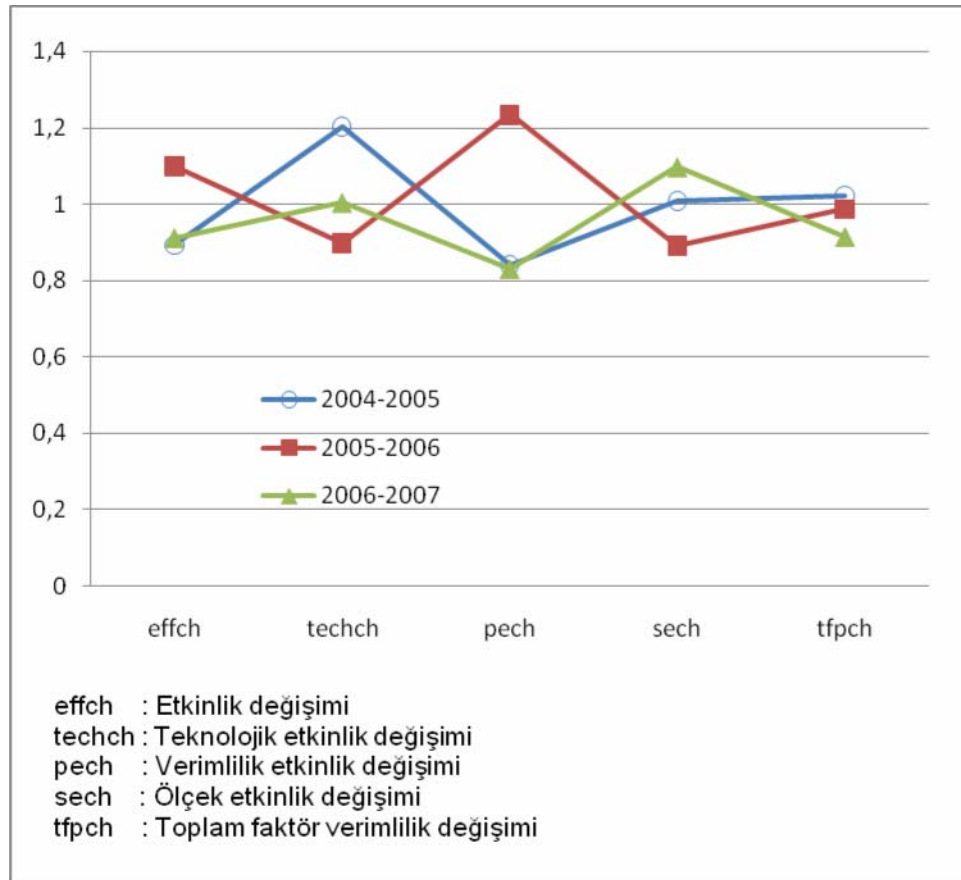
Çizelge 4.2. Etkinlik değişimlerinin yıllara göre dağılımı

ÜLKELER	2004-2005					2005-2006					2006-2007				
	effch	techch	pech	sech	tfpch	effch	techch	Pech	sech	tfpch	effch	techch	pech	sech	tfpch
TÜRKİYE	0.894	1.204	0.847	1.003	1.022	1.099	0.897	1.237	0.889	0.986	0.912	1.004	0.831	1.097	0.915
İNGİLTERE	1.000	1.030	1.000	1.000	1.030	1.000	1.172	1.000	1.000	1.172	1.000	1.070	1.000	1.000	1.070
LÜKSEMBURG	1.000	0.821	1.000	1.000	0.821	1.000	1.154	1.000	1.000	1.154	0.681	1.030	1.000	0.681	0.701
YUNANİSTAN	0.642	1.469	0.536	1.197	0.943	1.422	0.725	1.844	0.771	1.031	1.564	1.004	1.286	1.216	1.570
İRLANDA	0.650	1.547	1.126	0.577	1.006	1.544	0.652	1.000	1.544	1.006	1.041	1.004	1.000	1.041	1.045
PORTEKİZ	0.825	1.205	0.882	0.936	0.995	1.282	0.801	1.431	0.896	1.026	1.019	1.004	0.943	1.081	1.023
ALMANYA	1.000	0.877	1.000	1.000	0.877	1.000	1.164	1.000	1.000	1.164	1.000	0.884	1.000	1.000	0.884
DANİMARKA	1.112	1.006	1.109	1.003	1.119	0.798	1.212	1.000	0.798	0.967	1.020	1.004	0.845	1.207	1.024
İTALYA	0.962	1.015	0.961	1.001	0.976	0.804	1.067	0.804	1.000	0.858	1.015	1.041	1.016	0.999	1.057
HOLLANDA	0.982	1.022	1.000	0.982	1.003	0.782	1.200	0.774	1.010	0.938	0.958	1.064	0.961	0.998	1.020
İSPANYA	1.103	1.027	1.104	0.999	1.132	0.833	1.223	0.828	1.005	1.018	0.942	1.072	0.943	0.999	1.010
BELÇİKA	0.888	0.230	1.000	0.888	0.204	0.992	1.035	1.000	0.992	1.027	1.135	3.980	1.000	1.135	4.519
FRANSA	1.024	1.010	1.023	1.001	1.034	0.962	1.042	0.962	1.000	1.002	0.982	1.009	0.982	1.000	0.990
İSVİÇRE	1.000	3.252	1.000	1.000	3.252	1.000	1.031	1.000	1.000	1.031	1.000	1.101	1.000	1.000	1.101
NORVEÇ	0.879	1.322	0.686	1.280	1.161	1.200	0.854	1.374	0.873	1.025	0.946	1.004	0.869	1.089	0.949
AVUSTURYA	1.030	1.018	1.043	0.987	1.048	0.938	1.078	0.951	0.986	1.011	0.969	1.058	0.955	1.014	1.025
İSVEÇ	1.282	1.334	1.275	1.005	1.709	0.436	0.827	0.458	0.952	0.360	1.062	1.004	1.022	1.039	1.066
FİNLANDIYA	0.916	1.104	0.931	0.985	1.011	1.027	0.980	1.121	0.916	1.007	1.000	1.004	0.938	1.066	1.004
ÇEK CUMH	1.000	2.882	1.000	1.000	2.882	1.000	1.331	1.000	1.000	1.331	1.000	1.005	1.000	1.000	1.005
SLOVAKYA	0.977	1.022	0.979	0.998	0.999	0.946	1.171	0.945	1.001	1.108	1.191	1.123	1.196	0.995	1.337
MACARİSTAN	0.834	1.064	0.857	0.973	0.887	0.936	1.207	0.963	0.972	1.131	1.199	1.004	1.163	1.031	1.204
BULGARİSTAN	0.791	1.228	1.000	0.791	0.971	1.080	0.965	1.000	1.08	1.043	1.094	1.004	1.000	1.094	1.098
HİRVATİSTAN	0.796	1.321	0.792	1.004	1.051	1.253	0.787	1.454	0.862	0.987	1.036	1.004	0.978	1.059	1.040
ROMANYA	0.609	1.113	0.608	1.002	0.678	1.215	1.174	1.286	0.944	1.426	0.985	1.004	0.939	1.049	0.989
ORTALAMA	0.909	1.138	0.932	0.975	1.035	0.996	1.014	1.026	0.971	1.010	1.021	1.080	0.99	1.032	1.103

Çizelge 4.2'ye göre, 2004-2005 periyodu için etkinlik değişimi tüm ülkelerin ortalaması 0.909 teknolojik etkinlik değişimi 1.138 ve toplam faktör verimlilik değişimi de 1.035 olmuştur. Benzer olarak 2005-2006 ve 2006-2007 yılları arasındaki değişimler ise sırasıyla, 0.996, 1.021, 1.014 ve 1.08, 1.01, 1.103 olmuştur. 14 ülke toplam faktör verimlilik değişimini artırma eğiliminde 10 ülke ise azaltma eğilimindedir. 2007 yılında toplam verimlilik değişimlerinde (her periyotun son sütunu) Türkiye, Lüksemburg, Almanya, Fransa, Norveç ve Romanya dışındaki diğer ülkeler hemen hemen 1'den büyük değerlere

ulaşmışlardır. Seçilen periyotlar için ortalama Malmquist skorları 1.035, 1.01 and 1.103, olduğundan tfpch artma eğilimindedir. Altı ülke 1 den küçük index elde etmişlerdir. Bu ülkelerin verimliliklerini geliştirmeleri gerekir. Türkiye'nin belirtilen yıllar arasındaki tfpch değeri 1.022, 0.986 ve 0.915 olmuş ve 24 ülke ortalamalarının ( 1.035, 1.010, 1.103) altında kalmıştır.

Türkiye'nin performans değişimlerini yıllara göre Şekil 4.3 göstermektedir. Şekilden görüleceği üzere Türkiye'nin tfpch değeri 2004-2005 yılları arasındaki değişiminde  $1.022 > 1$  değerine ulaşarak girdilerini çıktılarına dönüştürme eğilimini arttırma yönünde olmasına karşılık 2005-2006 ile 2006-2007 arasında sırasıyla 0.985 ile  $0.915 < 1$  değerine ulaştığından toplam faktör verimliliğini geriletmiştir. Bu durumda 2005'ten 2007'ye kadar TCDD girdilerini çıktı elde etme yönünde pozitif kullanamamıştır.

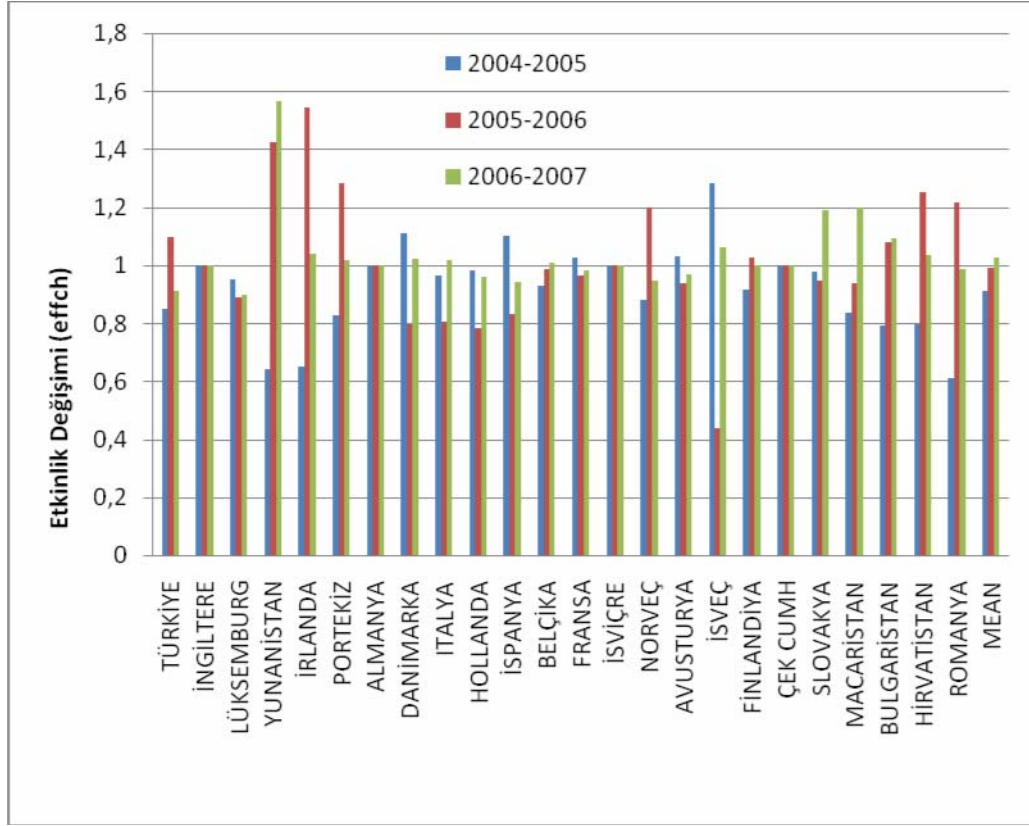


Şekil 4.3. 2004-2007 yılları arası Türkiye'nin etkinlik değişimleri

Etkinlik değişim skoru, işletme aktivitelerinin yönetimindeki en iyi pratik teknolojinin uygulanma derecesi ile demiryolundaki organizasyon ve yönetim, teknik beceri ve yatırım planlamasının katkısının derecesini gösterir. 2007 yılı için, etkinlik değişimi 1'den büyük olan 16 ülke, yukarıdaki etkinlik değişim tanımını artırma eğilimindedirler. 1'den küçük olan ülkeler ise yönetim, organizasyon ve yatırım planlamalarını yeterince yapamamışlardır.

Etkinlik değişimine (effch) göre Türkiye 2005-2006 yılları arasında 1'den büyük bir değere ulaşmış ancak 2006-2007 yılları arasında bu durumu geliştirme yönünde kullanmamıştır (Şekil 4.4). Belçika en büyük artışı sağlamıştır. Yunanistan'da her yıl değişiminde de effch değerini artırma eğilimindedir. Slovakya, Macaristan ve Belçika, 2006-2007 yılları arasında effch değerini geliştirme eğilimini göstermiştir. Yunanistan, Belçika ve Bulgaristan sürekli effch değerini yükseltmiştir.

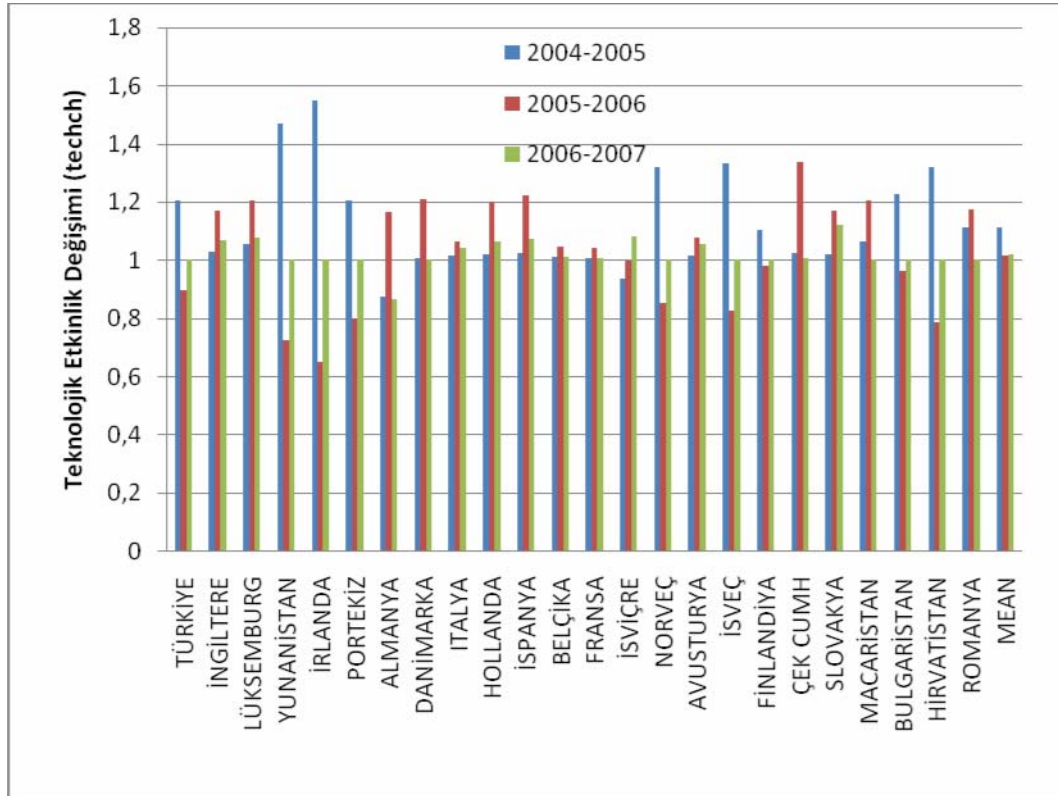
Teknik etkinlik değişimi (techch), yenilikçi, yeni teknolojilere uyumun bir göstergesidir. 2006-2007 periyodu için ortalama teknik etkinlik değişimi 1.08 olmuştur. Almanya dışındaki ülkelerin teknik etkinlik değişimleri 1'den büyük olmuştur. Bu hemen hemen bütün ülkelerin bu periyotta yenilikçiliğini, yeni teknolojilere olan yatırımı geliştirdiğini göstermektedir.



Şekil 4.4. 2004-2007 yılları arası etkinlik değişimi (effch)

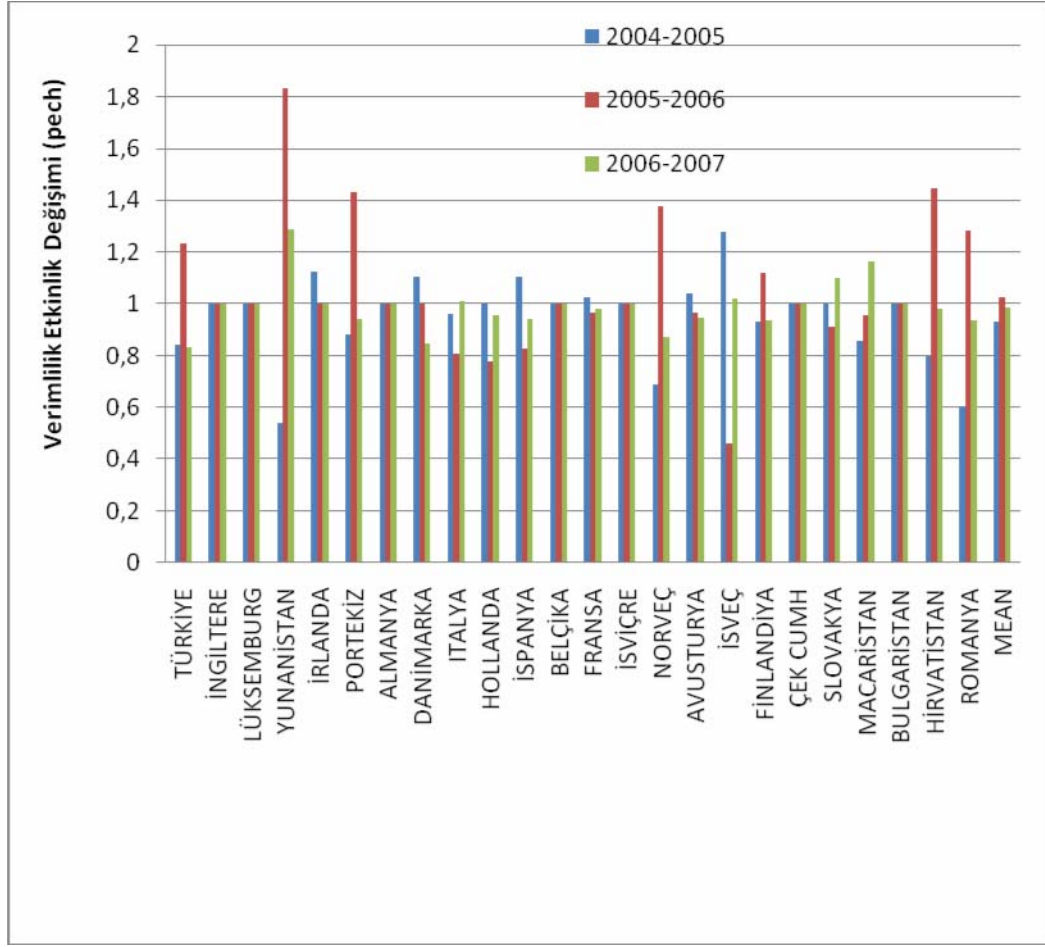
Türkiye, teknik etkinlik (techch) değişimine göre ise 2005-2006 yılları için 1'den daha düşük bir değere ulaşsa da diğer yıllarda 1'den büyük değer elde edildiğinden techch değerini ilerleme yönünde kullanabilmiştir (Şekil 4.5.). Ülkelerin ortalamasından daha düşük techch değerinde kalmıştır. Bunun anlamı Türkiye'nin kullanılan değişkenler açısından inovasyonunu diğer ülkelere göre yeteri kadar geliştirememiştir.

Verimlilik (productivity) etkinlik değişimi (pech), yönetsel becerilerdeki iyileşmeyi en iyi uygulama girişimlerini girdi ve çıktılar arasındaki dengeyi ve örgütsel faktörlerin yönetimindeki gelişmeyi gösterir.



Şekil 4.5. 2004-2007 yılları arası teknik etkinlik değişimi (techch)

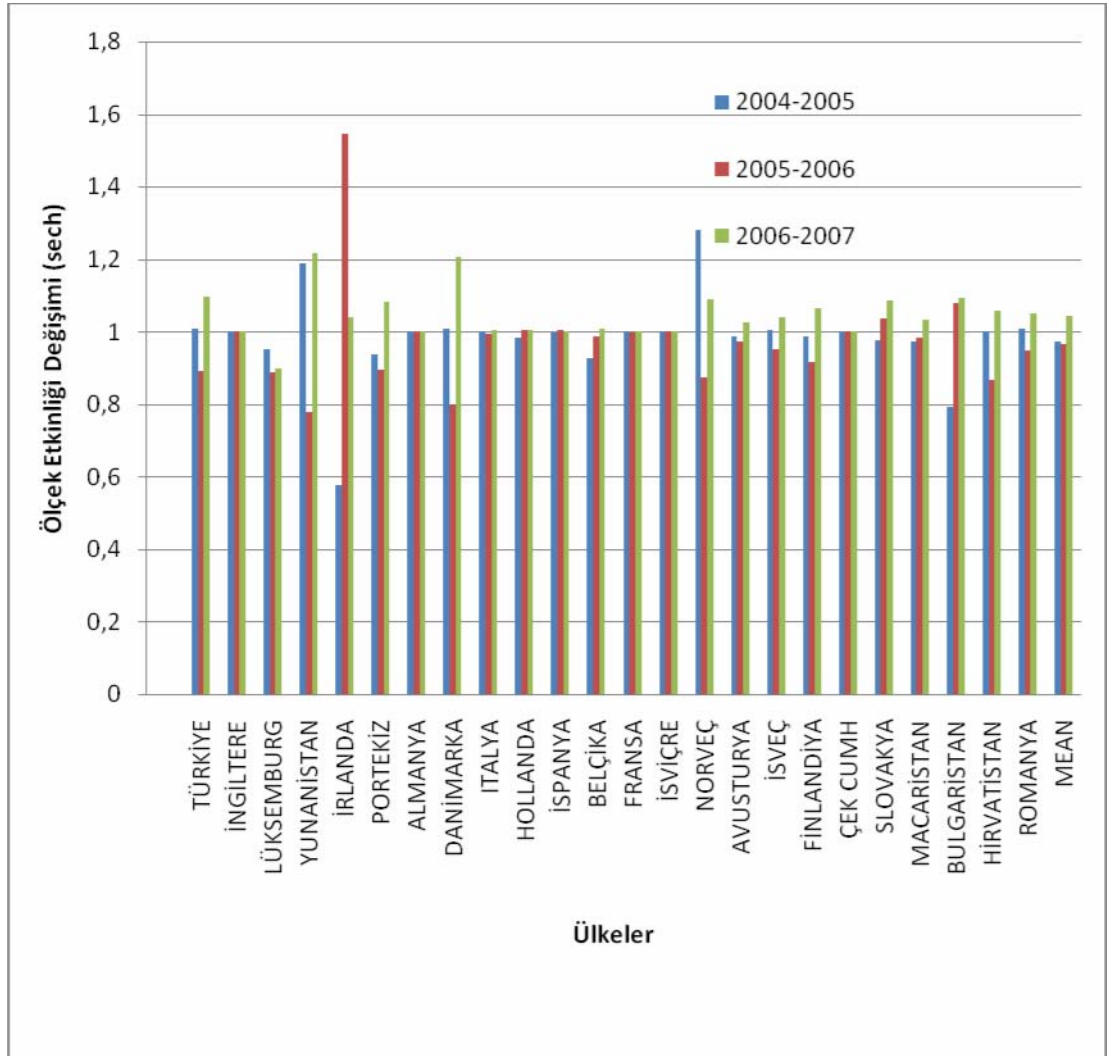
Türkiye, productivity (verimlilik) etkinlik (pech) değişimine göre ise 2005-2006 yılları için 1'den daha büyük bir değere ulaşsa da diğer yıllarda 1'den küçük değer elde edildiğinden pech değerini ilerleme yönünde kullanamamıştır (Şekil 4.6.). Ülkelerin ortalamasından daha düşük pech değerinde kalmıştır.



Şekil 4.6. 2004-2007 yılları arası verimlilik etkinlik değişimi (pech)

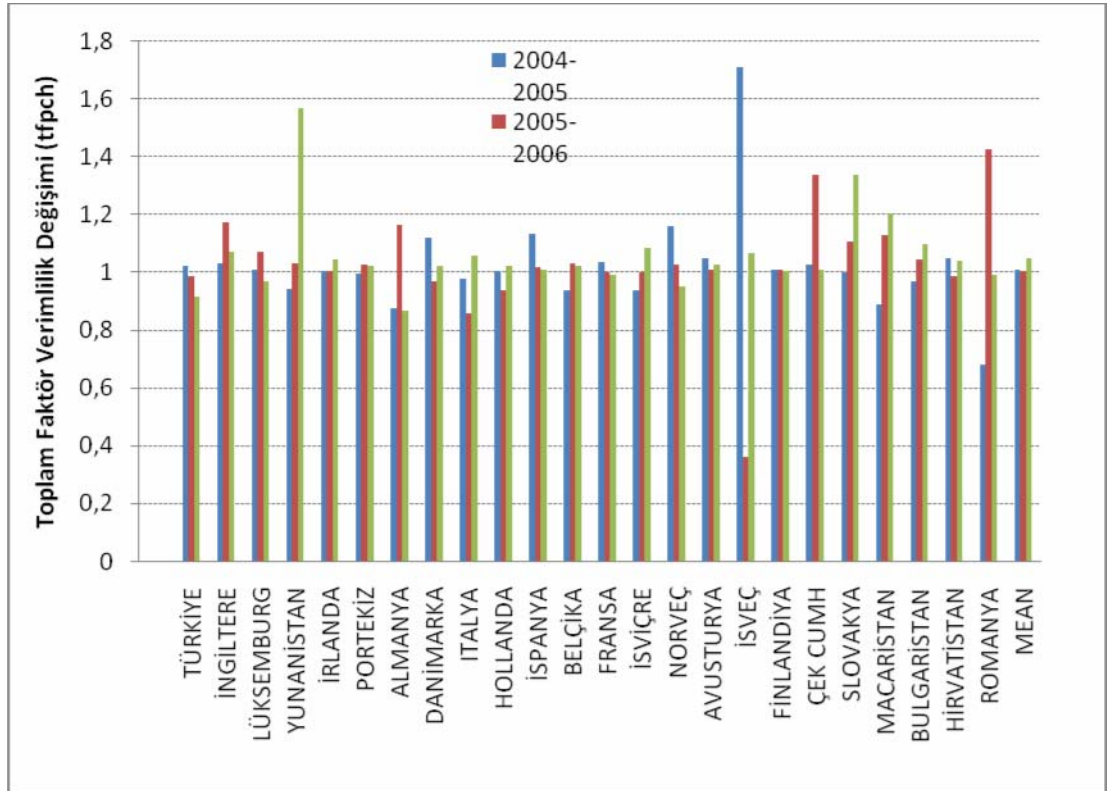
Ölçek etkinlik değişimi (sech) kapasite kullanımındaki artıştan dolayı 2006-2007 periyodunda bir çok ülkede artma eğilimindedir. Ülkelerin ölçek etkinliğindeki değişimin ortalaması 1.032'dir.

Şekil 4.7'de bazı EU ülkeleri ile Türkiye'nin ölçek etkinliği (scale efficiency) (sech) değerlerinin yıllara göre değişimleri gösterilmiştir. Şekilden görüleceği üzere Türkiye, 2006-2007 yılları arasında  $>1$  değer elde ederek ölçek etkinliğine göre bir ilerleme kaydetmiştir. Ancak diğer yıllardaki değişim stabil olamamıştır.



Şekil 4.7. 2004-2007 yılları arası ölçek etkinlik değişimi (sech)

Şekil 4.8’de bazı AB ülkeleri ile Türkiye’nin toplam faktör verimlilik değişimleri verilmiştir. Toplam faktör verimliliklerinde son yıl değişiminde en fazla Slovakya ve Yunanistan tarafından gerçekleştirilmiştir. Türkiye’nin değerleri diğer ülke ortalamalarından daha düşüktür.



Şekil 4.8. Toplam faktör verimlilik değişimleri

Türkiye'nin demiryolu göstergeleri bakımından etkin bir ülke haline gelebilmesi için CCR ve VRS analiz çıktılarına göre seçilen girdi ve çıktı değerlerindeki sapmalar 2007 yılı için sırasıyla Çizelge 4.3 ve Çizelge 4.4' de verilmiştir. Bu hedeflere ulaşip etkin bir ülke konumuna yükselebilmesi için temel demiryolu girdilerindeki fazlalıkları ve çıktısındaki azlığı (shortfalls) telafi etmelidir. Türkiye demiryolu girdileri ve çıktılarındaki azlık ve fazlalıkları (exess) gözönünde bulundurarak ulaştırma politikalarına, ulaştırmada demiryolu için teşviklere yön vermelidir.

Çizelge 4.3'de CCR analiz sonuçlarına göre İngiltere, Almanya, Belçika, İsviçre ve Çek Cumhuriyeti, 2007 yılında etkin ülkeler olarak çıkmıştır. İngiltere etkin olamayan 19 ülkeye, Almanya ise 4 ülkeye referans

olmuşlardır. Yani etkin olmayan ülkeler demiryolu göstergelerindeki girdi ve çıktıları kullanmada İngiltere ve Almanya'yı örnek almalıdırlar. Çünkü İngiltere ve Almanya etkin çıkarak girdilerini çıktıya dönüştürmede başarılı olmuşlardır.

Çizelge 4.4'de ise VRS etkinlik analizi sonuçları gösterilmiştir. Bu analiz sonuçlarına göre de Lüksemburg, İrlanda, Almanya, İsviçre, Çek Cumhuriyeti ve Bulgaristan etkin ülkeler olmuşlardır. Bunlardan İngiltere, 10 ülkeye, Lüksemburg 8 ülkeye İrlanda 5 ülkeye, Almanya 3 ülkeye ve Slovakya 15 ülkeye referans olmuşlardır.

Türkiye CCR analiz sonucuna göre 2007 yılındaki demiryolu gösterge rakamlarını İngiltere'nin rakamlarının %19 oranında örnek alması gerekmektedir. VRS sonuçlarına göre ise Slovakya'nın girdi ve çıktıların ise %95 kadarına veya İrlanda'nın değerlerinin %5 oranında değiştirmesi gerekmektedir. Ancak bu değerlere ulaştığında etkin bir ülke haline gelebilecektir. Bu durum göstermektedir ki, Türkiye'nin demiryolu göstergeleri bakımından seçilen girdileri çıktıya dönüştürmede başarısızdır.

Çizelge 4.3. 2007 yılı için CRS sonuçlarına göre analizdeki girdi ve çıktıdaki azlıklar ve fazlalıklar

ÜLKELER	ETKİNLİK	Etkin olan ülkeler için referans olma sayısı Etkin olmayanlar için örnek alacağı ülke ve %'si	RPKM	TFPR	SPLL	TOE	TOR
TÜRKİYE	216,78%	U.K. (0,19)	98,71	40,37	6,13	0	0
İNGİLTERE	100,00%	20					
LÜKSEMBURG	146,94%	U.K. (0,08)	23,99	11,47	0,25	0	0
YUNANİSTAN	498,57%	U.K. (0,15)	92,93	41,47	6,91	0	0
İRLANDA	142,95%	U.K.(0,07)	88,86	34,35	7,72	0	0
PORTEKİZ	212,76%	U.K. (0,11)	83,08	30,88	7,26	0	0
ALMANYA	100,00%	5					
DANİMARKA	130,97%	U.K. (0,21)	59,19	12,27	4,18	0	0
ITALYA	127,48%	U.K. (0,47) Germany (0,22)	33,89	18,5	0	0	0
HOLLANDA	135,96%	U.K.(0,62)	21,12	10,32	1,46	0	0
İSPANYA	154,42%	U.K.(0,84)	45,44	10,77	1,8	0	0
BELÇİKA	114,19%	U.K.(0,04) Germany (0,11)	6,42	23,32	0	0	0
FRANSA	107,16%	U.K.(0,19) Germany (0,64)	39,61	9,04	0	0	0
İSVİÇRE	100,00%	0					
NORVEÇ	147,51%	U.K.(0,16)	100,82	31,82	8,3	0	0
AVUSTURYA	113,23%	U.K.(0,34) Germany (0,09)	30,5	10,86	0	0	0
İSVEÇ	216,02%	U.K. (0,33)	80,81	33,72	6,82	0	0
FİNLANDİYA	205,30%	U.K.(0,20)	92,01	28,73	7,59	0	0
ÇEK CUMH	100,00%	0					
SLOVAKYA	101,74%	U.K. (0,19)	35,5	32,96	0	0	0
MACARİSTAN	149,13%	U.K.(0,36)	18,37	25,66	2,09	0	0
BULGARİSTAN	152,08%	U.K.(0,08)	78,67	40,21	1,98	0	0
HİRVATİSTAN	140,76%	U.K.(0,08)	67,97	30,12	5,25	0	0
ROMANYA	159,84%	U.K.(0,30)	58,75	34,63	2,35	0	0

Çizelge 4.4. 2007 yılı için VRS sonuçlarına göre analizdeki girdi ve çıktıdaki azlıklar ve fazlalıklar

ÜLKELER	ETKİNLİK	Etkin olan ülkeler için referans olma sayısı Etkin olmayanlar için örnek alacağı ülke ve %'si	RPKM	TFPR	SPLL	TOE	TOR
TÜRKİYE	210,89%	Ireland(0,05) Slovakia(0,95)	60,5	7,4	5,74	0	0
İNGİLTERE	100,00%	10					
LÜKSEMBURG	100,00%	8					
YUNANİSTAN	460,30%	Ireland (0,41) Slovakia(0,59)	35,66	7,98	3,75	0	0
İRLANDA	100,00%	5					
PORTEKİZ	183,03%	Luxemburg(0,13) Ireland (0,53) Slovakia (0,34)	20,74	0	3,12	0	0
ALMANYA	100,00%	3					
DANİMARKA	118,33%	U.K.(0,13) Luxemburg (0,77) Slovakia (0,11)	37,06	0	3,99	0	0
İTALYA	127,36%	U.K.(0,40) Germany (0,22) Slovakia (0,38)	20,38	5,95	0	0	0
HOLLANDA	134,54%	U.K.(0,55) Luxemburg (0,21) Slovakia (0,24)	7,59	0	1,41	0	0
İSPANYA	154,26%	U.K.(0,80) Slovakia (0,20)	38,46	4,27	1,8	0	0
BELÇİKA	100,00%	0					
FRANSA	107,14%	U.K.(0,15) Germany (0,64) Slovakia (0,21)	32,13	2,1	0	0	0
İSVİÇRE	100,00%	0					
NORVEÇ	138,38%	Luxemburg (0,07) Ireland (0,24) Slovakia (0,69)	53,17	0	6,41	0	0
AVUSTURYA	110,36%	U.K.(0,25) Luxemburg (0,49) Germany (0,09) Slovakia (0,17)	13,53	0	0	0	0
İSVEÇ	213,63%	U.K.(0,16) Slovakia (0,84)	51,12	6,09	6,84	0	0
FİNLANDIYA	197,30%	U.K. (0,02) Luxemburg (0,16) Slovakia (0,82)	59,27	0	7,57	0	0
ÇEK CUMH	100,00%	0					
SLOVAKYA	100,00%	15					
MACARİSTAN	142,33%	U.K. (0,28) Luxemburg (0,61) Slovakia (0,11)	0	15,17	1,94	0	0
BULGARİSTAN	100,00%	0					
HİRVATİSTAN	102,29%	Luxemburg (0,28) Ireland (0,67) Slovakia(0,05)	0	2,31	0,01	0	0
ROMANYA	157,84%	U.K. (0,13) Slovakia (0,87)	27,87	5,89	2,37	0	0

### 4.3. Süper Etkinlik Analiz Sonuçları

Süper etkinlik analiz sonuçları Çizelge 4.5'de verilmiştir. Çizelgede koyu renkli işaretlenmiş olan ülkeler etkinlikleri 1 olan ülkelerdir. Bu ülkeler (yani etkin olan ülkeler) A-P süper etkinlik yöntemiyle kendi aralarında içlerinde

etkinlik sıralamasına tabi tutulmuşlardır. Çizelgeden görüleceği üzere süper etkinlik analiz sonuçlarına göre VRS etkinliği sıralamada çok fazla belirgin olamamıştır (bir çok ülkenin değeri big çıkmıştır). CRS süper etkinlikte daha fazla belirleyici olmuştur. Örneğin CRS etkinliğine göre 2007 yılında etkin olan İngiltere, Almanya, İsviçre ve Çek Cumhuriyeti A-P süper etkinlik yöntemi ile sıralandıklarında İngiltere, Çek Cumhuriyeti, İsviçre ve Almanya olarak sıralanmaktadırlar. Etkin olmayan ülkeler kendilerine referans ülke seçerken bu sıralamayı dikkate alabilirler.

Çizelge 4.5. Süper etkinlik analiz sonuçları

ÜLKELER	2007		2006		2005		2004	
	CRS	VRS	CRS	VRS	CRS	VRS	CRS	VRS
TÜRKİYE	216,78%	210,89%	197,62%	175,19%	217,21%	216,54%	184,42%	182,18%
İNGİLTERE	75,79%	75,38%	73,07%	72,99%	94,58%	77,78%	73,30%	71,17%
LÜKSEMBURG	146,94%	big	131,92%	big	117,19%	big	111,51%	big
YUNANİSTAN	498,57%	460,30%	779,65%	591,77%	1108,23%	1082,64%	711,84%	585,23%
İRLANDA	142,95%	big	148,85%	big	229,80%	big	149,40%	112,60%
PORTEKİZ	212,76%	183,03%	216,87%	172,65%	278,02%	247,11%	229,46%	218,02%
ALMANYA	27,27%	23,25%	26,40%	22,94%	29,60%	25,76%	26,28%	22,08%
DANİMARKA	130,97%	118,33%	133,56%	big	106,56%	big	118,54%	110,44%
İTALYA	127,48%	127,36%	129,43%	128,64%	104,10%	104,03%	100,16%	99,83%
HOLLANDA	135,96%	134,54%	130,31%	128,32%	101,85%	big	98,86%	97,81%
İSPANYA	154,42%	154,26%	145,45%	145,26%	121,09%	120,42%	133,52%	132,95%
BELÇİKA	114,19%	big	115,14%	big	113,38%	big	105,11%	big
FRANSA	107,16%	107,14%	105,19%	105,11%	101,18%	101,17%	103,62%	103,53%
İSVİÇRE	28,98%	big	29,30%	big	24,69%	big	30,60%	big
NORVEÇ	147,51%	138,38%	139,52%	120,23%	167,41%	165,22%	147,11%	113,41%
AVUSTURYA	113,23%	110,36%	109,72%	104,48%	102,90%	100,79%	105,97%	104,82%
İSVEÇ	216,02%	213,63%	229,43%	218,42%	62,44%	52,11%	128,15%	127,48%
FINLANDIYA	205,30%	197,30%	205,41%	185,12%	210,93%	207,50%	193,29%	193,12%
ÇEK CUMH	56,08%	big	57,98%	big	78,60%	big	87,15%	big
SLOVAKYA	101,74%	85,32%	121,18%	109,67%	114,63%	big	111,99%	big
MACARİSTAN	149,13%	142,33%	178,87%	165,60%	167,49%	157,92%	139,61%	135,32%
BULGARİSTAN	152,08%	big	166,41%	big	179,72%	big	142,12%	big
HİRVATİSTAN	140,76%	102,29%	145,81%	99,73%	182,72%	144,73%	145,41%	115,20%
ROMANYA	159,84%	157,84%	157,48%	148,13%	191,29%	190,04%	116,43%	114,70%

## 5. SONUÇLAR ve TARTIŞMA

Türkiye jeopolitik konumu gereği aday olduğu AB'ne ulaştırma konusunda özellikle demiryolu ile AB ve Asya ülkeleri arasında koridor olma yolundaki hedeflerine, AB girme yolundaki hedeflerine ve Dünya ekonomisinde söz sahibi olma hedefine ulaşabilmesi için temel demiryolu girdileri ile çıktıları arasındaki dengeyi kurması gerekmektedir.

İşletme performansı açısından seçilen ülkelerin %16.6'sı 2004'den 2007'ye kadar her yıl etkin bulunmuştur. 2007 yılı için seçilen ülkelere %79.16'sı ölçeğe göre dönüşümlerini artırma eğiliminde çıkmıştır. Türkiye'de bu %79.16'nın içerisinde kalmayı başararak demiryolu işletmeciliğinde seçilen girdilerini gelire (çıktıya) dönüştürmede artırma eğiliminde (increasing return scale)'dir. Dolayısıyla gelişen teknolojiye dönüşümün sağlanması yönünde olumlu adımlar atmaktadır.

Malmquist index skorlarına göre ortalama toplam faktör etkinlik değişimi Türkiye için 2004-2005, 2005-2006 ve 2006-2007 periyodları için sırasıyla %0.011, %0.006 ve %0.050 olmuştur.

Etkinlik değişim skoru, işletme aktivitelerinin yönetimindeki en iyi pratik teknolojinin uygulanma derecesi ile demiryolundaki organizasyon ve yönetim, teknik beceri ve yatırım planlamasının katkısının derecesini gösterir. 2007 yılı için, etkinlik değişimi 1'den büyük olan 16 ülke, yukarıdaki etkinlik değişim tanımını artırma eğilimindedirler. 1'den küçük olan ülkeler ise yönetim, organizasyon ve yatırım planlamalarını yeterince yapamamışlardır.

Etkinlik değişimine (effch) göre Türkiye 2005-2006 yılları arasında 1'den büyük bir değere ulaşmış ancak 2006-2007 yılları arasında bu durumu geliştirme yönünde kullanamamıştır.

Teknik etkinlik değişimi (techch), yenilikçi, yeni teknolojilere uyumun bir göstergesidir. 2006-2007 periyodu için ortalama teknik etkinlik değişimi 1.08 olmuştur. Bu durum yeni teknolojilere uyumda başarılı bir periyot geçirildiğini gösterir.

Verimlilik (productivity) etkinlik değişimi (pech), yönetsel becerilerdeki iyileşmeyi en iyi uygulama girişimlerini girdi ve çıktılar arasındaki dengeyi ve örgütsel faktörlerin yönetimindeki gelişmeyi gösterir. Türkiye 2005-2006 periyodunda 1.2 seviyelerine çıkarak yönetim olarak TCDD'nin iyi yönelttiğini ancak bu durumu 2006-2007 periyodunda koruyamamıştır.

Ölçek etkinlik değişimi (sech) kapasite kullanımındaki artıştan dolayı 2006-2007 periyodunda bir çok ülkede artma eğilimindedir. Ülkelerin ölçek etkinliğindeki değişimin ortalaması 1.032'dir.

Toplam faktör verimliliklerinde son yıl değişiminde en fazla skor Slovakya ve Yunanistan tarafından gerçekleştirilmiştir. Türkiye'nin değerleri diğer ülke ortalamalarından daha düşüktür.

Bu çalışma, Türkiye'de ulaştırma konusunda politika üretenele özellikle demiryolu girdilerinin ve çıktılarının nasıl etkin kullanılacağı yönünde somut veriler sunmaktadır. Çalışmanın sonucu ile demiryolu işletmeciliği açısından AB'ye uyumun sağlanabilmesi için etkin ülkelere uyumu sağlayacak yani

Türkiye için referans olan ülkelere benzeme yönünde girişimlerde bulunmak gerekir. Girdilerimizi ve çıktılarımızı bize referans olan ülkelere benzetme yönünde politikalar geliştirmemiz gerekir.

## KAYNAKLAR

1. Charnes, A., Cooper, W.W., Rhodes, E.L., "Measuring the efficiency of decision making units", ***European Journal of Operational Research*** 2: 429-444 (1978).
2. Koopmans, T.C., "Activity analysis of Production and Collocetion", ***John Wiley end Sons Inc*** New York, 122-145 (1951).
3. Debreu, G., "The Coefficient of Resource Utilization", ***Econometrica***, 19(3): 273-292 (1951).
4. Farrell, M.J., "The Measurement of Productive Efficiency", ***Journal of the Royal Statistical Society Series A, General***, 120(3): 253-281 (1957).
5. Zhou, P., Ang, B.W., Poh, K.L. "A survey of data envelopment analysis in energy and environmental studies", ***European Journal of Operational Research***, 189: 1-18, (2008).
6. Honma, S., Hu, J. "-factor energy productivity growth of regions in Japan", ***Energy Policy***, in press.
7. Sozen, A., Alp, İ., "Comparison of Turkey's Performance of Greenhouse Gas Emissions and Local/Regional Pollutants with EU Countries", ***Energy Policy***, 37(12): 5007-5018 (2009).
8. Ramakrishnan, R., "A multi-factor efficiency perspective to the relationships among world GDP, energy consumption and carbon dioxide emissions", ***Technological Forecasting & Social Change***, 73: 483-494 (2006).
9. Lozano, S., Gutierrez, E., "Non-parametric frontier approach to modeling the relationships among population, GDP, energy consumption and CO<sub>2</sub> emissions", ***Ecological Economics***, 66: 687-699 (2008).
10. Alp, İ., Sözen, A., "Efficiency Assessment of Turkey's Carbonization Index", ***Energy Sources Part A***, in press
11. Baş, İ.M., Artar, A., "İşletmelerde Verimlilik Denetimi Ölçme ve Değerlendirme Modelleri", ***MPM Yayınları***, Ankara, 435:17 (1991).
12. İnternet : TCDD İşletmesi "Yıllık Faaliyet Raporları"  
<http://www.tcdd.gov.tr> (2010).

13. Turhan, S., "Avrupa Birliği Ülkelerinin Tarihsel Demiryolu Gelişimi ile Türkiye'nin Demiryolu Politikalarının Avrupa Birliğine Uyum Önerileri", Yüksek Lisans Tezi, **Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Ankara, 10-30 (2005).
14. Kaynak, M., "Ulaştırmada Yeni Eğilimler ve Türkiye'nin Bölgesel lojistik Güç Olma Potansiyeli", **TİKA Yayınları, Avrasya Etüdüleri**, 24:10-20 (2003).
15. Johnes, J., "Data Envelopment Analysis And Its Application to The Measurement Of Efficiency in Higher Education", **Economics of Education Review**, in Press.
16. Kao, C., Hung, H., "Efficiency Analysis of University Departments: An Empirical Study", **The International Journal of Management Science**, in Press.
17. Banker, R.D., Conrad, R.F., Strauss, R.P., "A comparative application of data envelopment analysis and translog methods: An illustrative study of hospital production", **Management Science**, 32: 30-44 (1986).
18. 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).
19. Norman, M., Stoker, B., "Data Envelopment Analysis : The Assesment of Performance", **Waley**, New York, (7):29-35 (1991).
20. Boussofiane A, Dyson RG, Thanassoulis E., "Applied Data Envelopment Analysis", **European Journal of Operational Research**, 52: 1-15 (1991).
21. Retzlaff RDL. "A Data Envelopment Analysis approach to Discriminant Analysis", **Annals of Operations Research**, 73: 299-321 (1997).

22. Özyigit, T., "Gelismekte Olan Ülkelerin Görelî Sosyo-Ekonomik Performanslarının Değerlendirilmesi". Yüksek Lisans Tezi, **Galatasaray Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**. İstanbul, 12-45 (2000).
23. Ahn. T.S., "Efficiency Related Issues in Higher Education: A Data Envelopment Analysis Approach" Ph.D. Thesis, **The University Of Texas at Austin**, Texas, 14-47 (1987).
24. Aslankaraoğlu. N., "Veri Zarflama Analizi ve Temel Bileşenler Analizi ile AB Ülkelerinin Sıralanması", Yüksek Lisans Tezi, **Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, 23-53 (2006).
25. Vassiloglou M. Giokas D., "A Study of the Relative Efficiency of Bank Branches: an Application of Data Envelopment Analysis", **Journal of the Operational Research Society**. 41( 7): 591-7 (1990).
26. Bowlin WF., "An Analysis of the Financial Performance of Defense Business Segments Using Data Envelopment Analysis", **Journal of Accounting and Public Policy**, 18(4/5): 287-310 (1999).
27. Bowlin. W.F.. "Evaluating the Efficiency of US Air Force Real-Property Maintenance Activities", **Journal of The Operational Research Society**, 38 (2):127-35 (1987).
28. Norman. M.. Stoker. B., "Data Envelopment Analysis : The Assessment of Performance", **Wiley**, New York, (7):29-35 (1991).
29. Boussofiane A. Dyson RG. Thanassoulis E., "Applied Data Envelopment Analysis", **European Journal of Operational Research**, 52: 1-15 (1991).
30. Retzlaff RDL., "A Data Envelopment Analysis approach to Discriminant Analysis", **Annals of Operations Research**, 73: 299-321 (1997).
31. Yolalan, R., "İşletmeler arası Görelî Etkinlik Ölçümü", **Millî Prodüktivite Merkezi Yayınları**, Ankara, 483: 3-19 (1993).

32. Banker. R.D., Charnes A., Cooper. W. W.. "Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis", ***Management Science***, 30(9): 1078-1092 (1984).

33. Charnes. A.. Cooper. W.. "Programming with linear fractional functionals". ***Naval Research Logistics Quarterly***. 9: 181-185 (1962).

34. Charnes. A.. Cooper. W.. "An Explicit General Solution in Linear Fractional Programming". ***Naval Research Logistics Quarterly***. 20: 449-467 (1973).

35. 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***, 5(4): 267-285 (1981).

36. Charnes. A., Cooper WW., Rhodes E., "Short Communication: Measuring the Efficiency of Decision Making Units, ***European Journal of Operational Research*** 3(4):339 (1979).

37. Banker. R., Thrall. R., "Estimation of returns to scale using Data Envelopment Analysis", ***European Journal Of Operational Research***, 62(1): 74-84 (1992).

38. Fare. R., Grosskopf. S., Lovell C., "The Structure of Technical Efficiency", ***Scandinavian Journal Of Economics***, 85(2):181-90 (1983).

39. Banker. R., "Estimating Most Productive Scale Size Using Data Envelopment Analysis", ***European Journal Of Operational Research***. 17(1): 35-44 (1984).

40. Banker. R., Charnes. A., Cooper. W., Schinnar. A., "A Bi-Extremal Principle for Frontier Estimation and Efficiency Evaluations", ***Management Science***, 27(12):1370-1382 (1981).

41. 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*, 5(4): 267-285 (1981).
42. Charnes. A., Cooper. W., “An Explicit General Solution in Linear Fractional Programming”, *Naval Research Logistics Quarterly*, 20: 449-467 (1973).
43. Krüger, Jens J., “The Global Trends of Total Factor Productivity: Evidence from the Nonparametric Malmquist Index Approach”, *Oxford Economic Papers*, 55: 123-145 (2003).
44. Malmquist, S., “Index numbers and indifference surfaces”, *Trabajos de Estadística*, 4:209-242 (1953).
45. Färe, R., Grosskopf, S., Norris, M., Zhang, Z., “Productivity growth, technical progress and efficiency change in industrialized countries”, *American Economic Review*, 84(1): 66-83 (1994).
46. Andersen, P. and Petersen, N.C., “A procedure for ranking efficient units in data envelopment analysis”, *Management Science*, 39(10), 1261–1264 (1993).
47. Caves, D.L.,L.Christensen, and W.E. Diwert, “The economic theory of Index Numbers and the Measurement of Input, Output, and Productivity”, *Econometrica* 50:1393-1414 (1982).
48. Khumabhakar, S.C., “ Production frontiers and panel data: an application to US class 1 railroads”, *Journal of Business and Economic Statistics*, 5(2): 249-255 (1984).
49. Zellner, A., Kmenta, J., Dreze, J., “ Specification and estimation of Cobb-Douglas functions”, *Econometrica*, 34: 784-795 (1966).

## ÖZGEÇMİŞ

### Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : KURT, Barış  
Uyruğu : T.C.  
Doğum tarihi ve yeri : Samsun, 19.08.1979  
Medeni hali : Bekar  
Telefon : 532 546 18 18  
Faks :0312 230 41 98  
e-mail : bariskurt@msn.com

### Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Lisans	Selçuk Üniversitesi, Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği	2000
Yüksek Lisans	19 Mayıs Üniverisitesi, Jeodezi ve Foto.Müh.	2004

### İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2003-Halen	NADAŞ Mühendislik	Müdür

### Yabancı Dil

İngilizce

### Hobiler

Kitap Okumak, Spor