

KARAYOLLARI VE DEMİRYOLLARINDA VERİMLİLİK ANALİZİ

Çağrı ŞAŞMAZ

**Ağustos 2008
DENİZLİ**

**DEMİRYOLLARI VE KARAYOLLARINDA VERİMLİLİK
ANALİZİ**

**Pamukkale Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Yüksek Lisans Tezi
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı**

Çağrı ŞAŞMAZ

Danışman: Doç. Dr. Halim CEYLAN

**Ağustos 2008
DENİZLİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ ONAY FORMU

Çağrı ŞAŞMAZ tarafından Doç. Dr. Halim CEYLAN yönetiminde hazırlanan “**Karayolları ve Demiryollarında Verimlilik Analizi**” başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Doç. Dr. Halim CEYLAN
Jüri Başkanı (Danışman)

Doç. Dr. Soner HALDENBİLEN
(Jüri Üyesi)

Doç. Dr. Serdal TERZİ
(Jüri Üyesi)

Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun
...../...../..... tarih ve sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. Mehmet Ali SARIGÖL
Müdür

TEŞEKKÜR

Tez çalıŐmalarım sırasınca yardımlarımı ve katkılarını esirgemeyen, büyük desteğini gördüğüm danışmanım Doç. Dr. Halim CEYLAN' a, hocam Doç. Dr. Soner HALDENBİLEN' e teşekkür ederim.

Tez sırasında katkılarından dolayı AraÇ. Gör. Hüseyin CEYLAN' a teşekkür ederim.

Hayatım boyunca kendilerinden her zaman sınırsız destek ve anlayıŐ gördüğüm sevgili aileme teŐekkürü bir borç bilirim.

Bu tezin tasarımı, hazırlanması, yürütülmesi, araştırılmalarının yapılması ve bulgularının analizlerinde bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle riayet edildiğini; bu çalışmanın doğrudan birincil ürünü olmayan bulguların, verilerin ve materyallerin bilimsel etiğe uygun olarak kaynak gösterildiğini ve alıntı yapılan çalışmalara atfedildiğini beyan ederim.

İmza :
Öğrenci Adı Soyadı : Çağrı ŞAŞMAZ

ÖZET

KARAYOLLARI VE DEMİRYOLLARINDA VERİMLİLİK ANALİZİ

Şaşmaz, Çağrı
Yüksek Lisans Tezi, İnşaat Mühendisliği ABD
Tez Yöneticisi: Doç. Dr. Halim CEYLAN

Ağustos 2008, 58 Sayfa

Günümüzde yolcu ve yük taşımacılığında kullanılan başlıca ulaşım sistemlerinden olan karayolları, demiryolları ve bu sistemlerdeki gelişmeler, ülke ekonomisini doğrudan etkilemekte ve bu ulaşım sistemlerinin işleyişini daha verimli hale getirmek için yoğun çalışmalar yapılmaktadır. Büyük ölçekli ilk yatırım maliyetlerinin yanında, bakım/onarım, enerji, personel/işçi giderlerini içinde bulunduran işletme maliyetlerinin de miktarı göz önüne alındığında, gelişmekte olan ve kısıtlı ekonomik kaynaklara sahip olan ülkelerde karayolu ve demiryolu ulaşım sistemlerinin planlama-inşa-işletme aşamalarında verimlilik analizlerinin özenle yapılması gerekmektedir.

Bu çalışmada, Türkiye'deki karayolu ve demiryolu ulaşım sistemlerinin verimlilik düzeyleri incelenerek, gelecek yıllarda bu sistemlerin yolcu ve yük taşımacılığında daha etkin şekilde kullanılması için işgücü ve yatırım planları çeşitli senaryolar altında incelenmiştir. Yapılan analizlerde, üretimde kullanılan tüm girdilerdeki bileşik verimlilik değişmelerinin ölçülebilmesi için Toplam Faktör Verimliliği kullanılmıştır. Girdi değişkenlerinin birbiriyle uyum içinde olmayan anlamlı büyüklüklerini bir araya getirmek için indeksleme yöntemi ve benzer girdiler kullanarak çıktı ya da çıktılar ortaya koymakla sorumlu karar noktalarının göreceli etkinliklerini değerlendirmek için Veri Zarflama Analizi kullanılmıştır.

Bu senaryolar, karayolu ve demiryolu sistemlerine yapılan yatırımların ve bu sektörlerde istihdam edilen işgücünün 1985-2005 yılları arasındaki eğilimine bağlı olarak üretilmiştir. Karayolu ve demiryolu ulaşım sistemlerinde 2015 yılına kadar gözlemlenmesi beklenen yolcu-km ve yük-km değerleri 3 farklı senaryo altında ele alınmıştır. Karayolları ve demiryolları arasında verimlilik karşılaştırılması yapılmıştır. Sonuçlar göstermektedir ki, karayolu ve demiryolu ulaşım sistemlerinin 2015 yılına kadar daha yüksek verimlilikle çalıştırılabilmesi için bu sektörlerde yapılan yatırımların ve kullanılan işgücünün artırılması gerekmektedir.

Anahtar Kelimeler: Karayolları, demiryolları, verimlilik, toplam faktör üretimi, veri zarflama analizi.

Doç. Dr. Halim CEYLAN
Doç. Dr. Soner HALDENBİLEN
Doç. Dr. Serdal TERZİ

ABSTRACT**PRODUCTIVITY ANALYSIS IN HIGHWAYS AND RAILWAYS**

Şaşmaz, Çağrı

MSc. Thesis in Civil Engineering

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Halim CEYLAN

August 2008, 58 Pages

Railways and highways have long been used for passenger and load transportation in the world. Developments in these systems directly affect economical conditions of countries. Recently, many studies are made in order to operate these transportation systems more efficiently. Besides large amount of capital investment costs, when the operating cost which includes maintenance, energy and labor force costs is considered, the analysis of productivity during planning-construction-operating steps should be carefully performed.

In this study, productivity levels of the highways and railways transportation systems in Turkey are investigated. In order to use these systems more effective in passenger and load transportation in the future, labor employment and investment plans are investigated under different scenarios for highway and railway systems, respectively. Total Factor Productivity is used in order to measure the productivity variations of all inputs. In order to combine the inconsistent but significant values of the input parameters, the indexing method and Data Envelopment Analysis is used to evaluate the relative efficiency of the decision points which is responsible of generating outputs using similar inputs.

The passenger-km and ton-km values are core casted until 2015 on highway and railway systems for 3 different scenarios. These scenarios are proposed depending on the trend of investments and employed labor force between 1985 and 2005. Productivity results are compared between railways and highways. Results showed that, investment and labor force should be increased to operate these systems more efficiently.

Keywords: Highways, railways, efficiency, total factor productivity, data envelopment analysis.

Assoc. Prof. Dr. Halim CEYLAN

Assoc. Prof. Dr. Soner HALDENBİLEN

Assoc. Prof. Dr. Serdal TERZİ

İÇİNDEKİLER

YÜKSEK LİSANS TEZİ ONAY FORMU	iii
TEŞEKKÜR.....	iv
BİLİMSEL ETİK SAYFASI.....	v
ÖZET.....	vi
ABSTRACT	vii
İçindekiler.....	viii
Şekiller Dizini	x
Tablolar Dizini	xii
1. GİRİŞ	1
1.1. Giriş.....	1
1.1.1. Türkiye’de karayolu taşımacılığı.....	4
1.1.2. Karayolu ulaştırmasına ilişkin yatırım ve politikalar	5
1.1.3. Türkiye’de demiryolu taşımacılığı	6
1.2. Problemin Tanımı.....	7
1.3. Amaç	8
1.4. Yöntem.....	9
1.5. Kapsam.....	9
2. LİTERATÜR ÇALIŞMASI	11
2.1. Giriş.....	11
2.2. Toplam Faktör Verimliliği	11
2.3. İndeksleme Yöntemi	17
2.4. Cobb-Douglas Üretim Fonksiyonu.....	19
2.5. Veri Zarflama Analizi	22
2.6. Sonuç	25
3. DEMİRYOLLARINDA VERİMLİLİK ÇALIŞMASI	26
3.1. Giriş.....	26
3.2. Veriler.....	26
3.3. Analizler	29
3.4. Sonuç	34
4. KARAYOLLARINDA VERİMLİLİK ÇALIŞMASI	35
4.1. Giriş.....	35
4.2. Veriler.....	35

4.3. Analizler	38
4.4. Sonuç	43
5. SENARYOLAR	44
5.1. Giriş	44
5.2. Karayollarında Beklenen Taşımacılık Değerleri	44
5.3. Demiryollarında Beklenen Taşımacılık Değerleri	48
5.4. Karayolları ve Demiryolları için Verimlilik Kıyaslaması	52
5.5. Sonuç	54
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	55
6.1. Sonuçlar	55
6.2. Öneriler	56
KAYNAKLAR	58
Özgeçmiş	62

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1 Demiryollarında yolcu-km ve yük-km değerleri	26
Şekil 3.2 Demiryollarında tren-km değerleri	27
Şekil 3.3 Demiryollarında personel sayıları.....	27
Şekil 3.4 Demiryollarında gelirler.....	28
Şekil 3.5 Demiryollarında personel giderleri	28
Şekil 3.6 Demiryollarında giderler	29
Şekil 3.7 Demiryollarında tren-km' deki gelirler ve giderler.....	29
Şekil 3.8 Demiryollarında tren-km' deki personel giderleri ve toplam gelir	30
Şekil 3.9 Demiryollarında tren-km' deki çeşitli giderler ve toplam gelir.....	30
Şekil 3.10 Demiryollarında işletme maliyeti indeksi	31
Şekil 3.11 Demiryollarında üretim verimliliği indeksi	32
Şekil 3.12 Demiryollarında toplam gelir ve işgücü üretimi indeksi	32
Şekil 3.13 Demiryollarında Veri Zarflama Analizi sonuçları	33
Şekil 3.14 Demiryollarında divisia indeksi ile gelir ve gider değerleri	33
Şekil 4.1 Karayollarında yolcu-km ve yük-km değerleri.....	35
Şekil 4.2 Karayollarında taşıt-km değerleri	36
Şekil 4.3 Karayollarında personel sayıları	36
Şekil 4.4 Karayollarında gelirler	37
Şekil 4.5 Karayollarında personel giderleri.....	37
Şekil 4.6 Karayollarında giderler	38
Şekil 4.7 Karayollarında taşıt-km' deki gelirler ve giderler.....	38
Şekil 4.8 Karayollarında taşıt-km' deki personel giderleri ve toplam gelir	39
Şekil 4.9 Karayollarında taşıt-km' deki çeşitli giderler ve toplam gelir.....	39
Şekil 4.10 Karayollarında işletme maliyeti indeksi	40
Şekil 4.11 Karayollarında üretim verimliliği indeksi	40
Şekil 4.12 Karayollarında toplam gelir ve işgücü üretimi indeksi.....	41
Şekil 4.13 Karayollarında Veri Zarflama Analizi sonuçları	42
Şekil 4.14 Karayollarında divisia indeksi ile gelir ve gider değerleri	42
Şekil 5.1 1985 – 2002 yılları arasında çalışan sayısı ve uygun denklem modeli	45
Şekil 5.2 Karayollarında 2003 – 2015 yılları arasında beklenen çalışan sayıları	45
Şekil 5.3 1985 – 2002 yılları arasında toplam gider ve uygun denklem modeli	46
Şekil 5.4 Karayollarında 2003 – 2015 yılları arasında beklenen toplam gider	46
Şekil 5.5 Karayolları yolcu-km senaryoları	47
Şekil 5.6 Karayolları yük-km senaryoları	48
Şekil 5.7 1985 – 2005 yılları arasında çalışan sayısı ve uygun denklem modeli	48

Şekil 5.8 Demiryollarında 2006 – 2015 yılları arasında beklenen çalışan sayıları	49
Şekil 5.9 1985 – 2005 yılları arasında toplam gider ve uygun denklem modeli	49
Şekil 5.10 Demiryollarında 2006 – 2015 yılları arasında beklenen toplam gider	50
Şekil 5.11 Demiryolları yolcu-km senaryoları	51
Şekil 5.12 Demiryolları yük-km senaryoları	52
Şekil 5.13 Yük-km başına karayolu ve demiryolu verimliliği	53
Şekil 5.14 Yolcu-km başına karayolu ve demiryolu verimliliği	53
Şekil 5.15 Yolcu-km ve yük-km başına demiryolu verimliliğinin karayolu verimliliğine oranı	53

TABLULAR DİZİNİ

Tablo 1.1. Çeşitli ulaştırma sektörlerine ait taşıma endeks kat sayıları	2
Tablo 1.2. ABD, Almanya ve Türkiye'de yolcu taşımacılığının ulaşım türleri yönünden karşılaştırması	3
Tablo 1.3. Türkiye' de yolcu taşımacılığının ulaştırma sistemlerine göre dağılımı	4
Tablo 1.4. Ulaştırma sektörüne yapılan yatırımların ulaştırma türleri arası dağılımı	5

1. GİRİŞ

1.1. Giriş

Ulaştırma; toplumun ekonomik, sosyal ve kültürel etkinliklerinin türevi olarak ihtiyaç duyulan bir hizmettir. Ana ulaştırma türleri; demiryolları, havayolları, karayolları, denizyolları ve boru hatlarıdır. Ayrıca, ulaştırma, şehir içi, şehirlerarası ve ülkeler arası ulaştırma olarak da sınıflandırılabilir. Başlı başına bir sektör olan bu konunun böylesi bir çalışmada tüm yönleriyle ele alınması mümkün olmadığı için burada, dünyadaki gelişmeler de dikkate alınarak ülkemizdeki karayolları ve demiryolları verimlilik analizi ve geleceğe yönelik beklenen taşımacılık değerleri hesaplanarak verimlilik analizi yapılmıştır.

Ulaştırma; tarım, sanayi, ticaret, turizm veya ekonomik amacı olmayan gezi, kültür transferi, kolay ulaşım imkanları vb. aktivitelerin vazgeçilmez bir unsurudur ve diğer sektörleri etkileyen özelliklere sahiptir. Ekonomik olmayan amaç, “halk yararadır” ki bu, sistemin kendi iç fizibilitesiyle çelişebilir. İşletme zarar edebilirse de diğer sektörlerle getireceği dinamizm, ülke ekonomisi ve kültürüne yapacağı katkılar açısından uygun olacaktır. Planlamada, ekonomik etkenlerin yanı sıra, askeri, politik ve diğer faktörler etkili olabilir. Ulaşım talebi kendiliğinden değil, sosyoekonomik örgütlenmenin ve etkinliklerinin sonucu olarak ortaya çıkmaktadır.

Hızlı ve ekonomik bir ulaştırma, tarım verimliliğinin artırılması, sanayinin ve insan yerleşimlerinin sağlıklı megapollerde toplanmasının engellenerek, yurt sathına daha homojen dağıtılmasının da en önemli aracıdır. Bunun için ise, karayolu, demiryolu, denizyolu, havayolu vb. türlerin kombinasyonunun iyi planlanması gerekir. Ulaştırma sektöründe tek bir türe ağırlık verilmesi, o ülke ulaşımının sağlıklı olmasına neden olmaktadır. (Bir ülkede hangi ulaştırma türünün ön planda olacağı; ilk yatırım, işletme, kaza riski, kalkınmışlık düzeyi, vb. faktörlere bağlıdır). İyi bir planlama yapılmadığı takdirde çok ağır ekonomik ve sosyal zararlar ortaya çıkabilmektedir (verimsiz yapı, trafik kazaları, zaman kaybı, hava kirlenmesi, gürültü, vb.). Diğer yandan, ulaştırma yatırımları çok büyük parasal kaynaklara gereksinim duymakta ve yapımları uzun zaman almaktadır. Bu nedenle, böylesi konularda verilecek kararlarda siyasi kaygılar

değil, ÷lkeye getireceği ekonomik ve sosyal katma değer ile dñnyadaki durumun dikkate alınması gereklidir.

Gelişmiş ÷lkelerde ulaştırma sektörünün motoru demiryolları olmuş, yıllar itibari ile diğer ulaştırma türleri gelişmiş ve gelişmeye devam etmektedir. Öte yandan, günümüz yaşam şekli zamanı olabildiğince iyi değerlendirmek ve bu nedenle ulaşımda geçirdiği süreleri en aza indirmeye çalışmaktadır. Bu bağlamda; kıtalararası ve 1000 km'yi aşan uzaklıklarda yolcu taşımacılığında havayolu, yük taşımacılığında denizyolu rakipsizdir. ÷lke içi taşımalarda 1000 km'ye kadar olan mesafelerde 300 km/h'yi aşan hızları ile demiryolları havayolu ile rahatlıkla rekabet edebilmektedir. Karayolu, eğer demiryolu yeterli ise, daha çok yerel ağlar veya şehirlerarası ulaşım için olabildiğince geliştirilmektedir. Şehirlerarasında özel otomobil ile seyahat, demiryoluna bir alternatiftir. Yük taşımacılığındaki taşıma türünün tespitinde her ÷lkenin kendi şartlarına göre hareket edilmelidir, ancak ÷lke içindeki ve karadaki uzun mesafeli taşımalarda ağrılık demiryollarında olmalıdır, gerekiyorsa boru hatları, olanak varsa denizyolu tercih edilmelidir. Çeşitli ulaştırma sektörlerine ait taşıma endeks kat sayıları (ucuzluk kat sayıları) Tablo 1.1 'de verilmiştir.

Tablo 1.1 Çeşitli ulaştırma sektörlerine ait taşıma endeks kat sayıları (DPT, 2005).

Ulaştırma Türü	Endeks Sayısı
Karayolu	6 – 8
Denizyolu	0.5 – 1
Demiryolu	3 – 4

Tablo 1.1. den görülebileceği gibi, en pahalı taşıma türü karayoludur. Dünyada kent içi taşımacılığında ise; 1950 – 1970'li yıllarda otomobille yapılan taşımacılık ön planda tutulmuş ancak daha sonraları şehirlerin trafik yükünü kaldıramayacak hale gelmesi, park problemleri, çevre kirliliği, gürültü, petrol fiyatların artması, trafikte gecikme artması gibi etkenlerle kent içi ulaşımda toplu taşımaya önem verilmeye başlanmıştır. Hızlı ve toplu ulaşım olanaklarının artması şehirlerin banliyölerini de genişletmiş, günümüzde artık toplu taşıma rakipsiz hale gelmiştir.

÷lkemizdeki ulaştırma sisteminin çarpıklığı, değişik ulaştırma türleri ile taşınan yolcu ve yük oranları karşılaştırılarak çok daha iyi anlaşılabilir. Tablo 1.2'den de

görülebileceği üzere Türkiye’de ulaştırma sisteminde demiryolu, denizyolu, boru hatları ile ulaşım büyük oranda ihmal edilerek büyük oranda karayoluna kaydırılmıştır.

Tablo 1.2 ABD, Almanya ve Türkiye’de yolcu taşımacılığının ulaşım türleri yönünden karşılaştırması (Devlet planlama teşkilatı - DPT, 1999).

Ülkeler	Karayolu (%)	Demiryolu (%)	Denizyolu (%)	Havayolu (%)
ABD	27,2	38,3	24,0	10,5
Almanya	58,2	22,0	12,0	7,3
Türkiye	96,2	2,0	0,1	1,7

Gelişmiş ülkelerin ulaştırma sektörü konusundaki standartlarını yakalayabilmek için yolcu ve yük taşımacılığında demiryolunun ve denizyolu taşımacılığının teşvik edilmesi ve karayolları ile rekabet edebilir hale getirilmesi gerekmektedir. Ancak bu sayede, şehir içi ve şehirlerarası yolcu-yük taşımacılığında ülkemiz karayollarında hergün yollarda seyahat eden kamyon, tanker, otobüs gibi ağır taşıtların yoğunluğunun azaltılması sağlanabilir. Kamyon ve tanker ile yük, otobüs ile yolcu taşımacılığının karayolları ile yapılmasının dezavantajları şöyle özetlenebilir;

- Karayollarının aşırı yıpranması,
- Trafik kazalarındaki artış,
- Amortisman masraflarının çok yüksek olması ve
- İşletme masraflarının çok yüksek olması.

Örneğin, gelişmiş ülkelerde 10 bin araç başına düşen ölü sayısı 1 ile 3 arasında değişmektedir ki bu rakama kazanın olduğu günden 30 gün sonra ki ölümler de dahildir, gelişmemiş ülkeler de bu rakam 197 ye kadar çıkmaktadır. Ülkemizde 10 bin araç başına düşen ölü sayısı 10 olarak belirlenmiştir (OECD 2006 Gerçekler kitabı).

1.1.1. Türkiye’de karayolu taşımacılığı

Ülkemizde yolcu ve yük taşımacılığının karayolları üzerinde yoğunlaştığı ve diğer ülkelerle karşılaştırıldığında taşımacılığın büyük bölümünün karayolları ile gerçekleştirildiği görülmektedir. Ülkemizdeki yüksek kaza oranlarının ana sebebi de karayollarındaki bu yoğunlaşma ve yetersiz altyapı olarak gösterilebilir.

Tablo 1.3.'ten görüldüğü gibi Türkiye'de yolcu ve yük taşımacılığında karayollarının payı diğer ulaştırma türleri ile karşılaştırıldığında karayollarının ulaştırma sektörü içinde ne denli önemli bir payı oldukça yüksektir. Yıllar itibariyle yolcu ve yük taşımacılığında en büyük paya sahip olan karayolları son dönemlerde özel havayolu şirketlerinin havacılık sektörüne getirdiği ek kapasite ve daha ucuz ulaşım olanakları sayesinde ağırlığını bir miktar kaybetmiş olup, özellikle demiryolu yatırımlarının artması ve hızlı tren gibi yeni ulaşım teknolojilerinin hizmete girmesi neticesinde yoğunluğunu bir miktar daha kaybedeceği beklenebilir.

Tablo 1.3 Türkiye'de yolcu taşımacılığının ulaştırma sistemlerine göre dağılımı (DPT, 2005).

	Milyon yolcu-km	Kullanım oranı (%)
Karayolu	184.600	94
Demiryolu	5.170	2.6
Denizyolu	760	0.4
Havayolu	5.636	3
Toplam	196.166	100

Tablo 1.4 Türkiye'de yük taşımacılığının ulaştırma sistemlerine göre dağılımı (DPT, 2005).

	Milyon ton-km	Yüzde (%)
Karayolu	169.200	89
Demiryolu	10.200	5,4
Denizyolu	6.158	3,3
Havayolu	295	0,8
Boru	2.910	1,5
Toplam	188.763	100

Tablo 1.4'ten 2005 yılı itibariyle yük taşımacılığında % 89 olarak gerçekleşen karayollarının payı bir önceki yıla göre artarken, yük taşımacılığında denizyollarının payında da bir artış olduğu görülmektedir.

1.1.2. Karayolu ulaştırmasına ilişkin yatırım ve politikalar

Ülkemizde ulaştırma sektöründe özellikle yurt içi ulaşımlarda demiryolları ve denizyolları ihmal edilerek tüm ulaştırma yatırımları karayoluna yönlendirilmiştir.

Ulaştırma sektörüne ayrılan kamu yatırımları içerisinde 1995 yılına kadar önemli bir paya sahip olan karayolu yatırımları 1996 ve sonrasında azalma sürecine girmiş, buna karşılık yurtiçi yolcu taşımaları içinde çok küçük bir paya sahip olan havayolu ulaştırmasının toplam ulaştırma yatırımları içindeki payı önemli oranda artış göstermiştir. Bunun yanında daha ekonomik ve güvenli olan demiryolu taşımacılığına ise 1930'lu yıllardan beri önemli bir yatırım yapılmamıştır. 2000'li yıllara gelindiğinde, ülkemizde karayollarına yapılan yatırımlar hala diğer ulaştırma sistemlerine yapılan yatırımlara göre oldukça üst düzeyde seyretmektedir. Tablo 1.5'ten görüleceği üzere, 2003-2006 yılları arasında karayollarına yapılan yatırımın toplamda aldığı pay yaklaşık %50'nin altına düşmezken, demiryollarına yapılan yatırımlar ise 2005 ve 2006 yıllarında yaklaşık %25 seviyelerine yükselmiştir.

Tablo 1.5 Ulaştırma sektörüne yapılan yatırımların ulaştırma türleri arasındaki dağılımı (DPT, 2006).

Yıllar Sistem	2003 (Bin YTL)	Pay %	2004 (Bin YTL)	Pay %	2005 (Bin YTL)	Pay %	2006 (Bin YTL)	Pay %
Karayolu	1.478.350	51,1	19.129.709	74,6	2.573.429	51,2	2.627.320	48,7
Demiryolu	464.000	16,0	2.422.065	9,4	1.252.000	24,9	1.331.800	24,6
Denizyolu	102.625	3,5	463.772	1,8	96.634	1,9	83.531	1,5
Havayolu	338.550	11,7	732.777	2,8	653.540	13,0	872.602	16,1
Boru hatları	508.325	17,5	2.873.380	11,2	450.000	8,9	480.000	8,9
Toplam	2.891.850	100	25.621.703	100	5.025.603	100	5.395.253	100

Tablo 1.6'da Türkiye genelinde yapılan yatırımlar ve oranları verilmiştir. Bu tabloya göre ulaştırma sektörünün yatırımlar açısından aldığı pay 2006 yılı itibarıyla % 30,79 olarak görülmektedir.

Tablo 1.6 Ulaştırma sektörüne yapılan yatırımların toplam yatırımlar arasındaki dağılımı (DPT, 2006).

Sektörler	Kredi (bin YTL)	Özkaynak (bin YTL)	Toplam (bin YTL)	Pay %
Tarım	189 020	2 840	1 336 525	7,63
Madencilik	7 400	363 530	640 150	3,65
İmalat	-	222 146	421 145	2,40
Enerji	1 035 316	97 756	2 489 125	14,21
Ulaştırma	2 236 975	1 085 026	5 395 253	30,79
Turizm	-	-	114 100	0,65
Haberleşme	-	3 885	30 600	0,17
Konut	-	-	105 500	0,60
Eğitim	296 240	-	2 446 548	13,96
Sağlık	139 998	-	1 242 982	7,09
Diğer Kamu Hizmetleri	231 367	-	3 299 739	18,83
DHK İktisadi	50 680	-	1 658 884	9,47
DHK Sosyal	180 687	-	1 640 855	9,36
Toplam	4 136 316	1 775 183	17 521 667	100,00

1.1.3. Türkiye’de demiryolu taşımacılığı

Ülkemizde, Cumhuriyetin ilk yıllarında benimsenen; kendi kendine yeterli bir ekonomi oluşturulması politikası doğrultusunda, ülkenin temel ulaştırma sistemi konumunda olan demiryolları; milli ekonominin yaratılmasına hizmet eden bir araç olarak değerlendirilmiş, sanayinin yer seçiminde yönlendirici etken olmuş, sanayinin yurt düzeyine yayılması ve modern Türkiye'nin yaratılmasında önemli rol oynamıştır.

Cumhuriyet döneminden önce yabancı şirketler tarafından yapılarak devir alınan 3.714 km ve 1923-1950 yılları arasında inşa edilen 3.780 km demiryolu ile ana hat uzunluğu 1950 yılında 7.671 km’ye ulaşmış, bu dönemde demiryolları yük ve yolcu taşımacılığını rakipsiz olarak yürütmüştür. Ancak, 1950 yılından sonra ulaştırma sektörünün birbirini tamamlayan iki ana ulaştırma sistemi olan demiryolu ve karayolu ulaştırma sistemleri arasında, o zamanki şartların ve ülkenin ekonomik imkânlarının bir gereği olarak, dengeli bir kaynak dağılımının sağlanamaması ve buna karşılık gelişen demiryolu teknolojisine paralel yapılması gereken demiryolu yatırımlarının ise büyük finansman kaynağı gerektirmesi, demiryolu sistemini geliştirme ve modernizasyon çalışmalarını yavaşlatmıştır. Bundan sonra demiryolları, kendisine tanınan kısıtlı

imkânlarla ancak, mevcut sistemin işlerliğinin korunması ve trafiğin devamlılığının sağlanması yanında kısmen de modernizasyon çalışmalarını sürdürmüştür. Sonuç olarak, ABD'nin mali desteği ve politika önerileriyle birlikte karayolları artık egemen bir konuma gelmiş, demiryolları ve denizyollarında ise, fazla bir gelişme sağlanamamıştır. (DPT, 2006).

Ülkemizde; henüz dünya demiryolu teknolojisindeki olumlu gelişmelere uyum sağlanamamış ve bütün Avrupa'da yaygın olarak oluşturulmaya çalışılan yüksek hız şebekesine entegre olacak somut adımlar atılamamıştır. Bu nedenle özellikle yolcu taşımacılığında karayollarının payı, ulaşılacak yere karayolu ile daha kısa sürede varabilmenin verdiği avantajla her geçen gün artış göstermektedir (DPT, 2006).

Tüm dünyada, karayolu ağırlıklı mevcut taşımacılık sistemi sebep olduğu kirlenme, kazalar ve trafik tıkanıklığı ile ekonominin gelişmesinde en büyük rol oynayan hareketliliği sınırlamaktadır. Avrupa ve Asya'nın birçok ülkesinde bu durumu değiştirmek için demiryollarına özel önem verilmiştir ve ilk olarak 1960'lı yıllarda Japonya'da kullanılmaya başlanan ileri teknoloji ürünü yüksek hız trenleri 1980'lerden itibaren tüm Avrupa'da yaygınlaşmıştır. Yüksek hız trenlerinin hizmet verdiği ülkelerde 200-600 kilometre arasındaki mesafelerde demiryolu ile ulaşım havayolu ulaşımına tercih edilmektedir. Tüm bu gelişmeler ışığında, 21. yüzyılda demiryolları, kentsel, kentler arası ve kıtalararası ulaştırmada yüksek enerji verimliliği ve çevre dostu bir ulaştırma türü olmasının ötesinde, trafik kazalarını azaltmak amacıyla yararlanılması zorunlu ve aynı zamanda güvenli, ekonomik ve rahat bir sistem oluşu ile geçmiştekenden daha önemli rol oynayacaktır.

1.2. Problemin Tanımı

Küresel anlamda pek çok gelişmenin yaşandığı günümüzde, küreselleşmeyle birlikte ulaştırma sektörünün önemi de giderek artmaktadır. Ülkeler arası ticarete ve ülkelerin ekonomisinde çok önemli bir yere sahip olan ulaştırma sektöründe bu anlamda farklı çalışmalar yapılmaktadır.

Küreselleşme ile birlikte artan hava kirliliğinin başlıca nedenleri arasında karayolu taşımacılığının gösterildiği günümüzde, karayollarının kullanım oranının azaltılmasının

önemi de giderek artmaktadır. Karayolları, trafikteki olumsuzlukları, kaza oranının yüksek oluşu, kazalar sonrası ölü ve yaralı sayısının fazlalığı ve maliyetinin diğer ulaşım sektörlerine oranla daha fazla olması nedeni ile birçok anlamda çözülmeyi bekleyen sorunlarla dolu bir ulaşım sistemi olarak nitelendirilebilir. Nitekim bu konu ulaştırmada bugün gelinen noktada tüm dünya ülkelerinde özellikle demiryollarına ağırlık verilmesinin önemli nedenleri arasındadır. Türkiye’de de 1950’li yıllardan sonra karayollarına ağırlık verilmesi ile birlikte, diğer ulaşım türlerinin geri planda kalmasının nedenleri arasında, özellikle ulaşım konusundaki plansız çalışmaların yer aldığı söylenebilir.

Karayollarının özellikle yük taşımacılığında verimsiz olduğunu düşünülmesi demiryollarına verilen önemi artıracaktır. Yük taşımacılığında demiryolları ve deniz yollarının tercih edilmesi ülkelerin mevcut şartlarına göre tespit edilse de karayollarının daha çok şehir içi ulaşımda kullanılmasının nedenleri bellidir. Zira 1950’li yıllara kadar ağırlıklı olarak otomobil kullanılması sayesinde özellikle şehir içi ulaşımda karayollarının yükü giderek artmıştır.

Dünyanın belli başlı şehirleri artan bu trafiği kaldıramayacak hale gelmiş, bununla birlikte de çevre kirliliği, petrolün giderek pahalılaşması, park problemleri, gürültü kirliliği ve insanların trafikte geçirdikleri zamanın artması doğal olarak toplu taşıma araçlarına yönelme ihtiyacını ortaya çıkarmıştır. Bugün gelişmiş ülkeler şehirlerarası ve uluslararası ulaşımda karayolları yerine demiryolları ve hava yollarını tercih etmektedirler. Bunun yanı sıra özellikle şehir içi ulaşımda karayollarıyla ulaşım ağırlık vermektedirler. Bunun için de şehirlerdeki karayolları ağı mümkün olduğu kadar geliştirilmeye çalışılmaktadır. Bulunduğu coğrafya nedeniyle stratejik bir öneme sahip olan Türkiye, ulaşım sektöründe de önemli bir yere sahiptir. Avrupa’yı Asya’ya bağlayan, Ortadoğu’nun kilit ülkesi Türkiye, dünya ülkelerinin özellikle karadan ve denizden bağlantılarını sağlamaktadır. Dolayısıyla, Türkiye’nin ticari ve sosyal anlamda ulaştırmaya vermesi gereken önem bir kat daha artmaktadır. Gelişmekte olan ülkeler arasında yer alan ve Avrupa Birliği üyelik sürecinde olan Türkiye’de, kısıtlı ekonomik kaynaklar altında yolcu ve yük taşımacılığına yapılan yatırımların mümkün olan en verimli şekilde planlanması gerekmektedir.

Bu çalışmada, karayolları ve demiryollarında etkili parametrelerin verimlilik analizi yapılacak ve her iki sistemin yolcu ve yük taşımacılığı açısından birbirlerine oranla ne ölçüde verimli oldukları incelenecektir.

1.3. Amaç

Bu çalışmanın genel amacı, Türkiye'deki karayolu ve demiryolu ulaşım sistemlerinin verimlilik düzeylerinin incelenerek, gelecek yıllarda bu sistemlerin yolcu ve yük taşımacılığında daha etkin şekilde kullanılması için işgücü ve yatırım planlarının çeşitli senaryolar altında incelenmesidir. Karayolu ve demiryolu ulaşım sistemlerinde yapılan harcamaların gruplandırılarak genel harcamalardan aldıkları payların incelenmesi, demiryollarında tren-km ve karayollarında taşıt-km başına yapılan harcamalar, kullanılan iş gücü ve elde edilen gelirin belirlenmesi de bu çalışmanın özel amaçları arasında sayılabilir.

1.4. Yöntem

Bu çalışmada üretimde kullanılan tüm girdilerdeki bileşik verimlilik değişmelerinin ölçülebilmesi için Toplam Faktör Verimliliği kullanılmıştır. Girdi değişkenlerinin birbiriyle uyum içinde olmayan anlamlı büyüklüklerini bir araya getirmek için Divisia indeksleme yöntemi kullanılmıştır. Veri Zarflama Analizi benzer girdiler kullanarak çıktı ya da çıktılar ortaya koymakla sorumlu karar noktalarının göreceli etkinliklerini değerlendirmek için kullanılmıştır. 2005 yılına kadar olan verilerden model oluşturmak için form olarak üstel modeller seçilmiştir. (2015 yılına kadarki değerleri öngörmek için zaman serileri yöntemi kullanılmış ve model üzerinde değerlendirip senaryolar türetilmiştir).

1.5. Kapsam

Bu çalışma altı bölümden oluşmaktadır. Giriş bölümünde karayolları ve demiryollarının genel durumu hakkında bilgi verilmiş, tezin çalışmasına neden olan problemin tanımı yapılmış, bu problemin giderilmesine ilişkin amaç belirlenmiş, bu amaç doğrultusunda kullanılacak yöntemler bildirilmiş ve tezin genel kapsamı hakkında bilgi verilmiştir.

İkinci bölümde, kullanılacak olan yöntemlerin tanımları yapılmış, uygulaması hakkında bilgi verilmiş ve gerekli görülen yerlerde örneklenmiştir. Buna ek olarak tanımlanan yöntemlerle ilgili daha önceden yapılmış çalışmalara, bu çalışmaların kullanıldığı alanlara ve uygulama şekline yer verilmiştir.

Çalışmanın üçüncü ve dördüncü bölümlerinde sırasıyla demiryolları ve karayolları için 1985-2005 yılları arasında gözlemlenen değerler sunulmuş, bu değerlerin ne anlam ifade ettiği ve bu tez çalışmasında ne şekilde kullanılacağına değinilmiştir. Veriler literatür bölümünde açıklanan yöntemler ile analiz edilmiş ve sonuçlar irdelenmiştir.

Beşinci senaryolar bölümünde zaman serisi yöntemiyle bulunan veriler modellenen yolcu-km ve yük-km bağıntılarında kullanılıp, demiryolları ve karayolları için ayrı ayrı üç senaryo oluşturulmuş ve bu senaryoların sonuçları gözlemlenmiştir. Ayrıca karayolları ve demiryolları arasında bir verimlilik karşılaştırması yapabilmek için her iki ulaştırma sisteminin gelir/gider oranları bulunmuş, bu oranlar yolcu-km ve yük-km değerlerine bölünerek, karayolları ve demiryollarının, yük-km ve yolcu-km başına gelir/gider oranları bulunmuştur.

Altıncı bölüm olan sonuçlar ve öneriler kısmında oluşturulan senaryolar karşısında meydana gelebilecek durumlara yer verilmiş ve irdelenmiştir.

2. LİTERATÜR ÇALIŞMASI

2.1. Giriş

Verimlilik kavramı, üretim sürecindeki girdilerin bu sürenin sonucunda yaratılan çıktı veya çıktılara katkısını tanımlar. Teknik olarak, bu iki kümenin değerlerinin birbirine oranı olarak ifade edilen verimlilik, üretim süreçlerindeki değişmelerin ekonominin geneline bağımlı olduğu ve ekonomik yapıdaki tüm değişmelerden etkilendiği düşünüldüğünde karmaşık bir yapıya ulaşır.

Verimlilik değişimleri; ekonomideki çok sayıda değişken faktörün teknolojik gelişme, fiziksel ve beşeri sermaye birikimi, girişimcilik, kurumsal düzenlemeler, vb. hem sonucu, hem de nedenidir. Başka bir deyişle, verimlilik ekonomideki birçok değişimden etkilenen ama aynı zamanda bu değişimlerin kaynağı da olabilen “sentez” bir değişkendir. Bu özelliği, genel sayılabilecek tanımların dışında verimliliğe ilişkin ortak tanım ve analiz geliştirmenin güçlüğüne oluşturur.

Üretim potansiyeli üzerinde önemli etkiler oluşturan verimlilik değişimleri, ekonominin uzun dönem performansındaki değişimin izlenebileceği temel değişkendir. Bu verimlilik analizlerinin, zorunlu olarak karşılaştırma yapılabilir bir temele sahip olmalarını ve bu amaca uygun endeks kullanmalarını gerektirir.

Kuramsal düzeyde verimlilik endeksleri iki temel başlık altında toplanabilir. Bunlar kısmi ve Toplam Faktör Verimliliği (TFV) endeksleridir. Bu çalışmada TFV endeksi kullanılacaktır.

2.2. Toplam Faktör Verimliliği

Verimlilik artışlarının bir ekonominin üretim potansiyeli üzerindeki etkileri düşünüldüğünde, ekonominin tüm etkinliğindeki değişimi doğru ve tam tahmini sağlayacak araca duyulan ihtiyaç ortaya çıkmaktadır. Ekonominin etkinliğindeki değişim, üretimde kullanılan tüm girdilerdeki bileşik verimlilik değişmelerinin ölçülmesi ile mümkündür. Bu ölçüm TFV olup; bileşik (toplam) girdi birimi – tek tek girdilerin ağırlıklandırılmış ortalaması – başına üretim olarak tanımlanabilir. Üretim

üzerinde etkili olan ve niceliksel hale getirilebilen tüm faktörlerin içerildiği bir analiz çerçevesi sağlayan TFV analizleri, verimlilik düzeyini ve değişim yönünü saptadığı gibi değişimin nedenlerine ilişkin değerlendirme yapılmasına da olanak sağlamaktadır.

Genel anlatımda aşağıdaki biçimiyle tanımlanabilecek olan TFV ölçümünde sorun, girdilerin ağırlıklandırılmasını sağlayacak katsayıların (a,b) belirlenmesidir.

$$TFV = \frac{Q}{aL + bK} \quad (2.1)$$

Burada Q , L ve K sırasıyla üretim, işgücü ve sermaye bileşenleri, a ve b , ağırlık katsayılarıdır.

Ampirik çalışmalarda TFV endeksleri, ya “aritmetik yöntem” de olduğu gibi üretim fonksiyonuna dayalı bir bölüşüm kuramından ya da “geometrik yöntem” de olduğu gibi temel nitelikleri açıkça belirlenmiş olan bir üretim fonksiyonundan elde edilmektedir.

Tinbergen (1942), Schmookler (1952), Shultz (1953), Fabricant (1954), Abramovitz (1956), Kendric (1961)’in çalışmaları aritmetik endeksin kullanıldığı ilk örneklerdir. Konuya ilişkin neoklasik metodolojiden önce gerçekleştirilen bu çalışmalarda, neoklasik yaklaşımın bölüşüme ilişkin öngörülleri (Euler ikilisi) üretim faktörlerinin ağırlıklandırılmasında kullanılmıştır. Başka bir deyişle; rekabetçi piyasalar ve onun üretim ilişkilerini tanımlayan birinci dereceden homojen bir üretim fonksiyonu bu çalışmalardaki varsayımı oluşturmaktadır.

Euler teoremi, gelirin yaratıldığı dönemde tümüyle bölüşüleceğini varsayar. Bölüşüm faktörlerin üretime katkılarıyla (marjinal verimlilikleriyle) belirlenir ve rekabetçi denge varsayımı gereği faktörlerin piyasa fiyatlarına eşittir. Böylelikle; yukarıdaki eşitlikte genel anlatımıyla sunulmuş olan ilişki aşağıda sunulan biçimine dönüşür (kısmi verimlilik).

$$A = \frac{Q}{(wL + rK)} \quad (2.2)$$

Burada w ve r sırasıyla ücret ve sermayenin getirisi (kar) bileşenleridir.

Ağırlıklandırmada kullanılan fiyatlar, belirli bir baz yıla ait olabileceği gibi, bir dönemin ortalamaları da olabilir. Analiz edilen dönem içerisinde ağırlıkların sabit tutulması, faktörlerin üretimdeki nisbi paylarının değişmemesi; gelir dağılımının sabit kalması anlamına gelir. Uzun dönem söz konusu olduğunda bu varsayım gerçek dışı olup, dönemlerin bölüşüm özellikleri dikkate alınarak kullanılan ağırlıkların değiştirilmesi gerekir.

Ekonomide etkinlik kavramı esas olarak üç ayrı noktada incelenir; dağılımda etkinlik, bölüşümde etkinlik ve üretimde etkinlik. Verimlilik kavramı ile eşanlamlı olarak kullanılan üretimde etkinlik; rekabetin keskin olduğu serbest piyasa ekonomisi sisteminde kar maksimizasyonu sağlamaya yönelik olarak üretimin, üretim maliyetini minimize eden tekniklerle yapıyor olmasını ifade etmektedir.

Teknik etkinlik ise; üretimde kullanılan veri bir teknoloji düzeyi ile fiziksel çıktı miktarını maksimize etmektir. Bir başka deyişle; girdi bileşiminin en verimli şekilde kullanılarak mümkün olan maksimum çıktıyı üretme başarısıdır. Teknik etkinlik düzeyi; fiilen üretilen ürün ile potansiyel ürün (aynı zaman aralığında firmalarca kullanılan girdilerle üretilebilecek en fazla ürün) arasındaki oran olarak ölçülmektedir.

Teknolojik gelişme bir üretim biriminin; teknolojik yenilikler ortaya koyarak veya başka üretim birimlerince ortaya konulan teknolojik yenilikleri aynen veya iyileştirilerek kullanılması sonucunda üretim olanakları eğrisinin genişletilmesini, etkinlik ise üretim biriminde halihazırda kullanılan teknolojinin optimum şekilde değerlendirilmesi yeteneğini tanımlamaktadır. Üretim biriminin teknolojik yenilik ortaya koyabilme yeteneğinde bir azalma meydana gelmeksizin teknolojik yeniliklerin veya mevcut teknolojilerin optimum şekilde kullanması her zaman mümkün olmayabilir. Böyle bir durumda üretim biriminin teknik etkinlik veya etkinlik düzeyinde düşüş yaşanabilecektir. Teknik etkinlik düzeyinde yaşanacak bir düşüş, teknolojik gelişme değerinden daha yüksek olursa, TFV düzeyinde de bir düşüşten ve dolayısıyla TFV değişiminin negatif olmasından bahsedilebilecektir (Saygılı ve diğ., 2001).

Verimlilik; aynı zamanda girdi başına çıktı olarak ölçülür ancak üretim sürecinde birden çok üretim faktörünün kullanılması durumunda ki genel olarak üretim sermaye ve iş gücü gibi iki temel girdi kullanılarak gerçekleştirilir, her bir girdinin üretim sürecinin performansına olan katkısının ölçülmesi gerekecektir. Her bir girdi için ölçülen verimliliğe “kısmi verimlilik” adı verilmektedir.

TFV ise elde edilen çıktının, toplulaştırılmış girdilere olan oranı olarak ifade edilmektedir. TFV üretim faktörlerinde meydana gelecek fiziki artışlarla birlikte ekonomik büyümenin bir diğer kaynağı sayılmaktadır ve önemine her geçen gün daha fazla vurgu yapılmaktadır.

Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü (OECD)’nin TFV tanımı; “teknik gelişmenin tam bir ölçüsü değil ancak verimli şekilde bir araya getirilen iş gücü ve sermayenin katma değer yaratımına ne kadar katkı sağladığının göstergesi” şeklindedir. Pratikte TFV; içerilmemiş teknik değişimin, ölçek ekonomisi etkisinin, etkinlik değişiminin, kapasite kullanımında gerçekleşen dalgalanmaların ve ölçüm hatalarının bir kombinasyonunun ölçüsüdür. TFV ölçümünün amaçları, yaşam standartlarının gelişmesine ve ekonomi genelinde gerçekleşecek TFV büyümesine sektörel katkının hesaplanması ve yapısal değişikliklerin analizi olarak sayılmaktadır (OECD, 2001).

İçerilmemiş teknolojik gelişme; herhangi bir üretim faktörü tarafından içerilmeyen ancak üretim olanakları eğrisinin zaman içerisinde kaymasına yol açan gelişmeler; içerilmiş teknolojik gelişme ise yeni ara ve yatırım mallarının tasarımlarında ve kalitelerinde sağlanan gelişme olarak tanımlanmaktadır (OECD, 2001). İçerilmemiş teknolojik gelişmenin bir diğer tanımı; yatırım ve birikim olgularından bağımsız olarak mevcut sermaye stoku ve iş gücünün etkinliğinin zaman içinde sürekli artması şeklindedir (Eşiyok, 1999).

Bart Van Ark (1996)’ın yılında yaptığı çalışmaya göre iş gücü verimliliği; rekabet nedeniyle değişen üretim kompozisyonu ve iş çevrimleri gibi devresel dalgalanmalardan kısa dönemde etkilenebilirken; toplam faktör verimliliğinin artırılabilmesi verimli alanlara yapılan yatırımlar ve bilginin üretilerek yayılması gibi sonuçları uzun dönemde alınabilecek politikalara (insani ve fiziki sermayenin birikimi, teknik ilerleme, kaynak tahsisi ve rekabetçilik) bağlıdır.

Felipe (1997)'de verimliliği çıktıların girdilere oranı ve etkinlik ölçüsü olarak tanımlanmış, TFV aritmetik olarak Denklem (2.1), geometrik olarak ise Denklem 2.2 şeklinde ifade etmiştir. Bu sonucun ve üretim faktörlerinin kullanım ağırlıklarını, Q elde edilen çıktıyı; K kullanılan fiziki sermaye miktarını; L kullanılan iş gücü miktarını; t zamanı ve teknolojik ilerleme ile verimlilikteki gelişmelerin ikincil etkilerini göstermek üzere;

$$Q_t = F(K_t, L_t, t) \quad (2.3)$$

Şeklinde oluşturulan bir üretim fonksiyonunun kullanılması ile elde edileceği belirtilmiştir. Burada F ; kullanılan tüm üretim faktörlerinin etkinliklerinin endeksi olarak tanımlanmıştır.

Ancak üretim fonksiyonunun

$$Q_t = A_t F(K_t, L_t) \quad (2.4a)$$

şeklinde tanımlanması ile

$$A_t = Q_t / F(K_t, L_t) \quad (2.4b)$$

olacak, A_t bu kez dışsal teknik ilerleme olarak karşımıza çıkacak ve girdi bileşimi sabit tutulmakla birlikte çıktı miktarının zamanla değişiminin ölçüsü olacaktır. Bu şekilde TFV; sermaye ve iş gücü gibi açıkça hesaba katılmayan ancak çıktı yaratılmasına katkıda bulunan tüm faktörlerin oluşturduğu bir endeks olarak tanımlanacaktır.

Pallikara (2004) yılında yaptığı çalışmada teknolojiye ve etkinlikteki gelişmeler, daha iyi eğitilmiş ve iş başında öğrenmeye devam ederek kalitesini yükselten iş gücü kullanımı gibi uygun koşullar altında sürekli iyileştiğini, bu tip değişimlerin farklı girdiler üzerinde farklı etkiler yarattığını ve çıktıdaki değişimin herhangi bir girdideki değişim ile açıklanamayacağını, bu tip etkiler toplu bir şekilde TFV'deki değişim ile ortaya çıkacağını belirtmiştir.

Lee (2004) çalışmasında doğrudan dış yatırımlarda gerçekleşen artış yoluyla yabancı firmaların ülke içindeki rekabeti arttırmasının, yeni teknolojileri ve sermaye mallarını ülkeye transfer etmesinin ve yetişmiş iş gücü gereksinimini arttırmasının ülkenin verimliliğinde bir artışa yol açtığı ve birçok etkiyi barındırması nedeniyle TFV'deki değişim ile ölçülebilecek bir ilerleme sağlanmasına öncülük ettiğini belirtilmektedir.

Obeng ve Sakano (2002) yapmış oldukları çalışmada, toplam faktör üretimi ile büyümenin oranını kamu taşıma sistemleri içerisinde, girdi talep etkisi, dolaylı çıktı etkisi, dolaylı teknik değişim, salt ölçek etkisi ve salt teknik değişim'e dağıtmışlardır. Dağıtımın seçilen ulaştırma sistemlerine uygulanışı gösterilmiştir. Uygulama sonucunda girdi bedelinin değişimindeki etkilerin TFV üzerindeki verimsizliği oldukça yüksektir ve TFV'deki toplam sübvansiyon etkileri, fayda maksimizasyonu tutumundaki toplam etkilerden daha büyüktür. Ayrıca TFV'nin geleneksel kaynakları TFV'yi azaltır ve Divisia indeksi toplu taşıma sistemlerinde TFV'ye fazla değerler verir.

Mizutani ve Uranishi (2003) yapmış oldukları çalışmada ekonomik teknikler kullanarak Japonya demiryollarındaki özelleştirmenin toplam faktör üretimi üzerinde olan etkisini araştırmış, Japonya Demiryolları işletmesini alan JRs adlı firmanın performans değişimini analiz etmişler ve toplam faktör üretimini arttıran etkenleri araştırmışlardır. Özelleştirmeden sonra TFV'deki büyümeyi % 2,97 olarak bulmuşlardır.

Boame ve Obeng (2004) kentsel transit sistemleri, son yıllarda hizmet verilen yolcu sayısının düşmesi ve hesap açığının yükselmesi ile karşı karşıyadır. Transit sistemlerin verimliliğinin geliştirilmesi açık veren işletme koşullarında sorgulanamaz. Otobüs transit sistemlerindeki verimlilik değişimi kaynakları ABD'de 1995 ve 1997 yılları arasında parametrik olmayan Malmquist toplam faktör üretim indeksi kullanılarak araştırılmıştır. Teknik değişim ve etkinlik değişimi transit verimliliğini arttırmıştır. Ayrıca, hükümet desteği transit sistemlerin etkinliği ile negatif ve istatistiksel anlamlı korelasyonlar, teknik değişim ile pozitif ve anlamlı ilişkileri vardır. Bu çalışmada Malmquist toplam faktör verimliliği ve devlet desteği arasında istatistiksel olarak anlamlı bir korelasyon bulunamamıştır.

Graham (2006) çalışmasında kentsel ray firmaları için parametrik verimlilik tahminleri ve parametrik olmayan etkinlik çizgilerini karşılaştırmış ve formüle etmiştir.

TVF değişiminin ayrıştırılması üzerine bir hat belirlemiş ve Veri Zarflama Analizi (VZA)'nin etkinliği ile ilişkisi hakkında birkaç hipotez önermiştir. TFV üretim fonksiyonundan tahmin kullanılarak deneysel olarak geliştirilmiştir. Tahmin yapılırken aynı zamanda firma özelliğini karşılaştıran bazı hipotezleri test eder. Sonuçlar dönüşümlerin tahmini sırasında toplam faktör verimliliği ve VZA metotları arasındaki farkın ölçülmesi, kentsel ray etkinliği dizilimi açık olarak benzerliğini göstermektedir. Cantos ve diğ. (1999) 1970-1995 yılları arasında Avrupa demiryollarında verimliliğin gelişimini analiz etmişlerdir. Verimliliği teknik değişim ve etkinlikteki değişime ayırmayı sağlayan parametrik olmayan yaklaşım kullanılmıştır. Sonuçlar göstermiştir ki şirketlerin çoğunluğu değişimlerin aşamalarını üstlendiğinde, verimlilik büyümesi geçmiş periyotta (1985-1995) yoğunlaşmıştır. Verimlilikteki bu artış genel olarak teknik gelişime bağlı olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca baskın olan etki ve teknik değişim, özerklik ve finansal özgürlüğün büyük olan derecesini bulma, en yüksek etki seviyesi ve teknik değişim analiz edilmiştir.

Dievwert ve Nakamura (2003) çalışmalarında toplam faktör üretimi büyümesi (TFÜB) indeksinin tanımlanması ve özelliklerini, özellikle Paasche, Laspeyres, Fisher, Törnqvist ve implicit Törnqvist'nın çalışmalarına odaklanarak araştırmıştır. Bu indeksler ölçülebilen fiyatlar ve miktar verilerinden geliştirilebilir ve bunlardan geçmişte literatürde yayımlanmış TFÜB fikirleri ve teorik indeksler kesin olarak gösterilebilir. Bunlar arasındaki matematiksel ilişkiler ve miktar tutarları, finansal ölçümler ve fiyat-miktar indeksleri araştırılmıştır.

2.3. İndeksleme Yöntemi

İndeksler birbiriyle uyum içinde olmayan anlamlı büyüklükleri bir araya getirmek için kullanılan yöntemlerden biridir. İndeksler istatistikî özellikleriyle birbirinden ayrılırlar. Tüketici fiyat indeksi "Laspeyras Fiyat İndeksi" Gayri safi milli hasıla (GSMH) deflatörü "Paasche Fiyat İndeksi", reel GSMH ise "Laspeyras Miktar indeksi" dir. Fiyat indekslerinde miktar, miktar indekslerinde ise fiyatlar belli bir yıl veya dönem için sabit tutulur.

Basit toplama yöntemi ile elde edilen parasal büyüklükler daha geniş bir indeks kategorisi içinde yer alırlar.

Parasal büyüklükleri elde ederken fiyat veya miktar yoktur. Lira veya dolar cinsinden büyüklükler üst üste eklenerek istenilen büyüklüğe ulaşılır.

Parasal büyüklüklerin yukarıda değinilen potansiyel zayıflıklarını indeks sayılarının yardımı ile çözmeye, ekonomik literatüre sık sık konu olmaktadır.

Ekonomik literatürde indeks yardımı ile yeni parasal büyüklüklere ulaşmak için iki yöntem öngörülmektedir. İlk yöntem Fisher İdeal İndeksi, diğer yöntem ise Divisia indeksinin kullanılmasıdır.

Divisia indeksi, parasal büyüklüğü oluşturan bileşenlerin, miktar ve fiyatlarını doğrusal olmayan fonksiyonu tarafından tahmin edilmektedir. İndeksin büyüme oranı ise bileşenlerin büyüme oranlarının doğrusal bileşimidir. Bileşenlerin ağırlığı ise her bir bileşenin ortalama harcama payına göre verilmektedir (Kunter 1993).

McLellan (2004) indeksleme metodu ile üretim ölçümleri yapmış, genel indeksleme formülleri kullanarak üretimin düzenlenmesine, indeksleme formülünde ekonomik ve gerçek yaklaşımlar kullanılmasına ve serilerin kullanımına dikkat edilmiştir. Ekonomik toplumların kurulmasında göz önüne alınan yaklaşım indeks sayılarının kullanımınıdır. Çünkü indeksleme yöntemleri istatistiksel birimler tarafından resmi üretim ölçümleri olarak yayımlanmaktadır. Basit nümerik örneklerle tanımlanan genel indeksleme formülüne önem verilmiştir ve yaklaşım indeksleme formülüne göre bulunmuştur.

Kwon ve Preston (2004) İngiltere’de nüfus başına düşen araç seyahat uzunluğu (yolcu-km olarak ölçülmüş) ve araç sürüş uzaklığı (taşıt-km olarak ölçülmüş) artışını araştıran bir verimlilik çalışması yapmıştır. Parametrelerin büyüme oranları ise 1990’lı yıllarda 1980 ve 1970 yıllarına göre küçük bir düşüş göstermiştir. Bu çalışmada araç seyahat ve araç sürüş mesafelerinin değişimlerinin arkasındaki kuvvetler incelenmiştir. 1990’larda görülen büyüme oranındaki azalmanın faktörlerini belirlenmiştir. Analizin temelini oluşturan veriler “National Travel Survey” den alınmıştır. Çalışma, araç sahipliği seviyesindeki değişimin anlamını anahtar sürüş kuvveti olarak vurgulamaktadır ve araç sahipliği etkisini diğer etkilerde ayırmaya çalışır. Günlükleme divisia indeks ayrıştırma metodu her etki için göreceli iştirak değerini ölçmek için

kullanılmıştır. Analizler seyahat maksadına göre ayrılmıştır. Yol kapasitesi ve yakıt fiyatları gibi diğer etkenler de sorgulanmıştır.

Lin ve diğ. (2006) Divisia indeksi yaklaşımını kullanarak Tayvan'daki endüstriyel bölümlerin CO₂ yayımlama değişimindeki faktörleri ayrıştırmakta kullanmıştır. CO₂ yayımlama değişkenleri, yayımlama katsayısı, enerji yoğunluğu, endüstriyel yapılar ve ekonomik büyüme olarak tanımlanmıştır. Araştırma anlamlı olabilmesi için ABD, Japonya, Almanya, Hollanda ve Güney Kore'de uygulanmıştır. Araştırma sonucunda ekonomik büyüme ve yüksek enerji yoğunluğu Tayvan'daki artan CO₂ yayılımının anahtar iki ögesi olmuştur, endüstriyel yapılar ise bu yoğunluğun düşüşü için ana kriter olmuştur. Ayrıca ekonomik büyüme önemli olmuş ve Tayvan CO₂ azaltımı için uluslararası trendlere ayak uydurması gerekmektedir. En önemli stratejilerin içerisinde enerji yoğunluğunu düzeltmede çabaların devam etmesi gelmektedir, düşük karbon değerleri için yakıt karışımları endüstriyel CO₂ kesintileri için bir hedef olmalı, yeşil teknolojiyi ilerletmek ve CDM (clean development mechanism) önerileri yapılmıştır.

2.4. Cobb Douglas Üretim Fonksiyonu

Üretimde işgücü ve sermaye gibi iki üretim faktörü kullanıldığında, Cobb-Douglas üretim fonksiyonu;

$$Q = AL^\alpha K^{1-\alpha} \quad (2.5)$$

şeklinde ifade edilmektedir. Denklemde Q fiziki birimlerle üretim miktarını, L işgücü miktarını, K sermaye miktarını, A pozitif değer alan bir sabiti ve α ise pozitif bir katsayıyı göstermektedir. Cobb-Douglas üretim fonksiyonunun genelleştirilmiş şekli;

$$Q = AL^\alpha K^\beta \quad (2.6)$$

olarak gösterilmektedir. Burada β , $1-\alpha$ ya eşit veya farklı değer alan başka bir pozitif katsayıdır. Üretim fonksiyonunda α ve β , 0 ile 1 arasında değerler almaktadır. Yani, $0 < \alpha < 1$ ve $0 < \beta < 1$ 'dir. $\alpha + \beta$ 'nin toplamı ölçeğe göre getiriye vermektedir. Cobb-Douglas üretim fonksiyonu α ve β 'nin alacağı değerlere bağlı olarak ölçeğe göre getirinin türünü gösterebilir.

- $\alpha + \beta = 1$; Cobb-Douglas üretim fonksiyonu ölçeğe göre sabit getiri göstermektedir.
- $\alpha + \beta > 1$; olduğunda ölçeğe göre artan getiri gerçekleşmektedir.
- $\alpha + \beta < 1$; ölçeğe göre alan getiri söz konusudur.

A parametresi teknolojiyi ifade etmektedir. Üretimde ileri teknoloji uygulandıkça, A parametresinin değeri de artmaktadır.

Cobb-Douglas üretim fonksiyonunun üç temel özelliği vardır. Bunlar:

- Üretim fonksiyonunun homojenlik derecesi $\alpha + \beta$ 'ya eşittir.
- Üretim fonksiyonu doğrusal olarak homojen olduğunda, homojenlik derecesi olan $\alpha + \beta = 1$ 'dir ve
- İşgücü ve sermayenin pozitif değerleri için, eşürün eğrileri negatif eğimli olup orijine dışbükeydir.

Cobb-Douglas üretim fonksiyonunda α parametresinin değeri, sermaye miktarı sabit kalmak kaydı ile işgücü miktarındaki %1 oranındaki artış karşısında üretim miktarında meydana gelen % artışı göstermektedir. Böylece, α üretimin işgücü (α , işgücüne göre kısmi üretim) esnekliğidir. Örneğin, $\alpha = 0,8$ ise, işgücü miktarında %1'lik bir artış (sermaye miktarı sabit kalmak kaydı ile) üretim miktarında % 0,8'lik bir artışa sebep olmaktadır. Böylece, üretimin işgücü esnekliği de 0,8'dir.

Benzer şekilde, β parametresinin değeri de, üretimde kullanılan işgücü miktarı sabit tutulması kaydıyla, sermaye miktarındaki %1 oranındaki bir artış karşısında üretim miktarında meydana gelen % artışı göstermektedir. Yani, β üretimin sermaye (β , sermayeye göre kısmi üretim) esnekliğidir. Mesela, $\beta = 0,4$ ise, sermaye miktarındaki % 1'lik bir artış (üretimde kullanılan işgücü miktarı değişmemek kaydıyla) üretim miktarında % 0,4'lük bir artışa yol açmaktadır. Üretimin sermaye esnekliği 0,4'tür.

Ele alınan örnekte, $\alpha + \beta = 0,8 + 0,4 = 1,2$ 'dir. Böylece, üretim fonksiyonu ölçeğe göre artan getiri vermektedir. Yani, işgücü ve sermayenin birlikte % 1 oranındaki bir artışı, üretim miktarında % 1'den büyük bir artışa yol açmaktadır. Daha açık bir ifade ile işgücünde meydana gelen % 1'lik bir artış üretim miktarında % 0,8'lik bir artışa yol

açarken, sermaye miktarındaki % 1'lik bir artış da üretim miktarında % 0,4'lük bir artışa sebep olmaktadır. Böylece, hem işgücü hem de sermaye miktarındaki artış % 1 iken, üretim miktarındaki artış % 1,2'dir. Yani, ölçeğe göre artan getiri söz konusudur.

Diğer yandan, $\alpha + \beta < 1$ ise, üretim fonksiyonu ölçeğe göre azalan getiri vermektedir. Yani, işgücü ve sermayenin birlikte % 1 oranındaki bir artışı, üretim miktarında % 1'den daha küçük bir artışa sebep olmaktadır.

Son olarak, $\alpha + \beta = 1$ ise, üretimde ölçeğe göre sabit getiri hakimdir. Yani, işgücü ve sermayenin birlikte % 1 oranındaki bir artışı üretim miktarında % 1'lik bir artışa yol açmaktadır.

Cobb-Douglas üretim fonksiyonu, CES (sabit ikame esnekliği) üretim fonksiyonunun özel bir durumudur. Yaygın olarak kullanılan CES üretim fonksiyonu:

$$Q = A[\delta K^{-\rho} + (1 - \delta)L^{-\rho}]^{-1/\rho} \quad (A > 0; 0 < \delta < 1; \rho > -1) \quad (2.7)$$

burada K ve L sırası ile sermaye ve işgücü miktarlarını; A , δ ve ρ ise parametrelerdir. Etkinlik parametresi olarak bilinen A parametresi, Cobb-Douglas üretim fonksiyonunda A parametresinin üstlendiği rolü yerine getirmektedir. Dağılım parametresi olarak bilinen δ parametresi, Cobb-Douglas üretim fonksiyonundaki α parametresi gibi, üretimdeki nispi faktör paylarını göstermektedir. İkame esnekliğinin değerini belirleyen ve ikame parametresi olarak bilinen ρ 'nin Cobb-Douglas üretim fonksiyonunda karşılığı bulunmamaktadır. CES üretim fonksiyonunda ikame esnekliği daima 1'e eşittir.

CES fonksiyonu, $\rho = 0$ olması halinde tanımlanamaz. Çünkü fonksiyonun sıfıra bölünmesi mümkün değildir. Bununla birlikte ρ sıfıra yaklaşırsa, CES fonksiyonu da Cobb-Douglas üretim fonksiyonuna yaklaşır.

Dikmen (2005) çimento üretiminde birinci derecede türdeş üretim fonksiyonları içinde, Cobb-Douglas üretim fonksiyonu yardımıyla ölçeğe göre getiri durumu incelemiştir. Model için Ünye Çimento Sanayi ve Ticaret A.Ş.'nin 1980-2003 dönemi çimento üretimi verileri esas alınarak Sıradan En Küçük Kareler (SEK) yöntemiyle parametre tahmini yapmış ve bulunan sonuçları anlamlılık açısından yorumlamıştır.

Elde edilen bulgular Cobb-Douglas üretim fonksiyonunun çimento üretimi için geçerli olduğu yönündedir. Sonuç olarak UCS çimento üretiminde ileri bir teknoloji düzeyiyle üretim yapıldığı görülmüştür. Çimento üretiminde tamamen sermaye yoğun bir üretim teknolojisi ve üretimde ölçüğe göre azalan bir getiri olduğu ($\alpha + \beta = 0.071$) Cobb-Douglas üretim fonksiyonu UCS çimento uygulaması ile tespit etmiştir. Cobb-Douglas üretim fonksiyonu regresyon denklemi, SEK yöntemiyle analiz edilerek bulunan parametreler ve istatistiksel test sonuçları anlamlı bulmuştur. Dolayısıyla Cobb-Douglas üretim fonksiyonunun çimento sanayi için geçerli bir model olduğu görülmüştür.

2.5. Veri Zarflama Analizi

VZA, benzer girdiler kullanarak çıktı ya da çıktılar ortaya koymakla sorumlu karar noktalarının göreceli etkinliklerini değerlendirmek için kullanılan ve doğrusal programlama tabanlı bir yöntem olarak tanımlanabilir.

Bir karar verici için birden çok karar noktası varsa, bu karar noktalarının etkinliklerini tahmin etmek ve kararını bu etkinlikler ölçüsünde şekillendirmek önem taşır. Karar noktalarının etkinlik sıralaması karar verici açısından önemlidir ve karar verici diğerlerine nazaran daha az etkin olan karar noktalarının etkinliklerinin artırılmasını sağlayacak senaryoların kararın bütününe etkinliğini nasıl değiştireceğini bilmek ister.

VZA'yı benzer amaçlı diğer yöntemlerden ayıran temel özellik, çok sayıda girdi ve çıktının olduğu durumlarda değerlendirme yapılabilmesini sağlamasıdır. Analiz sonucunda, her karar noktasının etkinlik değeri, etkin olmayan karar noktalarının hangi girdi/çıkıtı oranlarında etkinliklerinin nasıl artırılabilceği (senaryolar) ve referans olarak kullanılacak karar noktalarına ilişkin bilgiler elde edilir (Karakoç, 2003).

VZA'da temel etkinlik ölçütü, çıktıların ağırlıklı toplamının girdilerin ağırlıklı toplamına bölümüdür. Diğer bir deyişle herhangi bir karar noktasının etkinlik ölçütü (j. karar noktası), Denklem (2.8)' deki gibi tanımlanabilir.

$$\frac{u_1 y_1 + u_2 y_2 + \dots + u_n y_n}{v_1 x_1 + v_2 x_2 + \dots + v_m x_m} \quad (2.8)$$

Denklem (2.8)'de j . karar noktası için n adet çıktı ve m adet girdi vardır. Burada, u_n n . çıktının ağırlığını, y_n n . çıktının miktarını, v_m m . girdinin ağırlığını ve x_m m . girdinin miktarını göstermektedir.

VZA'da kullanılan yöntemler, girdi ya da çıktı odaklı olarak çözülebilir. Burada girdi odaklılık, çıktı miktarlarının sabit tutularak girdi miktarlarında meydana gelecek değişimlerin incelenmesi, çıktı odaklılık ise girdi miktarlarının sabit tutularak çıktı miktarlarında meydana gelecek değişimlerin incelenmesi olarak tanımlanmıştır.

Denklem (2.8) den de görüleceği gibi VZA bir kesirli programlama sürecini içermektedir. Ancak kesirli programlamanın çözümü güçtür. Bu nedenle kesirli programlama seti, formülün paydasının 1'e eşit olacağı ana varsayımı ile doğrusal programlama setine dönüştürülebilir ve çözülebilir.

VZA'nın uygulanabilmesi için gerekli olan adımlar şunlardır:

- Karar noktalarının seçimi;
- Girdi ve çıktı faktörlerinin seçimi;
- Modelin seçimi;
- Sonuçların yorumlanmasıdır.

Karar noktalarının seçimi aşamasında VZA'nın sonuçlarının geçerliliği açısından çok önemlidir. VZA'nın karşılaştırmalı bir analiz olduğu için yanlış karar birimleri analize alınacak olursa eğer tüm analiz sonuçları bundan etkilenecektir.

Bu aşamada dikkat edilmesi gereken hususlar;

- Karar noktaları, kullandıkları girdiler ve ürettikleri çıktılar açısından benzer olmalıdır. Diğer bir deyişle karar noktaları, aynı girdi ve çıktı kombinasyonlarını değerlendirebilir olmalıdırlar.
- Tüm karar noktaları için benzer bir kaynaklar seti olmalıdır.
- Tüm karar noktaları benzer çevre şartlarında çalışıyor olmalıdır. Dış çevre işletmenin etkinliği üzerinde önemlidir.

Seçilecek olan girdi çıktı kümesi aşağıdaki özellikleri içermelidir;

- Tüm karar noktaları için ortak faktörler olmalıdır.
- İncelenmek istenen tüm faaliyet seviyeleri ve performans ölçütlerini kapsamalıdır.
- Ölçülebilir, fiziksel ve ekonomik kaynakların tümünü içermelidir.

VZA'da girdi sayısı ile çıktı sayısının çarpımı kadar boyut oluşur ve en az boyut sayısı kadar da etkin karar birimi olacaktır. Girdi ve çıktı sayısı arttıkça ayırt edicilik özelliği azalır. Denklem (2.9) da karar noktası sayısı tanımlanmıştır.

$$\text{En az karar birim sayısı} = 2 \times \text{Girdi sayısı} \times \text{Çıktı sayısı} \quad (2.9)$$

Bu bir genel kural olmakla beraber, girdi ve çıktılar arasında bir korelasyonun da mevcut olmasının gerekliliği unutulmamalıdır. VZA'da dikkat edilmesi gereken bir diğer nokta ise, girdilerin artmasının etkinlikte azalışa, çıktıların artmasının etkinlikte artışa neden olmasıdır.

Girdi ve çıktılarda indeks sayılarının ve normal ölçümlerinin bir arada analiz edilmesi hataya yol açar. Oranlar yerine oranlanmamış ham veriler kullanılırsa hata yapma olasılığı azalır.

Kullanım alanlarına ve varsayımlara göre pek çok VZA modeli kurulabilir. Hangi modelin seçileceği ya da nasıl bir model kurulacağı girdi ve çıktıların kontrol edilip edilemediğine bağlıdır. Eğer girdiler üzerinde kontrol azsa (ya da yoksa) çıktı odaklı bir model; eğer çıktılar üzerinde kontrol azsa girdi odaklı bir model kurulmalıdır. Her şeye rağmen bir odak oluşturulamıyorsa toplamsal modelleri kullanmak uygun olacaktır.

Eğer karar verici, karar noktalarının etkinlik durumuyla ilgileniyor ve etkinlik türünü önemsemiyorsa tüm modeller kullanılabilir. Ancak karar verici etkinlik türünü önemsemiyorsa toplamsal modeller kullanılmamalıdır. Çünkü bu tür modeller karma etkinliği verir, etkinliklerin türlerine göre ayrışımını incelemez.

Veri toplama aşamasında doğru ve geçerli verileri toplamak için dikkat edilmelidir. Yine bu paket programlar girdi/çıktı faktörlerinin yanlış seçilip seçilmediğini dolayısıyla yanlış model kullanılıp kullanılmadığı konusunda karar vericiye bir uyarı vermez. Bu tip konularda karar verici daha dikkatli olmak zorundadır.

2.6. Sonuç

Bu bölümde indeksleme yöntemi, TFV, VZA ve Cobb-Douglas üretim fonksiyonu metotları açıklanmıştır. Gerekli literatür detaylı bir şekilde açıklanmıştır. Bunun için gerekli olan formüller ve uygulama alanları belirtilmiştir. Formülasyonu verilen yöntemlerin ulaştırma sistemlerinin verimliliğini belirleyen parametreler üzerinde uygulanması üçüncü ve dördüncü bölümlerde yapılacaktır.

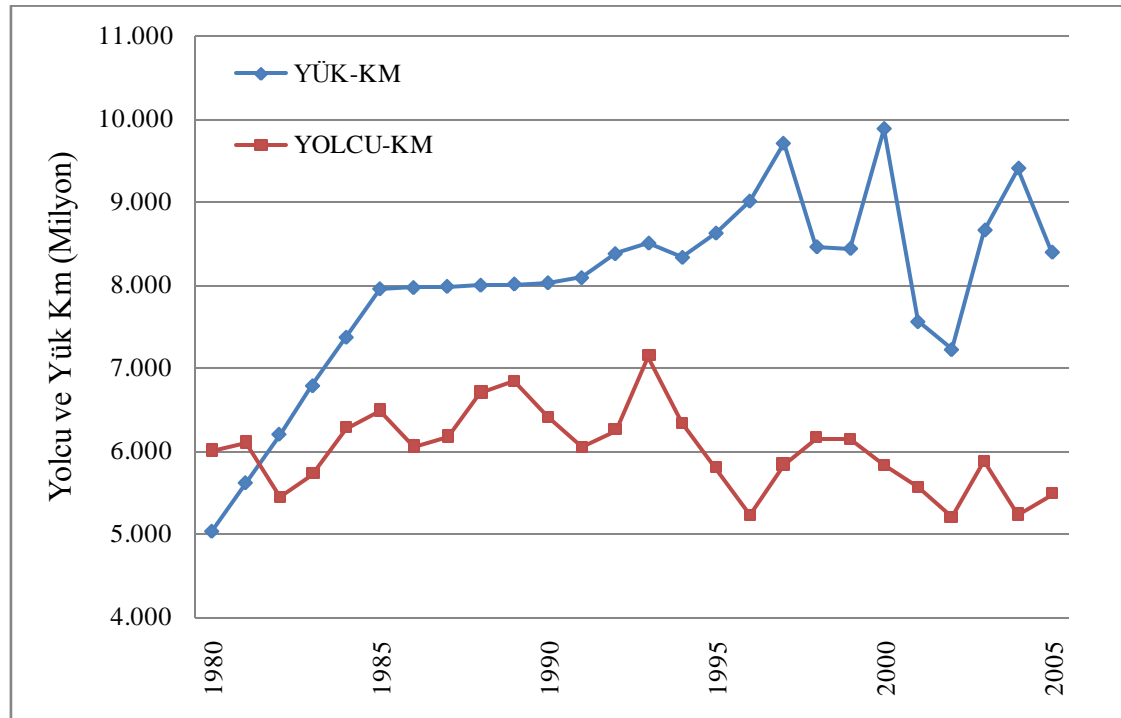
3. DEMİRYOLLARINDA VERİMLİLİK ÇALIŞMASI

3.1. Giriş

Bu bölümde demiryollarının performans parametreleri belirlenerek ülkemizde demiryollarının performans verileri analiz edilmiştir. Veriler, performans gösterge çıktıkları olan yük, yolcu ve tren-km değerlerinden oluşmaktadır. Verilerin analizinde kullanılan yöntemler indeksleme yöntemi, TFV ve VZA metotlarıdır.

3.2. Veriler

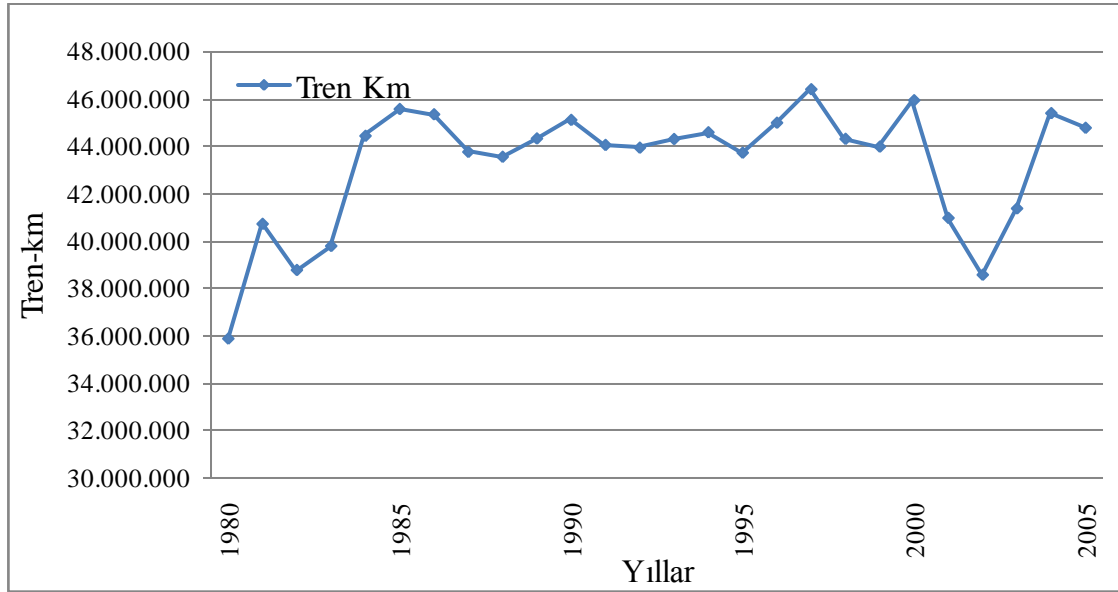
Şekil 3.1’de TCDD’nin 1980-2005 yılları arasındaki yolcu-km ve yük-km değerleri verilmiştir. Şekilden de anlaşılacağı gibi hem yolcu hem de yük taşımalarında istikrarlı bir artışın sağlanamadığı görülmektedir. Yük-km değerleri 1992-1995 yılları arasında artmış olmasına karşın ilerleyen yıllarda yine eski değerlerine gerilemiştir. Yolcu-km değerleri ise hiçbir gelişme kaydedememiştir.



Şekil 3.1 Demiryollarında yolcu-km ve yük-km değerleri

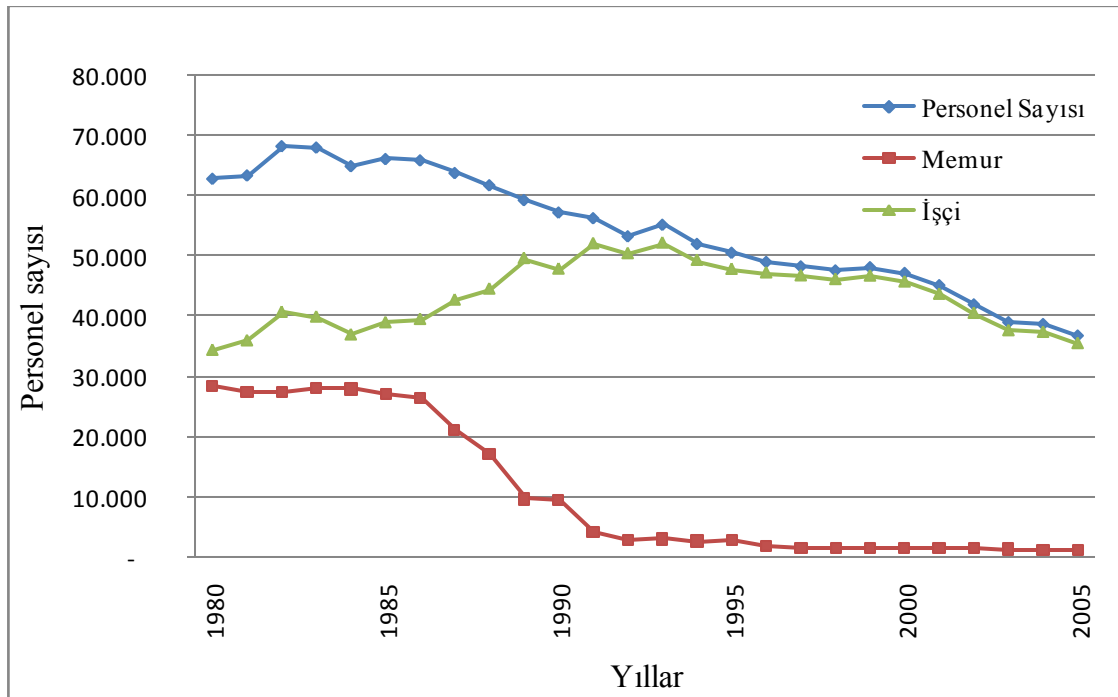
Şekil 3.2’de 1980-2005 yılları arasındaki tren-km değerleri görülmektedir. Yaklaşık son 35 yıldır tren-km değerlerinde herhangi bir değişimin olmadığı söylenebilir. 2000-

2002 yılları arasındaki düşüşün nedeni olarak ülkemizdeki ekonomik bozukluklar söylenebilir.



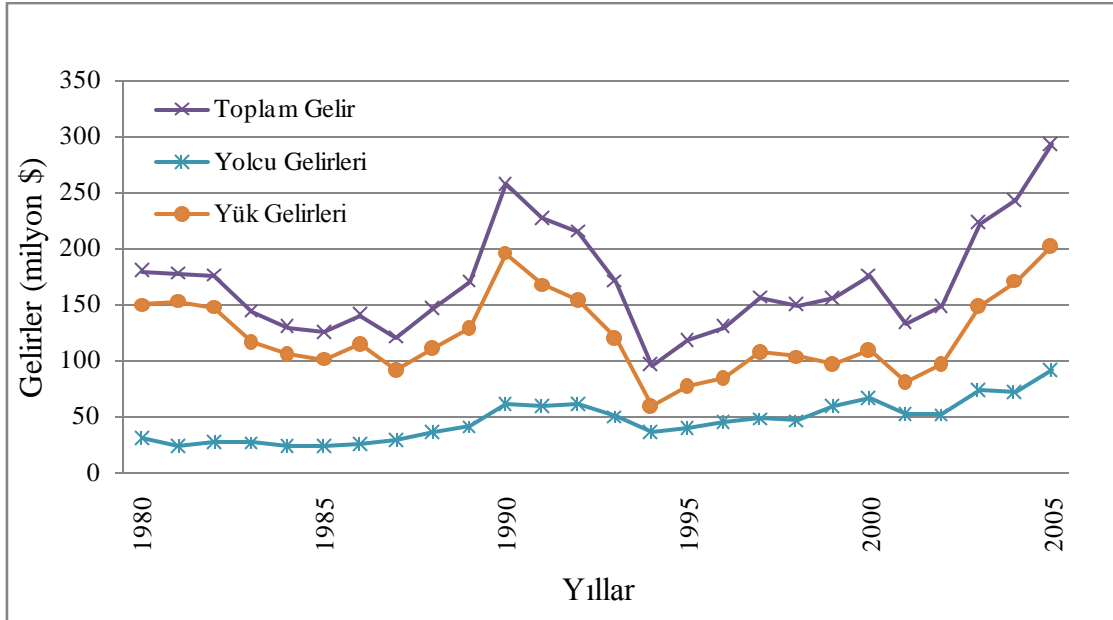
Şekil 3.2 Demiryollarında tren-km değerleri

Şekil 3.3’de yine 1980-2005 yılları arası personel sayısının memur, işçi ve toplam olmak üzere değişimi göstermektedir. 1984 yılından itibaren işçi sayısında artış memur sayısında ise azalma gözlemlenmektedir.



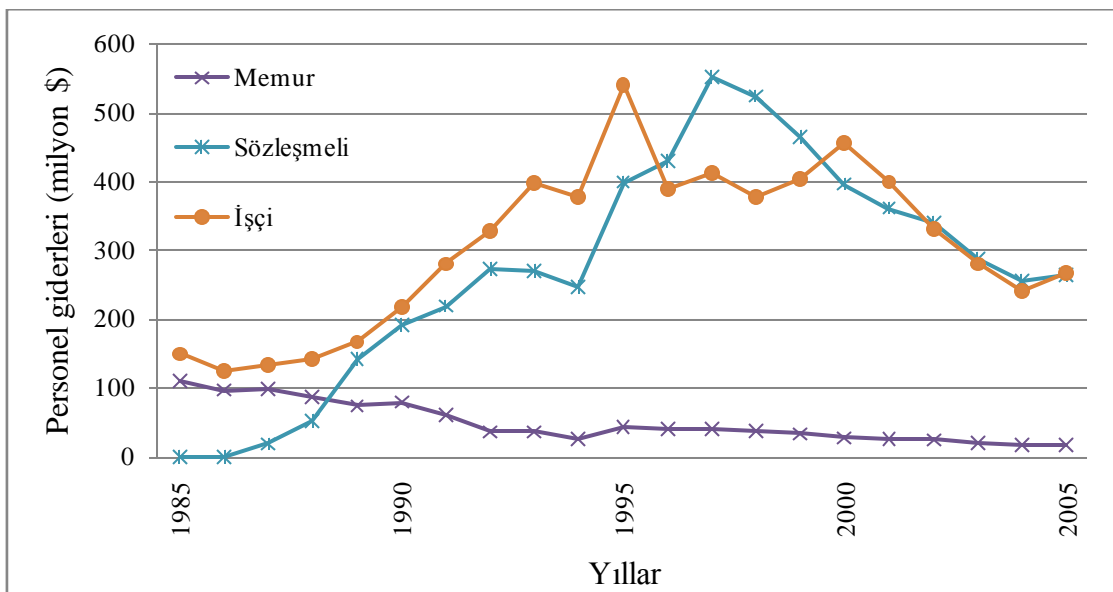
Şekil 3.3 Demiryollarında personel sayıları

Şekil 3.4’de TCDD’nin 1980-2005 yılları arasındaki gelirleri toplam, yolcu ve yük olarak gösterilmiştir. 1986 yılında başlayan gelir artışı 1989 yılına kadar sürmüştür ve tekrar düşüş göstermiştir ve 2005 yılına kadar küçük dalgalanmalar göstermiştir.



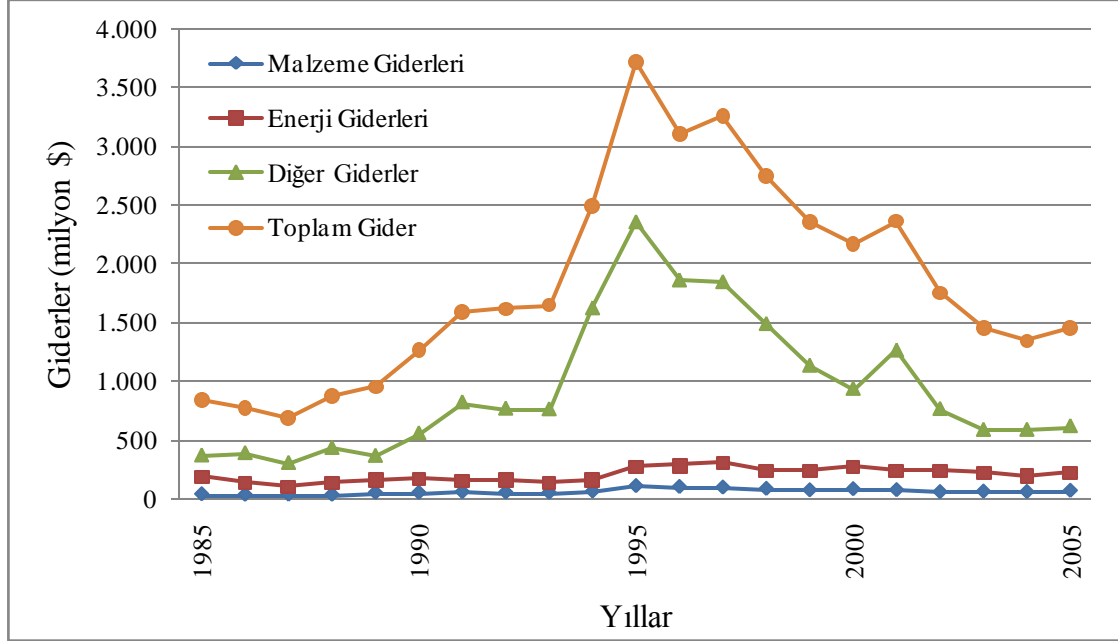
Şekil 3.4 Demiryollarında gelirler

Şekil 3.5’e bakıldığında, Şekil 3.3’de gözlemlenen personel sayısının azalması, personel giderleri bakımından incelendiğinde olması gerekenin aksine personel maliyetlerini artırmış, 90’lı yılların sonunda ise bu durum dengelenmeye çalışılmıştır.



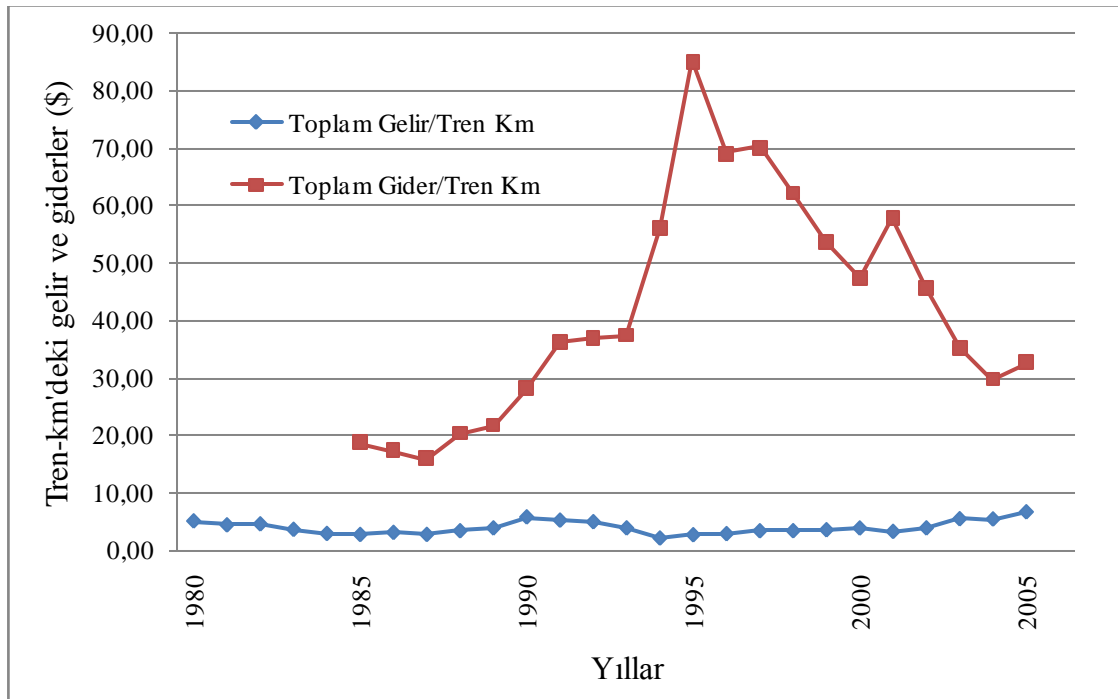
Şekil 3.5 Demiryollarında personel giderleri

Şekil 3.6’da demiryollarındaki çeşitli giderlerin grafiksel görünümü sunulmaktadır. Bu grafikte diğer giderler adı altında verilen değerlerin büyük bir kısmını yatırım ve bakım-onarım giderleri oluşturmaktadır.



Şekil 3.6 Demiryollarında giderler

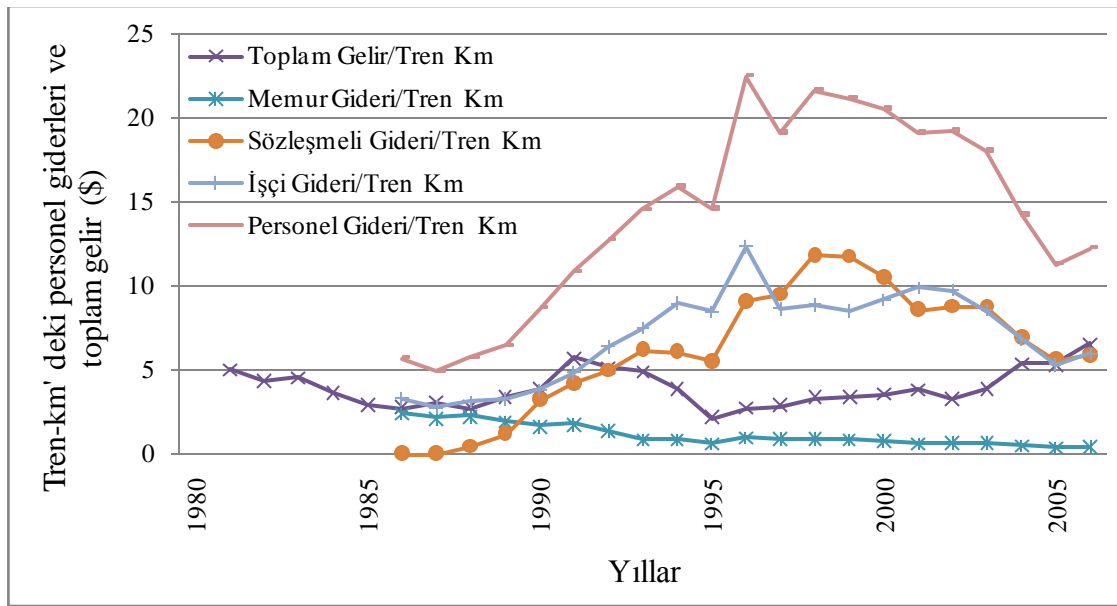
3.3. Analizler



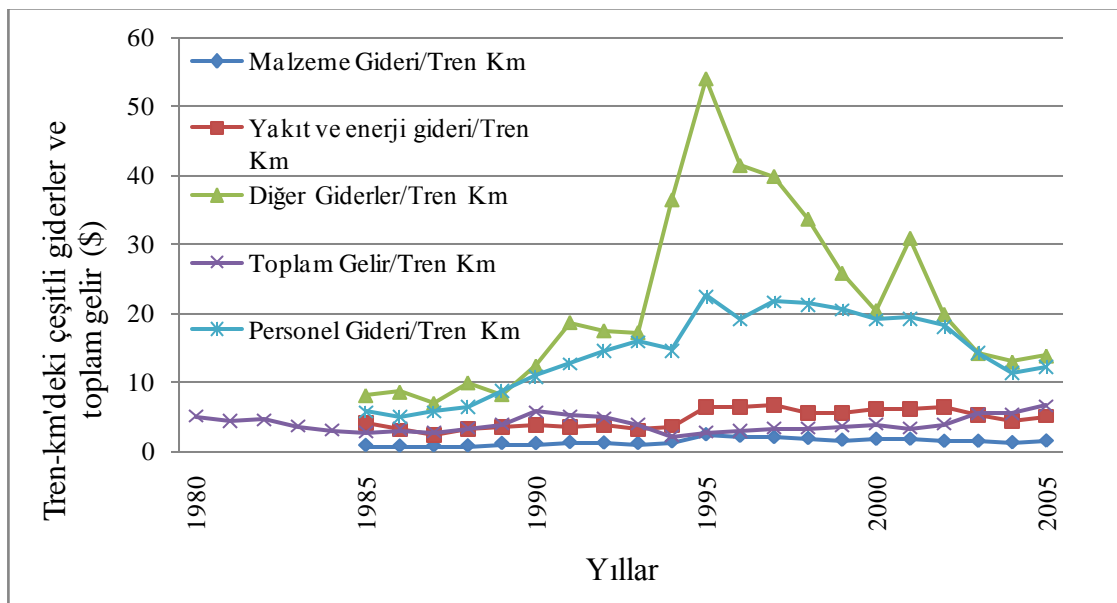
Şekil 3.7 Demiryollarında tren-km'deki gelirler ve giderler

Şekil 3.7’de bir tren-km’deki gelir ve giderler gösterilmiştir. Bu çalışmanın amaçlarından birisi de bu iki çizgi arasındaki farkı en aza indirmek ve hatta gelirin giderden fazla olmasını sağlayıp TCDD’yi verimli bir hale getirmek olduğu için bu kısım ile ilgili çalışma 5. Bölümde yapılmıştır.

Şekil 3.8’de tren-km deki personel giderleri ve toplam gelir gösterilmiştir. Giderler kalemlerinden sadece tren-km başına düşen personel giderine bakıldığında bile toplam gelirin bu değerleri karşılamadığı açıkça görülmektedir.



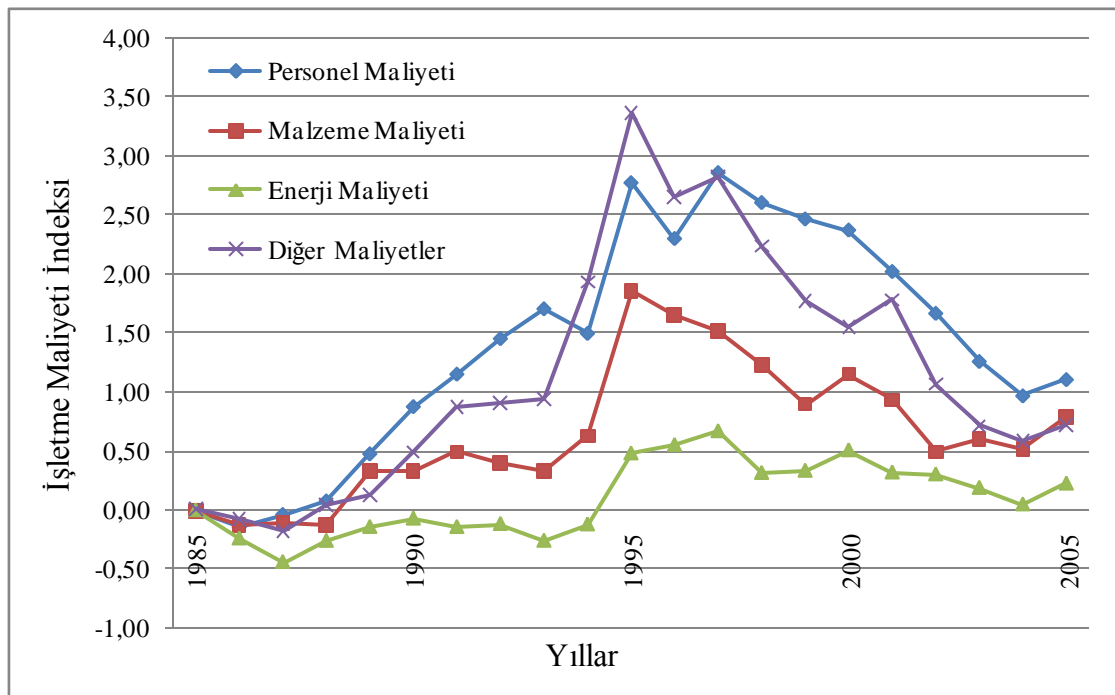
Şekil 3.8 Demiryollarında tren-km’deki personel giderleri ve toplam gelir



Şekil 3.9 Demiryollarında tren-km’deki çeşitli giderler ve toplam gelir

Şekil 3.9’da da aynı şekilde Tren-km başına düşen gider kalemleri ve Toplam gelir gösterilmiştir. Yine aynı şekilde toplam gelirin bu gider kalemlerini de karşılamadığı ortadadır. Diğer giderler adı altında verilen gider kalemlerinin çoğunluğunu bakım-onarım ve kamulaştırma bedelleri oluşturmaktadır (TCDD, 2005).

Şekil 3.10’da demiryollarında gerçekleşen maliyet kalemlerine indeksleme metodu uygulaması sonucunda elde edilen grafik görülmektedir. 1985 yılı baz alınarak yapılan indeksleme sonucunda, maliyet kalemlerinin 1995 yılına kadar hızla artış gösterdiği ancak bu yıldan sonra 2005 yılına kadar düşüş gösterdiği anlaşılmaktadır.

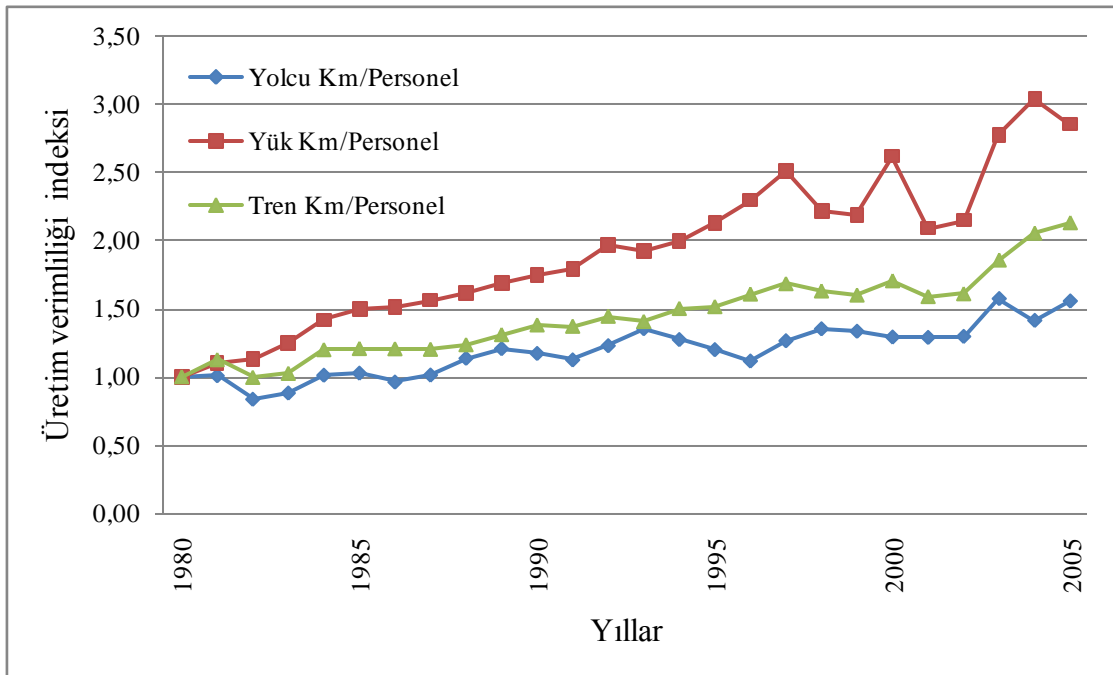


Şekil 3.10 Demiryollarında işletme maliyeti indeksi

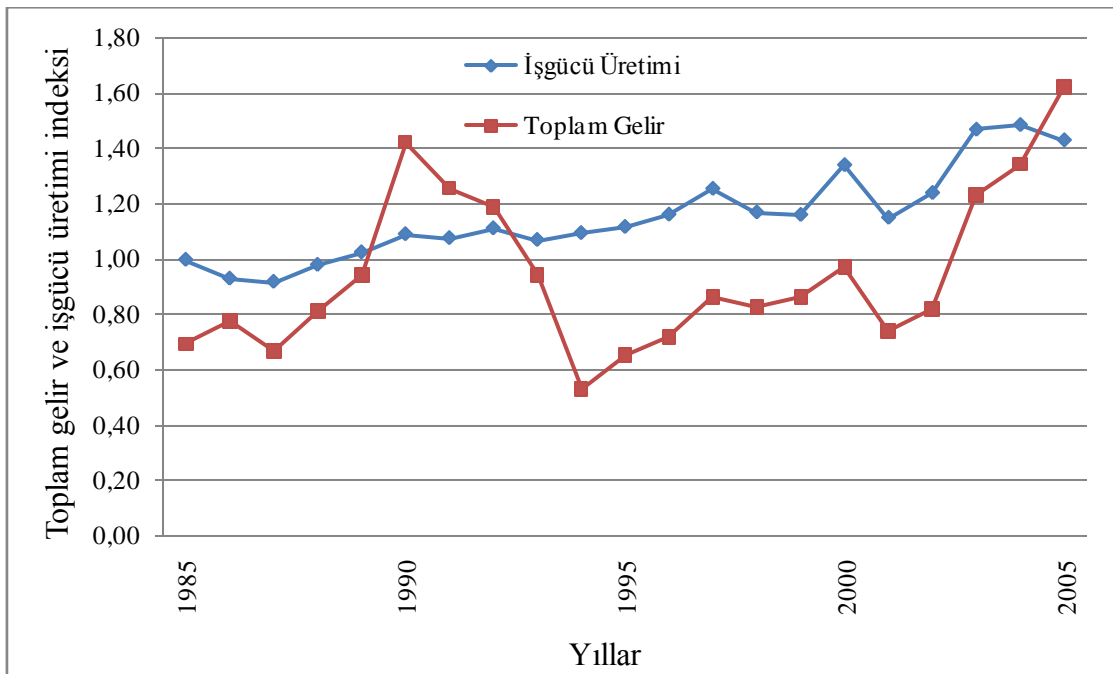
Üretim verimliliği indeksi personel başına düşen yolcu-km, yük-km ve tren km değerlerinin indeksleme metotlarından Divisia indeksleme modeli ile elde edilmiştir. 1980 yılının baz alındığı bu indekslemede ise Şekil 3.11 de görüldüğü gibi üretim verimliliğinin artış gösterdiği fakat bu artışın kayda değer bir gelişme olmadığı görülmektedir.

İndeksleme metodu ile yapılan işgücü üretimi ve toplam gelir hesaplamaları Şekil 3.12 de görülmektedir. Bu grafik bize işgücü üretiminin toplam gelir üzerine olan etkisini göstermektedir. Şekil’den görüleceği gibi 1987-1997 yılları arasında işgücü üretiminde sürekli bir artışın görünmesine karşın toplam gelir indeksinde dalgalanmalar

görülmektedir. Ancak grafiğin 2000-2005 yılları arasında toplam gelir üzerinde kısmi bir etkisi olduğu söylenebilir.



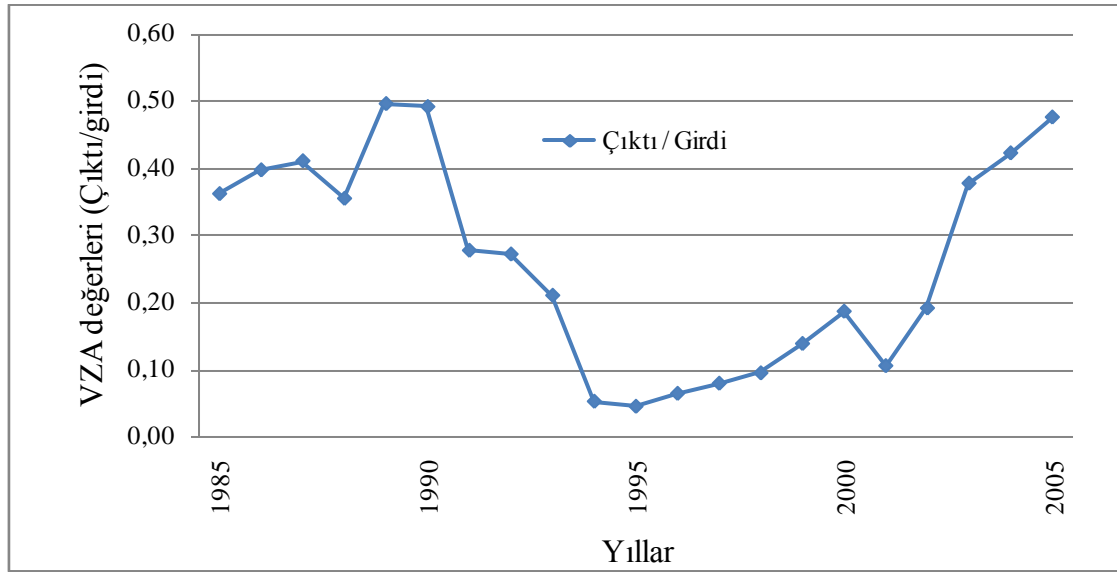
Şekil 3.11 Demiryollarında üretim verimliliği indeksi



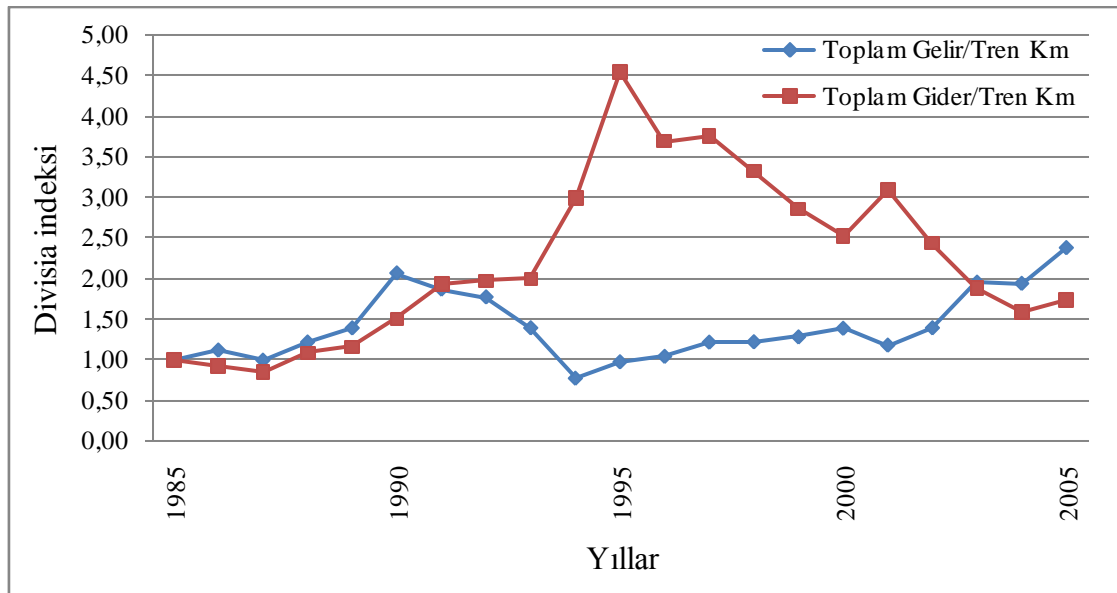
Şekil 3.12 Demiryollarında toplam gelir ve işgücü üretimi indeksi

Şekil 3.13 de verilerin VZA yöntemiyle yapılan verimlilik hesaplamalarının sonuçları görülmektedir. Bu değerler kabaca girdi miktarlarının çıktı miktarlarına oranı

olarak ifade edilebilir. Değerlerin hesaplanmasında kullanılan formül bölüm 2 denklem (2.8) de verilmiştir. Bu formülde çıktıları yolcu gelirleri ve yük gelirleri, girdileri ise personel (memur, sözleşmeli, işçi), malzeme, enerji, yatırım ve diğer giderler oluşturmaktadır. Grafikte görülen değerlerin 1 den büyük olması verimli, 1 den küçük olması ise verimsiz olduğunu ifade etmektedir. VZA'ya göre 1994 yılından itibaren verimlilikte bir gelişme görülmektedir fakat bu değerler yine 1'in altında kalmaktadır.



Şekil 3.13 Demiryollarında VZA sonuçları



Şekil 3.14 Demiryollarında Divisia indeksi ile gelir ve gider değerleri

Demiryollarının Divisia indeksi ile yapılan analizinde ortaya çıkan değerler Şekil 3.14'te grafiksel olarak gösterilmektedir. 1985-1990 yılları arasında bulunan

değerlerden verimlilik anlamında bir iyileşmenin olduğundan bahsedebiliriz. Ancak 1991-1996 yılları arası değerlerde verimliliğin tamamen gerilediği buna bağlı olarak da Şekil 3.12'den toplam gelirin düştüğü bulunmuştur. 1996'dan günümüze kadar olan verim artışı ancak 2003 senesinden bu yana işletmenin verimli bir şekilde çalışmasına imkan verebilmiştir.

3.4. Sonuç

Bu bölümde demiryolları ile ilgili veriler VZA, indeksleme yöntemi ve TFV yöntemleri kullanılarak analiz yapılmıştır. Bu analiz değerlerinden demiryollarında yapılan yatırımlar ve giderler arasında tutarlı bir ilişki gözlenememektedir. Özellikle 1992-1995 yılları arasında demiryollarındaki toplam giderler 2 kat oranda artarken gelir % 70 oranında azalmıştır.

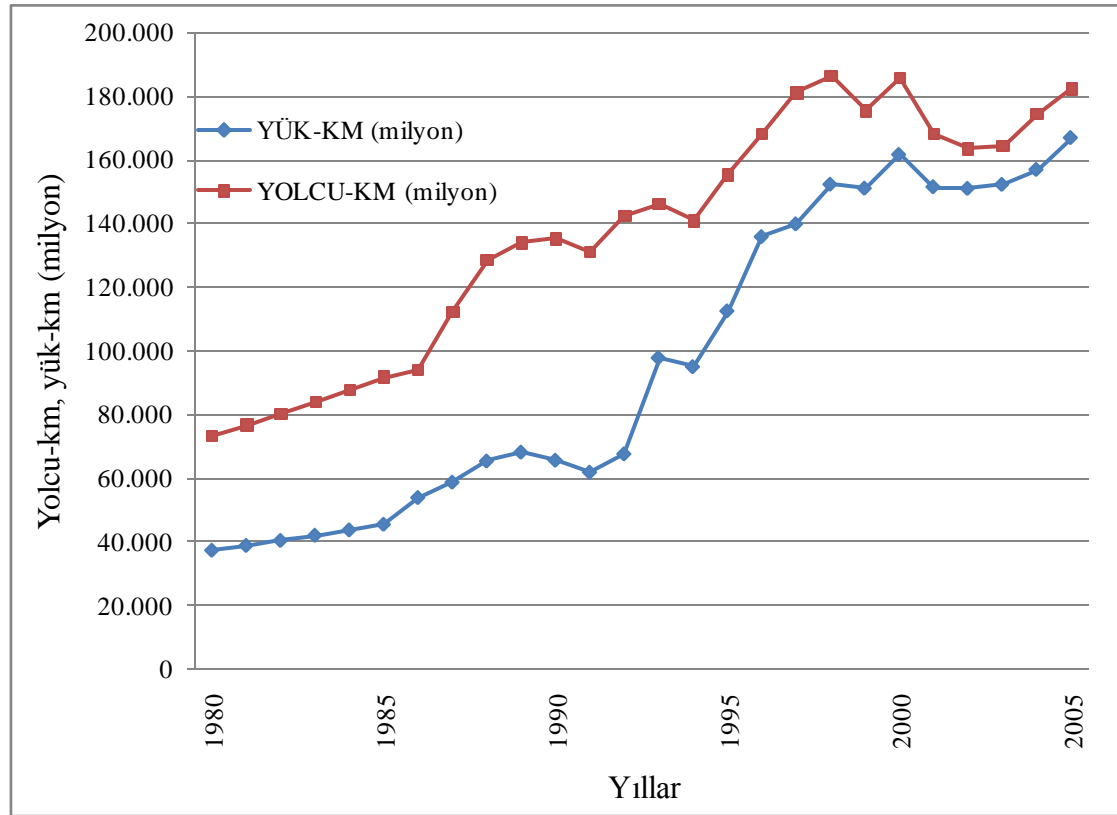
4. KARAYOLLARINDA VERİMLİLİK ÇALIŞMASI

4.1. Giriş

Bu bölümde karayollarının performans parametreleri belirlenerek ülkemizdeki karayollarının performans verileri analiz edilmiştir. Veriler, performans göstergeleri olan yük, yolcu ve taşıt-km değerlerinden oluşmaktadır. Verilerin analizinde kullanılan yöntemler İndeksleme yöntemi, TFV ve VZA metotlarıdır. Aynı zamanda karayollarına olan talebin demiryolları üzerindeki etkisi incelenecektir.

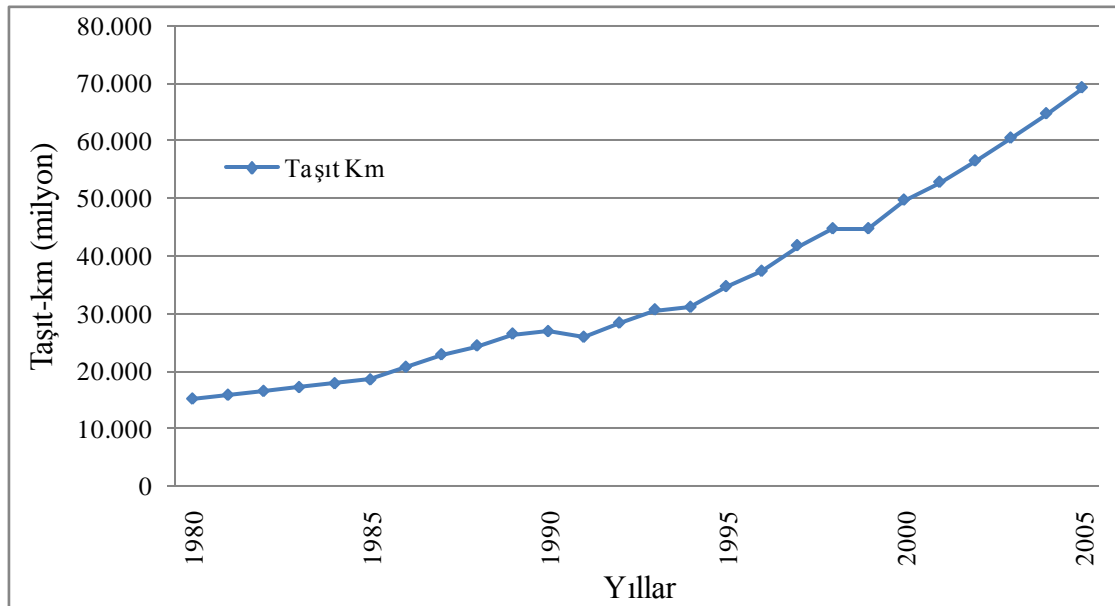
4.2. Veriler

Şekil 4.1’de karayollarının 1980-2005 yılları arasındaki yolcu-km ve yük-km değerleri verilmiştir. Şekil’den de anlaşılacağı gibi hem yolcu hem de yük taşımalarında istikrarlı bir artışın olduğu görülmektedir.



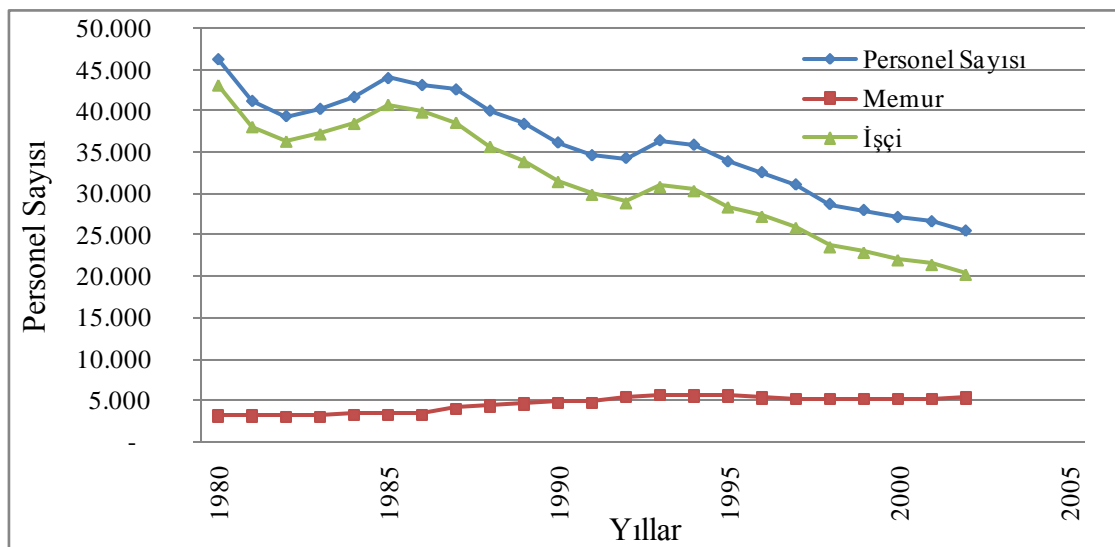
Şekil 4.1 Karayollarında yolcu-km ve yük-km değerleri

Şekil 4.2 deki grafikte karayollarındaki trafik-km değerleri gösterilmiştir. Bu grafikten karayollarına karşı oluşan istihdamın istikrarlı artışı görülmektedir.



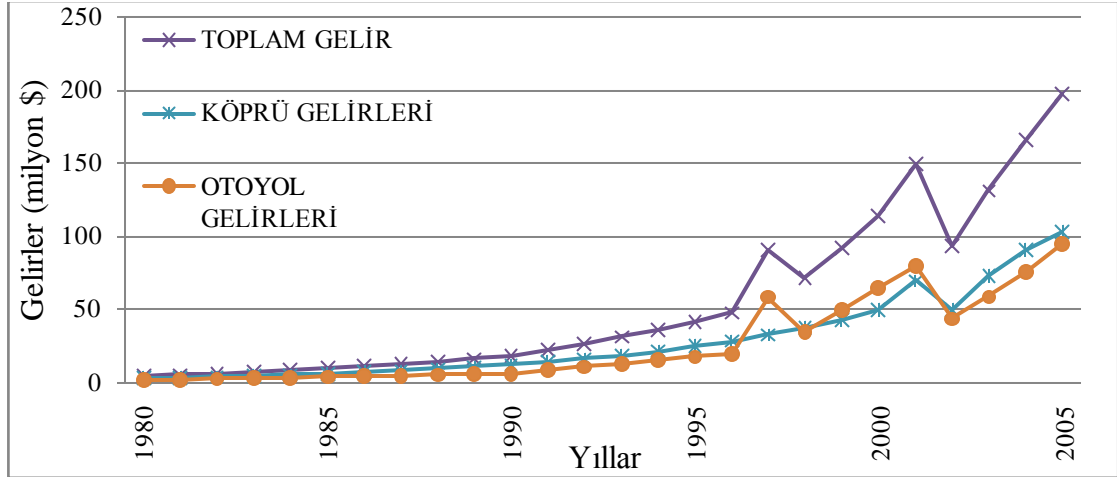
Şekil 4.2 Karayollarında taşıt-km değerleri

Personel sayısındaki değişme demiryollarının tersine işçi sayısının azaltılıp memur sayısının artırılması yönünde olmuştur ancak toplam üzerinden bakacak olursak personel sayısında sürekli bir azalma gözlemlenmektedir. 1982 ve 1992 yıllarında görülen personel sayısının artış nedeni bu senelerde gerçekleşen seçim yatırımı olarak ifade edilebilir. (Şekil 4.3)



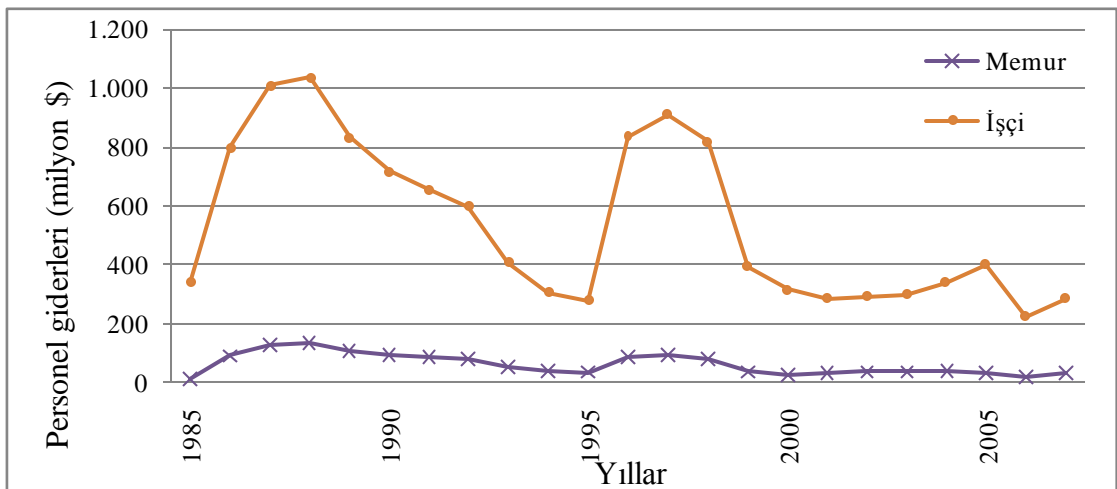
Şekil 4.3 Karayollarında Personel Sayıları

Şekil 4.2 de görülen istihdam artışının sonucu olarak karayollarındaki gelir artışı Şekil 4.4'te verilmiştir. 1996 yılından önce olan veriler bulunamadığı için zaman serileri metodu kullanılarak değerler elde edilmiştir. 1996 yılından 1980 yılına gelindiğinde gelirin sıfıra yaklaşmasının nedeni bu yıllarda otoyol ve köprü gelirlerinin olmayışıdır.



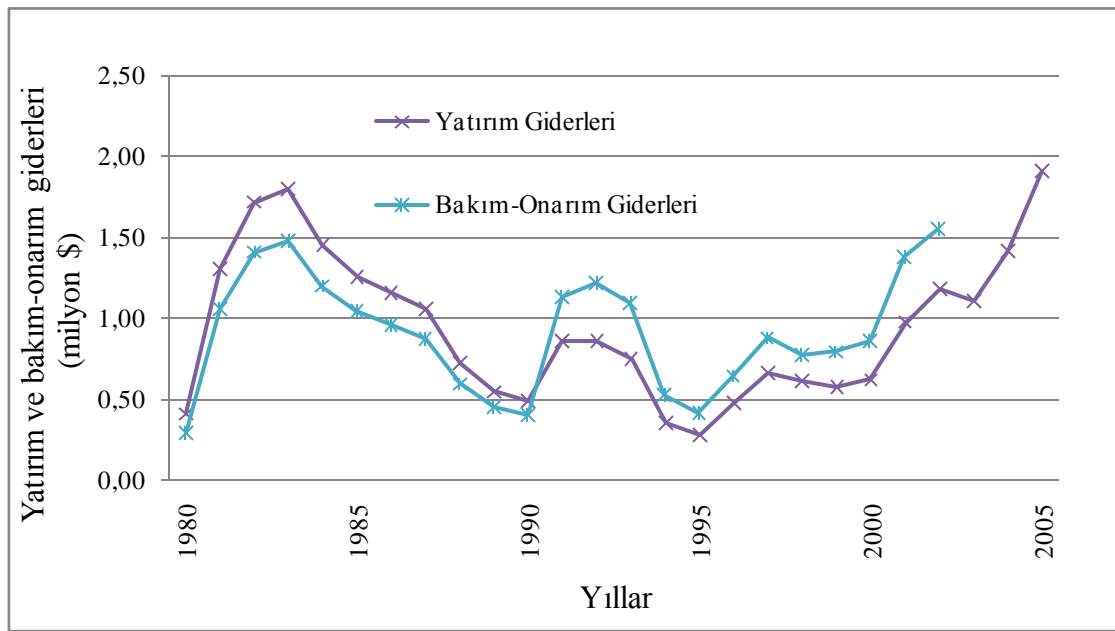
Şekil 4.4 Karayollarında gelirler

Şekil 4.5'de karayollarında memur ve işçi bazında personel giderleri verilmiştir. Bu grafikte 1988 ve 1997 yıllarında görülen personel maliyeti artışlarının nedeni olarak bu yıllarda yapılan yatırımların ve bakımların artması söylenebilir. Grafikte görülen dalgalanmaların sebebi ise döviz kurlarındaki dalgalanma ve Türkiye'de oluşan ekonomik bozukluklardır. Yatırım ve bakım-onarım maliyetlerini gösteren grafik Şekil 4.6'da verilmiştir.



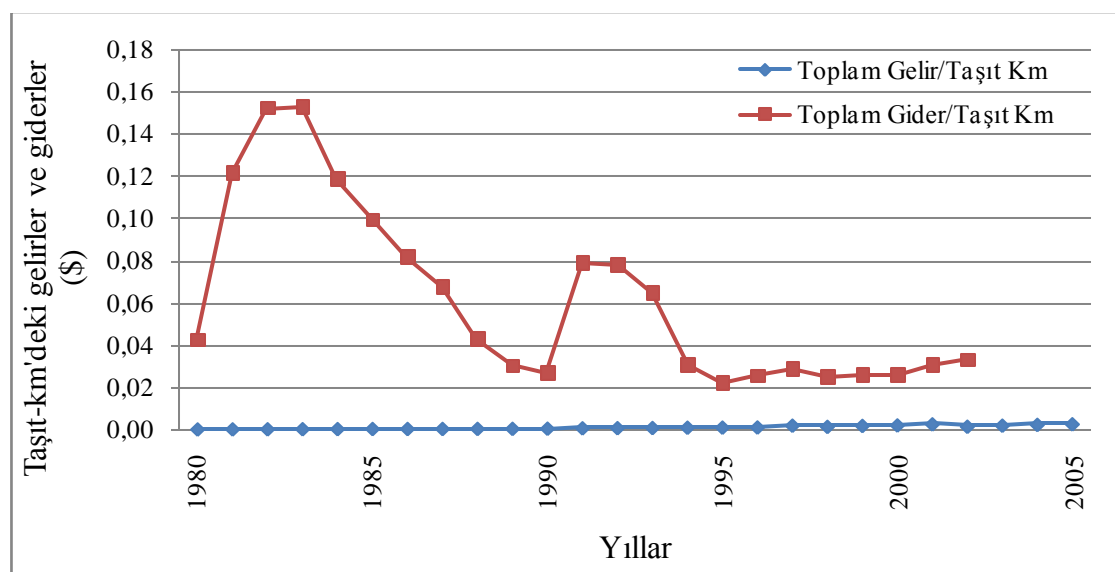
Şekil 4.5 Karayollarında personel giderleri

Gider kalemlerinin çoğunluğunu oluşturan yatırım ve bakım-onarım giderleriyle ilgili grafik Şekil 4.6 da verilmiştir. Analizlerde de görüleceği üzere yatırım ve bakım-onarım giderleri başta personel ve malzeme giderleri olmak üzere bütün gider kalemlerini etkilemektedir. Bunun sonucu olarak VZA yöntemi ile bulunan değerler (Çıktıların ağırlıklı toplamı/Girdilerin ağırlıklı toplamı) değerleri düşmektedir.

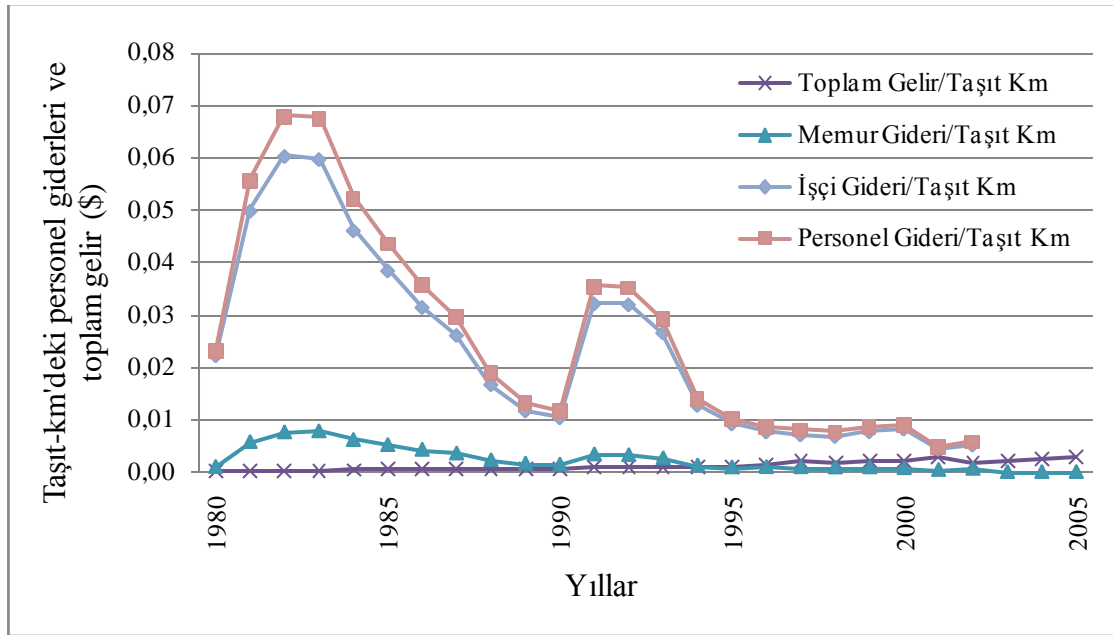


Şekil 4.6 Karayollarında diğer giderler

4.3. Analizler



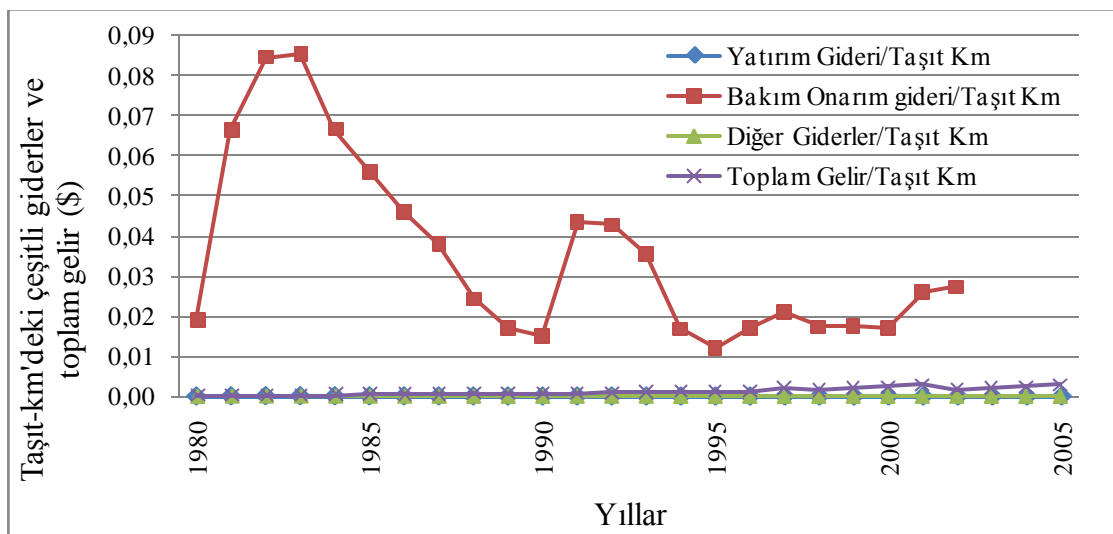
Şekil 4.7 Karayollarında taşıt-km'deki gelir ve giderler



Şekil 4.8 Karayollarında taşıt-km'deki personel giderleri ve toplam gelir

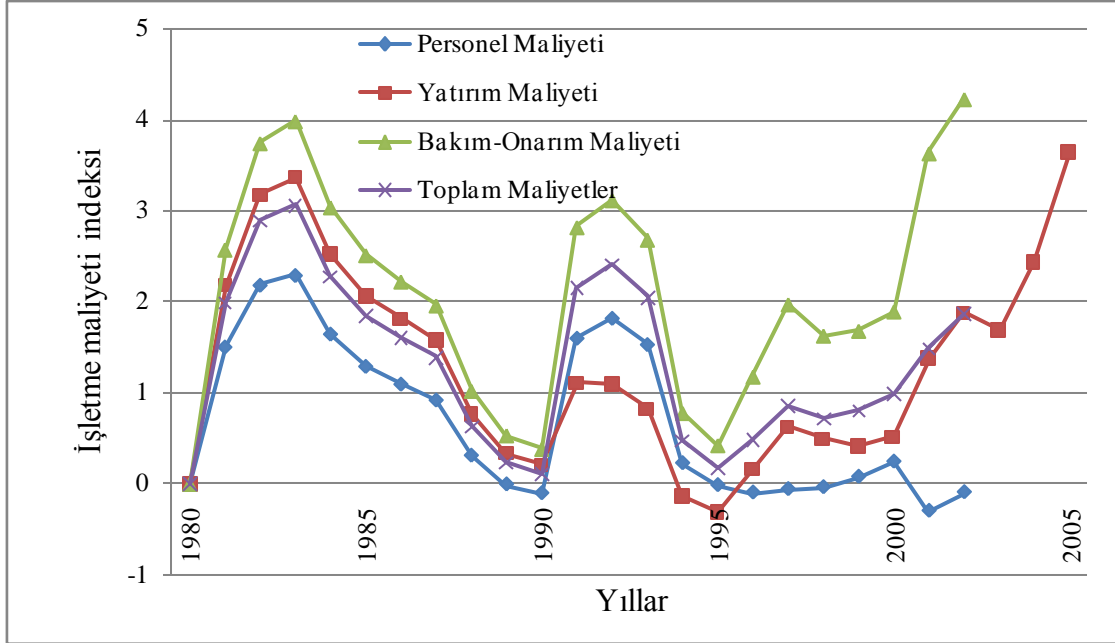
Şekil 4.7'de bir taşıt-km başına düşen gelir ve giderler grafiksel olarak gösterilmektedir. Grafiğin tavan yaptığı noktaların nedeni, o tarihlerde yapılan yapım, bakım ve onarım yatırımlarının yüksek olmasından kaynaklanmaktadır.

Şekil 4.8'de 1980 ve 2005 yıllarında yapılan bakım-onarımların işçi gideri, memur gideri ve toplam personel gideri üzerindeki etkisi görülmektedir. İnşaat, bakım ve onarım çalışmalarının yoğun olduğu dönemlerde, kadrolu ve sözleşmeli personel/işçi istihdamı gerçekleştirilmiştir. Bu nedenle 1980-1983 ve 1990-1991 yılları arasında toplam personel giderinde artış görülmektedir.



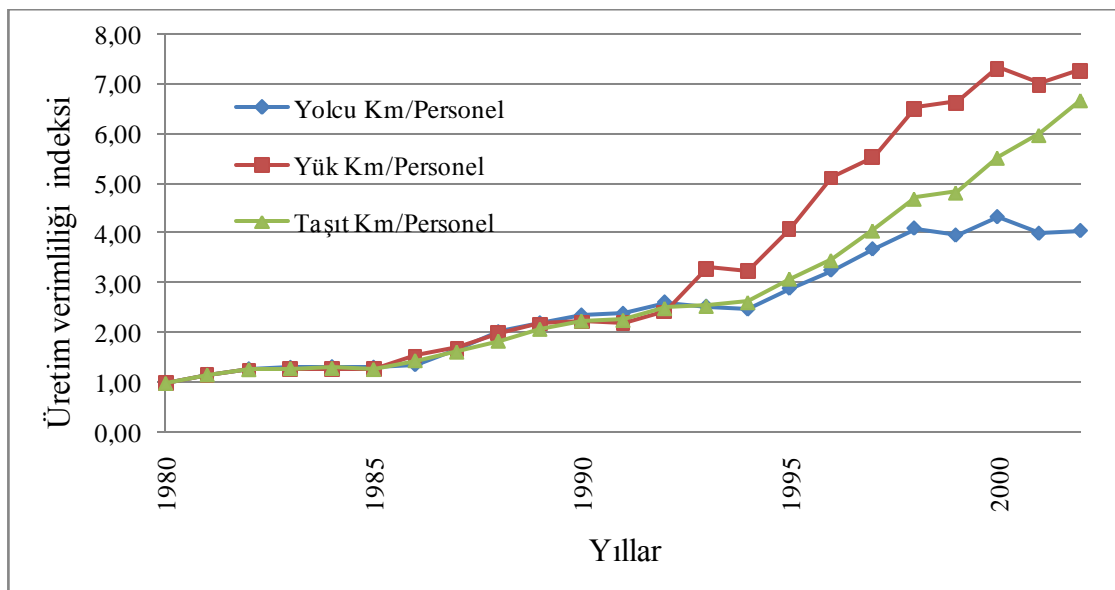
Şekil 4.9 Karayollarında taşıt-km'deki çeşitli giderler ve toplam gelir

Şekil 4.10'da İşletme maliyetleri indeksi grafiği verilmiştir. Grafiğin zirve yaptığı yıllarda karayolları genel müdürlüğü bütçesinin konsolide bütçeden daha fazla pay aldığı ve bu ödeneğin yapım bakım ve onarım giderlerine harcadığı söylenebilir.



Şekil 4.10 Karayollarında işletme maliyeti indeksi

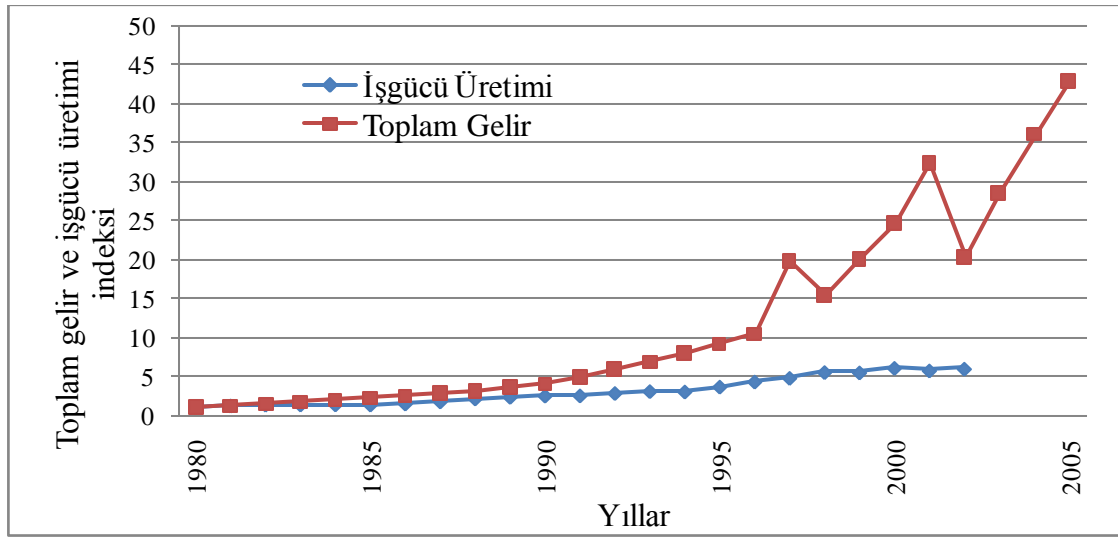
Demiryollarında olduğu gibi karayollarında da üretim verimliliği indeksi, Divisia indeksleme metodu ile analiz edilmiş ve bulunan değerler Şekil 4.11 de verilmiştir.



Şekil 4.11 Karayollarında üretim verimliliği indeksi

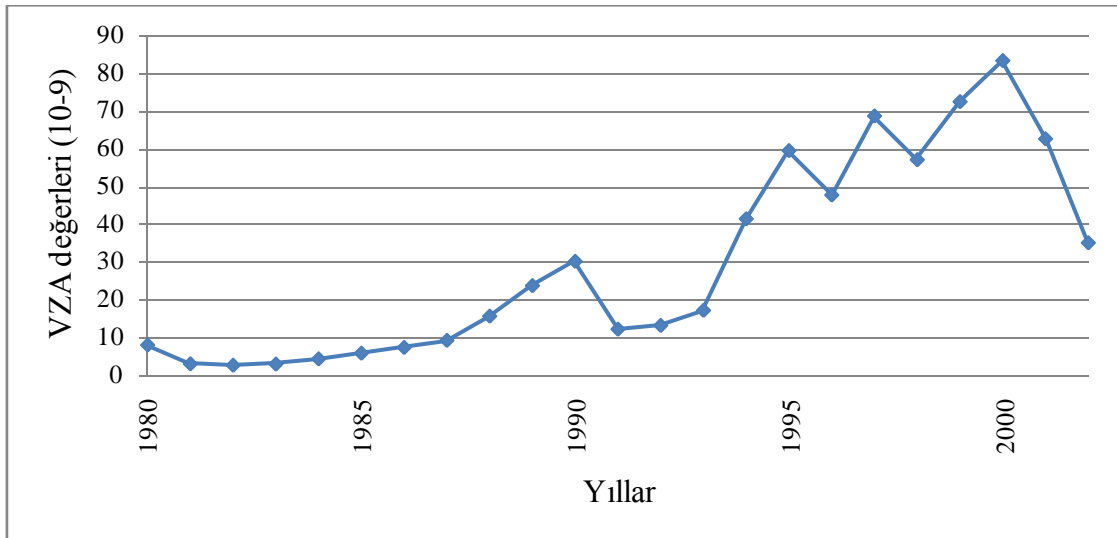
Şekil 4.11 incelendiğinde, üretim verimliliğinin artışı gözlemlenmektedir. 1980 yılından 2002 yılına gelindiğinde, personel başına yolcu-km değerinin 4 kat, taşıt-km değerinin 6.5 kat ve yük-km değerinin ise yaklaşık 7 kat arttığı görülmektedir. Bu artışların genel nedeni, incelenen yıllar arasında Türkiye’de karayolu kullanımına olan talebin artması ve buna karşılık olarak çalışan personel sayısının azalmasıdır.

Şekil 4.12’de karayollarındaki işgücü üretimine karşın oluşan toplam gelirin artışı gözlemlenebilir.



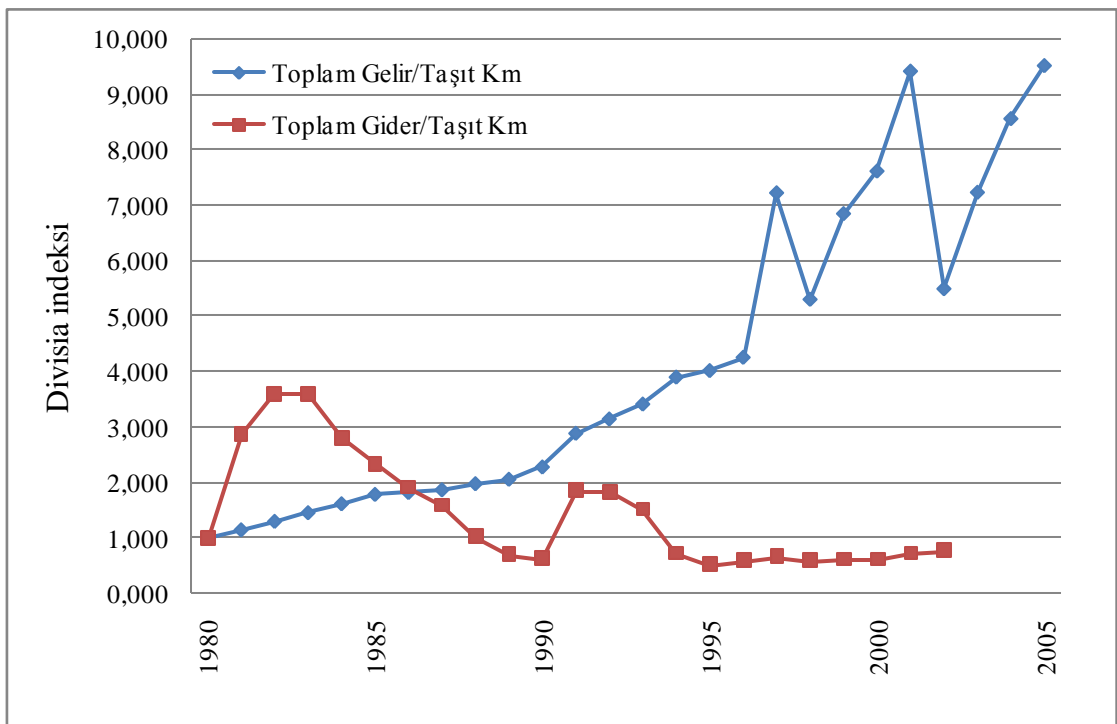
Şekil 4.12 Karayollarında toplam gelir ve işgücü üretimi indeksi

Şekil 4.13’de karayolu verilerinin VZA yöntemiyle yapılan verimlilik hesaplamalarının sonuçları görülmektedir. Değerlerin hesaplanmasında kullanılan formül bölüm 2 denklem (2.8) de verilmiştir. Bu formülde çıktıları otoyol gelirleri ve köprü gelirleri, girdileri ise personel (memur, işçi), yatırım ve bakım-onarım giderleri oluşturmaktadır. VZA’ya göre 2000 yılından itibaren verimlilikte bir azalma görülmektedir fakat bu değerler yine 1’in üstünde kalmaktadır.



Şekil 4.13 Karayollarında VZA değerleri

Şekil 3.14 de Divisia indeksleme metodu ile yapılan analiz sonuçları verilmiştir. Bu analize göre toplam gelir/taşıtlar-km olarak gösterilen değerlerin, toplam gider/taşıtlar-km olarak gösterilen değerlerden daha fazla artış göstermesi işletmenin verimliliğini gösterecektir. 1987 yılına kadar olan değerlere bakıldığında işletmenin bu zamana kadar veriminin azalan yönde, 1987 yılından sonraki değerlerde ise verimin artan yönde olduğu görülmektedir.



Şekil 4.14 Karayollarında divisia indeksi ile gelir ve gider değerleri

4.4. Sonuç

Bu b3lümde VZA ve indeksleme metodu kullanılarak analiz edilen verilerden talebin sürekli bir artış içerisinde olduğu, yatırım ve maliyetin ise talepten bağımsız olarak değiştiği gözlemlenmiştir. Ülkemiz karayollarındaki yolcu ve yük taşımacılığı talebinin sürekli artış halinde olmasına rağmen, yeni yol yapımı ve mevcut yolların bakım-onarım yatırımlarının 1980'den günümüze dek belli aralıklarda yapıldığı görölmektedir. Yapım, bakım ve onarım çalışmalarını gerçekleştirebilmek için ayrılan bütçe kaynaklarındaki değişimin, ulaşım talebine olan artış ile orantılı olmaması da, yatırıma bağlı talep ve verimlilik kestirimlerinin yapılabilmesini güçleştirmektedir.

5. SENARYOLAR

5.1. Giriş

Ülkemiz karayolları ve demiryollarında meydana gelmiş yatırım ve toplam çalışan verileri için seçilen uygun benzetim modelleri kullanılarak, işletmelerde 2015 yılına kadar doğması olası yolcu-km ve yük-km değerleri hesaplanacaktır. Toplam çalışan sayısı ve yatırım parametreleri için zaman serisi modeli kullanılacaktır. Bu iki parametreye bağlı olarak elde edilecek olan yolcu-km ve yük-km değerleri ülke ekonomisine bağlı 3'er farklı senaryo altında incelenecektir.

Senaryolar sonucunda, demiryolları ve karayollarının 2015 yılına kadar sorunsuz bir şekilde çalışabilmesi için gerekli olan çalışan sayısındaki değişim ve yatırım planı sunulacaktır.

5.2. Karayollarında Beklenen Taşımacılık Değerleri

Karayollarında 2015 yılına kadar olan yolcu-km ve yük-km değerlerinin belirlenmesinde parametre olarak kullanılacak olan 1980 – 2002 yılları arası toplam çalışan sayıları Şekil 4.3 de verilmişti. Bu yıllar için çizgisel değişim ve bu değişime uyan üstel denklem Şekil 5.1 de görülmektedir.

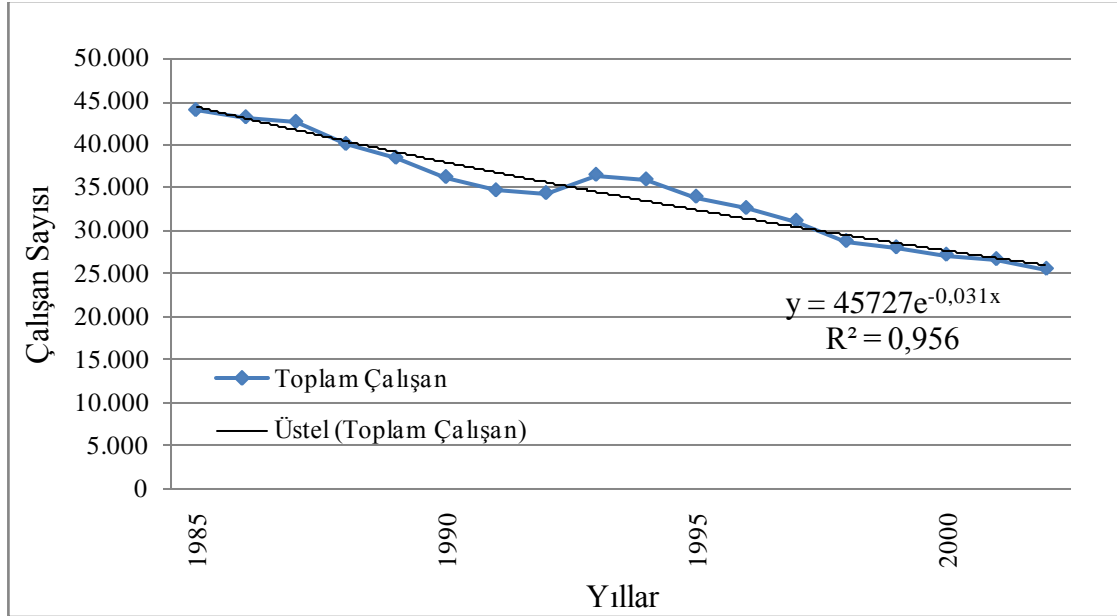
Senaryolarda parametre olarak kullanılacak çalışan sayısının geleceğe yönelik projeksiyonu Denklem (5.1) ile yapılacaktır.

$$y = 45727e^{-0,03x} \quad (5.1)$$

1986 yılı 1. ve 2015 yılı 30. yıl olarak seçildiğinde, denklemde “x” yerine değeri istenilen yılın sıra numarası yazılıp o yıl için beklenen çalışan sayısı değeri elde edilecektir.

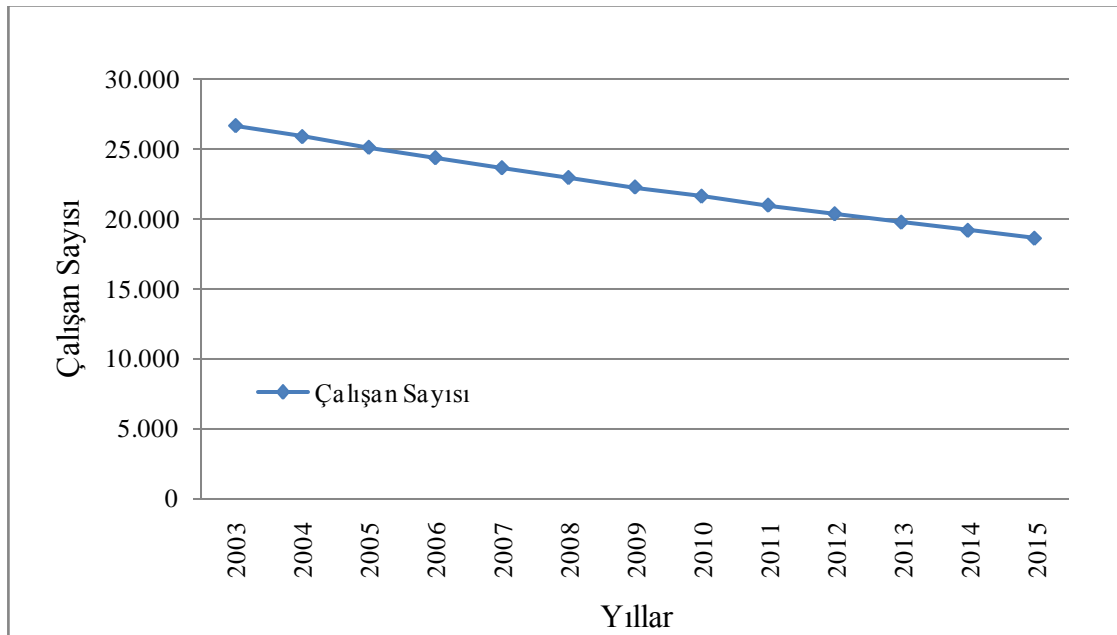
Örneğin: 2010 yılının çalışan değeri için aşağıdaki sonuç bulunur.

$$y = 45727e^{-0,03*25} = 21599,9$$



Şekil 5.1. 1985 – 2002 yılları arasında çalışan sayısı ve uygun denklem modeli

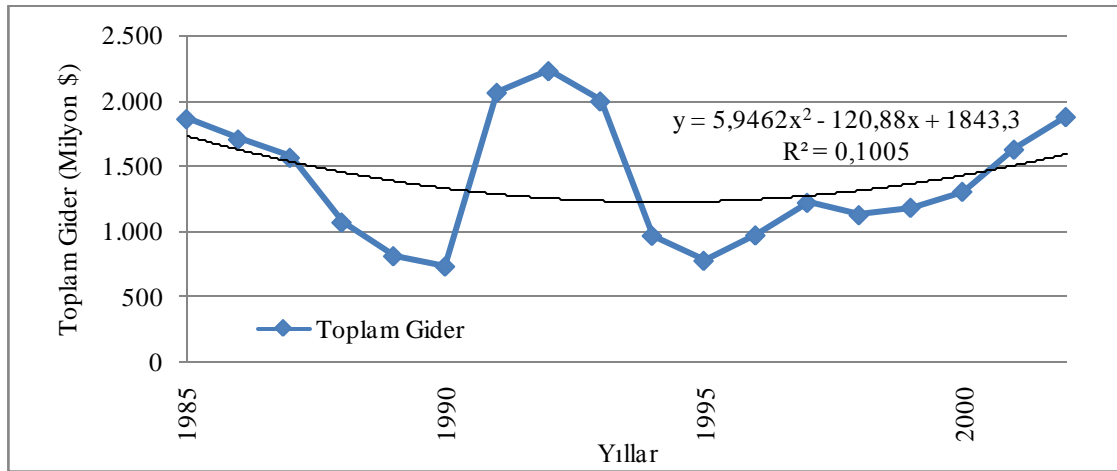
Yapılan işlemler sonucunda 2003 – 2015 yılları için elde edilen beklenen çalışan sayısı değerleri Şekil 5.2 de verilmiştir.



Şekil 5.2. Karayollarında 2003 – 2015 yılları arasında beklenen çalışan sayıları

Karayollarında 2015 yılına kadar olan yolcu-km ve yük-km değerlerinin belirlenmesinde parametre olarak kullanılacak olan 1980 – 2002 yılları arası giderler

Şekil 4.6’da verilmişti. Bu yıllar için çizgisel değişim ve bu değişime uyan üstel denklem Şekil 5.3’de görülmektedir.

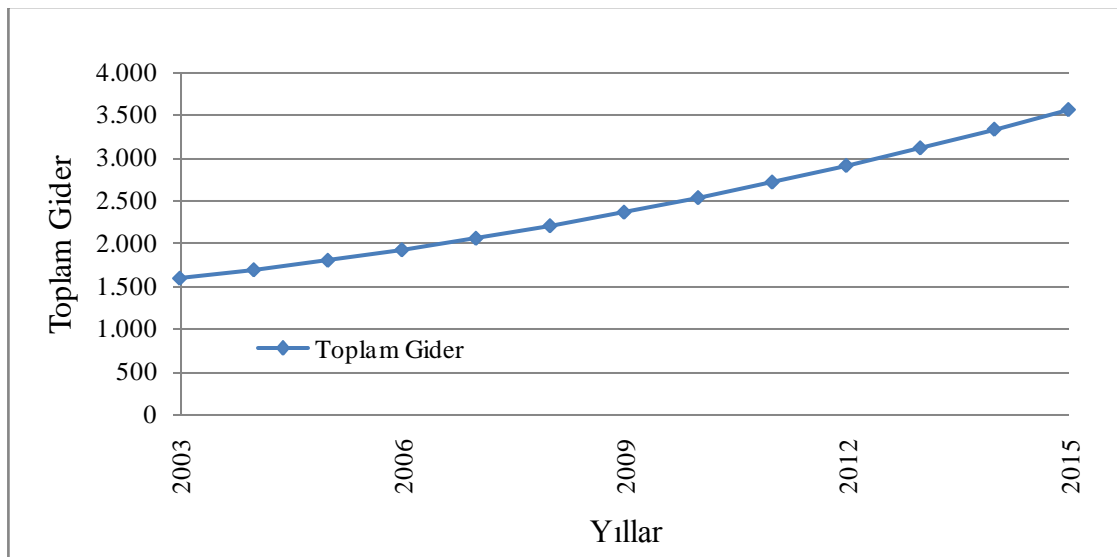


Şekil 5.3. 1985 – 2002 yılları arasında toplam gider ve uygun denklem modeli

Senaryolarda parametre olarak kullanılacak toplam gider değerlerinin geleceğe yönelik projeksiyonu Denklem (5.2) ile yapılacaktır.

$$y = 5,946x^2 - 120,8x + 1843 \quad (5.2)$$

Yapılan işlemler sonucunda 2003 – 2015 yılları için elde edilen beklenen toplam gider değerleri Şekil (5.4) de verilmiştir.



Şekil 5.4. Karayollarında 2003 – 2015 yılları arasında beklenen toplam gider

Yolcu-km ve yük-km değerlerinin geleceğe yönelik projeksiyonunun yapılabilmesi için gerekli olan denklem, Denklem (5.3) deki gibi tanımlanmış ve projeksiyonun yapılabilmesi için gerekli a , b ve c parametreler belirlenmiştir.

$$y = ax_1 + bx_2 + cx_1x_2 \quad (5.3)$$

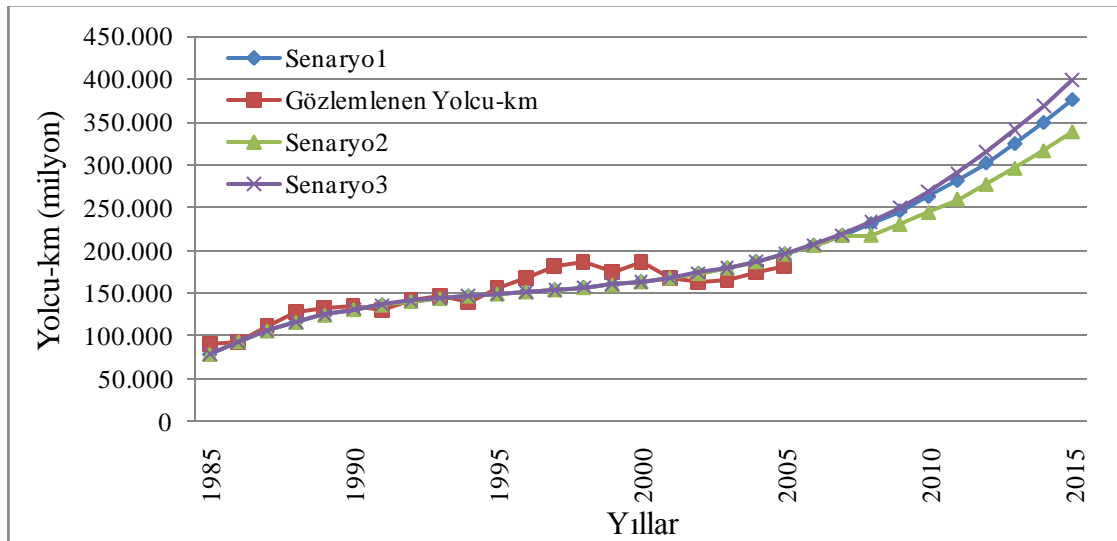
Burada x_1 , toplam gider ve x_2 , toplam çalışan sayısını ifade etmektedir.

Denklem (5.3)'deki model oluşturulduktan sonra Excel programındaki solver eklentisi ile kurulan model ve elimizde bulunan gözlem değerleri arasındaki farkı en aza indireyecek parametreler bulunmuş ve model yolcu-km değerleri için Denklem 5.4, yük-km değerleri için ise Denklem 5.5 deki gibi tanımlanmıştır.

$$y = 186,16x_1 + 4,55x_2 - 0,0561x_1x_2 \quad (5.4)$$

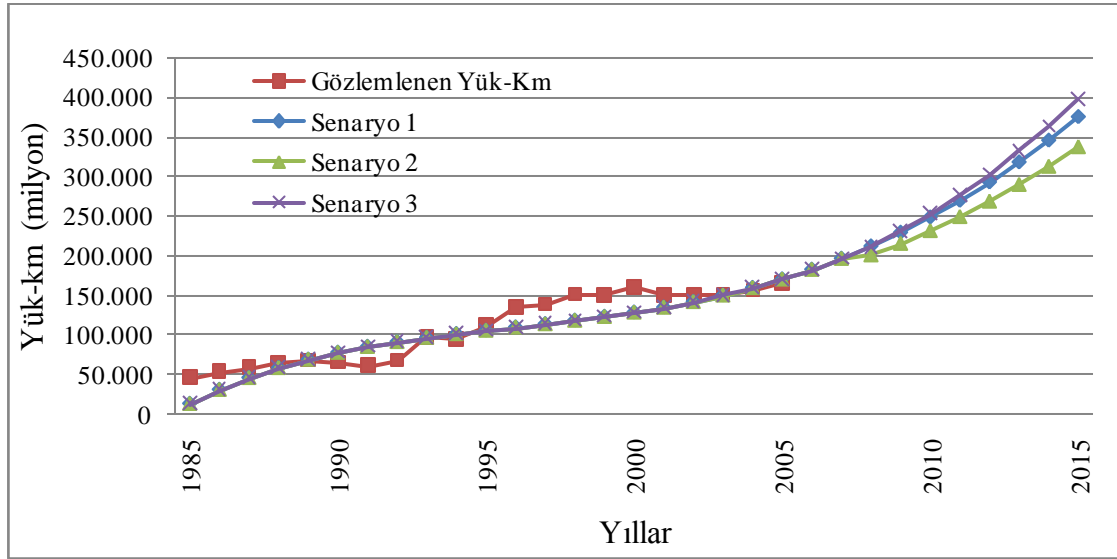
$$y = 198,73x_1 + 3,18x_2 - 0,0059x_1x_2 \quad (5.5)$$

Yolcu-km ve yük-km modelleri için 3 ayrı senaryo uygulanmıştır. Bu senaryolardan birincisi toplam gider ve çalışan sayısında değişimin olmaması; ikincisi, toplam giderde %20'lik bir azalmanın, çalışan sayısında ise %10'luk bir azalmanın oluşması; üçüncüsü ise toplam giderde %20'lik artış, çalışan sayısında %10'luk artışın oluşmasıdır.



Şekil 5.5 Karayolları yolcu-km senaryoları

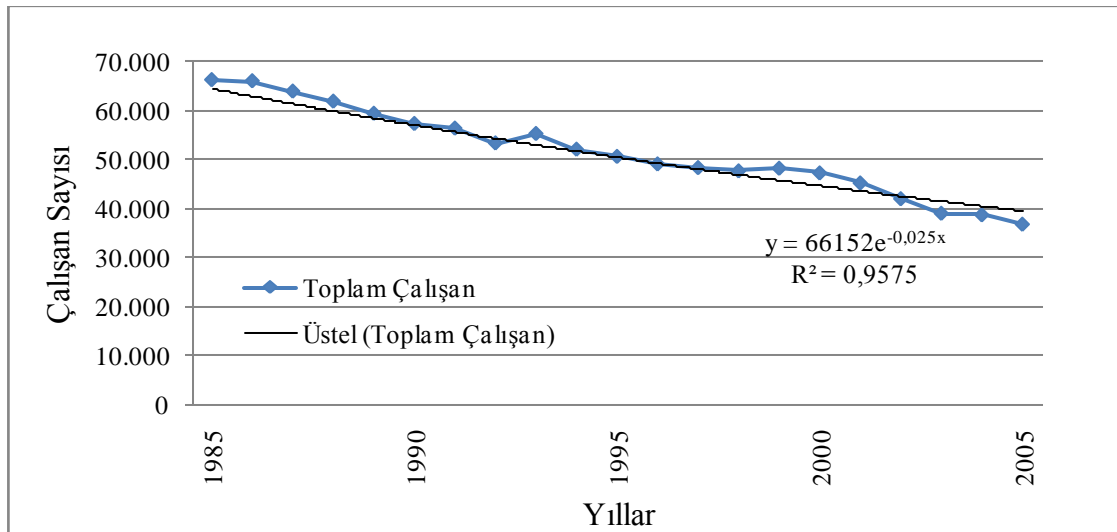
Yolcu-km ve yük-km değerleri için üç ayrı senaryoda hesaplanmış değerler grafiksel olarak Şekil 5.5 ve Şekil 5.6 da verilmiştir.



Şekil 5.6 Karayolları yük-km senaryoları

5.3. Demiryollarında beklenen taşımacılık değerleri

Demiryollarında 2015 yılına kadar olan yolcu-km ve yük-km değerlerinin belirlenmesinde parametre olarak kullanılacak olan 1980 – 2005 yılları arası toplam çalışan sayıları Şekil 3.3’de verilmişti. Bu yıllar için çizgisel değişim ve bu değişime uyan üstel denklem Şekil 5.7’de görülmektedir.



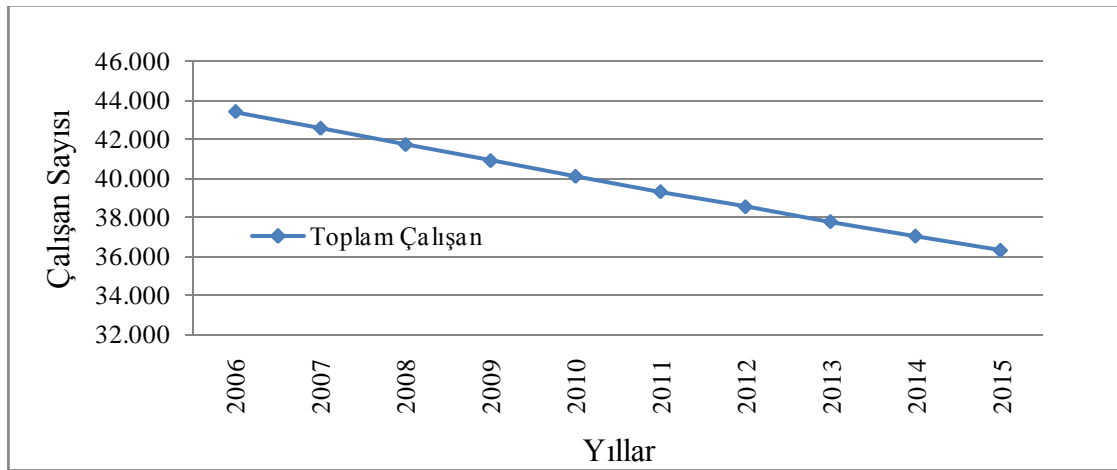
Şekil 5.7 1985 – 2005 yılları arasında çalışan sayısı ve uygun denklem modeli

Senaryolarda parametre olarak kullanılacak çalışan sayısının geleceğe yönelik projeksiyonu Denklem 5.6 ile yapılacaktır.

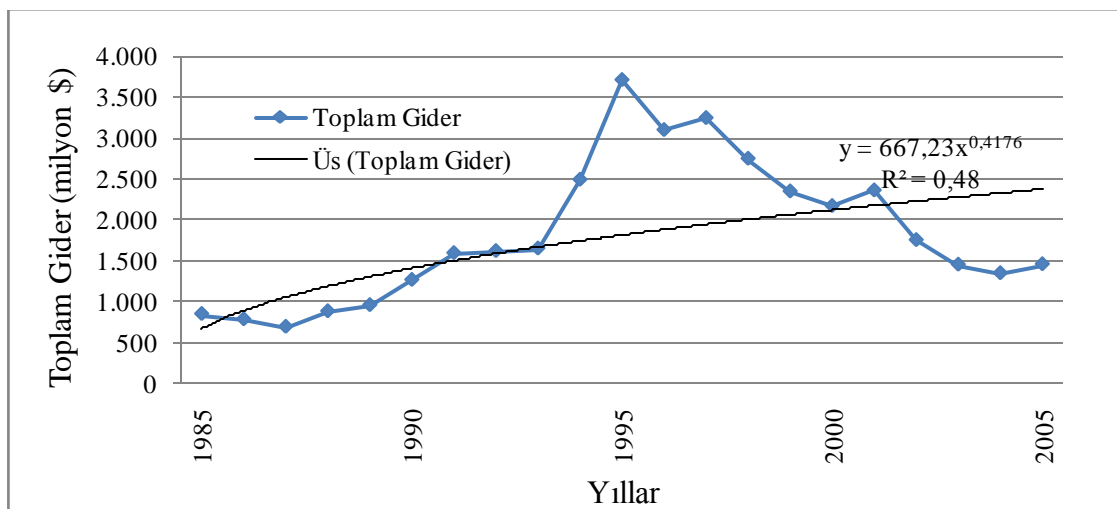
$$y = 66152e^{-0,02x} \quad (5.6)$$

1986 yılı 1. ve 2015 yılı 30. Yıl olarak seçildiğinde, denklemde “x” yerine değeri istenilen yılın sıra numarası yazılıp o yıl için beklenen çalışan sayısı değeri elde edilecektir.

Yapılan işlemler sonucunda 2006 – 2015 yılları için elde edilen beklenen çalışan sayısı değerleri Şekil 5.8 de verilmiştir.



Şekil 5.8 Demiryollarında 2006 – 2015 yılları arasında beklenen çalışan sayıları



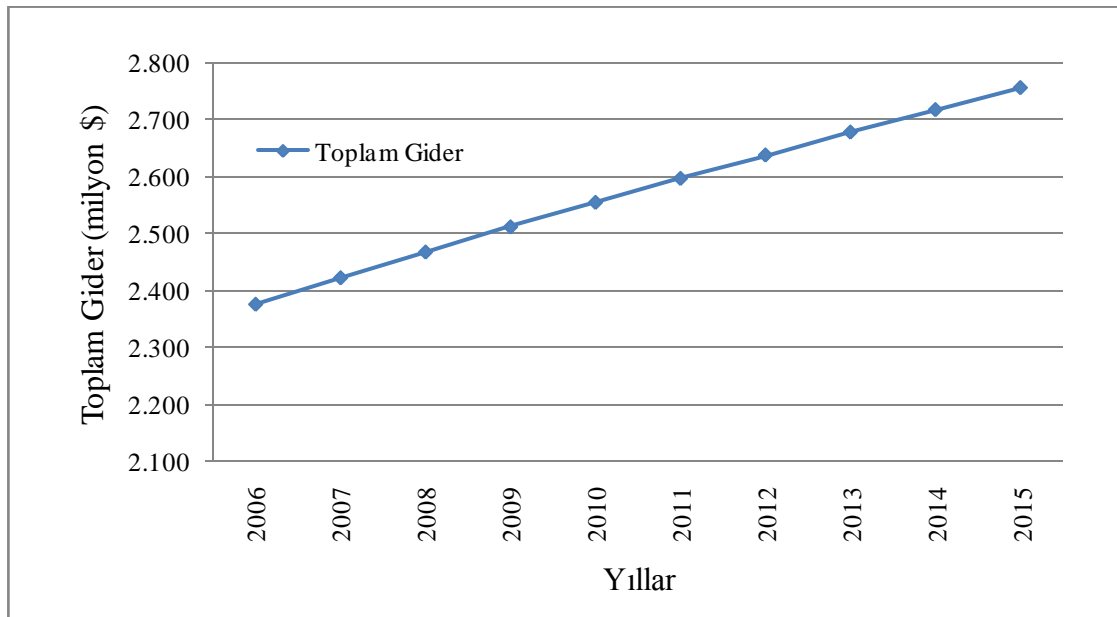
Şekil 5.9 1985 – 2005 yılları arasında toplam gider ve uygun denklem modeli

Demiryollarında 2015 yılına kadar olan yolcu-km ve yük-km değerlerinin belirlenmesinde parametre olarak kullanılacak olan 1980 – 2005 yılları arası giderler Şekil 3.6 da verilmişti. Bu yıllar için çizgisel değişim ve bu değişime uyan üstel denklem şekil 5.9 da görülmektedir.

Senaryolarda parametre olarak kullanılacak toplam gider değerlerinin geleceğe yönelik projeksiyonu Denklem 5.7 ile yapılacaktır.

$$y = 667,2x^{0,417} \quad (5.7)$$

Yapılan işlemler sonucunda 2006 – 2015 yılları için elde edilen beklenen toplam gider değerleri Şekil 5.10 da verilmiştir.



Şekil 5.10 Demiryollarında 2006 – 2015 yılları arasında beklenen toplam gider

Yolcu-km ve yük-km değerlerinin geleceğe yönelik projeksiyonunun yapılabilmesi için gerekli olan denklem, Denklem 5.8 deki gibi tanımlanmış ve projeksiyonun yapılabilmesi için gerekli a , b ve c parametreler belirlenmiştir.

$$y = ax_1 + bx_2 + cx_1x_2 \quad (5.8)$$

Burada x_1 , toplam gider ve x_2 , toplam çalışan sayısını ifade etmektedir.

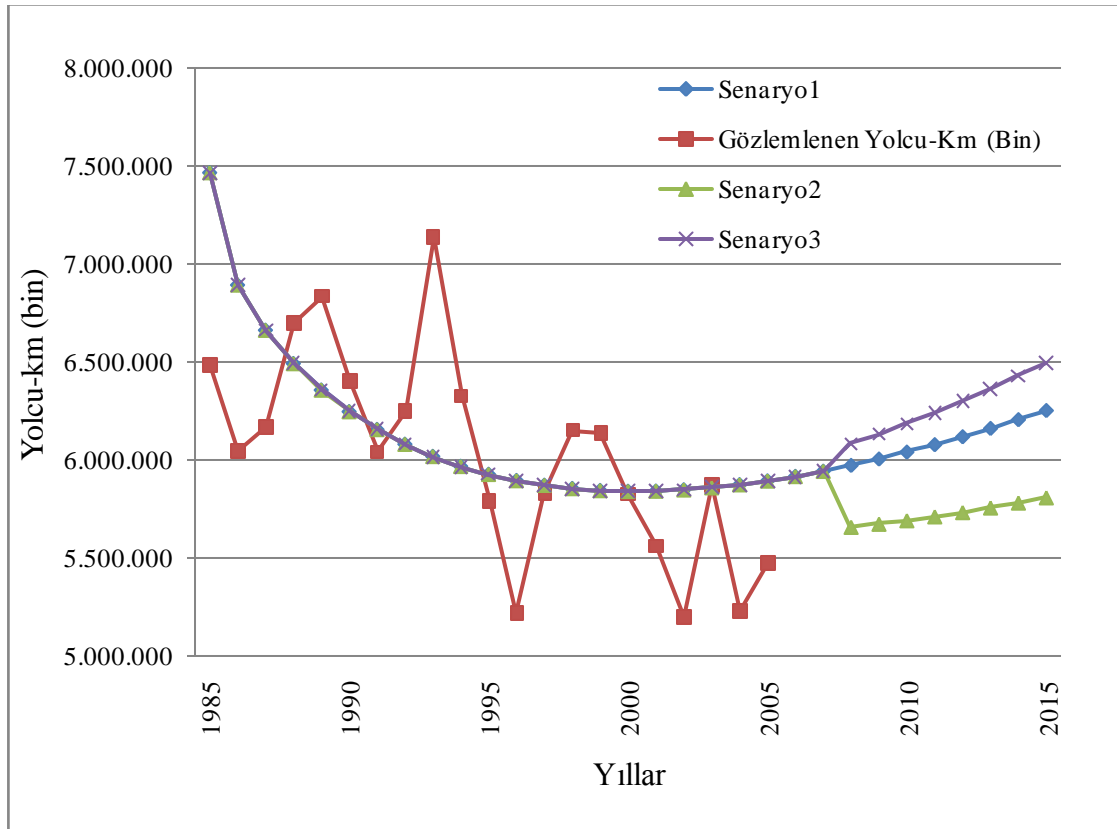
Denklem 5.8 deki model oluşturulduktan sonra Excel programındaki solver eklentisi ile kurulan model ve elimizde bulunan gözlem değerleri arasındaki farkı en aza indirecek parametreler bulunmuş ve model yolcu-km değerleri için Denklem 5.9, yük-km değerleri için ise Denklem 5.10'daki gibi tanımlanmıştır.

$$y = 2587,28x_1 + 112,86x_2 - 0,0497x_1x_2 \quad (5.9)$$

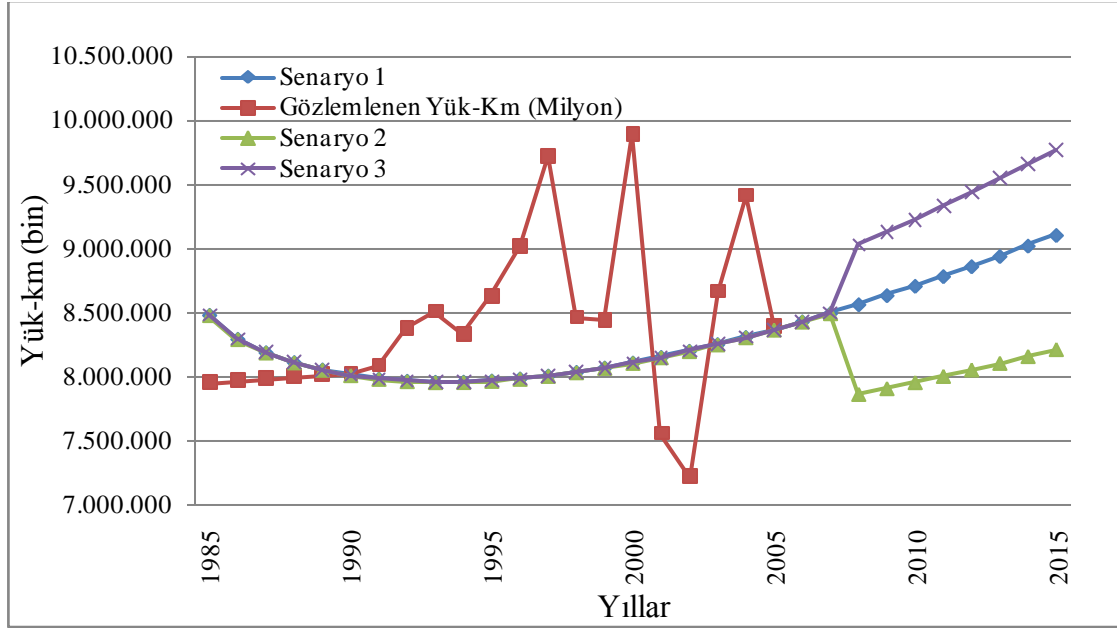
$$y = 3713,03x_1 + 128,26x_2 - 0,0577x_1x_2 \quad (5.10)$$

Yolcu-km ve yük-km modelleri için 3 ayrı senaryo uygulanmıştır. Bu senaryolardan birincisi toplam gider ve çalışan sayısında değişimin olmaması; ikincisi, toplam giderde %20'lik bir azalmanın, çalışan sayısında ise %10'luk bir azalmanın oluşması; üçüncüsü ise toplam giderde %20'lik artış, çalışan sayısında %10'luk artışın oluşmasıdır.

Yolcu-km ve yük-km değerleri için üç ayrı senaryoda hesaplanmış değerler grafiksel olarak Şekil 5.11 ve Şekil 5.12 de verilmiştir.



Şekil 5.11 Demiryolları yolcu-km senaryoları



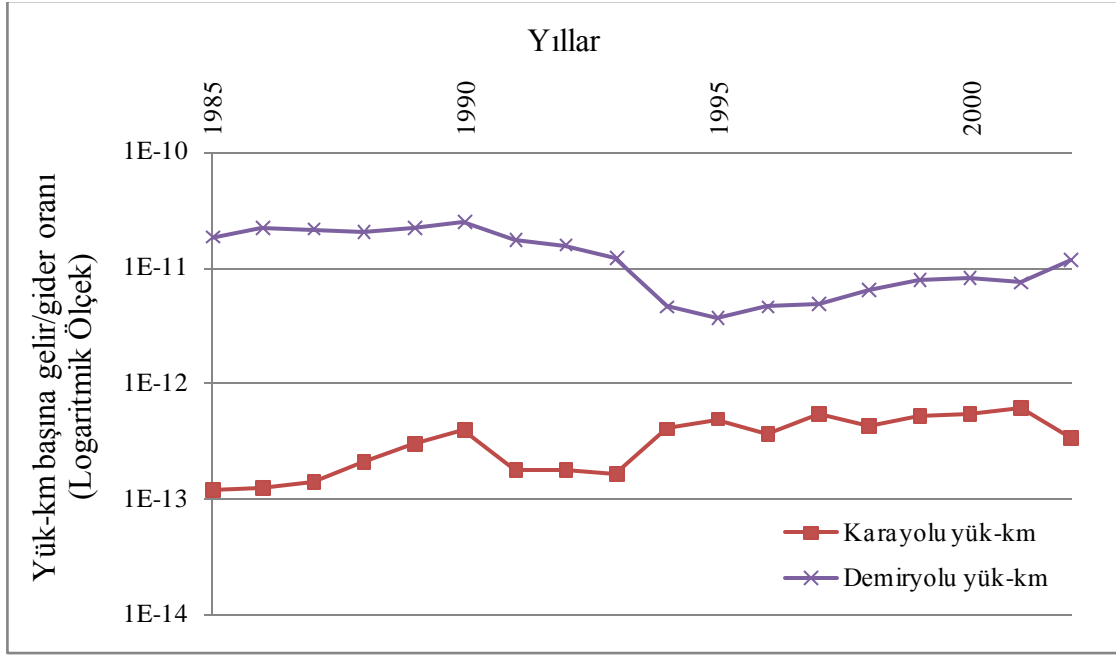
Şekil 5.12 Demiryolları yük-km senaryoları

5.4. Karayolları ve Demiryolları İçin Verimlilik Kıyaslaması

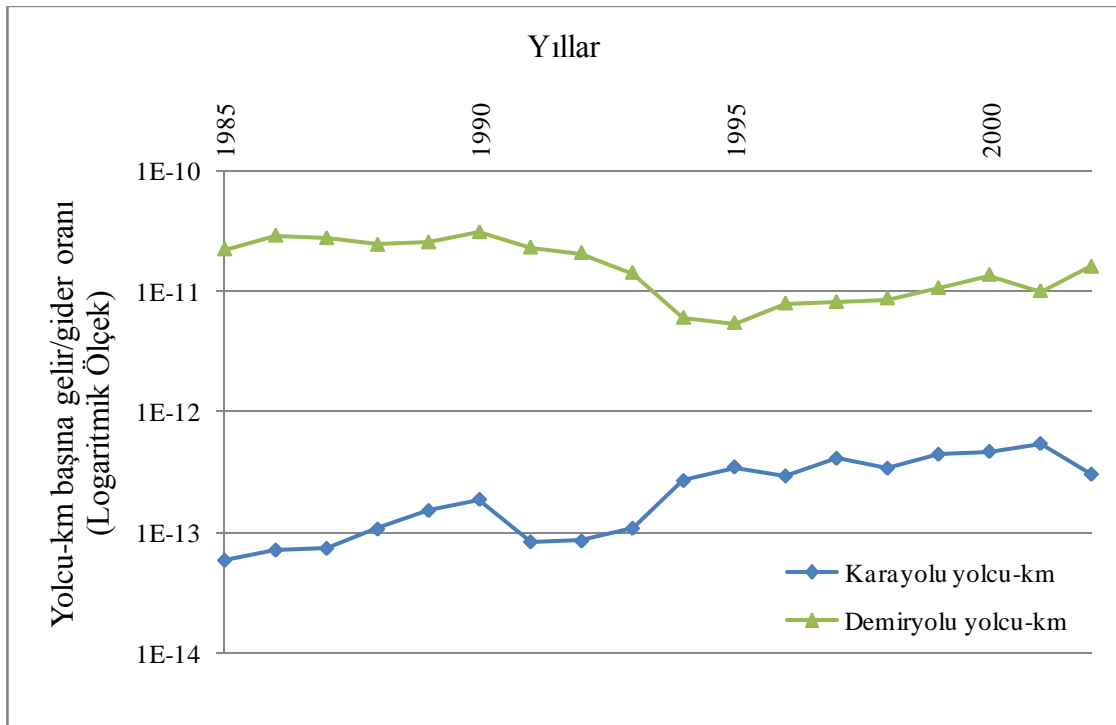
Karayolları ve demiryolları arasında bir verimlilik karşılaştırması yapabilmek için her iki ulaşım sisteminin gelir/gider oranları bulunmuştur. Bu oranlar yolcu-km ve yük-km değerlerine bölünerek, karayolları ve demiryollarının, yük-km ve yolcu-km başına gelir/gider oranları bulunmuştur.

Şekil 5.13 ve 5.14'te sırasıyla yük-km ve yolcu-km başına gelir/gider oranları her iki ulaşım sistemi için verilmiştir. Her iki şekilden de görülebileceği üzere, demiryolu sistemi karayolu sistemine göre 1985-2002 yılları arasında daha yüksek gelir/gider oranına sahiptir. 1985-1993 yılları arasında demiryollarında yolcu-km başına verimlilik, karayollarına göre yaklaşık 300 kat ve yük-km başına verimlilik yaklaşık 100 kat daha fazla iken, 1993'ten sonra bu değer azalmış ve her iki taşımacılık türü için de yaklaşık 10 kat mertebesine gerilemiştir.

Demiryollarının karayollarına göre çok daha verimli görünmesinin başlıca sebeplerinden biri, demiryolu hatları üzerindeki taşımacılığın tamamının ücret karşılığı yapılması ancak karayollarında sadece otoyol ve köprülerden hizmet bedeli alınmasıdır.

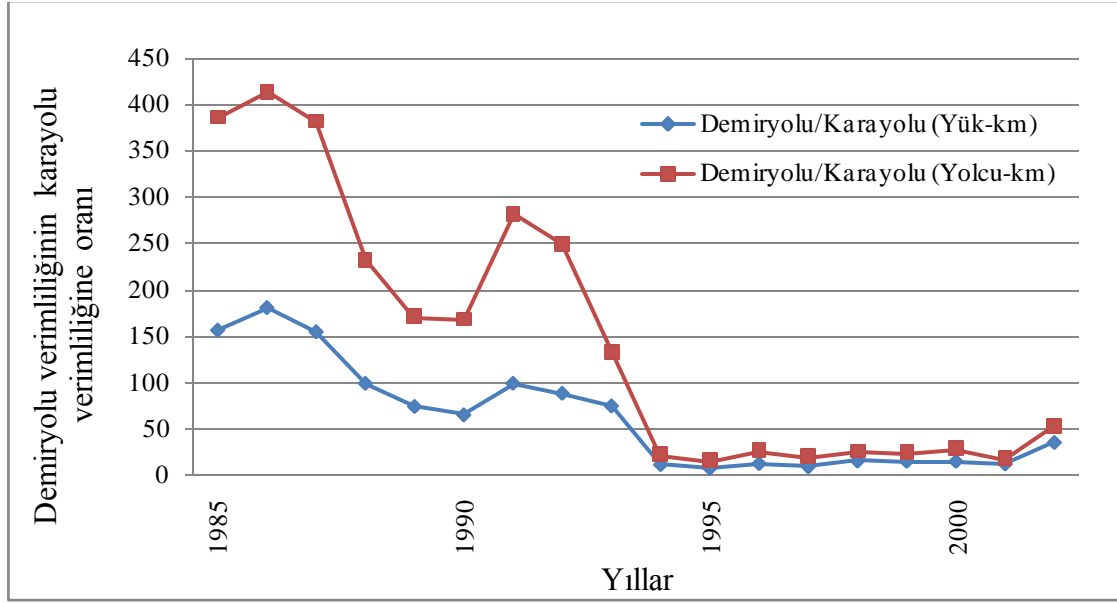


Şekil 5.13 Yük-km başına karayolu ve demiryolu verimliliği



5.14 Yolcu-km başına karayolu ve demiryolu verimliliği

Şekil 5.15'te, demiryolu ve karayolu sistemleri için elde edilen verimlilik oranları, birbirine bölünerek, demiryollarının 1985-2002 yılları arasında karayollarına göre ne oranda verimli olduğu verilmiştir.



5.15 Yolcu-km ve yük-km başına demiryolu verimliliğinin karayolu verimliliğine oranı

5.5. Sonuç

Bu bölümde yolcu-km ve yük-km değerleri, toplam çalışan sayısı ve toplam gider parametrelerine bağlı olarak değerlendirilmiş ve üçer farklı senaryo üretilmiştir. Bu senaryolardan birincisinde 2015 yılına kadar görülmesi olası harcamalar ve çalışan sayıları irdelenmiştir. İkinci senaryoda, buna kötümser senaryo denilebilir, 2008-2015 yılları arasında gider kaleminde %20'lik bir azalma ve toplam çalışan sayısı kaleminde ise %10'luk bir azalmanın olasılığı değerlendirilmiştir. Üçüncü senaryoda ise, bu da iyimser senaryo olarak adlandırılabilir, 2008-2015 yılları arasında gider kaleminde %20'lik bir artış ve toplam çalışan sayısı kaleminde ise %10'luk bir artışın olasılığı değerlendirilmiştir. Senaryolar sonucunda, gelecekte karayolu ve demiryolu yolcu-yük taşımacılığı talebinin artırılabilmesi için bu sektörler için yapılan yatırımın ve istihdamın da artırılması gerekliliği göze çarpmaktadır.

Yük-km ve yolcu-km başına gelir/gider oranları her iki ulaşım sistemi için incelenmiş ve 1985-1992 yılları arasında karayoluna göre çok daha verimli görünen demiryolu taşımacılık sisteminin, 1993-2002 yılları arasında bu farkı koruyamadığı görülmüştür.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

6.1. Sonuçlar

Bu çalışma kapsamında demiryollarının performans parametreleri belirlenerek ülkemizde demiryollarının performans verileri analiz edilmiştir. Veriler, performans gösterge çıktıları olan yük, yolcu ve tren-km değerlerinden oluşmaktadır. Verilerin analizinde kullanılan yöntemler indeksleme yöntemi, toplam faktör verimliliği ve veri zarflama analizi metotlarıdır. Yapılan analiz değerlerinden demiryollarında yapılan yatırımlar ve giderler arasında tutarlı bir ilişki gözlenememiştir. Özellikle 1992-1995 yılları arasında demiryollarındaki toplam giderler iki kat oranda artarken gelir % 70 oranında azaldığı görülmüştür.

Karayollarının performans parametreleri belirlenerek ülkemizdeki karayollarının performans verileri analiz edilmiştir. Veriler, performans gösterge çıktıları olan yük, yolcu ve taşıt-km değerlerinden oluşmaktadır. Verilerin analizinde kullanılan yöntemler İndeksleme yöntemi, Toplam faktör verimliliği ve Veri zarflama analizi metotlarıdır. Aynı zamanda karayollarına olan ilginin demiryolları üzerindeki etkisi incelenmiştir. Analiz edilen verilerden talebin sürekli bir artış içerisinde olduğu, yatırım ve maliyetin ise talepten bağımsız olarak değiştiği gözlemlenmiştir. Bakım-onarım çalışmalarında gözlenen düzensizliğin birçok maliyet değerine olan etkisi ortaya konmuştur.

Ülkemiz karayolları ve demiryollarında meydana gelmiş yatırım ve toplam çalışan verileri için seçilen uygun benzetim modelleri kullanılarak, işletmelerde 2015 yılına kadar olası taşımacılık değerleri hesaplanmıştır. Toplam çalışan sayısı ve yatırım parametreleri için zaman serisi modelleri kullanılmıştır. Bu iki parametreye bağlı olarak elde edilen yolcu-km ve yük-km değerleri ülke ekonomisine bağlı 3'er farklı senaryo altında incelenmiştir. Senaryolar sonucunda, demiryolları ve karayollarının 2015 yılına kadar sorunsuz bir şekilde çalışabilmesi için gerekli olan çalışan sayısındaki değişim ve yatırım planı sunulmuştur.

Yolcu ve yük taşımacılığı değerleri, toplam çalışan sayısı ve toplam gider parametrelerine bağlı olarak değerlendirilmiş ve üçer farklı senaryo üretilmiştir. Bu senaryolardan birincisinde 2015 yılına kadar görülmesi olası harcamalar ve çalışan

sayıları irdelenmiştir. İkinci senaryoda, 2008-2015 yılları arasında gider kaleminde %20'lik bir azalma ve toplam çalışan sayısı kaleminde ise %10'luk bir azalmanın olasılığı değerlendirilmiştir. Üçüncü senaryoda ise, 2008-2015 yılları arasında gider kaleminde %20'lik bir artış ve toplam çalışan sayısı kaleminde ise %10'luk bir artışın olasılığı değerlendirilmiştir. Senaryolar sonucunda, gelecekte karayolu ve demiryolu yolcu-yük taşımacılığı talebinin artırılabilmesi için bu sektörlere yapılan yatırımın ve istihdamın da artırılması gerekliliği göze çarpmaktadır.

Yük-km ve yolcu-km başına gelir/gider oranları her iki ulaşım sistemi için incelenmiş ve 1985-1992 yılları arasında karayoluna göre çok daha verimli görünen demiryolu taşımacılık sisteminin, 1993-2002 yılları arasında bu farkı koruyamadığı görülmüştür.

6.2. Öneriler

Maliyetin azaltılabilmesi için bakım ve işletme çalışmalarında ihaleli işlere ağırlık kazandırılarak ülkede bakım faaliyetini nitelikli olarak yerine getirebilecek, özel sektör firmalarının örgütlenmesi teşvik edilmelidir.

Türkiye'de sürekli artma eğilimi gösteren taşıma talebinin karayolu ile karşılanması sürdürülebilir bir politika değildir. Artan taşıma talebinin karşılanabilmesi için demiryolu ağının iyileştirilmesi gerekmektedir.

Türkiye'de karayolu ve demiryolu sistemlerinin yatırım/işletme giderleri için yapılan harcamaların ülke bütçesinden düzenli şekilde pay alması ve yapılan harcamaların düzenli olması, geleceğe yönelik planlama ve modelleme çalışmalarında kolaylık sağlayacaktır.

İncelenen ulaşım sistemleri için yapılan verimlilik çalışmalarında kullanılan veriler yıllık bazda olup, gelecekte yapılacak çalışmalarda aylık ya da haftalık bazda verilerin kullanılması faydalı olacaktır.

Demiryollarının ulaştırma politikalarındaki yanlışlıklardan kaynaklanan sorunları dışında, koordinasyonun sağlanmasında yönetsel boşluk, yönetim ve örgüt yapısındaki

yetersizlikler, nitelikli insan gücü ve eğitim sorunları, finansman darboğazı ve yatırımların yetersizliğinden kaynaklanan birtakım sorunları da bulunmaktadır. Sorunların çözülebilmesi için öncelikle başlatılan yeniden yapılanma çalışmaları sonuçlandırılmalı ve Demiryolu Kanunu çıkarılmalıdır.

En önemli sorunlardan biri olan personel sorunu da, gerekli nitelikli elemanların istihdamı ve personelin ciddi bir eğitimden geçirilmesini de içerecek biçimde yeniden yapılanma çalışmaları bağlamında çözülmelidir. Finansman darboğazının ortadan kaldırılması da yine yeniden yapılanma ile birlikte çözüme kavuşturulmalıdır.

KAYNAKLAR

- Abramovitz, M. (1956) Resource and Output Trends in the United States since 1870, *American Economic Review*, May, 5-23.
- Bart, V. A. (1999), International Comparisons of Labor Productivity and Per Capita Income, *Monthly Labor Review*, July.
- Boame, K. A. ve Obeng, K. (2004) Sources of Productivity Change: A Malmquist Total Factor Productivity Approach, *Transport Reviews*, Vol. 25, No. 1, 103–116.
- Cantos, P. and Maudos, J.(2001). Regulation and efficiency: the case of European railways, *Transportation Research Part A*, 35:459-472.
- Cantos, P., Pastor J. M. ve Serrano L. (1999) Productivity, efficiency and technical change in the European railways: A non-parametric approach. *Transportation*, 26, 337-357.
- Demirbilek, A. (1999). *T.C. Devlet Demiryollarının Ulaşım Sistemindeki Payının Arttırılması İçin Yönetim Muhasebesinin, Yapısının İncelenmesi ve Gelişmiş Dünya Ülkeleri ile Karşılaştırılması, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi*, 121 s.
- DİE, (1995). Devlet İstatistik Enstitüsü. Web adresi: www.die.gov.tr (21.05.2007)
- Diewert, W E. ve Lawrence, D. (1999). Measuring New Zealand's productivity, *Treasury Working Paper*, 99/5, Wellington, New Zealand, March. <http://www.treasury.govt.nz/workingpapers/1999/99-5.asp>. (02.06.2007).
- Dikmen, N. (2005) Cobb-Douglas üretim fonksiyonu Ünye çimento uygulaması, *İktisat İşletme ve Finans*, 106-113.
- DPT, (2005). Devlet Planlama Teşkilatı. Web adresi: www.dpt.gov.tr (12.04.2008)

DPT, (2006). Devlet Planlama Teşkilatı. Web adresi: www.dpt.gov.tr (13.04.2008)

Eşiyok, B. A. (1999) Bilgi toplumuna doğru Türkiye bilgi teknolojileri (Kavramsal ve ampirik bir analiz denemesi), Türkiye kalkınma bankası, 98 s.

Fabricant, S. (1954) Economic Progress and Economic Change. *Annual Report 34 (May)*, Part One, NBER, Cambridge, 125 s.

Felipe, J. (1997) *Total Factor Productivity in East Asia*, Mimeo, *Asian Development Bank*, Manila.

Gök, Y. ve Göker, A. (1996). Yüksek Hız ve Trenleri Sistem ve Teknolojileri. **Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu**, Kasım, Ankara, 77 s.

Graham, D. J. (2006) Productivity and efficiency in urban railways: Parametric and non-parametric estimates. *Transportation Research Part E*, 44, 84-99.

Karakoç, İ. D. (2003) Veri zarflama analizindeki ağırlık kısıtlamalarının belirlenmesinde analitik hiyerarşi sisteminin kullanımı, *D.E.Ü.İ.İ.B.F. Dergisi Cilt:18 Sayı:2*, 1-12.

Kendrick, J. W. (1961) Productivity Trends in the United States , *Princeton University Press*, 62-95.

Kunter, K. (1993) Türkiye' deki parasal büyüklükler için indeks ve bileşim teorisinin bir uygulaması: Divisia ve Fisher ideal indeksi, *Türkiye Cumhuriyeti Merkez Bankası araştırma planlama ve eğitim genel müdürlüğü*, Tartışma tebliğ no: 9304, 20 s.

Kutlar, A. ve Kartal, M. (2004) Cumhuriyet Üniversitesinin verimlilik analizi: fakülteler düzeyinde veri zarflama analizi ile bir uygulama, *Kocaeli Üniversitesi sosyal bilimler enstitüsü dergisi*, 8, 2004-2, 49-79.

- Kwon, T. ve Preston, J. (2005) Driving Forces behind the Growth of Per-Capita Car Driving Distance in the UK, *Transport Reviews*, 25/4, 467-490.
- Lee, B. (2004) *Total Factor Productivity Growth: Survey Report*, Report of the Asian Productivity Organization (APO) Survey on Total Factor Productivity 2001/2002, 129 s.
- Lu, I. J., Lin, J. S. ve Lewis, C. (2005) Decomposition and decoupling effects of carbon dioxide emission from highway transportation in Taiwan, Germany, Japan and South Korea, *Energy Policy*, 35/6, 3226-3235.
- McLellan, N. (2004) Measuring productivity using the index number approach: An introduction, *New Zealand treasury*, New Zealand, 22 s.
- Mizutani, F. ve Uranishi, S. (2003) The effects of privatization on TFP growth and capital adjustments, *Kobe University discussion paper series*, 3, 26 s.
- Obeng, K. ve Sakano, R. (2002) Total factor productivity decomposition, input price inefficiencies, and public transit systems. *Transportation Research Part E*, 38, 19-36.
- OECD Manual, (2001) Measurement Of Aggregate and Industry-level Productivity Growth, 154 s.
- Pallikara R, “*Total Factor Productivity Growth: Survey Report*”, *Report of the Asian Productivity Organization (APO) Survey on Total Factor Productivity 2001/2002*, 154 s.
- Saygılı, Cihan ve Yurtoğlu, (2001) *Productivity and Growth in OECD Countries: An Assessment of the Determinants of Productivity*, Yapı Kredi Economic Review, 12(2), 49-66.
- TCDDİY, (2005). Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demiryolları İstatistik Yıllığı. **Ajans-Tür Matbaacılık Sanayi A.Ş.**, Ankara, 110 s.

TCDD, (2005) Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demiryolları Web sayfası. www.tcdd.gov.tr (15.06.2007).

Tinbergen, J. (1942) Zur Theorie der langfristigen Wirtschaftsentwicklung, *Weltwirtschaftliches*, Archiv, 55 s.

Schmookler, J. (1952) The Changing Efficiency of the American Economy 1869-1938, *Review of Economics and Statistics* 39, no 3, 214-31.

Schultz, T.W. (1953) The Economic Organization of Agriculture. New York, *McGraw-Hill*, 122-145.

Yakut, M. A. (2007) Türk İmalat Sanayinde Toplam Faktör Verimliliği ve Uluslar arası Rekabet Analizi 1972 – 2001, *Ege Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi İktisat Bölümü 10. İktisat Öğrencileri Kongresi*, Mayıs 2007, 50 s.

ÖZGEÇMİŞ

Çağrı ŞAŞMAZ, 19.11.1982 Denizli doğumludur.

İlkokul eğitimini 1990-1994 yılları arasında Denizli Hürriyet İlkokulu'nda, ortaokul ve lise eğitimini 1994-2000 yılları arasında Denizli Anadolu Lisesi'nde, lisans eğitimini 2000-2004 yılları arasında Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü'nde tamamlamıştır. 2005 yılından bu yana Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalında yüksek lisans eğitimine devam etmektedir.