

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Figen ERGÜL

**TÜRKİYE VE AVRUPA DEMİRYOLLARININ İLİŞKİSEL
NETWORK VERİ ZARFLAMA YÖNTEMİ İLE ETKİNLİK
ANALİZİ**

ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ADANA-2019

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**TÜRKİYE VE AVRUPA DEMİRYOLLARININ İLİŞKİSEL NETWORK
VERİ ZARFLAMA YÖNTEMİ İLE ETKİNLİK ANALİZİ**

Figen ERGÜL

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Bu Tez / /2019 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından
Oybirliği/Oyçokluğu ile Kabul Edilmiştir.

.....
Doç. Dr. Oya H. YÜREGİR
DANIŞMAN

.....
Prof. Dr. Arzu UZUN
ÜYE

.....
Dr. Öğr. Üyesi Metin ÖZŞAHİN
ÜYE

Bu Tez Enstitümüz Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında hazırlanmıştır.
Kod No:

Prof. Dr. Mustafa GÖK
Enstitü Müdürü

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TÜRKİYE VE AVRUPA DEMİRYOLLARININ İLİŞKİSEL NETWORK VERİ ZARFLAMA YÖNTEMİ İLE ETKİNLİK ANALİZİ

Figen ERGÜL

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Danışman : Doç. Dr. Oya Hacire YÜREGİR
Yıl: 2019, Sayfa: 106
Jüri : Doç. Dr. Oya Hacire YÜREGİR
: Prof. Dr. Arzu UZUN
: Dr. Öğr. Üyesi Metin ÖZŞAHİN

Bu çalışmada, UIC veri tabanından seçilen 14 Avrupa ve Türkiye Demiryollarının 2000-2017 yıllarına ait verileri kullanılarak, İlişkisel Network Veri Zarflama Analizi ile etkinlikleri analiz edilmiştir. Analiz ile 14 demiryolunun sistem, üretim ve tüketim süreci etkinlikleri, Lingo 17.0 Programı kullanılarak kurulan doğrusal programlama modelleri ile tahmin edilmiştir. 14 demiryolunun her yıl için etkinlik sıralaması yapılmış, üretim ve tüketim süreci etkinlikleri performans matrisleri ile yorumlanmıştır. Etkinlik analizi sonucu elde edilen etkinlik puanları veritabanı kullanılarak, üretim, tüketim ve sistem etkinliklerine etki eden faktörlerin tanımlanması için Tobit Regresyon Analizi kullanılmıştır. Çalışmanın sonucunda 18 yıl için 14 demiryolunun etkinlik sıralamaları ve sıralamalara etki eden anlamlı değişkenler tanımlanmıştır. Sistem etkinliğine etki eden en önemli değişkenler, yolcu ve yük treni doluluk oranı, kişi başına düşen gayri safi milli gelir ve nüfus yoğunluğu olarak bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Demiryolları Etkinliği, İlişkisel Network Veri Zarflama Analizi, Tobit Regresyon Analizi.

ABSTRACT

MASTER THESIS

RELATIONAL NETWORK DATA DEVELOPMENT EFFICIENCY ANALYSIS OF TURKEY AND EUROPEAN RAILWAY

Figen ERGÜL

**ÇUKUROVA UNIVERSITY
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
DEPARTMENT OF INDUSTRIAL ENGINEERING**

Supervisor : Assoc. Prof. Dr. Oya Hacire YÜREGİR

Year: 2019, Pages: 106

Jüri : Assoc. Prof. Dr. Oya Hacire YÜREGİR

: Prof. Dr. Arzu UZUN

: Dr. Öğr. Üyesi Metin ÖZŞAHİN

In this study, Relational Network Data Envelopment Analysis (DEA) implemented that analyze the efficiency of the 14 Europe and Turkey railways data of the years 2000 to 2017 which chosen from UIC (International Union of Railways) railisa database. Initially, the system, production and consumption process efficiency of 14 railways were estimated with with linear programming models using Lingo 17.0 Program. Later efficiency ranking of 14 railways was made for each year and production and consumption process efficiency were interpreted with performance matrices. After that Tobit Regression Analysis was used to identify the factors affecting production, consumption and system activities by using the efficiency scores database obtained from the efficiency analysis. By this means. As a result of the study, the efficiency rankings of 14 railways for 18 years and the significant variables affecting the rankings were identified. The most important variables affecting the efficiency of the system were found to be passenger and freight train occupancy, national income per capita and population density.

Key Worlds: Railway Efficiency, Relational Network Data Envelopment Analysis, Tobit Regression Analysis.

GENİŞLETİLMİŞ ÖZET

Dünya nüfusunun artış oranı taşımacılık sistemlerinin hızlı büyümesine ve farklılaşmasına neden olmaktadır. Bu yüzden güvenli, daha hızlı ve daha az maliyetli taşımacılıkta etkin olmak taşımacılık sistemleri için her geçen gün önem arz etmektedir.

Demiryollarının 20. yüzyıl ile karayolları ve havayolları karşısında güçlü bir rekabete maruz kalması, pazar payındaki gerilemeyi durdurmak için çeşitli stratejiler uygulamasını gerektirmiştir. Özellikle son dönemlerde diğer taşımacılık türlerinin yarattığı rekabet nedeniyle, demiryolu ulaşımının etkinliği sorgulanmaya başlanmıştır. Demiryollarının hem diğer taşıma türleri ile hem de kendi içerisindeki rekabetçiliği ve sürdürülebilirliğini sağlamak adına, sektördeki demiryolu firmalarının performans ölçümü ve kıyaslama çalışmaları önem arz etmektedir. Bu nedenle birçok araştırmacı demiryolu ulaşımında etkinlik ölçümü üzerine odaklanmıştır.

Literatürdeki çoğu çalışma tek bir demiryolunun performans ölçümünü yapan ya da birden çok demiryolunun performans ölçümünü tek yılı esas alarak yapan kısa periyotlu çalışmalardır. Kuruluşların sadece kendi iç dinamiklerini değerlendirdiği etkinlik analizi sonuçlarının, etkin ya da etkinliğe yakın seviyelerde olduğu görülmektedir. Bu çalışmada ise veri periyodu aralığı geniş tutularak, kullanılan İlişkisel Network VZA modeli ile daha önceki çalışmalarda kullanılan Geleneksel VZA Modellerinden farklı olarak tüm sistemin etkinliği ve sistem içindeki süreçlerin etkinlikleri 14 demiryolu için ölçülmüştür.

Bu tez çalışmasında temel amaç, Avrupa Demiryollarından veri uygunluğu olan demiryolları ile Türkiye Demiryollarının 2000-2017 yılları arası göreceli etkinliklerinin tanımlanması ve kıyaslanmasıdır. Analiz çalışması yapılırken taşımacılık hizmetlerinin depolanamaması nedeniyle, sistem etkinliklerinin yanı sıra, alt süreçler olan üretim ve tüketim süreçlerinin etkinlikleri de ayrı ayrı analiz edilmiştir. Yapılan analizde 252 demiryolu sisteminin (14 demiryolu ve 18 yıl)

sistem, üretim ve tüketim süreci etkinlik puanları İlişkisel Network Veri Zarflama Analizi ile kurulan doğrusal programlama modelinde tespit edilmiştir. 2000-2017 yılları için 14 demiryolunun tahmin edilen görelî sistem etkinlik puanlarına göre demiryolları etkinlik sıralaması yapılmıştır. Sistem etkinlik puanlarına göre VR (Finlandiya)'nın her yıl, DB AG (Almanya)'nın 2014 hariç diğer yıllar, LG (Litvanya)'nın 2005 sonrası yıllar, SNCF (Fransa)'nın 2000-2006 ve 2015-2017 yıllarında 1,00 sistem etkinlik puanı ile görelî etkin oldukları saptanmıştır. Alt süreçler olan üretim ve tüketim süreçleri etkinliklerinden de her yıl için oluşturulan performans matrislerine göre farklı stratejiler önerilmiştir. Matriste hem üretim etkin hem de tüketim etkin demiryolları ise yıllara göre değişmekle birlikte, VR (Finlandiya), DB AG (Almanya), SNCF (Fransa), LG (Litvanya), CIE (İrlanda), FS (İtalya), ÖBB (Avusturya) demiryolları olmuştur.

Çalışmanın bir sonraki aşamasında sistem, üretim ve tüketim süreci etkinlik değerleri kullanılarak, bu etkinlik değerlerine etki eden faktörlerin tespiti, her yıl için Tobit Regresyon Analizi ile yapılmıştır. Etkinliğe anlamlı katkısı olan değişkenler belirlenmiş ve yorumlanmıştır. Trenlerin doluluk oranı, kişi başına düşen millî gelir ve nüfus yoğunluğu değişkenleri tobit modelde etkinliğe etki eden anlamlı değişkenler olarak saptanmıştır.

TEŞEKKÜR

Çalışmamın her aşamasında yardımlarını esirgemeyen ve yüksek lisans tezim süresince yapıcı ve yönlendirici fikirleri ile bana daima yol gösteren danışman hocam Sayın Doç. Dr. Oya Hacire YÜREĞİR' e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Çalışma süresince yönlendirici ve olumlu katkılarından dolayı arkadaşım Berrak AKAR'a, hayatımın her aşamasında sınırsız destek ve anlayış gördüğüm canım annem ve babama, anlayışı ile her zaman yanımda olan eşim Yasin ERGÜL'e ve motivasyon kaynağım canım oğlum Ata'ma tüm kalbimle teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

SAYFA

ÖZ.....	I
ABSTRACT.....	II
GENİŞLETİLMİŞ ÖZET	III
TEŞEKKÜR.....	V
İÇİNDEKİLER.....	VI
ÇİZELGELER DİZİNİ	VIII
ŞEKİLLER DİZİNİ	X
SİMGELER VE KISALTMALAR	XII
1. GİRİŞ	1
1.1. Problemin Tanımı	2
1.2. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı	4
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	7
2.1. Etkinliğin Tanımı İle İlgili Çalışmalar.....	7
2.2. Etkinlik Analizi İle İlgili Çalışmalar	10
3. MATERYAL VE METOT	23
3.1. Materyal	23
3.2. Metot.....	23
3.2.1. Veri Zarflama Analizi (VZA) Yöntemi	23
3.2.1.1. Charnes-Cooper-Rhodes (CCR) Modeli.....	24
3.2.1.2. Banker-Charnes-Cooper (BCC) Modeli	26
3.2.1.3. Slacks Based Measure (SBM) Modeli.....	27
3.2.1.4. İlişkisel Network VZA Modeli	28
3.2.2. Tobit Regresyon Analizi	30
3.2.3. Demiryolu Taşımacılığı ve VZA Yöntemi.....	31

3.2.4. Demiryolu Etkinlik Analizi İlişkisel Network VZA Modeli	
Uygulaması	33
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	37
4.1. İlişkisel Network VZA Analizi Bulguları	37
4.2. Performans Matrisi Bulguları	45
4.3. Tobit Regresyon Analizi Bulguları	55
4.4. Tartışma	62
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	65
5.1. Sonuçlar	65
5.2. Sonraki Çalışmalar ve Öneriler	66
KAYNAKLAR	69
ÖZGEÇMİŞ	73
EKLER.....	75
EK-1. LİTERATÜR ÖZETİ	77
EK-2. AKIŞ DİYAGRAMI	80
EK-3. İLİŞKİSEL NVZA SONUÇLARI.....	81
EK 4. TOBİT REGRESYON ANALİZİ SONUCU	87
EK-5. TOBİT REGRESYON ANALİZİ BULGULARI	105

ÇİZELGELER DİZİNİ

SAYFA

Çizelge 2.1. Demiryolu Taşımacılığında VZA ile Etkinlik Ölçümünde En Fazla Alıntı Yapılan Çalışmalar (Mahmoudi ve ark., 2018).....	20
Çizelge 2.2. Demiryolu Etkinlik Analizini VZA ile Yapan Çalışmaların Özeti...	22
Çizelge 3.1. Analizde Kullanılan Girdi ve Çıktı Değişkenleri.....	34
Çizelge 4.1. 2000 Yılı Etkinlik Sistem, Üretim ve Tüketim Süreci Etkinlikleri...	39
Çizelge 4.2. 2017 Yılı Etkinlik Sistem, Üretim ve Tüketim Süreci Etkinlikleri...	40
Çizelge 4.3. TCDD'nin 2000-2017 Etkinlik Puan ve Sıralaması.....	41
Çizelge 4.4. Demiryollarının Sistem Etkinlik Puanları.....	42
Çizelge 4.5. 2000 Yılı Sistem Etkinliği Tobit Regresyon Analizi Sonuçları.....	56
Çizelge 4.6. 2000 Yılı Üretim Etkinliği Tobit Regresyon Analizi Sonuçları.....	57
Çizelge 4.7. 2000 Yılı Tüketim Etkinliği Tobit Regresyon Analizi Sonuçları.....	58
Çizelge 4.8. 2000-2005 Tobit Regresyon Analizi Sonuç Özeti.....	59
Çizelge 4.9. 2006-2011 Tobit Regresyon Analizi Sonuç Özeti.....	61
Çizelge 4.10. 2012-2017 Tobit Regresyon Analizi Sonuç Özeti.....	62



ŞEKİLLER DİZİNİ

SAYFA

Şekil 2.1. Taşımacılık Sistemlerinde VZA Uygulamaları ile İlgili Yayınlanan Makale Sayısı (Mahmoudi ve ark., 2018).....	20
Şekil 2.2. Demiryolları Taşımacılık Sistemindeki VZA uygulamaları ile İlgili Yapılan Ortak Çalışmalar İlişki Haritası(Mahmoudi ve ark., 2018)....	21
Şekil 3.1. Üç Süreçli İlişkisel Sistem (Kao, 2009).....	28
Şekil 3.2. Network VZA Modeli (Yu, 2008).....	32
Şekil 3.3. Demiryolu Network Yapısı.....	33
Şekil 4.1. Demiryollarının Sistem Etkinlikleri Değişimi.....	44
Şekil 4.2. 2000 Yılı Performans Matrisi.....	46
Şekil 4.3. 2001 Yılı Performans Matrisi.....	46
Şekil 4.4. 2002 Yılı Performans Matrisi.....	47
Şekil 4.5. 2003 Yılı Performans Matrisi.....	47
Şekil 4.6. 2004 Yılı Performans Matrisi.....	48
Şekil 4.7. 2005 Yılı Performans Matrisi.....	48
Şekil 4.8. 2006 Yılı Performans Matrisi.....	49
Şekil 4.9. 2007 Yılı Performans Matrisi.....	49
Şekil 4.10. 2008 Yılı Performans Matrisi.....	50
Şekil 4.11. 2009 Yılı Performans Matrisi.....	50
Şekil 4.12. 2010 Yılı Performans Matrisi.....	51
Şekil 4.13. 2011 Yılı Performans Matrisi.....	51
Şekil 4.14. 2012 Yılı Performans Matrisi.....	52
Şekil 4.15. 2013 Yılı Performans Matrisi.....	52
Şekil 4.16. 2014 Yılı Performans Matrisi.....	53
Şekil 4.17. 2015 Yılı Performans Matrisi.....	53
Şekil 4.18. 2016 Yılı Performans Matrisi.....	54
Şekil 4.19. 2017 Yılı Performans Matrisi.....	54



SİMGELER VE KISALTMALAR

BDZ PP-CARGO	: Bulgaristan Demiryolları
CD	: Çek Cumhuriyeti Demiryolları
CIE	: İrlanda Demiryolları
DB AG	: Almanya Demiryolları
FS	: İtalya Demiryolları
KVB	: Karar Verme Birimi
LG	: Litvanya Demiryolları
NVZA	: Network Veri Zarflama Analizi
ÖBB	: Avusturya Demiryolları
PKB	: Polonya Demiryolları
Renfe	: İspanya Demiryolları
SBB/CFF/FSS	: İsviçre Demiryolları
SBM	: Slack Based Measured – Aylak Tabanlı Etkinlik Ölçümü
SNCF	: Fransa Demiryolları
SZ	: Slovenya Demiryolları
TCDD	: Türkiye Demiryolları
UIC	: International Union of Railways-Uluslararası Demiryolları Birliği
VZA	: Veri Zarflama Analizi
VR	: Finlandiya Demiryolları



1. GİRİŞ

Dünya ulaştırma sektörü, bütünleşen küresel ekonominin artan talepleri doğrultusunda gelişme gösteren, uluslararası ticaretin önemli yapı taşlarından biridir. Bölgesel kalkınma stratejilerinin uygulanması, teknolojik gelişmeler, altyapı olanaklarının iyileştirilmesi, ticaretin serbestleştirilmesi, düzenleyici otoritelerin belirlediği kurallar, ticari hizmet anlayışında kalitenin ve müşteri memnuniyetinin önem kazanması ulaştırma sektöründe hızlı gelişmelere yol açmıştır. Ulaştırma sistemi ülkelerin sürdürülebilir kalkınma sürecini yakalamaları için, oluşturduğu ağ ile bölgeler ve ülkelerarası bütünleşmeye katkıda bulunmaktadır (TUSIAD, 2007).

Demiryolları yirminci yüzyıla kadar tekel konumunda iken, yanma motorunun ve jet motorunun ortaya çıkması sonucu karayolları ve havayolları ile güçlü bir rekabetle karşı karşıya kalmıştır (Esveld, 2001). İçten yanmalı motorların keşfedildiği 20.y.y. başlarında ulaştırma alanında yeni bir döneme girilmiştir. 1900'lerin başı otomobil çağı olarak damgasını vurmuştur. Bu dönemin en önemli gelişmesi Henry Ford'un seri üretim yöntemi ile yeni bir soluk gelmiştir. T modeli üretim sistemi denilen bu üretim sistemi ile otomobiller daha uygun fiyatla, seri ve kaliteli bir şekilde piyasaya sürülmesi, karayollarının gittikçe mükemmelleşmesi ve motorlu araçların gelişmesi, demiryolları ile karayolları arasında büyük bir rekabetin başlamasına neden olmuştur (Kaynak, 2001).

Demiryollarının taşımacılıktaki ağırlığı İkinci Dünya Savaşı'na kadar sürmüştür. Karayolları taşımacılığının kapıdan kapıya taşıma olanağı vermesi ve gereksinime uygun karayollarının yapılması otomobili insanların yaşamında önemli bir hale getirmiştir. Böylece ulaştırma sisteminin yapısı kökten değişmiş, demiryollarının taşımacılıkta aldığı pay oldukça düşmüştür (Laisi,2009).

Karayolu ve havayolu taşımacılığı sektörlerinde yaşanan önemli gelişmeler ve birçok ülkede demiryolu endüstrisinin diğer ulaşım modları ile aşırı rekabete maruz kalması, demiryollarının pazar payındaki gerilemeyi durdurmak çeşitli stratejiler uygulamasına neden olmuştur. Demiryolu taşımacılığında 1900'lü

yıllardan sonra uygulanan serbestleşme stratejileri ile özel sektörün payında artış yaşanması, sektör içi rekabetin yaratılması, ülkeler arası ortak kullanım kurallarının oluşturulması ve ülkeler arasında bu kurallara uyum sağlanması dünya demiryolu sektöründe son dönemde yaşanan en önemli gelişmeler olmuştur.

Yaşanan bu gelişmelere paralel olarak, demiryolu taşımacılığının verimli, kaliteli, etkin, esnek, hızlı, ucuz ve güvenli hizmet sağlaması ulusal veya uluslararası düzeyde gelişmenin gerçekleşmesi için daha çok sorgulanmaya başlanmıştır.

1.1. Problemin Tanımı

Küreselleşmeyle birlikte artan taşıma hacimleri, ekolojik değerlerin ve karbon ayak izinin dünyada bilinen bir ölçü haline gelmesi, ülkelerin emisyon seviyelerini düşürme girişimleri, ülkelerin ulaştırma sistemlerini birleştirme taleplerini ve intermodal demiryolu taşımacılığı kullanımını artırmıştır.

Demiryolu taşımacılığı karayolu taşımacılığı kaynaklı sorunları azaltmak için önemli bir alternatif olarak kabul edilmekte olup, son zamanlarda intermodal demiryolu taşımacılığı hem AB’de hem de Türkiye’de artış göstermektedir (Deveci ve Çavuşoğlu, 2013).

Demiryollarının taşımacılık sektöründe karayolları ve havayollarındaki trafik yoğunluğunu azaltması, daha az zaman da daha çok yolcu ve yükü daha ucuz ve güvenli taşıyabilmesi, çevreye daha az zarar vermesi, hızlı tren taşımacılığında meydana gelen hızlı teknolojik gelişmeler demiryolu taşımacılığını ön plana çıkarmıştır (Kaynak, 2001).

Yirminci yüzyıla kadar tekel konumunda olan demiryollarının, yirminci yüzyıl ile birlikte karayolları ve havayolları karşısında güçlü bir rekabete maruz kalması, demiryollarının pazar payındaki gerilemeyi durdurmak için çeşitli stratejiler uygulamasını gerektirmiştir. Özellikle son dönemlerde diğer taşımacılık türleriyle yaşanan rekabet, demiryolu ulaşımının etkinliğini sorgulamaya yol açmıştır. Demiryollarının hem diğer taşıma türleri ile hem de kendi içerisindeki rekabetçiliği ve sürdürülebilirliğini sağlamak adına, sektördeki demiryolu firmalarının

performans ölçümü ve kıyaslama çalışmaları önem arz etmektedir. Bu nedenle birçok araştırmacı demiryolu ulaşımında etkinlik ölçümü üzerine odaklanmıştır.

Etkinlik, bir işletmenin mevcut kaynaklarının potansiyeli ile bu potansiyelin kullanılan bölümü arasındaki ilişkiyi incelemektedir. Demiryollarında etkinlik ise demiryolu yöneticisi, hükümet, ağ kullanıcıları, müşteriler ve ekonomi düzenleyicisi gibi demiryolu sistemi içerisinde yer alan ana paydaşlardan hangisinin etkinliği değerlendirdiğine bağlı olarak değişmektedir. Örneğin, hükümetler için etkinlik sübvansiyonların etkin kullanımı iken, müşteriler için dakiklık, güvenilirlik, taşıma hızı ve tarife fiyatlarıdır. Tren işleticileri için etkinlik, demiryolu altyapısına erişim maliyeti ve altyapının kullanılabilirliği iken, yasal düzenleyici için tarife, kullanıcı ücreti fiyat tavanı ve finansal göstergelerdir. Demiryolu yöneticileri için etkinlik ise sistemin ve alt süreçlerinin etkinlik ve etkinsizlik kaynaklarının tespit edilmesidir.

Taşımacılık sektöründe etkinlik ölçümleri, taşımacılık hizmetlerinin depolanmama özelliği nedeniyle farklılaşmaktadır. Başka bir ifade ile demiryolu taşımacılığında üretim süreci ile tüketim süreci birbirinden farklıdır. Zayıf performansın kaynaklarının bulunması için iki ölçümünde performans ölçümüne dahil edilmesi gerekmektedir (Yu ve Lin, 2007; Lan ve Lin 2006).

Literatürdeki çoğu çalışma tek bir kuruluşun performans ölçümünü yapmıştır. Bu konudaki en iyi çalışmalar, kuruluşlar arasındaki farklılıkları tanımlayarak, kuruluşların görel konumunu geliştirmek amacıyla farklı yönetim seviyeleri için olası stratejileri belirleyen çalışmalar olmuştur (Yu, 2008). Kuruluşların sadece kendi iç dinamiklerini değerlendiren etkinlik analizlerinin diğer kuruluşlarla kıyaslama boyutu olmadığına, kuruluş genel itibarıyla etkin ya da etkinliğe yakın seviyelerde görünmektedir. Bu çalışmada demiryolu taşımacılık sistemi etkinlik ölçümünde görel etkinlik seviyelerinin hem sistem hem de alt süreçler için ülkelerle kıyaslama yapacak şekilde 18 yıllık bir periyot için belirlenmesi, yöneticilere etkinsizlik kaynaklarının tam ve doğru tespiti ve olası yönetim stratejilerinin belirlenmesinde yardımcı olacaktır.

1.2. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

Demiryolu taşımacılığının sahip olduğu avantajlar, demiryolu sisteminin etkinliğinin geliştirilmesi, hizmet seviyesini artırmak, güvenlik ve toplam üretkenlik gibi konularla çok fazla araştırmada yer almasına neden olmuştur (Mahmoudi ve ark., 2018).

Bu tez çalışmasında temel amaç, Avrupa Demiryollarından veri uygunluğu olan demiryolları ile Türkiye Demiryollarının 2000-2017 yılları arası göreceli etkinliklerinin tanımlanması ve kıyaslanmasıdır.

Demiryolu taşımacılığında aktiviteler temel olarak üretim ve tüketim süreci olmak üzere ikiye ayrılmakta olup, depolanamayan taşımacılık hizmetleri nedeniyle, demiryolunun üretim sürecindeki yüksek seviyedeki etkinliği, iş süreçlerinde yüksek etkinlik seviyesi sağlamayabilir. Üretim çıktıların artışı etkinlik ölçümlerini iyileştirirken, sistemin toplam etkinliğine yeterince etki etmeyebilir. Bu nedenle bu tez çalışmasında sistem etkinliklerinin yanı sıra, alt süreçler olan üretim ve tüketim süreçlerinin etkinlikleri de ayrı ayrı analiz edilmiştir.

Tez çalışmasında, UIC (Uluslararası Demiryolları Birliği) veritabanından yaklaşık 100 demiryolunun verileri rapor edilmiştir. Çalışmada çoklu girdi ve çoklu çıktısı olan demiryollarının performans karşılaştırılması yapıldığından hem yolcu hem de yük üretimi yapan demiryolu firmaları analize dahil edilmiştir. Kalan firmaların veri boşlukları demiryollarının yıllık raporlarından tamamlanmaya çalışılmış, 2000-2017 yılları arasındaki veri periyodunda, veri boşluğu fazla olan firmalar silinmiştir. Örnek küme, kalan 14 demiryolunun 2000-2017 yılları arası verilerini içermiştir.

Tez çalışmasında yapılacak analizde 252 demiryolu sisteminin (14 demiryolu ve 18 yıl) sistem, üretim ve tüketim süreci etkinlik puanları İlişkisel Network Veri Zarflama Analizi ile kurulan doğrusal programlama modelinde tespit edilmiştir. 2000-2017 yılları için 14 demiryolunun tahmin edilen göreceli sistem etkinlik puanlarına göre demiryolları etkinlik sıralaması yapılmıştır. Alt süreçler olan üretim ve tüketim süreçleri etkinliklerinden her yıl için oluşturulan performans

matrislerine göre farklı stratejiler önerilmiştir. Sistem, üretim ve tüketim süreci etkinliklerine etki eden faktörlerin tespiti ve değerlendirmesi için Tobit Regresyon Analizi yapılmış ve etkinliğe anlamlı katkısı olan değişkenler belirlenmiştir.

Bu tez çalışmasında demiryollarında etkinlik analizi ile ilgili problem, amaç ve kapsam tanımlaması, literatürde etkinlik analizi ile yapılan çalışmalara yer verilmesi, tez çalışmasında kullanılan veritabanı, metot ve bu metotların demiryolu taşımacılığındaki uygulamalarından bahsedildikten sonra, bulgular ve tartışma bölümünde İlişkisel Network VZA uygulamasının sonuçları, performans matrisleri ve tobit regresyon analizi sonucunda etkinliğe etki eden faktörler tespit edilmiştir. Sonuç ve öneriler bölümünde etkinlik analizi sonuçları maddelenmiş ve gelecek çalışmalar için önerilerde bulunulmuştur.

Kullanılan İlişkisel Network VZA modeli ile daha önceki çalışmalarda kullanılan Geleneksel VZA Modellerinden farklı olarak tüm sistemin etkinliği ve sistem içindeki süreçlerin etkinlikleri ölçülmüştür. Ayrıca çalışmanın literatüre en önemli katkısı veri periyodu aralığının genişliği olmuştur. Çünkü literatürdeki çalışmalar tek yılı esas alan ya da kısa periyotlu çalışmalardır. Bu tez çalışması ile Türkiye demiryollarının Avrupa demiryolları ile göreceli etkinlik kıyaslaması 18 yıllık periyotta yapılmıştır.



2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Bu bölümde literatürde demiryollarında etkinliğin tanımı ve etkinlik analizi ile ilgili yapılan çalışmalara değinilmiştir.

2.1. Etkinliğin Tanımı İle İlgili Çalışmalar

Literatürde demiryolu sistemlerinde etkinlik ölçümü yapılırken göz önünde bulundurulması gereken sistem farklılıkları, etkinliği etkileyen dış faktörler ve etkinlik ölçümünde yaşanan zorluklarla ilgili tanımlamalar yapılmıştır.

Ülkelerin sahip olduğu demiryolu sistemleri arasında bazı önemli farklılıklar vardır ve etkinlik ölçümünde göz önünde bulundurulmalıdır (Beck ve ark., 2013):

- Amaç ve rollerdeki farklılıklar: Etkinlik ölçümünde hükümet ve demiryolları arasında amaçlar ve hedeflerin belirlenmesi ve şeffaf bir şekilde rollerin ve sorumlulukların bölünmesi çok önemlidir. Bir ülkede demiryolu minimum kamu fonu ile karlılık sağlandığında etkin olabilirken, başka bir ülkede demiryollarının hedefi operasyonel performans amacının dışında, vatandaşlarının mobilitesini artırmak için geniş pazar alanı yaratmak, piyasadan daha düşük tarife politikası uygulamak, çevresel ve karayolu tıkanıklığını gidermek gibi amaçlarla, demiryolu mod payını daha cezbedici hale getirerek, ülkenin ulusal ekonomi ve hareketlilik politikasını desteklemek olabilir.
- Muhasebe standartları ve borçlarda farklılıklar: Demiryolları yüksek varlık yoğunluklu olduğundan, sermaye maliyetleri ile ilgili eksik ya da yanlış veri, demiryolu etkinliğini etkileyebilecektir. Demiryolu görünürde etkin iken, şebekesine ve teknolojisine yaptığı yatırımlarını borç ile karşılamış olabilir. Etkinlik ölçümünde gelir ve maliyet verilerinin kullanıldığı anahtar göstergelerden faydalanılması durumunda, hükümetin büyük projeleri desteklemesi ve uzun dönemli

borçları silebiliyor olması demiryolunun etkinlik ölçümünü etkileyecektir.

- Demiryolu şirketlerinin sahiplik durumundaki farklılıklar: Bazı ülkelerde demiryolları kamu sahipliği ve işleticiliği ile yönetilirken, bazılarında özel sektör firmaları tarafından işletilir. Geçmiş 20 yıldaki özelleştirme çabaları değişik sonuçlar doğurmuştur. Bazı durumlarda özelleştirme demiryolu performansını artırıp, yüksek maliyet etkinliği getirmiştir. Bazı durumlarda, demiryolunun özelleştirilmesi kısa vadeli finansal gelişmeler sağlamak için demiryolu varlıkları, yüksek yeniden finansman maliyetleri ve özkaynak karlılık oranına verilmesi gereken önemin ihmal edilmesi sonucunu doğurmuştur. Yapılacak etkinlik ölçümleri ve kıyaslamalarda demiryollarının şirket yapısı dikkate alınmalıdır.

Ülkelerin demiryolu etkinliğini etkileyebilecek bazı dış faktörler ise şunlardır (Beck ve ark., 2013):

- Ülkelerin topografyası; örneğin İsviçre ve Japonya yüksek konsantrasyonlu dağlık arazilere sahiptir ve bu durum altyapı imalatı ve bakımını daha pahalı yapmaktadır.
- Yerleşim düzeni ve nüfus yoğunluğunun trenlerin verimliliğini ve kullanım oranlarını etkilemesi; örneğin Fransa, İsveç ve Kanada; Belçika, Almanya veya İsviçre karşılaştırıldığında düşük nüfus yoğunluğuna sahip ülkelerdir. Bu durum maliyetli demiryolu varlıklarının kullanım oranını etkileyebilmektedir.

Demiryolu sistemlerinde etkinlik ölçümü ile ilgili yaşanabilen zorluklar ise şöyledir:

- Demiryollarında etkinlik tanımı ve ölçümü karmaşık bir konudur. Veri boşlukları ve tutarlılık problemleri demiryolları etkinlik ölçümü ve etkinlik kıyaslaması için önemli bir sorundur. Birçok demiryolu iç yönetim amaçları için detaylı istatistiki bilgiyi gerekli görmemekte ya da halka açık olarak yapılan bir karşılaştırma için bilgi paylaşmayı uygun bulmamaktadır. Demiryollarının kıyaslamasında verilerin paylaşılması, sonuçların kullanım gücünü önemli derecede azaltmaktadır (Beck ve ark., 2013).
- Etkinlik teriminin ne olduğunun tanımlanmasındaki belirsizlik ve özündeki zorluk, demiryolu organizasyonlarının karmaşık yapısı, demiryolu hizmetlerinin heterojenliği ve sınırlı arzı nedeniyle demiryolu sisteminin etkinliğinin ölçümü ve beklenen anlamlı cevapları sağlamak kolay bir girişim değildir. Etkinliğin ölçümü ile ilgili girişimlerde, kavramlar ve amaçlardaki farklılıklar nedeni ile uygun ve özel yaklaşımlara ihtiyaç vardır (Thompson ve Bente, 2014).
- Demiryolu taşımacılığı performans değerlendirmesi için uluslararası karşılaştırma standartları yoktur. U.S. ve Kanada'da zorunlu standartlar uygulanırken, Avrupa'da homojen bir formata yakın herhangi standart yoktur. Global ölçekte, UIC (Uluslararası Demiryolları Birliği) en iyi veri tabanına sahiptir, ancak geliştirilmemektedir. Bununla birlikte UIC'nin veritabanının kalite ve kapsamını kaybetmesi riski olabilir (Thompson ve Bente, 2014).
- Ülkelerin vergi gelirlerinin önemli bir miktarı altyapıya kaynak sağlamak ve kamu hizmeti yükümlülüğü için aktarılsa da, demiryolları verilerini genelde sadece hükümetlerinin karşısında dirençli durmak için rapor etmektedir (Thompson ve Bente, 2014).
- Demiryolu sistemine ödenen sübvansiyonlar birçok demiryolunda çok büyüktür, ancak açık bir şekilde raporlanmamaktadır. Bilançoda ve resmi raporlarda tam olarak belirtilmeyen sübvansiyonlar, finansal

etkinlik ölçütleri üzerinde bozucu bir etkiye neden olabilmektedir (Thompson ve Bente, 2014).

2.2. Etkinlik Analizi İle İlgili Çalışmalar

Oum ve Yu (1994), 19 OECD ülkesinin demiryollarının 1978-1989 yıllarına ait etkinliğini VZA ve Tobit Regresyon Analizi kullanılarak ölçülmüştür. Bu analizde OECD ülkelerinden, toplam işleri içerisinde yolcu hizmetleri oranı yüksek olan 19 demiryolu seçilmiştir. Çalışmanın amacı, 19 OECD ülkesi demiryollarının toplam etkinliğinin iki farklı çıktı kümesi kullanılarak ölçümü ve yönetsel özerklik ve sübvansiyonların etkinlik üzerindeki etkisinin tanımlanmasıdır. VZA yöntemi ile 19 demiryolunun toplam etkinliği iki farklı çıktı kümesi kullanarak ölçülürken, Tobit Regresyon Analizi ve tanımlanan değişkenler ile yönetsel özerklik ve kamu sübvansiyonların etkinlik üzerindeki etkisini tanımlanmıştır. Çalışmanın sonucunda; 1. Etkinlik puanları ve sıralamalarının kullanılan çıktı ölçütlerine bağlı olarak değiştiği, 2. Kamu sübvansiyonlarına yüksek bağımlı olan demiryollarının, daha az bağımlı olan benzer demiryollarına göre daha az etkin olduğu, 3. Yönetsel otonomi derecesi yüksek olan demiryollarının daha yüksek etkinlik gösterme eğiliminde olduğu gözlemlenmiştir.

Tretheway ve ark. (1997) çalışmasında Kanada Uluslararası Demiryolları (CN) ve Kanada Pasifik Demiryolları (CP)'nin üretim performansı analiz edilmiştir. CP özel şahsa ait; CN fiili özerklikle çalışan Federal şirkettir. Çalışmanın veri periyodu buharlı makinelerin sonu 1956'dan 1991'e kadar olan dönemi kapsamaktadır. Toplam Faktör Verimliliği (TFV) ile Kanada Demiryollarının (CP ve CN) verimliliği ölçülmüş ve Amerika demiryolu şirketi US Class I'in üretim performansı ile bazı karşılaştırmalar yapılmıştır. Firmalar arasında zamana dayalı karşılaştırma yapmak için gelir ağırlıklı çok yönlü Tornqvist indeksi (Divisia/Translog) kullanılmıştır. Çalışma sonucunda, iki demiryolunun verimlilik seviyeleri benzer çıkmış olup; kamuya ait CN'nin verimlilik seviyesi özel şahsa ait CP'nin verimlilik seviyesinin çok az altındadır. Ancak CN'nin TFV büyümesi son

yıllarda daha hızlı olmuş ve performans farkını elimine etmiştir. CN'nin TFF büyümesi CP'ye göre daha hızlı gerçekleşmiş olup, ikisinin büyümesi de Amerika demiryolu şirketi US Class I'e göre daha yavaştır. US Class I'in TFF büyümesi girdilerin azaltılması ile başarılmıştır. Çalışmada demiryolu endüstrisinde son yıllarda çıktıların artışında çok az bir büyüme olduğu, bu yüzden girdilerin kullanımının azaltılmasının verimliliği daha hızlı artıracığı ifade edilmiştir. Kanada ve Amerika demiryolları trafik yoğunluğu yüksek olan demiryollarıdır bu yüzden hat kullanımının ve ilgili sermaye girdilerinin azaltılması çok önemlidir.

Cowie (1999) çalışmasında İsveç'te 43 kamu ve 14 özel sektör demiryolu işletmesinin teknik etkinlikleri karşılaştırılmıştır. 1995 yılı verilerine Banker Charnes Cooper (BCC)-VZA modelini uygulayarak, etkinlik analizi sonucunda özel sektör demiryolu işletmelerinin, kamu işletmelerine oranla yaklaşık %13 oranında daha etkin bulunduğunu tespit etmiştir. Çalışmada lokomotif ve otaray sayısı, demiryolu işletmelerinde çalışan sayısı, arazi eğim derecesi girdi değişkeni, yolcu tren-km ve yük tren-km çıktı değişkeni olarak kullanılmıştır.

Cantos ve ark. (2000) çalışması demiryolu sektöründeki etkinlik göstergelerinde farklı çıktı tanımlamaları kullanıldığında oluşan farklılıkları analiz etmeyi amaçlamaktadır. Demiryolu şirketlerinin teknik etkinlikleri parametrik olmayan yöntem, VZA yöntemi ile hesaplanmıştır. Panel 17 Avrupa şirketinin 1970-1995 yılları arası verilerinden seçilmiştir. Veriler yoğunlukla UIC'nin yayınlanan raporlarından alınmış ve şirketlerin istatistik yıllıklarında bulunan datalarla tamamlanmıştır. İki çıktı seti seçilmiştir: 1) yolcu-km sayısı ve ton-km 2) yolcu tren-km ve yük tren-km. Kullanılan girdi değişkenleri ise 1) enerji ve malzeme tüketimi 2) çalışan sayısı 3) yolcu aracı sayısı 4) yük aracı sayısı 5) lokomotif sayısı 6) hat-km uzunluğudur. Bu çalışma sonucunda, demiryolu sektöründe etkinlik göstergelerinin seçilen çıktı spesifikasyonuna karşı hassas olduğu doğrulanmıştır.

Lan ve Lin (2003) çalışmasında, ölçeğe göre sabit getiri ve ölçeğe göre değişken getiri varsayımı altında iki aşamalı Veri Zarflama Analizi kullanılarak dünya çapındaki 76 demiryolu sistemi (Karar Verme Birimi) için hem teknik etkinlik

hem de servis etkenliği tahmin edilmiştir. Hat uzunluğu, lokomotif ve araç sayısı, personel sayısı girdi, tren-km çıktı olmak üzere, ilk aşamada girdiye yönelik VZA (tüm çıktılar sabitken, tüm girdilerdeki mümkün olan maksimum orantılı azaltma) kullanılmıştır. İkinci aşamada tren-km girdi ve yolcu-km ve ton-km çıktı seçilerek, çıktıya yönelik VZA (tüm girdiler değişmeden kalırken, tüm çıktılardaki mümkün olan maksimum orantılı artış) kullanılmıştır. Ayrıca bu çalışmada tüm değişkenlerdeki maksimum olası orantılı değişiklikler, yani eşzamanlı olarak çıktılarda artış ve girdilerde azalış, tek aşamalı VZA (hiperbolik VZA) yöntemi kullanılarak teknik etkenlik analizi de yapılmıştır. Veri seti Uluslararası Demiryolu Birliği (UIC)'nin istatistiksel verilerinden alınmıştır. UIC veri setindeki demiryollarından sadece yolcu veya yük verileri olan demiryolları silinmiş ve örnek küme kalan 76 demiryolunu içermiştir. Örnek küme Amerika, Afrika, Asya, Avrupa, Okyanusya içerisindeki demiryollarının 1999-2001 yılları arasındaki verilerini içermektedir. Çalışma sonucunda demiryolu sektöründe az bir istisna ile düşük etkinlik ve etkenlik puanları bulunmuştur. Ortalama etkenlik puanı VZA BCC modelinde 0,448 iken, ortalama etkinlik puanı 0.407 bulunmuştur. 76 firmadan sadece 7 firma etkin ve 69 firma etkin değildir. Bunlardan 36'sı üretimde ve 35'i tüketimde ölçeğe göre artan getiri göstermek te, diğerleri ölçeğe göre azalan getiri özelliği göstermektedir. Ölçek ekonomisi, optimum demiryolu ağındaki hat uzunluğunun 2000 km ile 3000 km arasında olması gerektiğini önermektedir. Tek aşamalı (hiperbolik) VZA ile çıkan teknik etkenlik puanlarına göre biraz yüksek çıkmaktadır. Kruskal-Wallis sıralama testi Afrika'da bulunan demiryolu firmalarının, Avrupa ve Amerika ülkelerinde bulunan demiryolu firmalarına göre daha az etkin ve etken olduğunu göstermiştir. Test ayrıca teknik değişikliklerin (frontier shifting-sınır kayması) örneklem yılı olan 1999-2001 yılları arasında meydana gelmediğini göstermiştir. Ölçeğe göre değişken getiri (VRS) karşısında ölçeğe göre sabit getiri (CRS) test etmek için Banker metodu uygulanmış ve VRS'nin demiryolu endüstrisi için daha uygun olduğu tespit edilmiştir. Duyarlılık analizinde, etkin ve etken KVB 66'nın (JR- Japon) etkinlik ve etkenlik analizinin

ikisinde de olası veri hatalarına karşı hassaslık bakımından en dayanıklı olduğunu göstermiştir. Tobit regresyon analizi sonuçları elektrikli hat, nüfus yoğunluğu ve kişi başına düşen milli gelir yüzdelerinin etkinliği, taşınan ton başına ortalama mesafe ve kişi başına düşen milli gelirin etkinliği önemli derecede etkileyen faktörler olduğunu göstermektedir. Etkili olan dış faktörler baz alınarak örneklem 4 gruba ayrılmış ve dışsal olarak sabit girdili (EXO) ve kategorik (CAT) VZA modeli, etkinlik ve etkinlik puanlarını tahmin etmek için kullanılmıştır. EXO ve CAT modellerinden çıkan sonuçlar CCR ve BCC ile çıkan sonuçlardan biraz yüksektir. Çevresel heterojen durumlarında EXO ve CAT modelleri daha uygun görünmektedir. Buna ek olarak kategorik VZA sonuçları baz alınarak performans matrisi oluşturulmuş ve her bir firmanın göreceli etkinlik ve etkinlik puanları gösterilmiştir. Düşük etkin ve/veya etken demiryolu sistemlerinin performanslarının artırılması için çeşitli stratejiler, farklı alt matrisler altında önerilmiştir.

Menekşe (2006) çalışmasında, demiryollarının birim performans parametreleri belirlenerek, Türkiye ve bazı AB ülkeleri demiryollarının performans analizi yapılmıştır. Öncelikle TCDD'nin 1970-2003 yılları arası yolcu-km, tren-km, ton-km verilerinin grafiksel olarak değişimi incelenmiş, bu çıktıların personel başına verimliliği analiz edilmiştir. Avrupa ülkelerinin de çıktı değerleri ile personel verimliliği analiz edilerek Türkiye ile karşılaştırılmıştır. AB ülkeleri ile yapılan karşılaştırmalar sonucunda 1 milyon kişiye düşen hat uzunluğunda hedefin Hollanda'yı yakalamak, personel verimliliği açısından ise Fransa'yı yakalamak olduğu sonucuna varılmıştır.

Movahedi ve ark. (2007) çalışmasında, İran demiryollarının 1971-2004 yılları arasındaki demiryolu aktiviteleri VZA yöntemi kullanılarak analiz edilmiştir. Girdi yönelimli CCR Modeli kullanılarak etkin KVB'ler tespit edilmiştir. Girdi değişkenleri; yük vagonları sayısı, yolcu vagonları sayısı, hizmet veren lokomotif sayısı, hat uzunluğu-km, personel sayısı, toplam harcamalar ve inşaat bütçesi iken, çıktı değişkenleri; ton-km, yolcu-km, toplam gelirdir. Etkin yıllar tespit edildikten sonra, etkin yılların kendi içinde sıralaması için Anderson ve Petersen tarafından

geliştirilen sıralama modeli kullanılmıştır. Çalışma sonucunda İran Demiryollarının 1995 sonrasına ait 10 yılda (2000 yılı hariç) etkin olduğu görülmüştür.

Yu ve Lin (2007) çalışmasında, Çok Yönlü İlişkisel VZA kullanılarak, hem üretim hem tüketim teknolojilerini bütüncül olarak değerlendirilmiştir. Demiryolu taşımacılığı genellikle hem yolcu hem de yük hizmetleri işletimini yaptığından, çok faaliyetli ve çok aşamalı bir endüstridir. Bu nedenle modelde, seçilen 20 demiryolunun 2002 yılına ait yolcu ve yük teknik etkinliği, servis etkenliği ve teknik etkenliği eş zamanlı olarak tahmin edilmeye çalışılmıştır. Çalışmada 4 girdi, 2 üretim çıktısı, 2 tüketim çıktısı ve 2 çevresel değişken (kişi başına düşen gayri safi milli gelir ve nüfus yoğunluğu) kullanılmıştır. Girdi değişkenlerinin bazıları önceki çalışmalardan alınmıştır. Çalışan sayısı, hat uzunluğu, yük araçları sayısı, yolcu araçları sayısı. Yolcu hizmetleri yük araçları ile sağlanamadığından yolcu araçlar sayısı ve yük araçları sayısı ek iki girdi olarak alınmıştır. Çıktı olarak iki alternatif set alınmıştır. İlki yolcu-km ve yük ton-km olan tüketim çıktılarıdır. İkincisi demiryolu tarafından sağlanan yolcu tren-km ve yük tren-km olan üretim çıktılarıdır. Çünkü servis etkenliği (SV) ve teknik etkinlik (TE) arasındaki farkın görülmesi ve teknik etkinliğin yük ve yolcu bileşenlerine ayrılmasına çalışılmıştır. Bu yüzden üretim sürecinin çıktısı olarak demiryolları tarafından direkt üretilen yolcu tren-km ve yük tren-km; tüketim sürecinin çıktısı olarak yolcular ve taşıyıcılar tarafından tüketilen yolcu-km ve ton-km seçilmiştir. Çalışan sayısı, yolcu ve yük alt üretim süreci ve tüketim süreci için ortak girdi, hat uzunluğu yolcu ve yük alt üretim süreci için ortak girdi seçilmiştir. Tüketim sürecinde yolcu tren-km ve yük tren-km üretilen çıktılar, yolcu-km ve ton-km tüketilen çıktıları olarak seçilmiştir. Çok Yönlü İlişkisel VZA modelinin uygulanması demiryollarının performansını PTE, FTE, SV ve TV olarak sınıflandırmıştır. Sonuçlarda ortalama yolcu teknik etkinliği yük teknik etkinliğinden büyük çıkmıştır. Bu durum bir birim yük hizmeti (yük tren-km) üretirken kullanılan kaynakların azaltılmasının, yolcu hizmeti (yolcu tren-km) üretirken kullanılan kaynakların azaltılmasından, daha fazla çabaya ihtiyaç duyduğunu göstermektedir. Yük teknik etkinliğinin (FTE) daha düşük olması

yükleme-boşaltma faaliyetlerinde yük taşımacılığı hizmetlerinin daha fazla zaman, işgücü ve hat kullanımı gerektirmesinden dolayıdır. Demiryolları Doğu ve Batı Avrupa demiryolları olarak gruplandırıldığından, sonuçlarda Batı Avrupa'nın PTE değerinin Doğu Avrupa'dan daha yüksek olduğu, FTE için aradaki farklılığın önemsiz olduğu görülmüştür. Genel olarak, Batı Avrupa'daki demiryollarının TV göstergesi daha iyi görünmektedir. Servis etken (SV) olan demiryollarının, teknik etken (TV) olmadığı görülmektedir. Tanımlanan TV eşitliği ile yolcu ve yük üretim süreçlerinde etkin performans sergilemeyen ve işletim proseslerinde etken olmayan firmaların teknik etken olarak değerlendirilemeyeceği görülmüştür. Ortak girdilerin dağılımı incelendiğinde yolcu üretimine ayrılan hat oranının yük üretimine ayrılan hat oranından yüksek olduğu gözlemlenmiştir. TE, SV, TV ölçümleri arasındaki korelasyon katsayılarına bakıldığında, TV'nin TE ve SV karşısında korelasyonunun yüksek olduğu, TE ile SV arasında korelasyon katsayısının düşük olduğu görülmüştür. Bu durum yüksek TE değeri için yüksek SV'ye gerek olmadığını göstermektedir.

Yu (2008) çalışmasında Dünya çapında farklı büyüklük ve sahiplik yapıları bulunan ve Asya, Avrupa ve Afrika'da bulunan 40 ülkenin 2002 yılına ait demiryolu verileri Uluslararası Demiryolu Birliği (UIC)'den alınmış ve bu ülkelerin demiryolu etkinliklerini karşılaştırmıştır. Performans analizinin amacı demiryollarının ürettiği çıktıları ve bu çıktıların üretiminde kullanılan girdilerin tanımlanmasıdır. Network VZA modelini kullandığı çalışmasında sistem üretim ve tüketim süreci olarak ikiye ayrılmıştır. Emek ve sermayenin kullanıldığı üretim sürecinin girdileri yolcu vagonu sayısı, yük vagon sayısı personel sayısı ve hat uzunluğudur. Yolcu ve yük taşımacılığı için sağlanan yolcu tren-km ve yük tren-km değerleri ise üretim sürecinin çıktılarıdır. Tüketim süreci üretilen yolcu tren-km ve yük tren-km değerlerini girdi olarak alır ve tüketim sürecini etkileyen iki adet çevresel etken olan nüfus yoğunluğu ve kişi başı GSMH değerlerini de kullanarak, yolcu-km ve ton-km çıktılarını üretir. Bunlar aynı zamanda tüm sistemin de çıktılarıdır. Çalışmada kullanılan global 40 demiryolunun 2002 yılına ait tanımlayıcı istatistiklerine

bakıldığında verilerin oldukça heterojen olduğu görülmektedir. Özellikle çevresel değişkenler olan nüfus yoğunluğu ve kişi başı GSMH'ya bakıldığında operasyonel çevresi çok çeşitli olan demiryollarının olduğu görülmektedir. Buradan hareketle taşımacılık hizmetlerinde kişi başı GSMH ve nüfus yoğunluğu gibi çevresel faktörlerin etkinlik puanlarını önemli derecede etkilediği söylenebilir. Çalışmada demiryolu etkinlikleri iki ayrı modelde karşılaştırmıştır. İlk olarak geleneksel VZA ile çıktıya yönelik Charnes-Cooper-Rhodes VZA (CCR VZA) modelini kullanarak sistemin tamamı, üretim süreci ve tüketim süreçlerini karşılaştırılmış; sonrasında ise network VZA modelini kullanılarak aynı sistem ve süreçler için karşılaştırmayı tekrarlamıştır. Bu çalışma literatüre iki katkı sunmaktadır. Öncelikle, tüketim hizmeti ile üretim hizmeti eş zamanlı oluşur, bu yüzden tüketim çıktısını üretim çıktısından ayırmak ve etkinlik ve etkenliği üç ayrı model kullanarak ölçmek yerine teknik etkinlik, servis etkenliği ve teknik etkenliğin tek bir modelde birleşimi ile performansı ölçmenin daha uygun olacağıdır. İkinci olarak, etkinlik ölçümünde çok aşamalı VZA, girdi faktörlerini ve çıktı faktörlerini VZA modeline yerleştirir ve ortak girdileri hesaba katmaz. Oysaki eş zamanlı çalışan çok prosesli firmalarda paylaşılan kaynaklar mutlaka KVB'leri etkileyecektir.

Wetzel (2008) çalışmasında, Avrupa demiryolları sektörünün 1990-2005 yılları arasındaki performansını, Stokastik Sınır Panel Veri Modeli kullanarak, verimlilik artışının kaynakları olan teknolojik ilerleme, teknik etkinlik değişimi ve ölçek ekonomisini değerlendirmiştir. EU-25 ülkelerinden veri eksikliği nedeni ile İngiltere ve Estonya'nın çıkarılıp, İsviçre'nin eklenmesi ile 21 ülkenin analizi yapılmıştır. Sonuçlar teknolojik ilerlemenin verimlilik artışındaki en önemli etken olduğunu ve teknik etkinliği sağladığını, ölçek ekonomisinin daha az etkili olduğunu göstermiştir. Örneklem periyodundaki ortalama verimlilik artışı %39 bulunmuştur.

Şaşmaz (2008) çalışmasında, Türkiye'deki karayolu ve demiryolu ulaşım sistemlerinin verimlilik düzeylerini incelemiştir. Üretimde kullanılan tüm girdilerdeki bileşik verimlilik değişimlerinin ölçülebilmesi için Toplam Faktör Verimliliği, girdi değişkenlerinin birbiriyle uyum içinde olmayan anlamlı

büyükliklerini bir araya getirmek için Divisia indeksleme yöntemi ve benzer girdiler kullanarak çıktı ya da çıktılar ortaya koymakla sorumlu karar noktalarının göreceli etkinliklerini değerlendirmek için de Veri Zarflama Analizi kullanılmıştır. 1985-2005 yılları arası Türkiye demiryolları VZA ile analiz edildiğinde, 1994 yılından itibaren demiryollarının verimliliğinde bir gelişme görüldüğü, fakat etkinlik değerlerinin yine de 1'in altında kaldığı görülmüştür.

Jitzusumi ve Nakamura (2009) çalışmasında Japonya'daki 53 demiryolunun 1998-2003 yıllarına ait verileri değerlendirilerek, etkinsizlik sebepleri VZA yöntemiyle analiz edilmiştir. Çalışmada demiryolu firmalarının taşımacılık ve gayrimenkul gelişimi ile ilgili karlarından ziyade, temel olarak verimlilik veya operasyonel etkinliklerine odaklanılmıştır. Çalışmada hem yolcu hem yük taşımacılığı yapan yani, farklı teknolojilere sahip firmalar ve uygun veriye sahip olmayan veriler değerlendirme dışı tutulmuş ve sadece yolcu taşımacılığı yapan firmaların etkinlikleri analiz edilmiştir.

Mizutani ve Uranishi (2010) çalışmasında yapısal ayrılma politikalarını (dikey ayrılma ve fonksiyonel ayrılma) translog toplam maliyet fonksiyonu ile analiz edilmiştir. Bu analiz için 23 OECD ülkesinden 25 demiryolu organizasyonu seçilerek, 1997-2007 yılları arası 11 yıllık periyot değerlendirilmiştir. Dikey ayrılmanın etkisinin demiryolu organizasyonun tren yoğunluğuna göre değiştiği, düşük tren yoğunluğunun ve dikey ayrılmanın maliyetleri azaltma eğiliminde olduğu görülmüştür.

Cantos ve ark. (2012) çalışmasında, Avrupa ülkelerinde yapılan demiryolu reformlarının demiryolları sistemleri üzerindeki etkisinin ne olduğunu gözlemlemektir. 23 Avrupa ülkesi demiryolları 2001-2008 yılları verileri farklı yaklaşımlar kullanılarak analiz edilmiştir. Demiryolu sistemlerinin teknik etkinliği, Banker-Charnes-Cooper (BCC) modeli kullanılarak, VZA yöntemi ile tahmin edilmiştir. İkinci yaklaşım olarak stokastik sınır analizi uygulanmıştır. Çıktı değişkeni olarak ton-km ve yolcu-km, girdi değişkeni olarak personel sayısı, demiryolu araçları sayısı (yük vagonu, yolcu vagonu, raybüs, lokomotif ve tren

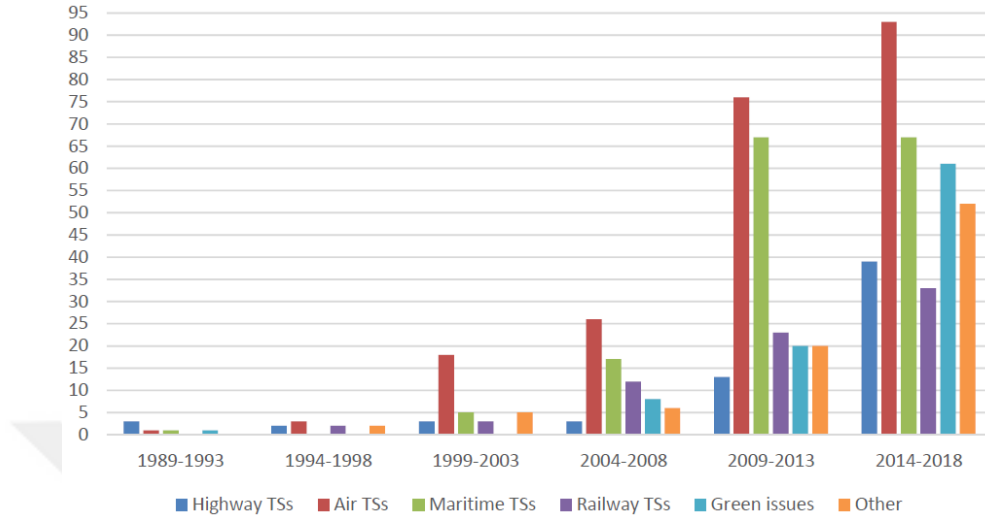
setleri ve çekerleri), hat uzunluğu kullanılmıştır. Ölçeğe göre sabit getiri (CRS) VZA (CRS), ölçeğe göre değişken getiri (VRS) VZA ve Stokastik Sınır Analizi etkinsizlik seviyeleri bulunmuştur. VRS etkinlik sonuçlarının CRS etkinlik sonuçları ile eşit ya da CRS sonuçlarından yüksek olduğu görülmüştür. Küçük ülkelerin sonuçları incelendiğinde ölçek ekonomisinin olduğu ve bu küçük demiryolu sistemlerinin işletmede zorluklar yaşadığı görülmüştür. İki aşamalı Stokastik Sınır Analizi yöntemi sonuçlarının CRS ve VRS sonuçlarından düşük çıktığı görülmüştür. Bütün ana demiryolu reformlarını tamamlayan ülkelerin (dikey ayrılma, yolcu taşımacılığında franchising, yük taşımacılığında yeni operatörlerin girmesi) demiryolu sistemlerinin daha etkin olduğu görülmüştür. Dikey ayrılmanın etkinliğe tek başına yeterince etki etmediği, yatay reformlarla birlikte kombine edildiğinde daha büyük kazanımlar olduğu gözlemlenmiştir.

Erturan (2012) çalışmasında, Türkiye Demiryollarının 1981-2011 yılları arası etkinliklerini analiz etmiştir. Personel sayısı, hat uzunluğu, yük vagonu ve yolcu vagonu sayısı girdi; yük tren-km ve yolcu tren-km üretim çıktısı, yolcu-km ve ton-km tüketim ve sistem çıktısı olarak alınmıştır. Ayrıca kişi başı gayri safi milli hasıla ve nüfus yoğunluğu çevresel faktör olarak alınmıştır. Yu (2008) çalışmasındaki Network VZA yönteminden farklı olarak İlişkisel Network VZA yöntemi kullanılmış ve geleneksel VZA modeli olan çıktıya yönelik CCR yöntemi sonuçları ile karşılaştırma yapılmıştır. NVZA, üretim süreci, tüketim süreci ve sistem etkinlikleri yıllar bazında ayrı ayrı hesaplanmıştır. CCR yöntemi ile de her süreç için etkinlik değerleri hesaplanmıştır. Çalışma sonucunda NVZA ile etkin olan bir sürecin, geleneksel VZA ile de etkin olarak hesaplandığı, ancak geleneksel VZA ile etkin olan bir sürecin NVZA ile etkinsiz bulunabildiği, İlişkisel NVZA ile bulunan sonuçların her zaman CCR ile bulunan sonuçlardan düşük ya da eşit olduğu tespit edilmiştir.

Thompson ve Bente (2014) çalışmasında halka açık olan verilerden geliştirilen etkinlik ve verimlilik ölçütlerini belirleyerek, performans ölçütlerini enine kesit uygulayarak 2011 yılı için ve zaman serisi uygulayarak 1970-2011

periyodu için değerlendirmiştir. Çalışma tüm Avrupa ülkeleri demiryolları ile birlikte İsviçre ve Norveç'i de içermektedir. Ek olarak kıyaslama yapabilmek için Çin, Amerika, Kanada, Japonya ve Hindistan demiryolları da dahil edilmiştir. Kamuya açık uygun göstergelerin tanımlanması sonrası, bu göstergelerden temel etkinlik ve üretkenlik rasyoları belirlenmiştir (trafik yoğunluğu, yük vagonu üretkenliği, işgücü üretkenliği vb.). Demiryollarının verileri ve rasyoları 2011 yılı baz alınarak yorumlanmıştır. Zaman serisi analizi yaparken, sunulacak bilgi miktarı çok olacağından 1970, 1975, 1980, 1985, 1990, 2000 ve 2005-2011 yılları ve belirli gösterge ve demiryolları incelenmiştir. Çin'in yolcu ve yükte, U.S ve Kanada Class I'in yükte, Japonya'nın yolcуда daha etkin olduğu, Avrupa'da EU 15 ve EU 10 demiryollarının karma bir performans görüntüsü varken, İsviçre Demiryolları (SBB)'nin oldukça iyi bir performans görüntüsü olduğu tespit edilmiştir.

Mahmoudi ve ark. (2018) çalışması, literatürde ulaştırma sistemleri ile ilgili 2007-2018 yılları arasındaki 40 çalışmada kullanılan Veri Zarflama Analizi uygulamalarını altı farklı içerikle sınıflandırmış ve her bir içerikle ilgili yayınlanmış çalışmaları geniş kapsamlı bir şekilde analiz etmiştir. Taşımacılık sistemlerindeki VZA uygulamalarını da taşımacılık türlerine göre incelemiş ve Şekil 2.1'de görüldüğü gibi çalışmaların %75'ten fazlasının son 10 yıl içinde yapıldığını gözlemlemiştir. Şekil 2.1'de mavi sütunlar karayolları taşımacılığında, kırmızı sütunlar havayolu taşımacılığında, yeşil sütunlar denizyolu taşımacılığında, mor sütunlar demiryolları taşımacılığında, turkuaz sütunlar yeşil taşımacılıkta ve turuncu sütunlar diğer taşımacılık konularında yapılan çalışmaları göstermektedir.



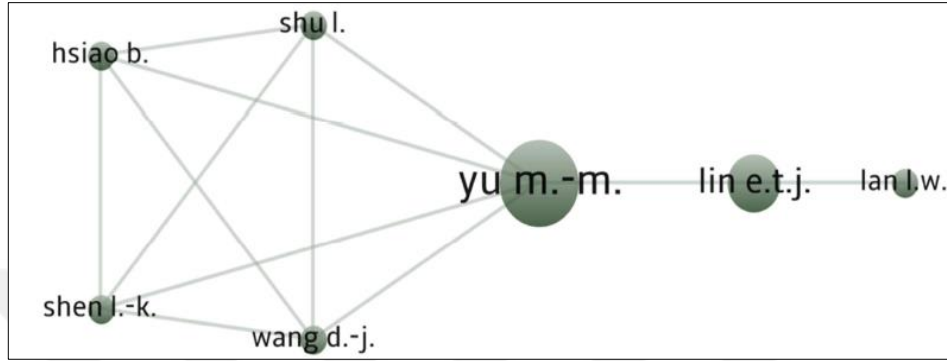
Şekil 2.1. Taşımacılık Sistemlerinde VZA Uygulamaları ile İlgili Yayınlanan Makale Sayısı (Mahmoudi ve ark., 2018)

Çizelge 2.1. Demiryolu Taşımacılığında VZA ile Etkinlik Ölçümünde En Fazla Alıntı Yapılan Çalışmalar (Mahmoudi ve ark., 2018)

Çalışma Adı	Alıntı Sayısı	Çalışma Adı	Alıntı Sayısı
Coelli and Perelman (1999a)	278	Growitsch and Wetzel (2009a)	46
Yu and Lin (2008b)	160	Chapin and Schmidt (1999)	45
Azadeh et al. (2008)	101	Hilmola (2007)	45
Yu (2008a)	79	Cowie (1999a)	44
Mohajeri and Amin (2010)	47	Martin and Reggiani (2007)	43
Graham (2008)	46	George and Rangaraj (2008)	34

Çizelge 2.1’de taşımacılık sistemlerinden demiryolu taşımacılığı ile ilgili yapılan VZA çalışmalarından en çok alıntı yapılan çalışmalar, Şekil 2.2’de yazarların birlikte yaptığı çalışmalar arasındaki ilişkiyi gösteren harita verilmiş olup, en güçlü ilişki, demiryollarının teknik ve çevresel etkinliklerine odaklanan Yu ve Lin’in çalışmaları arasında olduğu görülmektedir. Mahmoudi ve ark. (2018)’nin detaylı literatür çalışması, VZA yönteminin, ulaştırma sistemlerinin

değerlendirmesinde, karar vericiler için en kullanışlı yöntemlerden biri olduğunu göstermektedir.



Şekil 2.2. Demiryolları Taşımacılık Sistemindeki VZA uygulamaları ile İlgili Yapılan Ortak Çalışmalar İlişki Haritası (Mahmoudi ve ark., 2018)

Literatürde demiryollarında etkinlik analizi ile ilgili yapılan çalışmaların geniş özeti Ek-1’de, demiryollarının etkinlik analizini VZA yöntemi ile yapan çalışmaların özeti ise Çizelge 2.2.’de verilmiştir.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Figen ERGÜL

Çizelge 2.2. Demiryolu Etkinlik Analizini VZA ile Yapan Çalışmaların Özeti

Çalışmanın Adı	Kullanılan Metot	Demiryolu Sayısı	Periyot	Çıktılar	Girdiler	Çevresel Faktörler
Oum ve Yu (1994)	Geleneksel VZA, Tobit Regresyon	19 OECD Ülkesi Demiryolu	1978-1989	yolcu tren-km, yük tren-km, yolcu-km, ton-km	çalışan sayısı, enerji tüketimi, yol ve yapılar, malzemeler, yolcu araçları sayısı, yük vagonları sayısı, lokomotif sayısı	-
Yu (2008)	Geleneksel VZA, Network VZA	40 Global Asya, Avrupa ve Afrika Demiryolu	2002	yolcu tren-km, yük tren-km, yolcu-km, ton-km	personel sayısı, yolcu vagonu sayısı, yük vagon sayısı ve hat uzunluğu, yolcu tren-km ve yük tren-km	kişi başına düşen gayri safi milli gelir ve nüfus yoğunluğu
Lin (2003)	Geleneksel VZA, Tobit Regresyon	76 Demiryolu	1999-2001	tren-km, yolcu-km, ton-km	hat uzunluğu, lokomotif ve araç sayısı, personel sayısı, tren-km	kişi başına düşen gayri safi milli gelir ve nüfus yoğunluğu
Lin (2007)	Çok Aktiviteli Network VZA	20 Demiryolu	2002	yolcu-km, ton-km, yolcu tren-km, yük tren-km	çalışan sayısı, hat uzunluğu, yük araçları sayısı, yolcu araçları sayısı	kişi başına düşen gayri safi milli gelir ve nüfus yoğunluğu
Erturan (2012)	Geleneksel VZA, Network VZA	1 Demiryolu (TCDD)	1981-2011	yolcu-km, ton-km, yolcu tren-km, yük tren-km	personel sayısı, hat uzunluğu, yolcu vagonu sayısı, yük vagonu sayısı	kişi başına düşen gayri safi milli gelir ve nüfus yoğunluğu

3. MATERYAL VE METOT

Çalışmanın temel materyallerine ve çalışmada kullanılan yöntemlere dair bilgilere bu bölümde yer verilmiştir.

3.1. Materyal

Çalışmanın ana materyalini UIC (Uluslararası Demiryolları Birliği) veritabanından alınan 14 demiryolunun 2000-2017 yılları arası verileri içermektedir. UIC veritabanında rapor edilen demiryollarından sadece yolcu veya yük taşımacılığı yapan demiryolları ile veri eksikliği fazla olan demiryolları analiz dışı bırakılmış olup, kurulacak olan İlişkisel Network VZA modeli için girdi ve çıktı tanımlamaları yapılırken daha önceki yapılan çalışmalarda kullanılan değişkenler incelenmiş ve UIC veritabanından bu veriler alınmıştır. Literatürdeki çalışmalarda da bu tez çalışmasında olduğu gibi veri kaynağı olarak UIC veritabanı ve yıllık raporlar kullanılmıştır. 2000-2017 yılları arasındaki 18 yıl için 18 veri seti kullanılmıştır.

3.2. Metot

3.2.1. Veri Zarflama Analizi (VZA) Yöntemi

Etkinlik ölçen teknikler genellikle üç başlık altında toplanmaktadır. Bunlar oran analizi, regresyon analizi ve veri zarflama analizi şeklinde ifade edilmektedir (Kutlar ve Kartal, 2004). Oran analizi kapsam ve amaç olarak tek boyutlu ve değişkenlerin birbirine oranlanması şeklinde bir analiz yöntemini ifade ederken, regresyon analizi geçmişin verilerini de kullanarak geleceği tahmin etmeyi amaçlayan parametrik bir yöntem şeklinde ifade bulmakta, veri zarflama analizi ise parametrik olmayan bir analiz yöntemi olmakla birlikte doğrusal programlama yaklaşımını esas alan bir metot olarak ifade edilmektedir. Parametrik yöntemlerde bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki fonksiyonel ilişki belli parametrelerin tahmin edilmesiyle analiz edilirken, parametrik olmayan yöntemlerde bu parametreler kullanılmamaktadır (Bakırcı, 2006: Öncel ve Şimşek, 2011).

Veri Zarflama Analizi ilk kez Charnes ve ark. tarafından 1978 yılında önerilmiştir. VZA, girdiler ve çıktılar arasında analitik bir yapı gerektirmemesi ve doğrusal programlama ile çözülebilmesi nedeniyle büyük ilgi görmüş ve üzerinde çok sayıda çalışma yapılmış bir tekniktir. VZA, benzer girdileri kullanarak benzer çıktıları üreten aynı tip üreticilerin etkinliğini değerlendirmek üzere kullanılmaktadır. Herhangi bir istatistiksel yöntem, merkezi eğilim yaklaşımıyla üreticileri ortalama bir üreticiye göre değerlendirirken, VZA tekniği, her bir üreticiyi yalnızca, en az girdi faktörünü kullanarak en çok çıktı faktörünü üreten “en iyi” üreticilerle karşılaştırır (Charnes ve ark., 1978).

Benzer girdiler kullanarak benzer çıktılar üreten kurum, şirket, işletme, firma gibi etkinliği incelenen organizasyonlara “Karar Verme Birimi” (KVB) adı verilmektedir (Charnes ve ark., 1978). Okullar, şirketler, şehirler, ülkeler, belediyeler gibi etkinliği ölçülmek istenen organizasyonlar KVB'lere örnek olarak verilebilir. VZA, her bir KVB'nin göreceli etkinliğini, gözlenen girdi ve çıktıları kullanarak, çıktıların ağırlıklı toplamını girdilerin ağırlıklı toplamına oranlayarak belirler. Bu ağırlıkların her bir KVB'nin kendi etkinlik skorunu en büyük yapacak şekilde seçileceği ve aynı ağırlıklarla diğer tüm KVB'lerin etkinlik skorlarının 1'e eşit ya da daha küçük olacağı varsayılmaktadır. Buna göre etkinlik skoru 1'e eşit olan KVB'ler en iyi birimler olarak nitelendirilirler ve etkin sınır üzerinde yer alırlar. Etkinlik skoru 1'den küçük olan ve dolayısıyla etkin sınır üzerinde bulunmayan KVB'ler, etkin olmayan KVB'ler olarak adlandırılırlar (Cooper ve ark., 2000).

Literatürdeki çalışmalarda kullanılan VZA yöntemlerinden en fazla kullanılan temel VZA modelleri kısaca aşağıda özetlenmiştir.

3.2.1.1. Charnes-Cooper-Rhodes (CCR) Modeli

VZA yöntemi homojen karar verme birimlerinin (KVB) göreceli etkinliklerini, rakipleri (diğer KVB'ler) karşısında değerlendiren bir yöntemdir. Bu yöntemde, n KVB'den her bir KVB_j m girdi x_{ij} ($i = 1, \dots, m$) tüketerek, s çıktı y_{rj} ($r = 1, \dots, s$) üretir. u_r ($r = 1, \dots, s$) ve v_i ($i = 1, \dots, m$) sırasıyla çıktı ve girdilerin her

birinin görelî önem derecesi olduğu varsayılırsa, girdi yönelimli CCR VZA modeli, DMU_o 'nun performansını şu şekilde değerlendirir:

$$\begin{aligned}
 & \text{Max} \sum_{r=1}^s u_r y_{ro} \\
 & \text{s. t.} \\
 & \sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \leq 0 \quad j = 1, \dots, n \\
 & \sum_{i=1}^m v_i x_{io} = 1, \\
 & u_r > 0 \quad r = 1, \dots, s \\
 & v_i > 0 \quad i = 1, \dots, m
 \end{aligned} \tag{3.1}$$

Bu model ölççeğe göre sabit getiri (CRS) varsayımı ile oluşturulmuş olup, modelin dual formu şöyledir:

$$\begin{aligned}
 & \text{Min} \theta \\
 & \text{s. t.} \\
 & \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} \leq \theta x_{io} \quad i = 1, \dots, m \\
 & \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} \geq y_{ro} \quad r = 1, \dots, s \\
 & \lambda_j \geq 0, \quad j = 1, \dots, n.
 \end{aligned} \tag{3.2}$$

3.2.1.2. Banker-Charnes-Cooper (BCC) Modeli

Ölçeğe göre değişken getiri (VRS) varsayımı altında modele konvekslik kısıtı eklenir ve eşitlik (3.1) ve (3.2) aşağıdaki şekilde formüle edilir. Literatürde bu model girdi yönelimli BCC VZA olarak anılmaktadır (Banker ve ark., 1984):

$$\begin{aligned}
 & \text{Max} \sum_{r=1}^s u_r y_{ro} - u_o \\
 & \text{s. t.} \\
 & \sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - u_o - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \leq 0, \quad j = 1, \dots, n \\
 & \sum_{i=1}^m v_i x_{io} = 1, \\
 & u_r > 0, \quad r = 1, \dots, s, \\
 & v_i > 0, \quad i = 1, \dots, m
 \end{aligned} \tag{3.3}$$

Eşitlik (3.3)'ün dual formu şu şekildedir (Banker ve ark., 1984):

$$\begin{aligned}
 & \text{Min } \theta \\
 & \text{s. t.} \\
 & \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} \leq \theta x_{io}, \quad i = 1, \dots, m \\
 & \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} \geq y_{ro}, \quad r = 1, \dots, s \\
 & \sum_{j=1}^n \lambda_j = 1 \\
 & \lambda_j \geq 0, \quad j = 1, \dots, n.
 \end{aligned} \tag{3.4}$$

Yukarıda verilen modeller girdi yönelimli modeller olup, girdi değerlerinde azalma durumunu dikkate alır. Çıktı değerlerinde artış durumunu değerlendiren modeller çıktı yönelimli olarak benzer şekilde formüle edilebilir.

3.2.1.3. Slacks Based Measure (SBM) Modeli

Slacks Based - Aylak Değişken Temelli Model (SBM) taşımacılık performansı değerlendirmesinde en çok kullanılan üçüncü modeldir. Bu model girdi fazlası ve çıktı eksikliğini birlikte değerlendirir ve analiz sonucunda bir etkinlik puanı elde edilmez. Karar verme birimlerinin etkin olup olmadıkları aylak değişken değerlerine bakılarak belirlenir. Eğer her iki aylak değişkenin değeri de sıfır ise karar birimi etkin olarak değerlendirir. Ölçeğe göre sabit getiri varsayımı altında SBM modeli şu şekildedir:

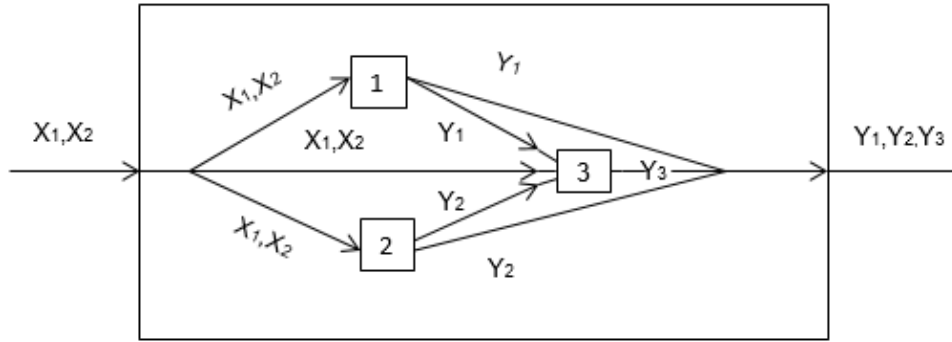
$$\begin{aligned}
 \text{Min } \theta &= \frac{1 - \left(\frac{1}{m}\right) \sum_{i=1}^m s_i^- / x_{io}}{1 + \left(\frac{1}{s}\right) \sum_{r=1}^s s_r^+ / y_{ro}} \\
 \text{s. t.} \\
 \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} &= x_{io} - s_i^- \quad i = 1, \dots, m \\
 \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} &= y_{ro} + s_r^+, \quad r = 1, \dots, s \\
 \lambda_j &\geq 0, \quad j = 1, \dots, n \\
 s_i^-, s_r^+ &\geq 0, \quad \forall i, r
 \end{aligned} \tag{3.5}$$

s_i^- ve s_r^+ aylak değişkenlerdir ve $\theta^* = 1$, $s_i^-, s_r^+ = 0 \quad \forall i, r$ olursa karar birimi etkin olur.

3.2.1.4. İlişkisel Network VZA Modeli

Geleneksel VZA modelleri, sistemi girdilerin çıktılara dönüştüğü bir kara kutu olarak düşünür ve birbirine bağlı alt süreçleri değerlendirmede eksik kalır. Kao (2009)'un önerdiği İlişkisel Network VZA modeli alt süreçlerin ürettiği ara ürünleri değerlendirmeye alarak performans ölçmeye uygun bir modeldir. Network VZA modeli sistem verimliliğini ve içindeki süreçlerin verimliliklerini ölçer. Sistem verimliliği ve süreç verimlilikleri arasında matematiksel ilişki kurarak verimliliklerin ayrışmasına izin verir. İlişkisel Network VZA modelinin avantajı süreçteki aktiviteleri, bir network yapısı içerisinde serbest bırakmasıdır.

Kao'nun ilişkisel network modelinin yapısı Şekil 3.1'de gösterilmiştir.



Şekil 3.1. Üç Süreçli İlişkisel Sistem (Kao, 2009)

Sistemin girdileri X_1 ve X_2 ve çıktıları ise Y_1 , Y_2 ve Y_3 'tür. Birinci ve ikinci süreç X_1 ve X_2 girdilerinin bir kısmını kullanarak sırasıyla Y_1 ve Y_2 üretmekte ve Y_1 ve Y_2 'nin bir kısmı üçüncü sürecin girdisi olmaktadır. Üçüncü süreç, Y_1 ve Y_2 'nin bir kısmını ve X_1 ve X_2 'nin kalan kısmını girdi olarak alarak Y_3 üretmektedir. $X_{ij}^{(t)}$ j KVB için t sürecinin, $t=1,2,3,i$ 'inci girdisini ifade etsin. Üç sürecin girdiler toplamı, $X_{ij}^{(1)} + X_{ij}^{(2)} + X_{ij}^{(3)}$ sistemin girdisine, X_{ij} , $i = 1,2, j = 1, \dots, n$ eşittir. Birinci sürecin çıktısı $Y_1^{(0)}, Y_1^{(1)}$ şeklinde ayrılabilir ve $Y_1^{(0)}$ sistemin son çıktısı ve $Y_1^{(1)}$

üçüncü süreç tarafından kullanılan girdi miktarıdır. Benzer şekilde ikinci sürecin çıktısı $Y_2^{(0)}, Y_2^{(1)}$ şeklinde olur.

u^r , çıktı r ile ilişkili çarpan, $r = 1, 2, 3$ ve v_i girdi i ile ilişkili çarpan, $i = 1, 2$ olsun. KVB k'nın sistem etkinliğini hesaplarken, sistemin geleneksel kısıtlarına ek olarak her süreç sınır şartını sağlamalı ve toplanmış çıktı toplamış girdiyi geçmemelidir. Yani,

$$\begin{aligned}
 E_k &= \max u_1 Y_{1k}^{(0)} + u_2 Y_{2k}^{(0)} + u_3 Y_{3k} \\
 s. t. \quad & v_1 X_{1k} + v_2 X_{2k} = 1 \\
 & (u_1 Y_{1j}^{(0)} + u_2 Y_{2j}^{(0)} + u_3 Y_{3j}) - (v_1 X_{1j} + v_2 X_{2j}) \leq 0, \quad j = 1, \dots, n \\
 & u_1 Y_{1j} - (v_1 X_{1j}^{(1)} + v_2 X_{2j}^{(1)}) \leq 0, \quad j = 1, \dots, n \\
 & u_2 Y_{2j} - (v_1 X_{1j}^{(2)} + v_2 X_{2j}^{(2)}) \leq 0, \quad j = 1, \dots, n \\
 & u_3 Y_{3j} - (v_1 X_{1j}^{(3)} + v_2 X_{2j}^{(3)} + u_1 Y_{1j}^{(1)} + u_2 Y_{2j}^{(1)}) \leq 0, \quad j = 1, \dots, n \\
 & u_1, u_2, u_3, v_1, v_2 \geq \varepsilon
 \end{aligned} \tag{3.6}$$

Burada ε değeri arşimed olmayan çok küçük bir sayıyı ifade etmektedir. Herhangi bir değişkenin sıfır ağırlıklı olmasını engellemek sıfır yerine ε kullanılmıştır.

Bu network VZA modelindeki kısıt sayısı, sistemdeki süreç sayısı ve karşılaştırılan KVB sayısının çarpımıdır. Optimal çarpanlar $u_1^*, u_2^*, u_3^*, v_1^*, v_2^*$ modelden hesaplandıktan sonra süreçlerin etkinlikleri denklem (3.7)'deki gibi olur:

$$\begin{aligned}
 E_k^{(1)} &= u_1^* Y_{1k} / (v_1^* X_{1k}^{(1)} + v_2^* X_{2k}^{(1)}) \\
 E_k^{(2)} &= u_2^* Y_{2k} / (v_1^* X_{1k}^{(2)} + v_2^* X_{2k}^{(2)}) \\
 E_k^{(3)} &= u_3^* Y_{3k} / (v_1^* X_{1k}^{(3)} + v_2^* X_{2k}^{(3)} + u_1^* Y_{1k}^{(1)} + u_2^* Y_{2k}^{(1)})
 \end{aligned} \tag{3.7}$$

Veri Zarflama Analizi modelleri doğrusal programlama ile çözümü gerçekleştirilen modellerdir. Modelin çözümü için DEA Solver, EMS, Excel Solver gibi yazılımlar kullanılmakta olup, bu tez çalışmasında kurulan modellerin çözümünde Lingo 17.0 yazılımı kullanılmıştır.

3.2.2. Tobit Regresyon Analizi

Bağımlı bir değişkenin bağımsız değişkenler tarafından açıklanmasında sıklıkla regresyon yöntemleri kullanılır. Bağımlı değişkenin değişim aralığının belirli bir aralıkta sınırlandırıldığı ilişkiler ise Tobin (1958) tarafından geliştirilen Tobit modeli ile çözümlenebilmektedir. Son yıllarda, Tobit Regresyon Analizi ve VZA yöntemlerini birlikte kullanan pek çok çalışma yapılmıştır. Tobit modelinin temel amacı, performans ölçümündeki değişimleri, belirlenmiş olan değişkenler çerçevesinde açıklamaktır. Tobit modeli sonuçları politika üreticileri ve karar vericilerine, performansın iyileştirilebilmesi için odaklanılması gereken alanların ne olduğunu, performansı etkileyen faktörleri ve etkileme derecelerini göstermektedir.

Bu çalışmada kullanılan Tobit modeli denklem (3.8)'de gösterilmektedir:

$$TE_j = \begin{cases} \sum_{j=1}^n \beta_j X_j + u_j, & \text{eğer } L_j < \sum_{i=1}^n \beta_j X_j + u_j < U_j \\ 0 & , \text{ de\u011filse} \end{cases} \quad (3.8)$$

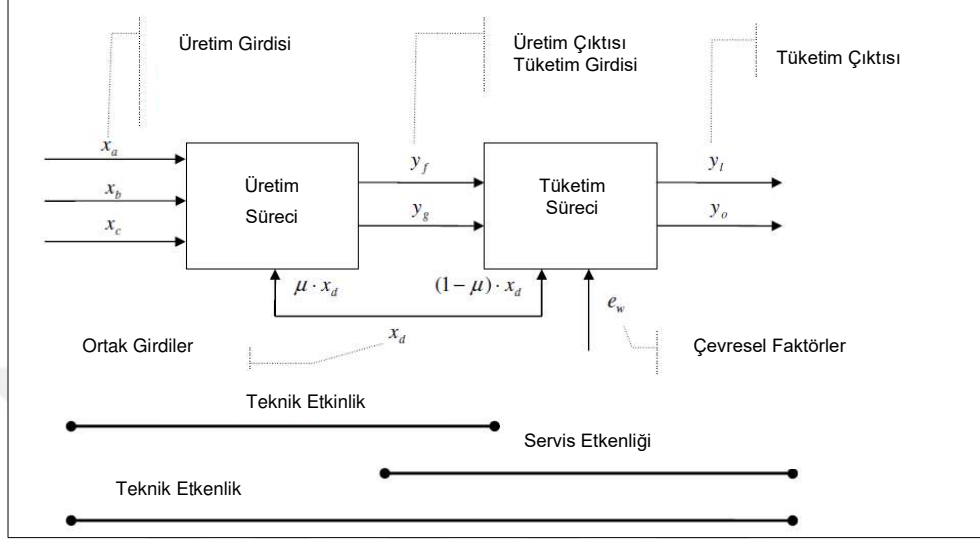
Bu modelde bağımlı değişken TE_j , bir j KVB'si için ölçülen etkinlik değerini göstermektedir. Bağımsız değişkenler vektörü X_j , j . KVB'nin etkinlik skoruna etki ettiği düşünülen değişkenleri, u_j normal olarak dağılan, ortalaması sıfır ve ortak varyansa sahip hata terimleri vektörünü nitelemektedir. Son olarak L_j ve U_j sırasıyla dağılımın alt ve üst sınırlarıdır. Buna göre etkinlik skorları 0 ile 1 arasında değişirken, bu değerler arasından kısıtlanmış olan formülasyon, etkin

birimlerin etkinlik puanlarının istatistiksel olarak hangi değişkenlerin ne ölçüde etkilendiğini gösterecektir (Green, 1995: Çınar, 2010).

Bu çalışmada Tobit Regresyon Analizi için Stata SE 15 Programı kullanılmıştır.

3.2.3. Demiryolu Taşımacılığı ve VZA Yöntemi

Demiryolu taşımacılığında VZA ile etkinlik ölçümü konusunda en fazla alıntı alan çalışmalardan biri olan Yu (2008) tarafından oluşturulan Şekil 3.2'deki model, hem üretim hem tüketim teknolojilerinin temsiline izin veren birleşik bir yapı içerisinde uygulanmıştır. Yu (2008) çalışmasında kullanılan modelde, demiryolu için üretim ve tüketim düğümü olmak üzere iki KVB öngörülmüştür. Taşımacılık hizmetlerinde tüketim hizmeti ile üretim hizmeti eş zamanlı olduğundan, tüketim çıktısı üretim çıktısından ayrılarak, teknik etkinlik, servis etkenliği ve teknik etkenlik üç ayrı model kullanarak ölçmek yerine tek bir modelde birleştirilerek performansı ölçülmüştür. Ayrıca daha önceki çalışmalarda ihmal edilen taşımacılık hizmetlerinin depolanamaz özelliği ve çok aşamalı VZA modellerinde ihmal edilen ortak girdiler modelde dikkate alınmıştır.



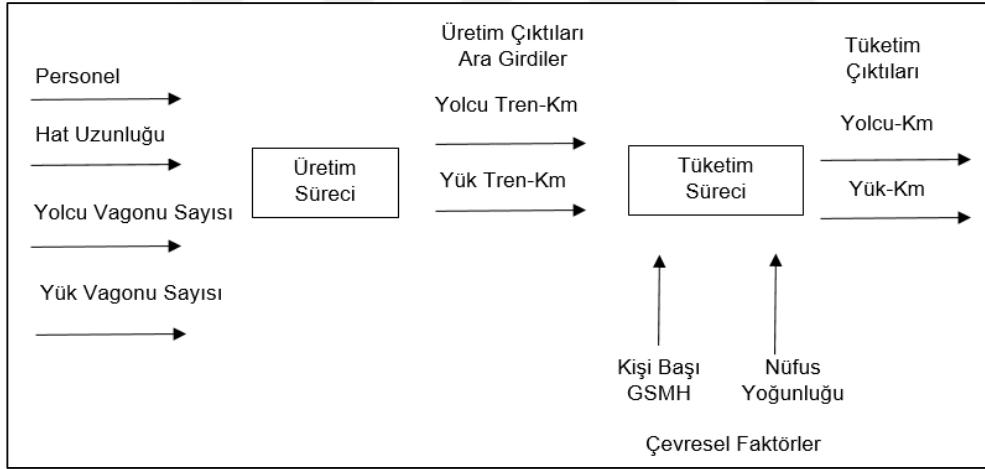
Şekil 3.2. Network VZA Modeli (Yu, 2008)

Kao (2009) tarafından geliştirilen ilişkisel modeldeki fark ise şu şekilde açıklanabilir: Kao (2009) tarafından geliştirilen modelde herhangi bir girdi/çıktının ağırlığının, bu girdi/çıktının ara girdi/çıktı olarak bir düğümün girdisi ve aynı zamanda başka bir düğümün çıktısı ya da birden fazla düğüm tarafından paylaşılan bir girdi/çıktı olup olmadığına bakılmaksızın her durumda aynı olmasıdır. Kao (2009) bu şekilde bir girdi ya da çıktının etkinlik üzerindeki ağırlığını sabit tutarken, optimal ağırlıklar ve dolayısıyla etkinlik değerleri üzerindeki kısıtlamayı artırmakta ve sonuç olarak elde edilen etkinlik değerleri gerek VZA yöntemi gerekse klasik Network VZA yöntemi ile elde edilen değerlerden daha düşük olabilmektedir. Aslında Kao'nun çalışmasında gösterdiği gibi klasik VZA modeliyle elde edilen etkinlik değerleri İlişkisel Network VZA modeliyle elde edilen değerlerin alabileceği maksimum değerlerdir. Yani İlişkisel Network VZA modeliyle elde edilen değerler klasik VZA modelinden elde edilen değerleri aşamamaktadır (Erturan, 2012).

Bu tez çalışmasında Yu (2008) çalışmasında kullanılan demiryolu network yapısı ve Kao (2009) çalışmasında kullanılan İlişkisel Network VZA matematiksel modeli kullanılarak, TCDD'nin de arasında olduğu 14 Avrupa Ülkesi demiryolunun 2000-2017 yıllarına ait etkinlikleri analiz edilmiştir. Bu tez çalışmasında kullanılan İlişkisel Network Veri Zarflama Analizi modelinin avantajı demiryolu sürecindeki aktiviteleri bir network yapısı içerisinde serbest bırakması olmuştur.

3.2.4. Demiryolu Etkinlik Analizi İlişkisel Network VZA Modeli Uygulaması

Bu tez çalışmasında yapılacak etkinlik analizi için demiryollarına ait verilere ulaşılabilirlik ve demiryolu sisteminin yapısına uygun girdi, çıktı ve süreçler analiz edilerek, en uygun network yapısı olarak Yu (2008) çalışmasından yararlanarak oluşturulan Şekil 3.3. belirlenmiştir.



Şekil 3.3. Demiryolu Network Yapısı

Şekil 3.3'teki network yapısında, üretim etkinliği, üretim girdilerinin (personel sayısı, hat uzunluğu, yolcu vagonu sayısı, yük vagonu sayısı) üretim çıktılarına (yolcu tren-km, yük tren-km) dönüştürülmesindeki etkinliğini değerlendirirken, tüketim etkinliği, üretim çıktılarından çevresel faktörlerin de (kişi başına GSMH, nüfus yoğunluğu) girdi olarak alınması ile tüketim çıktısı/sistem

çıkıtısına (yolcu-km, ton-km) dönüştürülmesindeki etkinliği değerlendirir. Üretim çıktısı olan tren-km değerleri, demiryolunun çalıştırdığı tren sayısını, yani sunduğu kapasitenin etkinliğini ifade etmektedir. Tüketim sürecinin etkinliği ise sunulan kapasitenin ne kadarının etkin bir şekilde pazarlanabildiğinin göstergesidir.

Bu çalışmada kullanılacak İlişkisel NVZA uygulamasında, literatürdeki çalışmalar ve demiryolu sistemi göz önünde bulundurularak seçilen girdi ve çıktı değişkenleri ile çevresel faktörler ve bu değişkenlerin ağırlıkları ile ilgili bilgiler Çizelge 3.1’ de gösterilmektedir.

Çizelge 3.1. Analizde Kullanılan Girdi ve Çıktı Değişkenleri

		Değişken	Ağırlık Katsayısı
Üretim Girdisi-Sistem Girdisi	Personel (kişi)	X_p	a
	Hat Uzunluğu (km)	X_l	b
	Yolcu Vagonu Sayısı(Adet)	X_c	c
	Yük Vagonu Sayısı (Adet)	X_w	d
Tüketim Girdisi-Çevresel Faktörler	Kişi Başı GSMH, Satınalma Gücü Paritesi (sabit \$)	X_{gni}	e
	Nüfus Yoğunluğu (kişi/km ²)	X_{pop}	f
Üretim Çıktısı-Tüketim Girdisi	Yolcu Tren-Km (Bin km)	Z_p	m
	Yük Tren-Km (Bin km)	Z_f	n
Tüketim Çıktısı-Sistem Çıktısı	Yolcu-Km (Milyon kişi-km)	Y_p	u ₁
	Ton-Km (Milyon ton-km)	Y_f	u ₂

Sistemin girdi değişkenlerinden personel sayısı toplam personel sayısını, hat uzunluğu anahat, istasyon yolları ve iltisak hatlarını da içeren toplam hat uzunluğu km’sini, yolcu vagonu sayısı adeti MU tren setlerindeki yolcu vagonlarını içeren toplam yolcu vagonu sayısını, yük vagonu sayısı yük taşımacılığında kullanılan ticari vagonları ifade etmektedir.

Üretim sürecinin çıktısı ve tüketim sürecinin girdisi olan yolcu tren-km bir yolcu treninin bir kilometre mesafeye taşınmasıyla ifade edilen yolcu işletme hizmeti birimidir. Üretilen yolcu trenlerinin taşındığı mesafelerin toplamından oluşmaktadır.

Yük tren-km ise bir yük treninin bir kilometre mesafeye taşınmasıyla ifade edilen yük işletme hizmeti birimidir. Üretilen yük trenlerinin taşındığı mesafelerin toplamından oluşmaktadır.

Üretim sürecinin çıktısı olan yolcu tren-km ve yük tren-km hizmetleri, demiryolları tarafından kontrol edilemeyen çevresel değişkenler kişi başına düşen gayri safi milli hasıla ve nüfus yoğunluğunun tüketim sürecine etkisi ile tüketim sürecine girer ve sistem çıktısı olan yolcu-km ve ton- km değerlerini üretir. Bu aşamada demiryolları tarafından sunulan hizmete olan talep değerlendirmeye alınır ve yolcu trenlerinin ne kadar yolcuyu ne kadar mesafeye taşıdığı, yük trenlerinin ne kadar yükü ne kadar mesafeye taşıdığı, üretilen demiryolu hizmetlerinin ne kadar etkin tüketildiği analiz edilir. Yolcu-km bir yolcunun bir kilometre mesafeye taşınmasıyla ifade edilen trafik ölçü birimi, ton-km bir ton yükün bir kilometre mesafeye taşınmasıyla ifade edilen trafik ölçü birimidir.

3.3. Metodoloji

Tez çalışmasının akış diyagramı Ek-2' de sunulmuştur. Akış diyagramında VZA'nın uygulanacağı 14 ülke demiryolunun 18 yılına ait verilerinin yer aldığı veritabanı DB1, bu veritabanına VZA uygulaması sonucu çıkan sistem etkinlik değeri, değişkenlerin ağırlıkları, tüketim etkinliği ve üretim etkinlik değerlerinin kaydedildiği veritabanı DB2, DB2 veritabanından etkinlik değerlerinin bağımlı değişken olarak, etkinliği etkilemesi muhtemel değişkenlerin de bağımsız değişkenler olarak alındığı veritabanı ise DB3'tür. DB3 veritabanına Tobit Regresyon Analizi uygulanır ve değişkenler etkinliğe anlamlı katkıda bulunuyorsa, üretim, tüketim ve sistem etkinliğine etki eden anlamlı faktör olarak belirlenir.



4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. İlişkisel Network VZA Analizi Bulguları

Tez çalışmasının materyal ve metot bölümünde ifade edilen (3.6) modelinin Şekil 3.3’de belirtilen demiryolu network yapısı ve değişkenler için ilişkisel network VZA matematiksel modeli şu şekildedir:

$$\begin{aligned}
 Max &= u_1 Y_{pk} + u_2 Y_{fk} \\
 s. t. \quad & aX_{pk} + bX_{lk} + cX_{ck} + dX_{wk} + eX_{gnik} + fX_{popk} = 1 \\
 & u_1 Y_{pj} + u_2 Y_{fj} - (aX_{pj} + bX_{lj} + cX_{cj} + dX_{wj} + eX_{gnij} + fX_{popj}) \\
 & \leq 0 \\
 & mZ_{pj} + nZ_{fj} - (aX_{pj} + bX_{lj} + cX_{cj} + dX_{wj}) \leq 0 \\
 & u_1 Y_{pj} + u_2 Y_{fj} - (mZ_{pj} + nZ_{fj} + eX_{gnij} + fX_{popj}) \leq 0 \\
 & j = 1, \dots, j \\
 & u_1, u_2, a, b, c, d, e, f, m, n \geq \varepsilon
 \end{aligned} \tag{3.9}$$

Karşılaştırılacak sistem sayısı olan $j = 1, \dots, J$ adet sistemin k’ıncı sistemi için kurulan modelde, amaç fonksiyonu sistem çıktılarının ağırlıklı toplamını maksimize eder.

k’ıncı sistemin girdilerinin ağırlıklı toplamı 1’e eşittir ve sistemin ağırlıklı son çıktıların, sistem girdilerinin ağırlıklı toplamına eşit ya da daha küçük olması gerekmektedir. Sistem düğümleri için oluşturulan kısıtta, her bir düğümünün ağırlıklı çıktıların toplamı ağırlıklı girdilerin toplamından küçük ya da eşit olmalıdır. Arşimed olmayan ε değeri çok küçük bir sayısı temsil etmekte olup, ε değeri 10^{-6} alınmıştır.

VZA Yönteminde, en az KVB sayısının ne olacağı ile ilgili bazı kısıtlar önerilmiştir. Ramanathan (2003)’e göre KVB sayısı, girdi ve çıktı sayısı toplamının en az iki veya üç katı olmalıdır. Bu çalışmada kullanılan girdi ve çıktı sayısı toplamı

10 olup, 14 demiryolunun 2000-2017 yılları arasındaki etkinliklerini kıyaslarken kullanılan KVB sayısı 252'dir. Bu çalışmadaki uygulama KVB sayısı kısıtını karşılamaktadır.

Yukarıdaki modelin doğrusal programlama ile çözümlenmesi sonucunda ağırlık katsayılarının optimal değerleri elde edilir. (3.7) denklemindeki modelde her bir katsayı için bulunan optimal değerler $u_1^*, u_2^*, a^*, b^*, c^*, d^*, e^*, f^*, m^*, n^*$ olmak üzere, k'ncı sistem için etkinlik değerleri aşağıdaki gibi bulunur.

$$\begin{aligned} E_k^{sistem} &= u_1^* Y_{pk} + u_2^* Y_{fk} / a^* X_{pk} + b^* X_{lk} + c^* X_{ck} + d^* X_{wk} + e^* X_{gnik} + f^* X_{popk} \\ E_k^{üretim} &= m^* Z_{pk} + n^* Z_{fk} / a^* X_{pk} + b^* X_{lk} + c^* X_{ck} + d^* X_{wk} \\ E_k^{tüketim} &= u_1^* Y_{pk} + u_2^* Y_{fk} / m^* Z_{pk} + n^* Z_{fk} + e^* X_{gnik} + f^* X_{popk} \end{aligned} \quad (3.10)$$

14 demiryolunun 18 yılına ait verileri etkinlik analizinde kullanılarak karşılaştırılmıştır. $14 \times 18 = 252$ adet sistem için 252 adet doğrusal programlama işlemi yapılmıştır. Her bir doğrusal programlama modelinde amaç fonksiyonu, sistem kısıtları, alt süreç kısıtları ve değişken kısıtları ile birlikte toplamda 54 kısıt vardır. 252 KVB için 252 doğrusal programlama modelinin çözümü ile her bir KVB'nin sistem etkinlik değerleri, ağırlık katsayıları için bulunan optimal değerler ile de üretim ve tüketim süreçlerine ait etkinlik değerleri bulunmuştur. 2000 yılına ait sistem, üretim ve tüketim süreci etkinlik değerleri Çizelge 4.1'de, 2017 yılına ait sistem, üretim ve tüketim süreci etkinlik değerleri Çizelge 4.2'de verilmiş olup, demiryolları sistem etkinlik değerlerine göre sıralanmıştır. Diğer yıllara ait etkinlik değerleri ise Ek-3'de sunulmuştur.

Çizelge 4.1. 2000 Yılı Etkinlik Sistem, Üretim ve Tüketim Süreci Etkinlikleri

2000	Ülke Adı	Demiryolu	Sistem Etkinliği	Üretim Etkinliği	Tüketim Etkinliği
1	Finlandiya	VR	1,00	1,00	1,00
2	Fransa	SNCF	1,00	1,00	1,00
3	Almanya	DBAG	1,00	1,00	1,00
4	Polonya	PKB	0,97	0,45	1,00
5	Litvanya	LG	0,90	0,78	1,00
6	Türkiye	TCDD	0,78	0,73	1,00
7	İspanya	Renfe	0,77	1,00	0,77
8	İtalya	FS	0,77	0,51	1,00
9	İsviçre	SBB/CFF/FFS	0,72	1,00	0,72
10	Avusturya	ÖBB	0,58	1,00	0,58
11	İrlanda	CIE	0,55	0,82	0,67
12	Slovenya	SZ	0,39	0,99	0,39
13	Çek Cumhuriyeti	CD	0,38	0,63	0,57
14	Bulgaristan	BDZ PP-CARGO	0,37	0,41	0,78
Ortalama			0,73	0,81	0,82

2000 yılı etkinlik değerlerine bakıldığında, 14 demiryolundan 3 demiryolunun etkin diğerlerinin etkin olmadığı görülmektedir. VR (Finlandiya), SNCF (Fransa), DB AG (Almanya) demiryolları görece etkin demiryolları olup, 2000 yılının ortalama sistem etkinliği puanı 0.73'tür. TCDD'nin görece etkinlik sıralaması 6 olup, ortalamanın üzerindedir. PKB (Polonya), LG (Litvanya), TCDD (Türkiye), FS (İtalya) demiryollarının üretim etkinlikleri sistem etkinliklerinden düşük olup, tüketim etkinlikleri sistem etkinliklerine eşit ya da yüksektir. Bu demiryollarında tüketim etkinliklerinin üretim etkinliklerinden yüksekliği, kapasite kullanım oranı yani trenlerin doluluk oranlarının fazlalığı ile açıklanabilir. Renfe (İspanya), SBB/CFF/FFS (İsviçre), ÖBB (Avusturya), CIE (İrlanda), SZ (Slovenya), CD (Çek Cumhuriyeti) demiryollarının ise üretim etkinlikleri tüketim etkinlikleri ve sistem etkinliklerinden yüksek olup, bu demiryollarının üretim kapasitelerinin yeterince değerlendirilemediği şeklinde açıklanabilir.

Çizelge 4.2. 2017 Yılı Etkinlik Sistem, Üretim ve Tüketim Süreci Etkinlikleri

2017	Ülke Adı	Demiryolu	Sistem Etkinliği	Üretim Etkinliği	Tüketim Etkinliği
1	Avusturya	ÖBB	1,00	1,00	1,00
2	Finlandiya	VR	1,00	1,00	1,00
3	Fransa	SNCF	1,00	1,00	1,00
4	Almanya	DBAG	1,00	1,00	1,00
5	Litvanya	LG	1,00	1,00	1,00
6	Polonya	PKB	0,94	0,64	1,00
7	İrlanda	CIE	0,72	1,00	0,72
8	İtalya	FS	0,69	1,00	0,69
9	İspanya	Renfe	0,67	1,00	0,67
10	Türkiye	TCDD	0,54	0,19	0,86
11	İsviçre	SBB/CFF/FSS	0,54	1,00	0,54
12	Çek Cumhuriyeti	CD	0,46	1,00	0,46
13	Slovenya	SZ	0,36	1,00	0,36
14	Bulgaristan	BDZ PP-CARGO	0,21	0,71	0,30
Ortalama			0,72	0,90	0,76

2017 yılı etkinlik değerlerine bakıldığında, 14 demiryolundan 5 demiryolunun etkin diğerlerinin etkin olmadığı görülmektedir. VR (Finlandiya), SNCF (Fransa), DB AG (Almanya), LG (Litvanya), ÖBB (Avusturya) demiryolları görece etkin demiryolları olup, 2017 yılının ortalama sistem etkinliği puanı 0,72'dür. TCDD'nin 0,54 etkinlik puanı ile 2017 görece etkinlik sıralaması 10'dur. İrlanda, İtalya, İspanya, İsviçre, Çek Cumhuriyeti ve Slovenya demiryolları üretim etkin demiryolları olup, tüketim ve sistem etkinlikleri düşük çıkmıştır. Bu demiryollarının kaynaklarını kullanım da ve hizmet arzında etkin oldukları ancak, üretim kapasiteleri yeterince değerlendiremedikleri söylenebilir.

Çizelge 4.3'te TCDD'nin 2000-2017 yıllarına ait etkinlik puanları, sıralaması ve sistem etkinliği ortalama puanına göre durumu verilmiş olup, görece etkinlik sıralamasının en düşük olduğu yıl 12. sırada olduğu 2013 yılı, en yüksek olduğu yıl ise 6. sırada olduğu 2000 yılıdır. TCDD'nin düşük üretim etkinliğine sahip olması sistem etkin çıkmasına neden olmuştur. Düşük üretim etkinliğinin nedeni kaynakların optimum kullanılmaması ya da müşteri yönlü tren arzı

yapılmaması, yani kamu hizmeti yükümlülüğü nedeniyle hatlarında müşteri talebinden daha fazla tren işletmesi olabilir.

Çizelge 4.3. TCDD'nin 2000-2017 Etkinlik Puan ve Sıralaması

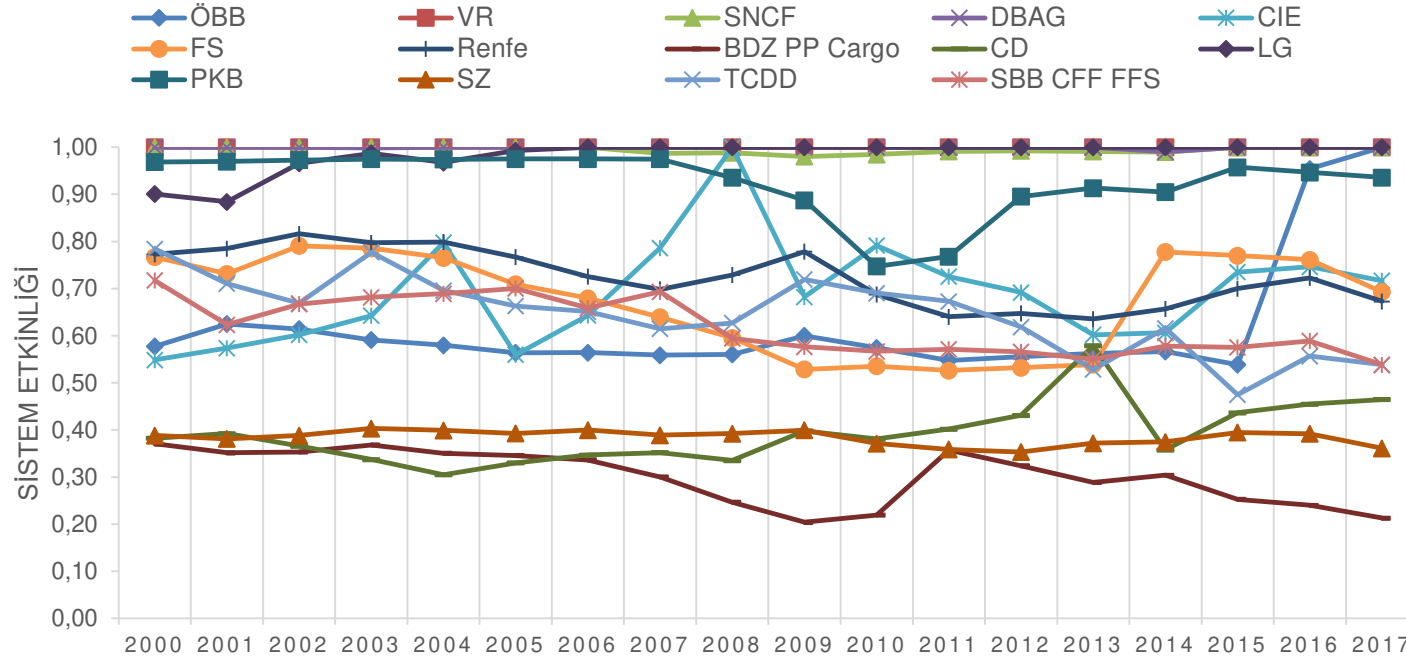
YIL	Sistem Etkinliği Sıralaması	Sistem Etkinliği Ortalamanın Üzerinde mi?	Sistem Etkinliği	Üretim Etkinliği	Tüketim Etkinliği
2000	6	Evet	0,78	0,73	1,00
2001	8	Hayır	0,71	0,66	0,98
2002	8	Hayır	0,67	0,62	1,00
2003	8	Evet	0,78	0,71	1,00
2004	9	Hayır	0,70	0,69	0,93
2005	9	Hayır	0,66	0,69	0,88
2006	9	Hayır	0,65	0,69	0,85
2007	10	Hayır	0,61	0,61	0,86
2008	8	Hayır	0,63	0,58	0,91
2009	7	Evet	0,72	0,60	0,99
2010	7	Evet	0,69	0,50	1,00
2011	7	Hayır	0,67	0,51	1,00
2012	8	Hayır	0,62	0,44	1,00
2013	12	Hayır	0,53	0,39	0,96
2014	8	Hayır	0,62	0,60	0,84
2015	11	Hayır	0,47	0,61	0,68
2016	11	Hayır	0,47	0,61	0,68
2017	10	Hayır	0,54	0,19	0,86

Çizelge 4.4. Demiryollarının Sistem Etkinlik Puanları

Yıl	ÖBB	VR	SNC F	DBA G	CIE	FS	Renfe	BDZ PP Cargo	CD	LG	PKB	SZ	TCDD	SBB CFF FFS
2000	0,58	1,00	1,00	1,00	0,55	0,77	0,77	0,37	0,38	0,90	0,97	0,39	0,78	0,72
2001	0,62	1,00	1,00	1,00	0,57	0,73	0,79	0,35	0,39	0,88	0,97	0,38	0,71	0,62
2002	0,61	1,00	1,00	1,00	0,60	0,79	0,82	0,35	0,37	0,97	0,97	0,39	0,67	0,67
2003	0,59	1,00	1,00	1,00	0,64	0,79	0,80	0,37	0,34	0,99	0,97	0,40	0,78	0,68
2004	0,58	1,00	1,00	1,00	0,80	0,77	0,80	0,35	0,31	0,97	0,97	0,40	0,70	0,69
2005	0,56	1,00	1,00	1,00	0,56	0,71	0,77	0,35	0,33	0,99	0,98	0,39	0,66	0,70
2006	0,56	1,00	1,00	1,00	0,64	0,68	0,73	0,34	0,35	1,00	0,98	0,40	0,65	0,66
2007	0,56	1,00	0,99	1,00	0,79	0,64	0,70	0,30	0,35	1,00	0,97	0,39	0,61	0,69
2008	0,56	1,00	0,99	1,00	1,00	0,60	0,73	0,25	0,34	1,00	0,94	0,39	0,63	0,59
2009	0,60	1,00	0,98	1,00	0,68	0,53	0,78	0,20	0,40	1,00	0,89	0,40	0,72	0,58
2010	0,57	1,00	0,98	1,00	0,79	0,54	0,69	0,22	0,38	1,00	0,75	0,37	0,69	0,57
2011	0,55	1,00	0,99	1,00	0,73	0,53	0,64	0,36	0,40	1,00	0,77	0,36	0,67	0,57
2012	0,56	1,00	0,99	1,00	0,69	0,53	0,65	0,32	0,43	1,00	0,90	0,35	0,62	0,57
2013	0,56	1,00	0,99	1,00	0,60	0,54	0,64	0,29	0,58	1,00	0,91	0,37	0,53	0,55
2014	0,57	1,00	0,99	0,99	0,61	0,78	0,66	0,30	0,36	1,00	0,90	0,37	0,62	0,58
2015	0,54	1,00	1,00	1,00	0,73	0,77	0,70	0,25	0,44	1,00	0,96	0,39	0,47	0,58
2016	0,95	1,00	1,00	1,00	0,75	0,76	0,72	0,24	0,45	1,00	0,95	0,39	0,56	0,59
2017	1,00	1,00	1,00	1,00	0,72	0,69	0,67	0,21	0,46	1,00	0,94	0,36	0,54	0,54

Çizelge 4.4’de demiryollarının görelî sistem etkinlik puanlarının yıllar itibariyle değişimi verilmiştir. VR (Finlandiya)’nın her yıl, DB AG (Almanya)’nın 2014 hariç diğer yıllar, LG (Litvanya)’nın 2005 sonrası yıllar, SNCF (Fransa)’nın 2000-2006 ve 2015-2017 yıllarında 1,00 etkinlik puanı ile görelî etkin oldukları saptanmıştır.

Şekil 4.1.’de ise sistem etkinlik puanlarının yıllar itibariyle değişimi grafikte gösterilmiştir. BDZ PP- Cargo, CD ve SZ demiryollarının sistem etkinlik değerlerinin genel olarak 0,20-0,40 aralığında olduğu, CIE, ÖBB, TCDD, SBB/CFF/FSS, FS ve Renfe demiryollarının sistem etkinlik değerlerinin genel olarak 0,50-0,80 aralığında olduğu, DBAG, VR, SNCF, LG, PKB demiryollarının sistem etkinlik değerlerinin genel olarak 0,90-1,00 aralığında olduğu görülmektedir.

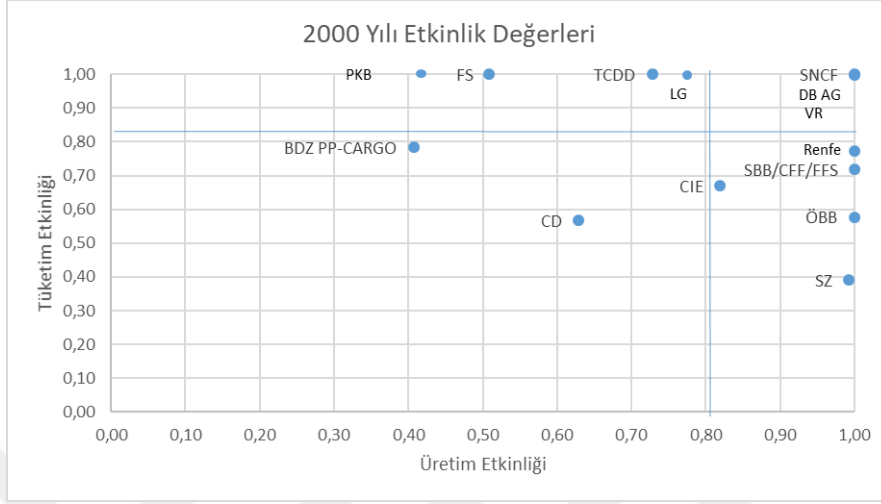


Şekil 4.1. Demiryollarının Sistem Etkinlikleri Değişimi

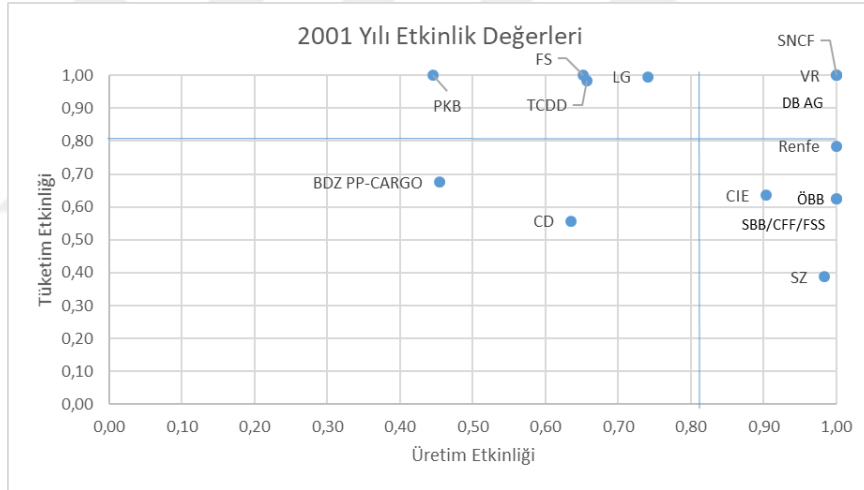
4.2. Performans Matrisi Bulguları

Ülkelerin sistem etkinliklerinin yanı sıra alt süreç etkinlikleri olan üretim ve tüketim etkinlikleri de analiz edilmiştir. İlişkisel NVZA yöntemi ile sistem ile alt süreçlerin birbirlerine bağlı oldukları varsayılmış olsa da, sistem etkin değilken, alt süreçlerin etkin ya da sistemin etkin alt süreçlerin etkin olmadığı durumlar gözlemlenmiştir. Bu durum alt süreçlerin belli bir derece bağımsız olduğunu göstermektedir. Üretim sürecini direk etkileyen dört sistem girdisi, tüketim sürecini ara girdiler (tren-km) ile dolaylı etkilemekte, çevresel faktörler (kişi başına GSMH ve nüfus yoğunluğu) ise üretim sürecini etkilememektedir.

Demiryollarının üretim ve tüketim alt süreçlerinin etkinlikleri Şekil 4.2-Şekil 4.9 arasındaki performans matrisleri ile değerlendirilmiştir. Performans matrislerinin yatay eksenini üretim süreci etkinliğini (Eüre), dikey eksenini tüketim süreci etkinliğini (Etüke) göstermektedir. Matris analiz edilen yılın ortalama üretim ve tüketim süreci etkinlik değerine göre dört alana bölünmüştür. Matrisin sol-üst alanında yer alan demiryolları görece olarak düşük üretim etkinliği, yüksek tüketim etkinliğine sahiptir ve girdileri daha etkin kullanacakları üretim stratejileri uygulamaları gerekmektedir. Matrisin sağ-alt alanında yer alan demiryolları yüksek üretim etkinliği, düşük tüketim etkinliğine sahiptir ve bu demiryollarının doluluk oranlarını artıracak satış stratejileri uygulamaları gerekmektedir. Matrisin sol-alt alanında bulunan demiryollarının performans artırımı için her iki stratejiyi de değerlendirmesi gerekmektedir. TCDD 2016 yılı dışındaki her yılda matrisin sol-üst alanında yer almakta olup, düşük üretim etkinliği, yüksek tüketim etkinliğine sahiptir. Matrisin sağ-üst alanında yer alan hem üretim etkin hem de tüketim etkin demiryolları ise yıllara göre değişmekle birlikte, VR (Finlandiya), DB AG (Almanya), SNCF (Fransa), LG (Litvanya), CIE (İrlanda), FS (İtalya), ÖBB (Avusturya) demiryollarıdır.

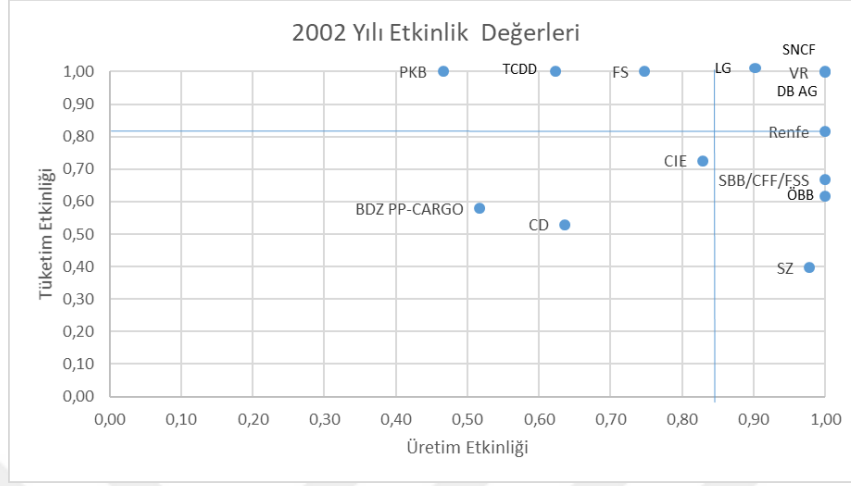


Şekil 4.2. 2000 Yılı Performans Matrisi

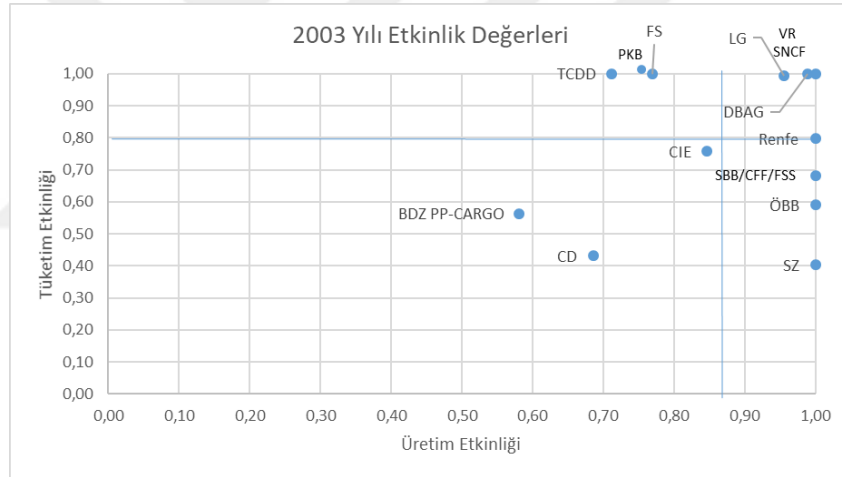


Şekil 4.3. 2001 Yılı Performans Matrisi

Şekil 4.2'deki 2000 ve Şekil 4.3'teki 2001 yıllarında PKB, FS, TCDD, LG firmaları düşük üretim etkinliği, yüksek tüketim etkinliği; Renfe, CIE, SBB/CFF/FS, ÖBB, SZ firmaları yüksek üretim etkinliği, düşük tüketim etkinliği; BDZ PP-Cargo ve CD düşük üretim ve tüketim etkinliği; SNCF, DBAG, VR yüksek üretim ve tüketim etkinliğine sahiptir.

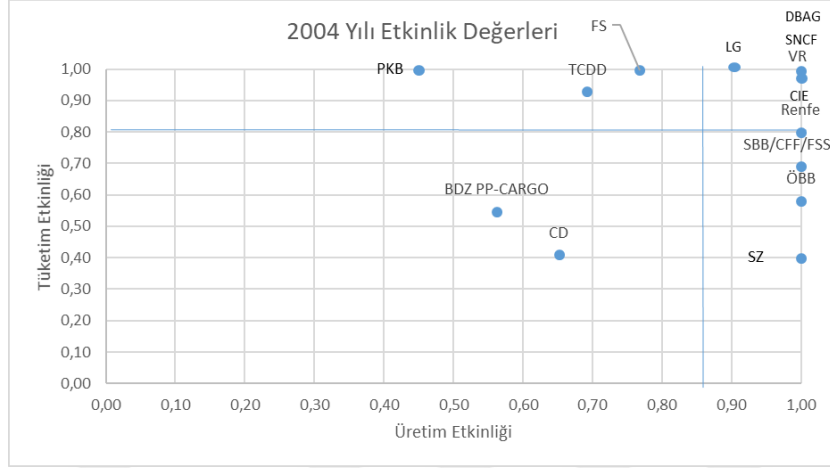


Şekil 4.4. 2002 Yılı Performans Matrisi

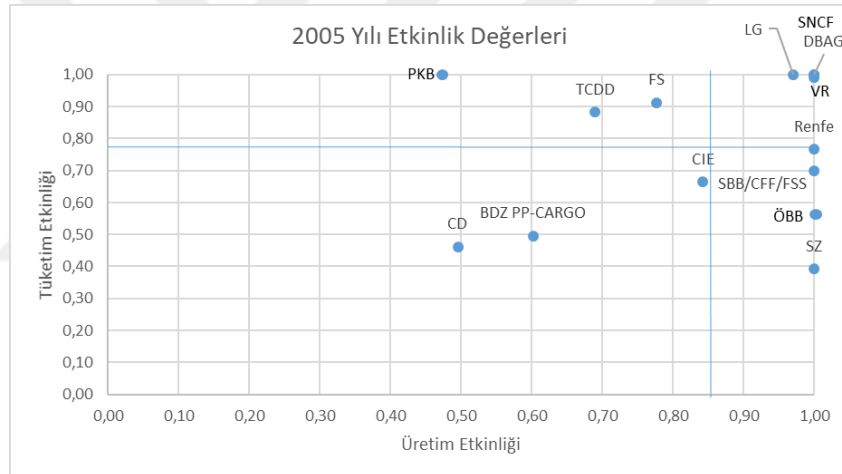


Şekil 4.5. 2003 Yılı Performans Matrisi

Şekil 4.4'teki 2002 ve Şekil 4.5'teki 2003 yıllarında PKB, FS, TCDD firmaları düşük üretim etkinliği, yüksek tüketim etkinliği; SBB/CFF/FS, ÖBB, SZ firmaları yüksek üretim etkinliği, düşük tüketim etkinliği; BDZ PP-Cargo, CD, CIE düşük üretim ve tüketim etkinliği; SNCF, DBAG, VR, LG, Renfe yüksek üretim ve tüketim etkinliğine sahiptir.

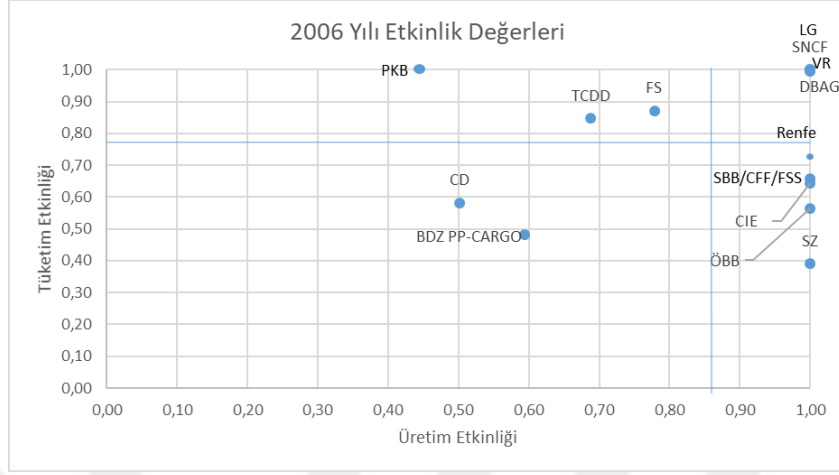


Şekil 4.6. 2004 Yılı Performans Matrisi

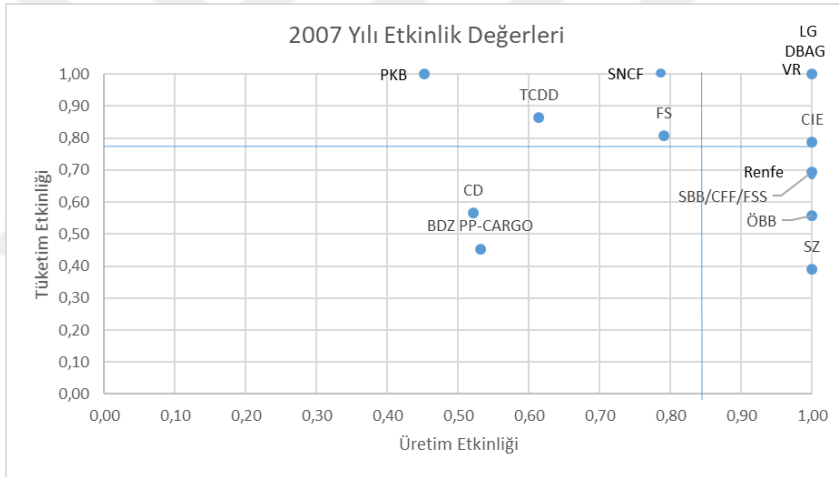


Şekil 4.7. 2005 Yılı Performans Matrisi

Şekil 4.6'daki 2004 ve Şekil 4.7'deki 2005 yıllarında PKB, FS, TCDD firmaları düşük üretim etkinliğine, yüksek tüketim etkinliğine; SBB/CFF/FS, ÖBB, SZ firmaları yüksek üretim etkinliği, düşük tüketim etkinliğine; BDZ PP-Cargo, CD, düşük üretim ve tüketim etkinliğine; SNCF, DBAG, VR, LG, Renfe yüksek üretim ve tüketim etkinliğine; CIE 2004 yılında yüksek üretim ve tüketim etkinliğine, 2005'te düşük üretim ve tüketim etkinliğine sahiptir.



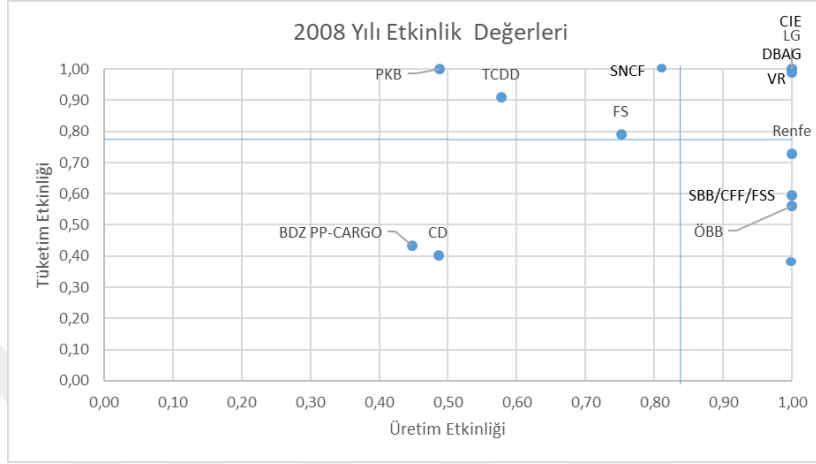
Şekil 4.8. 2006 Yılı Performans Matrisi



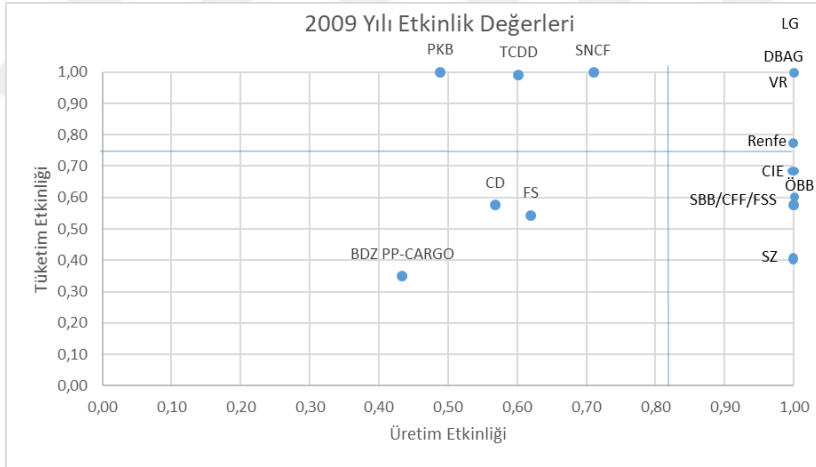
Şekil 4.9. 2007 Yılı Performans Matrisi

Şekil 4.8'deki 2006 ve Şekil 4.9'daki 2007 yıllarında PKB, FS, TCDD firmaları düşük üretim etkinliği, yüksek tüketim etkinliğine; SBB/CFF/FS, ÖBB, SZ, Renfe firmaları yüksek üretim etkinliği, düşük tüketim etkinliğine; BDZ PP-Cargo, CD, düşük üretim ve tüketim etkinliğine; DBAG, VR, LG yüksek üretim ve tüketim etkinliğine; CIE 2006 yılında yüksek üretim ve düşük tüketim etkinliğine, 2007'de yüksek üretim ve tüketim etkinliğine; SNCF 2006 yılında yüksek üretim ve

tüketim etkinliğine, 2007’de düşük üretim etkinliği ve yüksek tüketim etkinliğine sahiptir.



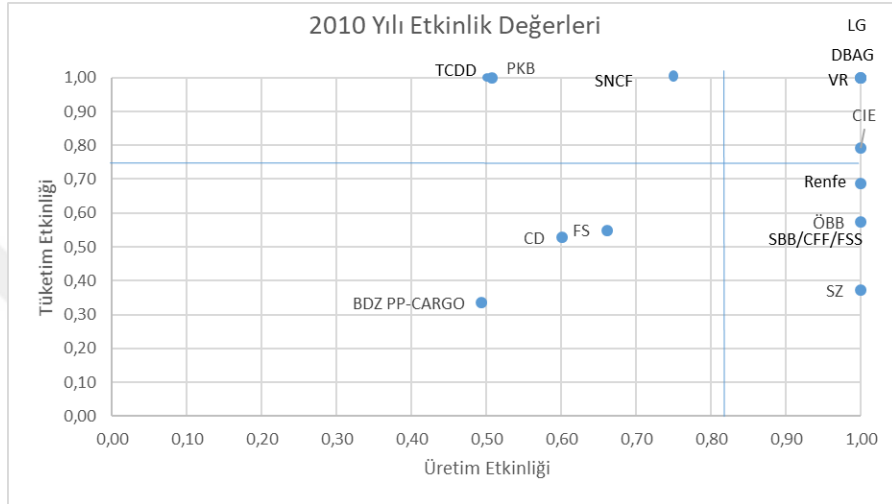
Şekil 4.10. 2008 Yılı Performans Matrisi



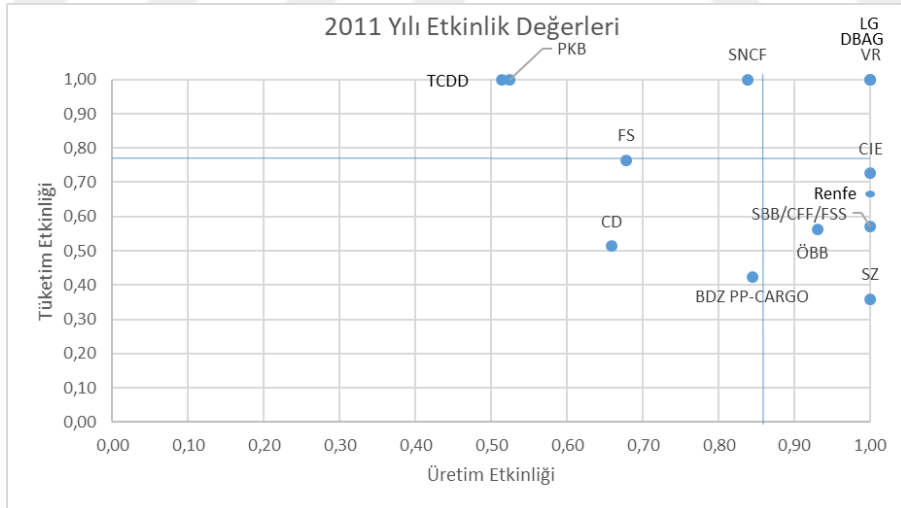
Şekil 4.11. 2009 Yılı Performans Matrisi

Şekil 4.10’deki 2008 ve Şekil 4.11’deki 2009 yıllarında PKB, TCDD, LG firmaları düşük üretim etkinliği, yüksek tüketim etkinliği; SBB/CFF/FS, ÖBB, SZ firmaları yüksek üretim etkinliği, düşük tüketim etkinliği; BDZ PP-Cargo ve CD düşük üretim ve tüketim etkinliği; DBAG, VR, LG yüksek üretim ve tüketim

etkinliğine sahiptir. CIE ve Renfe 2008 yılında yüksek üretim ve tüketim etkinliğine sahipken 2009’da tüketim etkinliğini düşürmüş, FS 2008’de yüksek tüketim etkinliğine sahipken, 2009’da tüketim etkinliğini düşürmüştür.

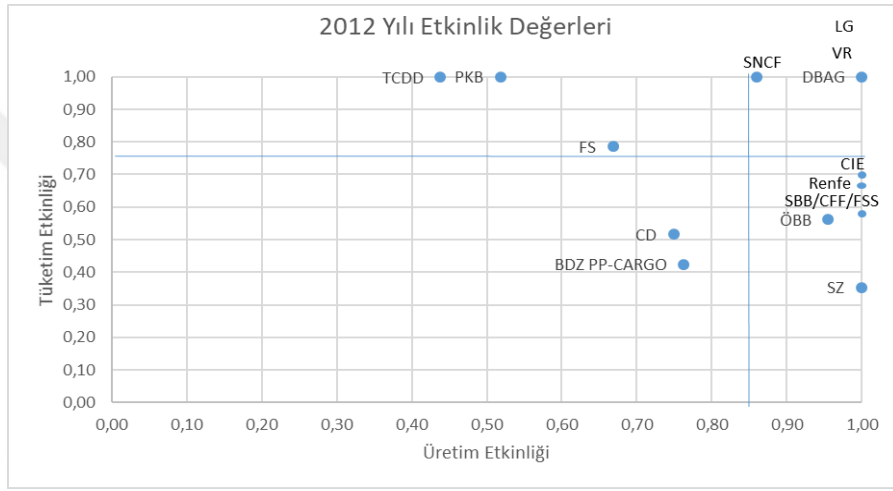


Şekil 4.12. 2010 Yılı Performans Matrisi

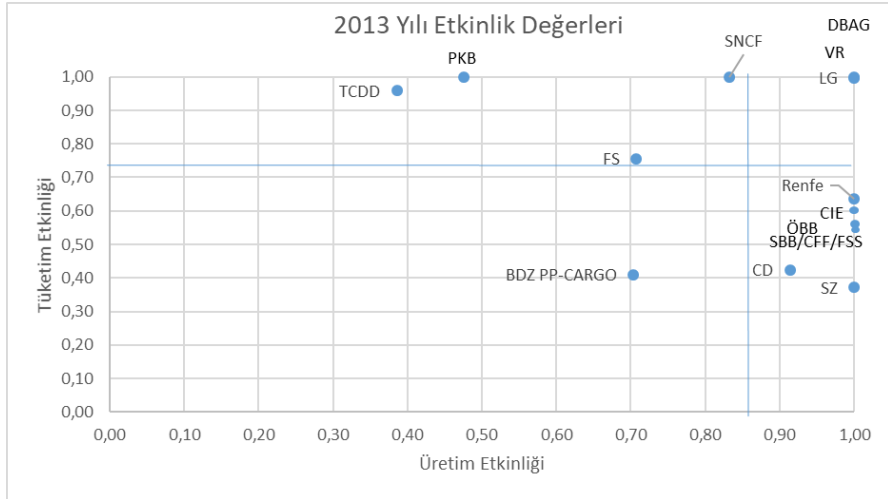


Şekil 4.13. 2011 Yılı Performans Matrisi

Şekil 4.12'deki 2010 ve Şekil 4.13'teki 2011 yıllarında PKB, TCDD, SNCF firmaları düşük üretim etkinliği, yüksek tüketim etkinliği; SBB/CFF/FS, ÖBB, SZ, Renfe firmaları yüksek üretim etkinliği, düşük tüketim etkinliği; BDZ PP-Cargo, CD, FS düşük üretim ve tüketim etkinliği; DBAG, VR, LG yüksek üretim ve tüketim etkinliğine sahiptir. CIE 2010 yılında yüksek üretim ve tüketim etkinliğine sahipken 2011'de tüketim etkinliğini düşürmüştür.

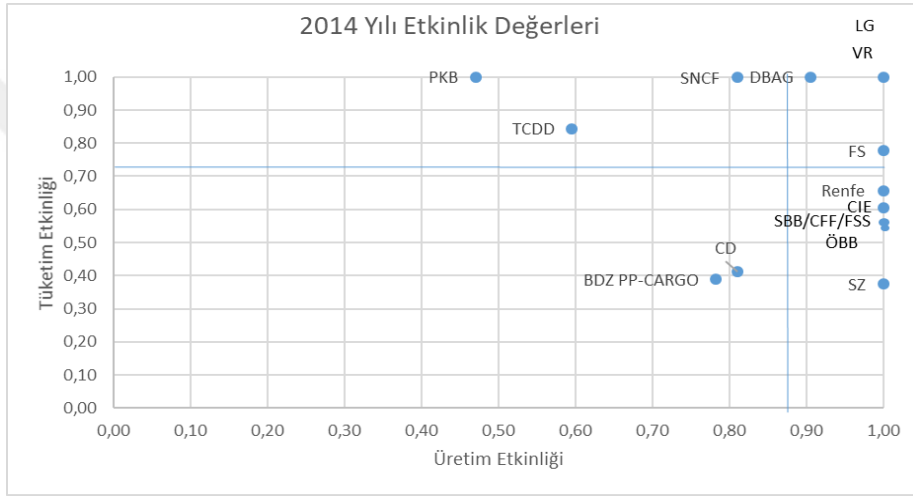


Şekil 4.14. 2012 Yılı Performans Matrisi

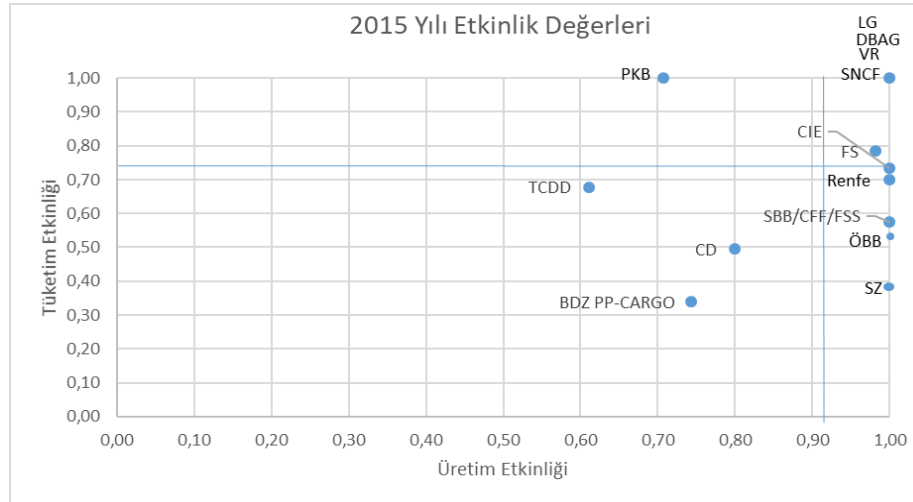


Şekil 4.15. 2013 Yılı Performans Matrisi

Şekil 4.14'deki 2012 ve Şekil 4.15'deki 2013 yıllarında PKB, TCDD, FS firmaları düşük üretim etkinliği, yüksek tüketim etkinliği; SBB/CFF/FS, ÖBB, SZ, Renfe, CIE firmaları yüksek üretim etkinliği, düşük tüketim etkinliği; BDZ PP-Cargo düşük üretim ve tüketim etkinliği; DBAG, VR, LG yüksek üretim ve tüketim etkinliğine sahiptir. SNCF 2012 yılında yüksek üretim ve tüketim etkinliğine sahipken 2013'de üretim etkinliğini düşürmüştür. CD 2013'de üretim etkinliğini yükseltmiştir.

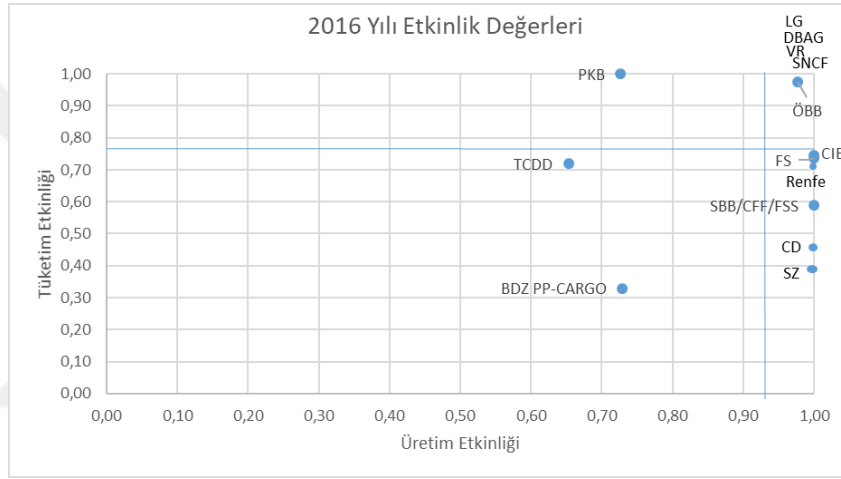


Şekil 4.16. 2014 Yılı Performans Matrisi

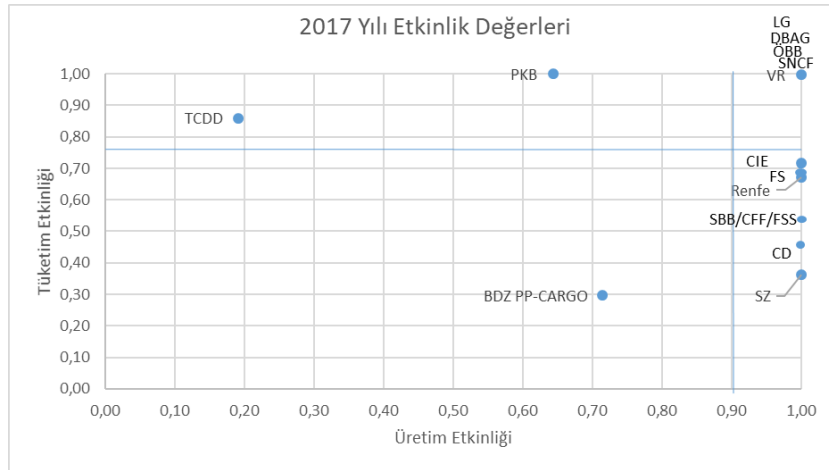


Şekil 4.17. 2015 Yılı Performans Matrisi

Şekil 4.16'daki 2014 ve Şekil 4.17'deki 2015 yıllarında PKB düşük üretim etkinliği, yüksek tüketim etkinliği; SBB/CFF/FS, ÖBB, SZ, Renfe, CIE firmaları yüksek üretim etkinliği, düşük tüketim etkinliği; BDZ PP-Cargo, CD düşük üretim ve tüketim etkinliği; DBAG, VR, LG, FS yüksek üretim ve tüketim etkinliğine sahiptir. SNCF ve TCDD 2014 yılında düşük üretim ve yüksek tüketim etkinliğine sahiptirken 2015'te SNCF üretim etkinliğini yükseltmiş, TCDD ise üretim etkinliğini düşürmüştür.



Şekil 4.18. 2016 Yılı Performans Matrisi



Şekil 4.19. 2017 Yılı Performans Matrisi

Şekil 4.18'deki 2016 ve Şekil 4.19'daki 2017 yıllarında PKB düşük üretim etkinliği, yüksek tüketim etkinliği; SBB/CFF/FSS, SZ, Renfe, CD, FS, CIE firmaları yüksek üretim etkinliği, düşük tüketim etkinliği; BDZ PP-Cargo düşük üretim ve tüketim etkinliği; DBAG, VR, LG, ÖBB, SNCF yüksek üretim ve tüketim etkinliğine sahiptir. TCDD 2016 yılında düşük tüketim etkinliği düşük üretim etkinliğine sahipken, 2017'de yüksek tüketim etkinliğine sahiptir.

4.3. Tobit Regresyon Analizi Bulguları

NVZA modeli uygulaması sonucunda demiryollarının etkinlik puanlarına etki eden değişkenlerin tespiti için Tobit Regresyon Analizi uygulanmıştır. Bu amaçla, elektrikli hat oranı (elec), hattaki yolcu treni yoğunluğu (ptrainden), hattaki yük treni yoğunluğu (ftrainden), personel başına düşen tren-km üretimi (labortrain), yolcu treni doluluk oranı (ptrainload), yük treni doluluk oranı (ftrainload), nüfus yoğunluğu (pop), kişi başına düşen gayri safi milli hasıla (gni) bağımsız değişkenler, demiryollarının sistem (esis), üretim (etük), tüketim (etük) etkinlik puanları ise bağımlı değişkenler olarak alınmıştır. Bağımlı değişken olan üretim etkinliği puanına (eüre) etki eden faktörlerin tespitinde bağımsız değişken olarak ptrainden, ftrainden, labortrain, ptrainload, ftrainload; bağımlı değişken olan tüketim etkinliği puanına (etük) etki eden faktörlerin tespitinde bağımsız değişken olarak ptrainden, ftrainden, ptrainload, ftrainload, pop ve gni, bağımlı değişken olan sistem etkinliği puanına (esis) etki eden faktörlerin tespitinde ise yukarıda ifade edilen bağımsız değişkenlerin hepsi kullanılmıştır. Böylece her yıl için üç farklı Tobit Modeli çalıştırılmış olup, Tobit Model StataSE 15 Programı çıktıları Ek-4'de verilmiştir.

Tobit regresyon analizi sonuçlarında modelin anlamlılığını test etmek için kullanılan Likelihood Ratio Testi (LR) sonuçlarına göre LR değerinin olasılığı 0.05'ten küçük olduğu durumlarda modeldeki parametrelerin birlikte anlamlı olduğu sonucuna varılmıştır. Modelde katsayıların anlamlılığını ölçmek için kullanılan t testi istatistiğinin p değeri her bir bağımsız değişken için $\alpha=0.05$ anlamlılık düzeyinde 0,05'ten küçük ise istatistiksel olarak önemli yani etkinliğe etki eden

anlamli bağımsız değişken olarak belirlenmiştir. Sonrasında bu değişkenlerin katsayılarına bakılarak, etkinliğe olan etkilerinin pozitif ya da negatif olma durumu değerlendirilmiştir. 2000 yılına ait Tobit Modeli Analiz Sonuçları Çizelge 4.5, 4.6. ve 4.7’de verilmiştir.

Bağımlı değişken sistem etkinliği puanına etki etmesi olası bağımsız değişkenlerin etkinlik puanına olan etkisinin anlamlılığı tobit regresyon ile analiz edilmiştir. Çizelge 4.5’te LR değerinin olasılığı 0.0176, 0.05’ten küçük olduğu için modeldeki parametrelerin 2000 yılı sistem etkinliği için anlamlı olduğu sonucuna varılmıştır. Modelde bağımsız değişkenlerin katsayılarının anlamlılığını test etmek için kullanılan t testi istatistiğinin p değeri $\alpha=0.05$ anlamlılık düzeyinde 0,05’ten küçük olan ftrainload, değişkeni istatistiksel olarak önemli yani etkinliğe etki eden anlamlı bağımsız değişken olarak belirlenmiştir. Katsayısının pozitif olması ise etkinliğe pozitif yönde etki ettiğini göstermektedir. ftrainload değişkeni yük treni doluluk oranı (ton-km/tren-km) olup, 2000 yılında sistem etkinliğine pozitif katkı gösteren anlamlı değişken olmuştur.

Çizelge 4.5. 2000 Yılı Sistem Etkinliği Tobit Regresyon Analizi Sonuçları

Tobit regression		Number of obs		=		14	
		Uncensored		=		11	
Limits: lower = 0		Left-censored		=		0	
upper = 1		Right-censored		=		3	
		LR chi2(8)		=		18.52	
		Prob > chi2		=		0.0176	
Log likelihood = 4.5888549		Pseudo R2		=		1.9823	
esis		Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
elec		.0011696	.0029841	0.39	0.709	-.0061322	.0084714
ptrainden		-.0521927	.0215021	-2.43	0.051	-.1048065	.0004212
ftrainden		.0467207	.0472739	0.99	0.361	-.0689544	.1623957
labortrain		.1222705	.059878	2.04	0.087	-.0242456	.2687866
ptrainload		.0027631	.0012265	2.25	0.065	-.0002379	.0057642
ftrainload		.0009172	.0002032	4.51	0.004	.0004198	.0014145
pop		.0032913	.0013651	2.41	0.052	-.0000489	.0066315
gni		.0000207	.0000133	1.55	0.171	-.0000119	.0000532
_cons		-.8291853	.3127301	-2.65	0.038	-1.594408	-.0639624
var(e.esis)		.0172893	.0076254			.005876	.0508706

Çizelge 4.6’da 2000 yılı üretim etkinliğine etki eden değişkenler tobit modeli ile değerlendirilmiş olup, LR değerinin olasılığı 0.0000, 0.05’ten küçük olduğu için modeldeki parametrelerin 2000 yılı için anlamlı olduğu sonucuna

varılmıştır. Modelde bağımsız değişkenlerin katsayılarının anlamlılığını test etmek için kullanılan t testi istatistiğinin p değeri $\alpha=0.05$ anlamlılık düzeyinde 0,05'ten küçük olan ptrainden, ftrainden, labortrain değişkeni istatistiksel olarak önemli yani 2000 yılı için üretim etkinliğine etki eden anlamlı bağımsız değişken olarak belirlenmiştir. ptrainden (hattaki yolcu treni yoğunluğu) değişkeninin katsayısı negatif olup ise etkinliğe negatif yönde etki etmekte, ftrainden (hattaki yük treni yoğunluğu) ve labortrain (personelin tren-km verimliliği) değişkenleri ise üretim etkinliğine pozitif yönde etki etmektedir. Hattın hem yolcu hem yük trenleri için ortak girdi olması nedeni ile hattaki yük treni yoğunluğunun etkinliğe etki etme katsayısının yüksek olması, yolcu treni yoğunluğunun etkinliğe negatif etki eden faktör olmasına neden olmuştur. 2000 yılında personel başına tren-km üretimi yani personelin tren-km verimliliğinin etkisi de pozitif olmuştur.

Çizelge 4.6. 2000 Yılı Üretim Etkinliği Tobit Regresyon Analizi Sonuçları

Tobit regression		Number of obs =		14	
		Uncensored =		8	
Limits: lower = 0		Left-censored =		0	
upper = 1		Right-censored =		6	
		LR chi2(5) =		27.63	
		Prob > chi2 =		0.0000	
Log likelihood = 6.2294308		Pseudo R2 =		1.8211	
eure	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
ptrainden	-.0718771	.0155779	-4.61	0.001	-.1071168 -.0366374
ftrainden	.2148445	.04488	4.79	0.001	.1133189 .3163701
labortrain	.3339901	.0634938	5.26	0.001	.1903572 .477623
ptrainload	.0018985	.0009033	2.10	0.065	-.0001449 .0039419
ftrainload	.0001265	.0001462	0.87	0.409	-.0002041 .0004572
_cons	-.4334806	.2536244	-1.71	0.122	-1.007219 .1402577
var(e.eure)	.0095073	.0048444			.0030024 .0301059

Çizelge 4.7'de 2000 yılı tüketim etkinliğine etki eden değişkenler tobit modeli ile değerlendirilmiş olup, LR değerinin olasılığı 0.0000, 0.05'ten küçük olduğu için modeldeki parametrelerin 2000 yılı için anlamlı olduğu sonucuna varılmıştır. Modelde bağımsız değişkenlerin katsayılarının anlamlılığını test etmek için kullanılan t testi istatistiğinin p değeri $\alpha=0.05$ anlamlılık düzeyinde 0,05'ten küçük olan ptrainden, ptrainload, ftrainload, pop ve gni değişkeni istatistiksel olarak

önemli yani 2000 yılı için tüketim etkinliğine etki eden anlamlı bağımsız değişken olarak belirlenmiştir. ptrainden (hattaki yolcu treni yoğunluğu) değişkeninin katsayısı negatif olup ise etkinliğe negatif yönde etki etmekte, ptrainload (yolcu treni doluluk oranı), ftrainload (yük treni doluluk oranı), pop (nüfus yoğunluğu) ve gni (kişi başına düşen GSMH) değişkenleri ise tüketim etkinliğine pozitif yönde etki etmektedir. Yolcu ve yük trenlerinin doluluk oranı kapasitenin etkin kullanıldığının göstergesi olup, nüfus yoğunluğu ve kişi başına düşen GSMH çevresel faktörleri tüketim sürecinin talep boyutunda etkili olmuştur.

Çizelge 4.7. 2000 Yılı Tüketim Etkinliği Tobit Regresyon Analizi Sonuçları

Tobit regression		Number of obs	=	14
		Uncensored	=	7
Limits: lower = 0		Left-censored	=	0
upper = 1		Right-censored	=	7
		LR chi2(6)	=	60.98
		Prob > chi2	=	0.0000
Log likelihood = 22.499533		Pseudo R2	=	3.8163

etuk	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
ptrainden	-.0581343	.0044998	-12.92	0.000	-.0685109	-.0477577
ftrainden	-.008081	.0087414	-0.92	0.382	-.0282387	.0120767
ptrainload	.0056571	.000402	14.07	0.000	.0047301	.0065841
ftrainload	.0024306	.0002761	8.80	0.000	.0017939	.0030672
pop	.0037899	.0004993	7.59	0.000	.0026386	.0049412
gni	.0000456	4.68e-06	9.75	0.000	.0000348	.0000564
_cons	-1.429727	.1198214	-11.93	0.000	-1.706035	-1.153418
var(e.etuk)	.0000925	.0000497			.0000268	.0003192

2000-2017 yılları için üretim, tüketim ve sistem etkinliklerine etki eden faktörleri gösteren tobit regresyon analizi sonuç tabloları Ek-5’de ve bu sonuç tablosundan oluşturulan özet tablo ise Çizelge 4.8, 4.9 ve 4.10’da gösterilmiştir.

Çizelge 4.8’e göre 2000-2005 yılları arasında hattaki yük treni yoğunluğu (ftrainden) ve personelin tren-km verimliliği (labortrain) üretim etkinliğine (eüre) pozitif etki eden anlamlı değişkenlerdir. Yolcu treni doluluk oranı (ptrainload), yük treni doluluk oranı (ftrainload), nüfus yoğunluğu (pop) ve kişi başına düşen gayri safi milli hasıla (gni) tüketim etkinliğine (etük) pozitif etki eden anlamlı değişkenlerdir. Yolcu treni doluluk oranı (ptrainload), yük treni doluluk oranı (ftrainload), personelin tren-km verimliliği (labortrain), nüfus yoğunluğu (pop) ve

kişi başına düşen gayri safi milli hasıla (gni) sistem etkinliğine (esis) pozitif etki eden anlamlı değişkenlerdir. Etkinliğe negatif etki eden değişkenler ise hattaki yolcu treni yoğunluğu (ptrainden) olmuştur. Hattın hem yolcu hem yük trenleri için ortak girdi olması nedeni ile hattaki yük treni yoğunluğunun (ftrainden) etkinliğe pozitif etki etme katsayısının yüksek olması, yolcu treni yoğunluğunun (ptrainden) etkinliğe negatif etki eden faktör olmasına neden olmuştur.

Çizelge 4.8. 2000-2005 Tobit Regresyon Analizi Sonuç Özeti

Yıl	Sistem Etkinliğine Pozitif Etki Eden Anlamlı Değişkenler	Üretim Etkinliğine Pozitif Etki Eden Anlamlı Değişkenler	Tüketim Etkinliğine Pozitif Etki Eden Anlamlı Değişkenler	Etkinliğe Negatif Etki Eden Anlamlı Değişkenler
2000	yük treni doluluk oranı	hattaki yük treni yoğunluğu, personelin tren-km verimliliği	yolcu treni doluluk oranı, yük treni doluluk oranı, nüfus yoğunluğu ve kişi başına düşen milli gelir	hattaki yolcu treni yoğunluğu
2001	personelin tren-km verimliliği, yolcu treni doluluk oranı, yük treni doluluk oranı, nüfus yoğunluğu	hattaki yük treni yoğunluğu, personelin tren-km verimliliği	yolcu treni doluluk oranı, yük treni doluluk oranı, kişi başına düşen milli gelir	hattaki yolcu treni yoğunluğu
2002	yük treni doluluk oranı, nüfus yoğunluğu	hattaki yük treni yoğunluğu, personelin tren-km verimliliği	yolcu treni doluluk oranı, yük treni doluluk oranı, nüfus yoğunluğu ve kişi başına düşen milli gelir	hattaki yolcu treni yoğunluğu
2003	yolcu treni doluluk oranı, yük treni doluluk oranı, kişi başına düşen milli gelir	hattaki yük treni yoğunluğu, personelin tren-km verimliliği	yolcu treni doluluk oranı, yük treni doluluk oranı, nüfus yoğunluğu ve kişi başına düşen milli gelir	hattaki yolcu treni yoğunluğu
2004	yolcu treni doluluk oranı, yük treni doluluk oranı, nüfus yoğunluğu, kişi başına düşen milli gelir	-	yolcu treni doluluk oranı, yük treni doluluk oranı, nüfus yoğunluğu ve kişi başına düşen milli gelir	hattaki yolcu treni yoğunluğu, hattaki yük treni yoğunluğu
2005	yolcu treni doluluk oranı, yük treni doluluk oranı, kişi başına düşen milli gelir	hattaki yük treni yoğunluğu, personelin tren-km verimliliği	yolcu treni doluluk oranı, yük treni doluluk oranı, nüfus yoğunluğu ve kişi başına düşen milli gelir	-

Çizelge 4.9'a göre 2006-2011 yılları arasında hattaki yük treni yoğunluğu (ftrainden), personelin tren-km verimliliği (labortrain) ve yolcu treni doluluk oranı (ptrainden) üretim etkinliğine (eüre) pozitif etki eden anlamlı değişkenlerdir. Yolcu treni doluluk oranı (ptrainload), yük treni doluluk oranı (ftrainload), nüfus yoğunluğu (pop) ve kişi başına düşen gayri safi milli hasıla (gni) tüketim etkinliğine (etük) pozitif etki eden anlamlı değişkenlerdir. Yük treni doluluk oranı (ftrainload) ve kişi başına düşen gayri safi milli hasıla (gni) sistem etkinliğine (esis) pozitif etki eden anlamlı değişkenlerdir. Etkinliğe negatif etki eden değişkenler ise hattaki yük treni yoğunluğu (ftrainden) ya da yolcu treni yoğunluğu (ptrainden) olmuştur. 2007 yılında hattaki yük treni yoğunluğu üretim etkinliğine pozitif katkı sunarken, yük treni doluluk oranının tüketim etkinliğine pozitif katkı sunmuş ancak, yük treni yoğunluğunun tüketim etkinliğine negatif etkisi olmuştur. Bu durum 2007 yılında doluluk oranı fazla, hattaki tren sayısı daha az yük treninin etkinliğe olan katkısının pozitif olacağını göstermektedir.

Çizelge 4.9. 2006-2011 Tobit Regresyon Analizi Sonuç Özeti

Yıl	Sistem Etkinliğine Pozitif Etki Eden Anlamlı Değişkenler	Üretim Etkinliğine Pozitif Etki Eden Anlamlı Değişkenler	Tüketim Etkinliğine Pozitif Etki Eden Anlamlı Değişkenler	Etkinliğe Negatif Etki Eden Anlamlı Değişkenler
2006	kişi başına düşen milli gelir	-	yolcu treni doluluk oranı, yük treni doluluk oranı, nüfus yoğunluğu ve kişi başına düşen milli gelir	hattaki yük treni yoğunluğu
2007	kişi başına düşen milli gelir	hattaki yük treni yoğunluğu, personelin tren-km verimliliği	yük treni doluluk oranı, kişi başına düşen milli gelir	hattaki yük treni yoğunluğu (etüke)
2008	kişi başına düşen milli gelir	-	yolcu treni doluluk oranı, yük treni doluluk oranı, kişi başına düşen milli gelir	-
2009	yük treni doluluk oranı, kişi başına düşen milli gelir	hattaki yük treni yoğunluğu, personelin tren-km verimliliği, yolcu treni doluluk oranı	yolcu treni doluluk oranı, kişi başına düşen milli gelir	hattaki yolcu treni yoğunluğu
2010	yük treni doluluk oranı, kişi başına düşen milli gelir	-	kişi başına düşen milli gelir	hattaki yük treni yoğunluğu
2011	yük treni doluluk oranı, kişi başına düşen milli gelir	-	yolcu treni doluluk oranı, yük treni doluluk oranı, kişi başına düşen milli gelir	hattaki yük treni yoğunluğu

Çizelge 4.10'a göre 2012-2017 yılları arasında hattaki yolcu treni yoğunluğu (ptrainden) üretim etkinliğine (eüre) pozitif etki eden anlamlı değişkendir. Yolcu treni doluluk oranı (ptrainload), yük treni doluluk oranı (ftrainload), nüfus yoğunluğu (pop) ve kişi başına düşen gayri safi milli hasıla (gni) tüketim etkinliğine (etük) pozitif etki eden anlamlı değişkenlerdir. Yük treni doluluk oranı (ftrainload), elektrikli hat oranı (elec), kişi başına düşen gayri safi milli hasıla (gni) ve nüfus yoğunluğu (pop) sistem etkinliğine (esis) pozitif etki eden anlamlı değişkenlerdir. Etkinliğe negatif etki eden değişkenler ise hattaki yük treni yoğunluğu (ftrainden) olmuştur. 2015 yılında hattaki yolcu treni yoğunluğu üretim etkinliğine pozitif katkı

sunarken, yolcu ve yük treni doluluk oranının tüketim etkinliğine pozitif katkı sunmuş ancak, yük treni yoğunluğunun sistem ve tüketim etkinliğine negatif etkisi olmuştur. Bu durum 2015 yılında doluluk oranı fazla, hattaki tren sayısı daha az yük treninin etkinliğe olan katkısının pozitif olacağını göstermektedir.

Çizelge 4.10. 2012-2017 Tobit Regresyon Analizi Sonuç Özeti

Yıl	Sistem Etkinliğine Pozitif Etki Eden Anlamlı Değişkenler	Üretim Etkinliğine Pozitif Etki Eden Anlamlı Değişkenler	Tüketim Etkinliğine Pozitif Etki Eden Anlamlı Değişkenler	Etkinliğe Negatif Etki Eden Anlamlı Değişkenler
2012	yük treni doluluk oranı, kişi başına düşen milli gelir	-	yük treni doluluk oranı, kişi başına düşen milli gelir	-
2013	yük treni doluluk oranı, nüfus yoğunluğu, kişi başına düşen milli gelir	-	yük treni doluluk oranı, nüfus yoğunluğu, kişi başına düşen milli gelir	hattaki yük treni yoğunluğu (esis, etük)
2014	yük treni doluluk oranı, nüfus yoğunluğu, kişi başına düşen milli gelir	-	yük treni doluluk oranı, kişi başına düşen milli gelir	-
2015	elektrikli hat oranı, yük treni doluluk oranı, nüfus yoğunluğu, kişi başına düşen milli gelir	hattaki yolcu treni yoğunluğu	yolcu treni doluluk oranı, yük treni doluluk oranı, kişi başına düşen milli gelir	hattaki yük treni yoğunluğu (esis, etük)
2016	yük treni doluluk oranı, kişi başına düşen milli gelir	-	yük treni doluluk oranı	-
2017	elektrikli hat oranı, yük treni doluluk oranı, nüfus yoğunluğu, kişi başına düşen milli gelir	-	yolcu treni doluluk oranı, yük treni doluluk oranı, kişi başına düşen milli gelir	-

4.4. Tartışma

Lan ve Lin (2003) çalışmasında 76 demiryolu firmasının 1999-2001 yıllarına ait etkinlikleri geleneksel VZA yöntemleri ile analiz edilmiştir. Analiz sonucunda demiryolu endüstrisi etkinlik ve etkenlik puanları genel olarak düşük

bulunmuş olup, etkinlik ve etkenlik puanlarının Batı Avrupa ve Amerika, Doğu Avrupa, Asya (Okyanusya ve Ortadoğu) ve Afrika arasında değişkenlik gösterdiği tespit edilmiştir. Çalışmada 76 demiryolu firmasının 2001 yılına ait etkinlik değerleri paylaşılmış olup, karşılaştırılan demiryolu sayısının fazla ve ölçeklerinin çok değişkenlik göstermesi, ve bu tez çalışmasında tespit edilen etkinlik aralıklarından çok daha düşük aralıklarda etkinlik değerlerini tahmin etmesi nedeniyle, yıllar itibariyle etkin ve etkin olmayan firma karşılaştırması yapılmamıştır. Lan ve Lin (2003) çalışmasında yapılan tobit regresyon sonucunda etkinlik puanının, elektrikli hat yüzdesi, özel veya kamu sahipliği durumu, hat yoğunluğu, nüfus yoğunluğu, kişi başına düşen milli gelir değerlerinden; etkenlik puanı ortalama yolcu seyahati uzunluğu, taşınan ton başına ortalama mesafe, hatların kullanım oranı, nüfus yoğunluğu, kişi başına düşen milli gelir değerlerinden etkilendiği tespit edilmiştir. Bu faktörlerden elektrikli hat yüzdesi, hatların kullanım oranı, nüfus yoğunluğu, kişi başına düşen milli gelir değerleri bu tez çalışmasında da etkinliği etkileyen faktörler arasında bulunmuştur.

Oum ve Yu (1994) çalışmasında, geleneksel VZA yöntemi ile 19 OECD ülkesinin etkinliği iki farklı çıktı kümesi kullanılarak tespit edilmiştir. Analiz sonucunda tren başına ortalama yüklemenin yüksek olduğu demiryollarında talep bazlı çıktılar (yolcu-km, ton-km) kullanıldığında etkinlik sıralamalarının daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Tobit regresyon analizi sonucunda elektrikli hat oranı değişkeni her iki çıktı ölçümünde de istatistiksel olarak anlamlı çıkmıştır. Sübvansiyon oranı her iki çıktı ölçütünde de negatif katsayıya sahiptir, ağır sübvansiyonlar etkinliği azaltmaktadır. Otonomi derecesi her iki modelde de pozitif katsayıya sahiptir. Yönetimde yönetsel özerklik yüksek ise etkinlik yüksek olmaktadır. Bu tez çalışmasında da sistem ve tüketim süreci çıktısı ton-km ve yolcu-km olup, tobit regresyon sonuçlarında yolcu ve yük trenleri doluluk oranları ile elektrikli hat oranı sistem ve tüketim süreci etkinliklerine pozitif katkıda bulunmuştur.

Yu (2008) çalışmasında 40 demiryolu firmasının 2002 yılına ait etkinlikleri değerlendirilmiştir. Analiz sonucunda Batı Avrupa demiryollarının Asya demiryollarına göre daha teknik etkin çıktığı, teknik etkin olan her demiryolunun servis etken olmadığı, demiryollarının performans ölçümünde talep yönlü değerlendirmelerin önemli olduğunu ve servis etkenliğinin artırılması için pazarlama çalışmalarının önemli olduğunu tespit etmiştir. Bu tez çalışmasında üretim etkin olan her demiryolunun tüketim etkinliğinin olmadığı, tüketim etkin ve sistem etkin olması için pazarlama çalışmalarının önemli olduğu tespit edilmiştir.



5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1. Sonuçlar

- Yapılan etkinlik analizinde üretim etkin olan bir demiryolunun tüketim etkin olmadığı sürece sistem etkin olamayacağı görülmüştür. Ayrıca çalışmada tüketim etkinliğine ve sistem etkinliğe pozitif etki eden anlamlı faktörler olarak belirlenen trenlerin doluluk oranı ve kişi başına düşen gayri safi milli gelir değişkenleri, demiryollarının etkin olabilmesi için talep yönlü stratejiler benimsemesi gerektiğini göstermiştir. Demiryolu sektöründe işletmelerin piyasa koşullarına uygun olarak çalışmak yerine hükümetler tarafından belirlenen fiyat ve üretim düzeyinde her tür talebi karşılamaya çalışmaları, üretimin talep yönlü olarak gerçekleşmemesi ya da talep yönlü olarak gerçekleşmiş olsa da üretim girdilerinden elde edilen üretim çıktılarında kaynak etkinliğine önem verilmemesi demiryollarının sistem etkinliğini düşürmektedir.
- Üretim ve tüketim süreci etkinliklerini karşılaştıran performans matrislerinde düşük üretim etkinliği, yüksek tüketim etkinliği olan demiryollarının kaynaklarını daha etkin kullanacakları üretim stratejileri uygulamaları gerektiği sonucuna varılmıştır. Bu nedenle tren-km başına personel verimliliği değişkeni tobit modelde etkinliğe etki eden anlamlı değişken olarak tahmin edilmiştir. Yüksek tüketim etkinliği, düşük üretim etkinliği olan demiryollarında, yönetimin her türlü talebi karşılamaya yönelik değil, tüketim talebine göre tren arzı yapması ve üretilen trenlerde kullanılan personel ve araç gibi girdi değişkenlerinin azaltılması gerekmektedir.

- Üretim ve tüketim süreci etkinliklerini karşılaştıran performans matrislerinde yüksek üretim etkinliği, düşük tüketim etkinliğine sahip olan demiryollarının doluluk oranlarını artıracak satış stratejileri uygulamaları gerekmektedir. Bu nedenle tren doluluk oranı, kişi başına düşen milli gelir ve nüfus yoğunluğu değişkenleri tobit modelde de etkinliğe etki eden anlamlı değişkenler olarak tahmin edilmiştir. Trenlerin doluluk oranı çevresel faktör olan kişi başına düşen milli gelir ve nüfus yoğunluğundan etkilenmekte olup, satış stratejilerinin ve tarifelerin ülkelerin ekonomik durumlarına göre belirlenmesi, talep yönlü tren planlaması yapılarak, trenlerin doluluk oranlarının artırılması gerekmektedir.
- TCDD 2016 yılı dışındaki her yıl matrisin sol-üst alanında yer almakta olup, düşük üretim etkinliği, yüksek tüketim etkinliğine sahiptir. 2016 yılında tüketim etkinliği de azalarak, düşük üretim ve tüketim etkinliğine sahip olmuştur. TCDD'nin üretim etkinliğini artırması için kaynaklarını optimum kullanacağı üretim stratejileri uygulaması gerekmektedir. Tobit model sonuçlarında da tren-km başına personel verimliliği üretim etkinliğine anlamlı etki eden faktör olarak belirlenmiş olup, TCDD'nin müşteri talebine göre tren planlaması yapması ve tren üretiminin girdisi olan personel ve yolcu ve yük araçlarının tren başına kullanımının azaltılması gerekmektedir.
- Matriste hem üretim etkin hem de tüketim etkin demiryolları ise yıllara göre değişmekle birlikte, VR (Finlandiya), DB AG (Almanya), SNCF (Fransa), LG (Litvanya), CIE (İrlanda), FS (İtalya), ÖBB (Avusturya) demiryollarıdır.

5.2. Sonraki Çalışmalar ve Öneriler

Bu çalışmada topoğrafya, diğer taşımacılık modlarının gelişme oranı, hizmet kalitesi, müşteri perspektifi, hükümet politikası, sübvansiyon oranı ve yönetim

özerkliği gibi önemli faktörler analiz dışında bırakılmıştır. Veri eksikliğinden dolayı dahil edilemeyen bu faktörlerin gelecekteki çalışmalara dahil edilmesi yönetsel ve operasyonel etkinliği daha doğru olarak yorumlamayı sağlayacaktır.

Gelecek çalışmalarda demiryollarının sunduğu yolcu seyahati ve ticari taşımaların müşteri gözünden nasıl etkin görüldüğü, demiryolu fiyatlarının diğer modlara göre rekabetçiliği gibi pazar odaklı soruların etkinliğe nasıl etki ettiği analiz edilebilir. Müşteri perspektifinin şu ana kadar ihmal edilmiştir, çünkü tanımlama ve ölçme güçlük oluşturmaktadır. Ancak yeni geliştirilen "büyük-veri" uygulamaları, müşteri odaklı bilgileri edinmek için fırsat sunabilir.

Yüksek yönetsel özerklik, yönetimin yeni fırsatlar ve koşullara daha hızlı cevap verebilmesini ve firmanın değişen pazar koşullarında rekabetçi durumunu korumasını sağlamaktadır. Hizmet edilecek veya terk edilecek pazarın seçimi ve hizmet sıklığı seçimi gibi yönetsel özerklikler, demiryollarının etkinliğini önemli derecede etkileyecektir. Gelecek çalışmalarda demiryolu firmalarının yönetsel özerkliği analize dahil edilebilirse, demiryolu sektöründe en önemli sorunlardan biri olan piyasa koşullarına uygun olarak çalışmak yerine hükümetler tarafından belirlenen fiyat ve üretim düzeyinde her tür talebi karşılamaya çalışmak durumu daha iyi analiz edilebilecek ve etkinliğe olan etkisi daha iyi yorumlanabilecektir.

Çok faaliyetli demiryolları hem yolcu hem yük taşımacılığı işini farklı teknolojiler kullanarak üretmektedir. Örneğin, yükleme ve boşaltma, tren başına araç sayısı, operasyonun hızı vb. farklılıklar nedeniyle demiryolu şirketleri genellikle yolcu ve yük hizmetlerini farklı teknolojiler kullanarak işletirler. Bu nedenle gelecek çalışmalarda üretim ve tüketim alt süreçleri yolcu ve yük olmak üzere iki ayrı aktiviteye ayrılarak etkinlik ölçümü yapılabilir. Bu çalışma için yolcu ve yük üretim ve tüketim süreçlerinde kullanılan girdi, çıktı ve çevresel değişkenlerin her aktivite için ağırlıklarının ne olacağının araştırılması gerekmektedir.

Bu çalışmada kullanılan personel sayısı veri uygunluğu nedeniyle demiryollarının toplam personel sayısını ifade etmektedir. Bu nedenle sonraki

çalışmalarda demiryolu üretim ve tüketim sürecinde çalışan personel sayısı tespit edilebilirse, üretim etkinliği daha iyi ölçülebilir.

2017 yılında serbestleşme süreci geçiren Türkiye demiryolu sektörünün gelecek çalışmalarda yıllar içerisinde artan rekabet derecesi ve artan rekabetin tarifeler üzerine etkisi ölçülerek, serbestleşme sürecinin ulaştırma sektörü ve demiryolu pazarına etkisi analiz edilebilir.



KAYNAKLAR

- Banker, R.D., Charnes, A. and Cooper, W.W.,1984. Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis. *Management Science*, 30(9), 1078-1092.
- Beck, A., Bentle, H., Schilling, M., 2013. Railway Efficiency-An Overview and a Look at Opportunities for Improvement. OECD International Transport Forum, Discussion Paper 2013-12, Paris, 42s.
- Cantos, P., Pastor, J. M. and Serrano L., 2000. Efficiency Measures and Output Specification: The Case of European Railways. *Journal of Transportation and Statistics*, 61-68.
- Cantos, P., Pastor, J. M. and Serrano, L., 2012. Evaluating European Railway Deregulation Using Different Approaches. *Transport Policy*, 24, 67-72.
- Charnes, A., Cooper, W.W. and Rhodes, E., 1978. Measuring the Efficiency of Decision Making Unit. *European Journal of Operational Research*, 2, 429-444.
- Cooper, W. W., Seiford, L. M. and Tone, K., 2000. *Data Envelopment Analysis: A Comprehensive Text With Models, References, and DEA-Solver Software*, Kluwer Academic Publishers, London, 318s.
- Cowie, J., 1999. The Technical Efficiency of Public and Private Ownership in the Rail Industry: The Case of Swiss Private Railways. *Journal of Transport Economics and Policy*, 33(3), 241-252.
- Çınar, Y., 2010. Türkiye ile AB Üyesi Ülkelerin Elektrik Üretim Sektörlerinin Etkinlik ve Verimlilik Analizi: 2000-2006 Dönemi için Uluslararası Bir Karşılaştırma. *Sosyoekonomi, Özel Sayı*.
- Eroğlu, E. ve Atasoy, M. C., 2006. Veri Zarflama Analizi ile Etkinlik Ölçümü ve Etkin Karar Birimlerinin Duyarlılık Analizi. *İstanbul Üniversitesi, İşletme Fakültesi Dergisi*, 35(2), 91-106.

- Erturan, M. B., 2012. Network Veri Zarflama Analizi ve Türkiye’de Demiryolları Üzerine Bir Uygulama. Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi, Ekonometri Anabilim Dalı, 81s.
- Esveld, C., 2001. Modern Railway Track, Second Edition, Delfi University of Technology, 629s.
- Jitsuzumi, T. and Nakamura, A., 2009. Causes of Inefficiency in Japanese Railways: Application of DEA for Managers and Policymakers. Socio-Economic Planning Sciences, 44, 161-173.
- Kao C., 2009. Efficiency Decomposition in Network Data Envelopment Analysis: A Relational Model. 192(3), 949-962.
- Kaynak, M. 2001. Yeni Demiryolu Çağı, Yüksek Hızlı Trenler ve Türkiye, Türkiye İktisat Kongresi, 23-54.
- Kutlar, A., ve Kartal, M., 2004. Cumhuriyet Üniversitesinin Verimlilik Analizi: Fakülteler Düzeyinde Veri Zarflama Yöntemiyle Bir Uygulama. Kocaeli Üniversitesi SBE Dergisi, 2, 49–79.
- Laisi, M., 2009. Market Entry Strategies And Confronted Barriers On Liberalized Railway Freight Markets in Sweden and Poland, Finnish Rail Administration, Helsinki.
- Lan, L. W. and Lin, E. T. J., 2003. Technical Efficiency and Service Effectiveness for Railways Industry: DEA Approaches. Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, 5, 2932-2947.
- Lan, L. W. and Lin, E. T. J., 2006. Performance Measurement for Railway Transport: Stochastic Distance Functions with Inefficiency and Ineffectiveness Effects. Journal of Transport Economics and Policy, 40(3):383-408.
- Mahmoudi R., Emrouznejad A., Shetab-Boushehri S-N., Hejazi S. R., The Origins, Development and Future Directions of Data Envelopment Analysis Approach in Transportation Systems, Socio-Economic Planning Sciences, 123s.

- Makovsek, D., Benezech, V., Perkins, S., 2015. Efficiency in Railway Operations and Infrastructure Management. OECD International Transport Forum, Discussion Paper 2015-12, Paris, 21s.
- Menekşe, Y., 2006. Demiryollarında Toplam Faktör Üretim Analizi. Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, 44s.
- Mizutani, F., and Uranishi, S., 2010. Does Vertical Separation Reduce Cost? An Empirical Analysis of the Rail Industry in OECD Countries. Kobe University, Graduate School of Business Administration, Discussion Paper 2010-48, 20s.
- Movahedi, M. M., Saati, S. and Vahidi, A. R., 2007. Iranian Railway Efficiency (1971-2004): An Application of DEA. Int. J. Contemp. Math. Sciences, 2(32), 1569-1579.
- Nalçakan, M., 2009. Ekonomik Gelişmelerin Demiryolu Taşımacılık Sektörüne Etkileri. Dokuz Eylül Üniversitesi, İİBF İktisat Bölümü, 2. Ulusal İktisat Kongresi, 31-45.
- Oum, T. H. and Yu, C., 1994. Economic Efficiency Of Railways and Implications for Public Policy: A Comparative Study of The OECD Countries' Railways. Journal of Transport Economics and Policy, 28, 121–138.
- Öncel, A. ve Şimşek, S., 2011. Türkiye’de Bölgelerarası Kaynak Kullanım Etkinliğinin Veri Zarflama Analizi Yöntemiyle Ölçülmesi. Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 37, 87-119.
- Ramanathan, R., 2003. An Introduction to Data Envelopment Analysis: A Tool for Performance Measurement. Sage Publications, New Delhi, 202s.
- Smith, A. S. J., Nash, C., 2014. Rail Efficiency: Cost Research and Its Implications for Policy. OECD International Transport Forum, Discussion Paper 2014-22, Paris, 35s.
- Şaşmaz, Ç., 2008. Karayolları ve Demiryollarında Verimlilik Analizi. Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, 62s.

- Thompson, L. S., Bente, H., 2014. What is Rail Efficiency and How Can It Be Changed?. OECD International Transport Forum, Discussion Paper 2014-23, Paris, 41s.
- Tretheway, M. W., Waters II, W. G. and Fok, A. K., 1997. The Total Factor Productivity of the Canadian Railways, 1956-91. Journal of Transport Economics and Policy, 31, 93-113.
- Tobin, J., 1958. Estimation of Relationships for Limited Dependent Variables. Econometrica 26, 24-36.
- TÜSİAD, 2007. Kurumsal Yapısı, Yasal Çerçevesi ve Göstergeleriyle Ulaştırma Sektörü. <https://www.denizhaber.net/ulasim-sektorunun-sorunlari-belirlendi-haber-7103.htm>. Erişim Tarihi: 01.06.2019.
- Yu, M. M., and Lin, E. T. J., 2007. Efficiency and Effectiveness in Railway Performance Using a Multi-Activity Network DEA Model. Omega The International of Management Science, 36: 1005-1017.
- Yu, M. M., 2008. Assessing The Technical Efficiency, Service Effectiveness, And Technical Effectiveness Of The World's Railways Through NDEA Analysis. Transportation Research Part A, 42(10), 1283-1294.
- Wetzel, H., 2008. Productivity Growth in European Railways: Technological Progress, Efficiency Change and Scale Effects. University of Lüneburg Working Paper Series in Economics, 101, 22s.

ÖZGEÇMİŞ

15/12/1985 yılında Adana’da doğdu. İlk ve orta öğrenimini Ankara’da, lise öğrenimi Adana’da tamamladı. 2004 yılında başladığı Çukurova Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü’nden 2008 yılında mezun oldu. 2008-2012 yılları arasında bir proje yönetimi firmasında ve bankacılık sektöründe deneyim kazandı. 2012 yılında TCDD 6. Bölge Müdürlüğü Yük Servis Müdürlüğünde Endüstri Mühendisi olarak çalışmaya başladı. Halen TCDD Taşımacılık Adana Lojistik Servis Müdürlüğünde çalışmakta ve Çukurova Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı’nda başladığı yüksek lisans öğrenimine devam etmektedir.



EKLER



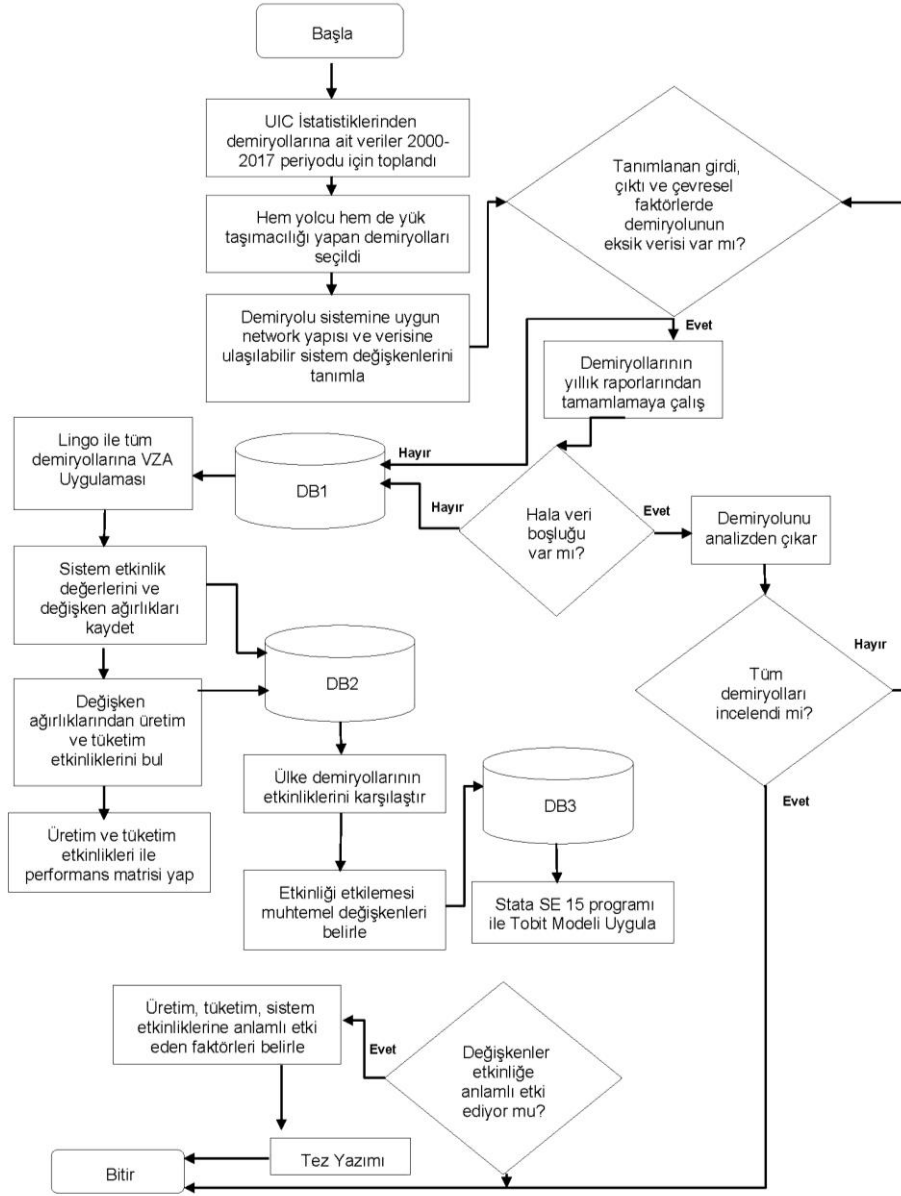
EK-1. LİTERATÜR ÖZETİ

Çalışmanın Adı	Amaç	Metod	Çözüm Yöntemi	Demiryolu Sayısı	Verilerin Yılı	Sonuç
Economic Efficiency of Railways and Implications for Public Policy: A Comparative Study of the OECD Countries' Railways, Tae Hoon Oum and Chunyan Yu, 1994	19 OECD ülkesinin toplam etkinliğini iki farklı çıktı kümesi kullanarak ölçümü ile karşılaştırması; yönetsel özerklik ve sübvansiyonların etkinlik üzerindeki etkisini tanımlamak.	1) VZA Yöntemi, CCR Modeli, Ölçeğe göre sabit getiri varsayımı ile toplam etkinlik ölçümü. 2) Tobit Regrasyon Analizi (Sübvansiyonların ve yönetsel otonominin, çeşitli işletme karakteristikleri ve pazar koşulları ile birlikte etkinliğe etkisinin tanımlanması)	Lineer Programlama	19 OECD Ülkesi Demiryolları	1978-1989	1. Etkinlik puanları ve sıralamalarının kullanılan çıktı ölçütlerine bağlı olarak değişmektedir. 2. Kamu sübvansiyonlarına yüksek bağımlı olan demiryolları, daha az bağımlı olan benzer demiryollarına göre daha az etkindir. 3. Yönetsel otonomi derecesi yüksek olan demiryolları daha yüksek etkinlik gösterme eğilimindedir. 4. Kontrol edilen ve edilemeyen değişkenlerin VZA etkinlik göstergelerine etkisinin tobit regresyon analizi ile tespiti sonucunda, değişkenlerin dahil edildiği etkinlik indekslerinin VZA toplam etkinlik indekslerinden daha düşük çıktığı görülmüştür.
The Total Factor Productivity of The Canadian Railways, 1956-91, Michael W. Tretheway, W. G. Waters II and Andy K. Fok, 1997.	Kanada Uluslararası Demiryolları (CN) ve Kanada Pasifik Demiryolları (CP)'nin üretim performansının analizi ve Amerika Demiryolu Şirketi US Class I'in üretim performansı ile karşılaştırma.	Toplam Faktör Verimliliği Yöntemi, Tornqvist İndeksi	-	2 Kanada demiryolu (Kanada Uluslararası Demiryolları (CN) ve Kanada Pasifik Demiryolları (CP))	1956-1991	1. İki demiryolunun verimlilik seviyeleri benzer çıkmış olup; kamuya ait CN'nin verimlilik seviyesi özel şahsa ait CP'nin verimlilik seviyesinin çok az altındadır. 2. US Class I'in TFV büyümesi sermaye girdilerinin azaltılması ile başarılmıştır.
Efficiency Measures and Output Specification: The Case of European Railways Pedro Cantos, Jose M. Pastor, Lorenzo Serrano, 2000	17 Avrupa demiryolu şirketinin 1970-1995 yıllarına ait teknik etkinliklerinin, farklı çıktı tanımlamalarına olan hassasiyetinin analiz edilmesidir.	Geleneksel VZA Yöntemi, CCR Modeli	Lineer Programlama	17 Avrupa Demiryolu Firması	1970-1995	Demiryolu sektöründe etkinlik göstergelerinin seçilen çıktı spesifikasyonuna karşı hassas olduğunu doğrulamaktadır.
Technical Efficiency and Service Effectiveness for Railways Industry: DEA Approaches, Lawrence W. Lan, Erwin T. J. Lin, 2003	76 demiryolu firmasının 1999-2001 yılları arası teknik etkinlik ve servis etkinliğinin ölçümü ve karşılaştırılması.	1. Girdiye Yönelik VZA (CCR) 2. Çıktıya Yönelik VZA (BCC) 3. Tek Aşamalı VZA (Hiperbolik) 4. Tobit Regrasyon Analizi 5. Kategorik VZA 6. Sabit Dışsal Girdili VZA (EXO) 7. Kruskal-Wallis Sıralama Testi	Lineer Programlama, Gams 2.0 yazılımı	76 Demiryolu Firması	1999-2001	Demiryolu sektöründe düşük etkinlik ve etkinlik puanları bulunmuştur. Etkinlik puanı, elektrikli hat yüzdesi, özel veya kamu sahipliği durumu, hat yoğunluğu, nüfus yoğunluğu, kişi başına düşen milli gelir değerlerinden; Etkinlik puanı ortalama yolcu seyahati uzunluğu, taşınan ton başına ortalama mesafe, hatların kullanım oranı, nüfus yoğunluğu, kişi başına düşen milli gelir değerlerinden etkilenmektedir
Demiryollarında Toplam Faktör Üretim Analizi, MENEKŞE Yasemin, 2006	Belirlenen birim performans parametreleri ile Türkiye ve bazı Avrupa ülkelerinin verilerinin analizi.	Toplam Faktör Üretimi, Divisia indeksleme yöntemi	-	1	1970-2003	TCDD'nin performans verileri AB ülkelerinin altında kalmıştır.

Iranian Railway Efficiency (1971-2004): An Application of DEA, M. M. Movahedi, S. Saati, A. R. Vahidi, 2007.	İran Demiryollarının 1971-2004 yılları arasındaki performanslarının ve etkinliklerinin analizi.	VZA Yöntemi, CCR Modeli	Lineer Programlama	1	1971-2004	İran Demiryollarının 1995 sonrasına ait 10 yılda (2000 yılı hariç) görece etkin olduğu görülmüştür.
Efficiency and effectiveness in railway performance using a multi-activity network DEA model, Ming-Miin Yu, Erwin T.J. Lin, 2007	20 Avrupa demiryolunun 2002 yılına ait etkinlik ve etkinliklerinin kıyaslaması	Çok Yönlü İlişkisel VZA, Mann Whitney Testi	LP	20	2002	1. Ortalama yolcu teknik etkinliği yük teknik etkinliğinden büyük olduğu. 2. Batı avrupalı yolcu teknik etkinliğinin Doğu Avrupalıdan daha yüksek olduğu. 3. Batı Avrupa demiryollarının teknik etkinliğinin daha yüksek olduğu. 4. Yolcu ve yük taşımacılığında teknik etken olmayan ve işletim prosesinde servis etken olmayan firmaların, teknik etken olmadığı. 5. Yolcu üretiminin hat kullanım oranının daha yüksek olduğu. 6. Teknik etkinlik ile servis etkinliği arasında korelasyonun düşük olduğu görülmüştür.
Assessing the technical efficiency, service effectiveness, and technical effectiveness of the world's railways through NDEA analysis, Ming-Miin Yu, 2008	Global 40 demiryolu firmasının 2002 yılına ait teknik etkinlik, servis etkinliği ve teknik etkinliğinin farklı süreç ve yöntemler kullanılarak ölçümü ve karşılaştırılması.	1) Geleneksel VZA Yöntemi, CCR Modeli 2) İlişkisel VZA Yöntemi	Lineer Programlama	40 Global Asya, Avrupa ve Afrika demiryolu firması	2002	Batı Avrupa demiryollarının Asya demiryollarına göre daha teknik etkin çıkmıştır. Demiryollarının etkinlik sıralaması yapılmış olup, teknik etkin demiryollarının servis etkinliğinin olmadığı, demiryollarının performans ölçümünde talep yönlü değerlendirmelerin önemli olduğunu ve , etkinliğinin artırılması için pazarlama çalışmalarının önemli olduğunu tespit etmiştir.
Karayolları ve Demiryollarında Verimlilik Analizi, ŞAŞMAZ Çağrı, Yüksek Lisans Tezi, İnşaat Mühendisliği ABD, 2008.	Türkiye'deki karayolu ve demiryolu ulaşım sistemlerinin verimlilik düzeylerinin incelenmesi.	Toplam Faktör Verimliliği, Divisia İndeksleme Yöntemi, VZA.	Microsoft Excel Solver Eklentisi	1	1985-2005	1994 yılından itibaren demiryollarının verimlilikte bir gelişme görüldüğü, fakat etkinlik değerlerinin yine de 1'in altında kaldığı görülmüştür.
Productivity Growth in European Railways: Technological Progress, Efficiency Change and Scale Effects, Wetzel H. ,2008	Avrupa demiryolları sektörünün 1990-2005(yeniden yapılanma periyodu) yılları arasındaki performansının analizi.	Stokastik Sınır Panel Veri Modeli	-	21	1990-2005	Teknolojik ilerlemenin verimlilik artışındaki en önemli etken olduğunu ve teknik etkinliği sağladığını ve ölçek ekonomisinin daha az etkili olduğunu göstermiştir. Örneklem periyodundaki ortalama verimlilik artışı %39 bulunmuştur.
Causes of inefficiency in Japanese railways: Application of DEA for managers and policymakers, Toshiya Jitsuzumi, Akihiro Nakamura, 2009	Japonyada faaliyet gösteren 53 yolcu taşıma operatörünün etkinsizlik sebeplerinin ve optimal subvansiyon seviyelerinin belirlenmesi	VZA Yöntemi, BCC Modeli, Ölçeğe göre değişken getiri varsayımı ile toplam etkinlik ve teknik etkinlik ölçümü.		53 Japon Yolcu Şirketi	1998-2003	İçsel, çevresel ,yanlış kaynak tahsisi ve uygun olmayan ölçek etkinsizliklerinin operasyonel maliyetler üzerindeki etkisi tanımlanmıştır.

Evaluating European railway deregulation using different approaches, Pedro Cantos, Jose' Manuel Pastor, Lorenzo Serrano, Transport Policy, 2012	Demiryolu reformlarının demiryolu sistemlerinin etkinlikleri üzerindeki etkisinin analizi.	VZA, Stokastik Sınır Analizi	-	23	2001-2008	1. Temel demiryolu reformlarını tamamlayan ülkelerin (dikey ayrılma, yolcu taşımacılığında franchising, yük taşımacılığında yeni operatörlerin girmesi) demiryolu sistemlerinin daha etkin olduğu görülmüştür. 2. Dikey ayrılmanın etkinliğe tek başına yeterince etki etmediği, yatay reformlarla birlikte kombine edildiğinde daha büyük kazanımlar olduğu gözlemlenmiştir.
NVZA ve TCDD Üzerine Bir Uygulama, ERTURAN Mahmut Burak, Yüksek Lisans Tezi, 2012	Türkiye demiryollarının 1981-2011 yılları arası etkinlik analizi	İlişkisel Network VZA, Geleneksel VZA	Microsoft Excel Solver Eklentisi	1	1981-2011	İlişkisel NVZA ile bulunan sonuçlar her zaman VZA modeli ile bulunan sonuçlardan düşük ya da eşittir. 1984 ve 1997 yılları iki modelde de sistem etkin çıkmıştır. Aynı yıllarda üretim süreci ve tüketim süreci de etkindir.
What is Rail Efficiency and How Can It Be Changed, Louis S. ,Thompson, Heiner Bente, OECD Discussion Paper, 2014.	Ülke demiryollarının halka açık verilerinden temel etkinlik ve üretkenlik rasyoları oluşturmak ve analiz etmek	Zaman Serisi Analizi, Enine Kesit Analizi	-	81	1970-2011	Çin yolcu ve yükte, U.S ve Kanada Class I yükte, Japonya yolcuda daha etkindir. Avrupa'da EU 15 ve EU 10 demiryolları karma bir görüntü sunarken, SBB oldukça iyi bir seviyededir.

EK-2. AKIŞ DİYAGRAMI



EK-3. İLİŞKİSEL NVZA SONUÇLARI

2000								2001								2002							
Sıra	Demiryolu	Esistem	Eüre	Etüke	Sıra	Demiryolu	Esistem	Eüre	Etüke	Sıra	Demiryolu	Esistem	Eüre	Etüke	Sıra	Demiryolu	Esistem	Eüre	Etüke				
1	VR	1,00	1,00	1,00	1	VR	1,00	1,00	1,00	1	VR	1,00	1,00	1,00	1	VR	1,00	1,00	1,00				
2	SNCF	1,00	1,00	1,00	2	SNCF	1,00	1,00	1,00	2	SNCF	1,00	1,00	1,00	2	SNCF	1,00	1,00	1,00				
3	DBAG	1,00	1,00	1,00	3	DBAG	1,00	1,00	1,00	3	DBAG	1,00	1,00	1,00	3	DBAG	1,00	1,00	1,00				
4	PKB	0,97	0,45	1,00	4	PKB	0,97	0,44	1,00	4	PKB	0,97	0,44	1,00	4	PKB	0,97	0,47	1,00				
5	LG	0,90	0,78	1,00	5	LG	0,88	0,74	1,00	5	LG	0,88	0,74	1,00	5	LG	0,97	0,90	1,00				
6	TCDD	0,78	0,73	1,00	6	Renfe	0,79	1,00	0,79	6	Renfe	0,79	1,00	0,79	6	Renfe	0,82	1,00	0,82				
7	Renfe	0,77	1,00	0,77	7	FS	0,73	0,65	1,00	7	FS	0,73	0,65	1,00	7	FS	0,79	0,75	1,00				
8	FS	0,77	0,51	1,00	8	TCDD	0,71	0,66	0,98	8	TCDD	0,71	0,66	0,98	8	TCDD	0,67	0,62	1,00				
9	SBB/CFF/FS	0,72	1,00	0,72	9	ÖBB	0,62	1,00	0,62	9	SBB/CFF/FS	0,62	1,00	0,62	9	SBB/CFF/FS	0,67	1,00	0,67				
10	ÖBB	0,58	1,00	0,58	10	SBB/CFF/FS	0,62	1,00	0,62	10	ÖBB	0,62	1,00	0,62	10	ÖBB	0,81	1,00	0,62				
11	CIE	0,55	0,82	0,67	11	CIE	0,57	0,90	0,64	11	CIE	0,57	0,90	0,64	11	CIE	0,60	0,83	0,73				
12	SZ	0,39	0,99	0,39	12	CD	0,39	0,63	0,56	12	SZ	0,39	0,63	0,56	12	SZ	0,39	0,98	0,40				
13	CD	0,38	0,63	0,57	13	SZ	0,38	0,98	0,39	13	CD	0,38	0,98	0,39	13	CD	0,37	0,64	0,53				
14	BDZ PP-CARGO	0,37	0,41	0,78	14	BDZ PP-CARGO	0,35	0,45	0,68	14	BDZ PP-CARGO	0,35	0,45	0,68	14	BDZ PP-CARGO	0,35	0,52	0,58				
Ortalama		0,73	0,81	0,82	Ortalama		0,72	0,82	0,80	Ortalama		0,73	0,82	0,80	Ortalama		0,73	0,84	0,81				

2003					2004					2005				
Sıra	Demiryolu	Esistem	Eüre	Etüke	Sıra	Demiryolu	Esistem	Eüre	Etüke	Sıra	Demiryolu	Esistem	Eüre	Etüke
1	VR	1,00	1,00	1,00	1	VR	1,00	1,00	0,99	1	VR	1,00	1,00	0,99
2	SNCF	1,00	1,00	1,00	2	SNCF	1,00	1,00	1,00	2	SNCF	1,00	1,00	1,00
3	DBAG	1,00	0,99	1,00	3	DBAG	1,00	1,00	1,00	3	DBAG	1,00	1,00	1,00
4	LG	0,99	0,96	0,99	4	PKB	0,97	0,45	1,00	4	LG	0,99	0,97	1,00
5	PKB	0,97	0,76	1,00	5	LG	0,97	0,90	1,00	5	PKB	0,98	0,48	1,00
6	Renfe	0,80	1,00	0,80	6	Renfe	0,80	1,00	0,80	6	Renfe	0,77	1,00	0,77
7	FS	0,79	0,77	1,00	7	CIE	0,80	1,00	0,80	7	FS	0,71	0,78	0,91
8	TCDD	0,78	0,71	1,00	8	FS	0,77	0,77	1,00	8	SBB/CFF/FSS	0,70	1,00	0,70
9	SBB/CFF/FSS	0,68	1,00	0,68	9	TCDD	0,70	0,69	0,93	9	TCDD	0,66	0,69	0,88
10	CIE	0,64	0,85	0,76	10	SBB/CFF/FSS	0,69	1,00	0,69	10	ÖBB	0,56	1,00	0,56
11	ÖBB	0,59	1,00	0,59	11	ÖBB	0,58	1,00	0,58	11	CIE	0,56	0,84	0,66
12	SZ	0,40	1,00	0,40	12	SZ	0,40	1,00	0,40	12	SZ	0,39	1,00	0,39
13	BDZ PP-CARGO	0,37	0,58	0,56	13	BDZ PP-CARGO	0,35	0,56	0,55	13	BDZ PP-CARGO	0,35	0,60	0,50
14	CD	0,34	0,69	0,43	14	CD	0,31	0,65	0,41	14	CD	0,33	0,50	0,46
Ortalama		0,74	0,88	0,80	Ortalama		0,74	0,86	0,80	Ortalama		0,71	0,85	0,77

2006					2007					2008				
Sıra	Demiryolu	Esistem	Eüre	Etüke	Sıra	Demiryolu	Esistem	Eüre	Etüke	Sıra	Demiryolu	Esistem	Eüre	Etüke
1	VR	1,00	1,00	1,00	1	VR	1,00	1,00	1,00	1	VR	1,00	1,00	0,99
2	SNCF	1,00	1,00	1,00	2	DBAG	1,00	1,00	1,00	2	DBAG	1,00	1,00	1,00
3	DBAG	1,00	1,00	1,00	3	LG	1,00	1,00	1,00	3	CIE	1,00	1,00	1,00
4	LG	1,00	1,00	1,00	4	SNCF	0,99	0,79	1,00	4	LG	1,00	1,00	1,00
5	PKB	0,98	0,44	1,00	5	PKB	0,97	0,45	1,00	5	SNCF	0,99	0,81	1,00
6	Renfe	0,73	1,00	0,73	6	CIE	0,79	1,00	0,79	6	PKB	0,94	0,49	1,00
7	FS	0,68	0,78	0,87	7	Renfe	0,70	1,00	0,70	7	Renfe	0,73	1,00	0,73
8	SBB/CFF/FSS	0,66	1,00	0,66	8	SBB/CFF/FSS	0,69	1,00	0,69	8	TCDD	0,63	0,58	0,91
9	TCDD	0,65	0,69	0,85	9	FS	0,64	0,79	0,81	9	FS	0,60	0,75	0,79
10	CIE	0,64	1,00	0,64	10	TCDD	0,61	0,61	0,86	10	SBB/CFF/FSS	0,59	1,00	0,59
11	ÖBB	0,56	1,00	0,56	11	ÖBB	0,56	1,00	0,56	11	ÖBB	0,56	1,00	0,56
12	SZ	0,40	1,00	0,39	12	SZ	0,39	1,00	0,39	12	SZ	0,39	1,00	0,39
13	CD	0,35	0,50	0,58	13	CD	0,35	0,52	0,57	13	CD	0,34	0,49	0,40
14	BDZ PP-CARGO	0,34	0,59	0,48	14	BDZ PP-CARGO	0,30	0,53	0,45	14	BDZ PP-CARGO	0,25	0,45	0,43
	Ortalama	0,71	0,86	0,77		Ortalama	0,71	0,84	0,77		Ortalama	0,71	0,83	0,77

2009					2010					2011				
Sıra	Demiryolu	Esistem	Eüre	Etüke	Sıra	Demiryolu	Esistem	Eüre	Etüke	Sıra	Demiryolu	Esistem	Eüre	Etüke
1	VR	1,00	1,00	1,00	1	VR	1,00	1,00	1,00	1	VR	1,00	1,00	1,00
2	DBAG	1,00	1,00	1,00	2	DBAG	1,00	1,00	1,00	2	DBAG	1,00	1,00	1,00
3	LG	1,00	1,00	1,00	3	LG	1,00	1,00	1,00	3	LG	1,00	1,00	1,00
4	SNCF	0,98	0,71	1,00	4	SNCF	0,98	0,75	1,00	4	SNCF	0,99	0,84	1,00
5	PKB	0,89	0,49	1,00	5	CIE	0,79	1,00	0,79	5	PKB	0,77	0,52	1,00
6	Renfe	0,78	1,00	0,78	6	PKB	0,75	0,51	1,00	6	CIE	0,73	1,00	0,73
7	TCDD	0,72	0,60	0,99	7	TCDD	0,69	0,50	1,00	7	TCDD	0,67	0,51	1,00
8	CIE	0,68	1,00	0,68	8	Renfe	0,69	1,00	0,69	8	Renfe	0,64	1,00	0,64
9	ÖBB	0,60	1,00	0,60	9	ÖBB	0,57	1,00	0,57	9	SBB/CFF/FSS	0,57	1,00	0,57
10	SBB/CFF/FSS	0,58	1,00	0,58	10	SBB/CFF/FSS	0,57	1,00	0,57	10	ÖBB	0,55	0,93	0,56
11	FS	0,53	0,62	0,54	11	FS	0,54	0,66	0,55	11	FS	0,53	0,68	0,76
12	SZ	0,40	1,00	0,40	12	CD	0,38	0,60	0,53	12	CD	0,40	0,66	0,51
13	CD	0,40	0,57	0,58	13	SZ	0,37	1,00	0,37	13	SZ	0,36	1,00	0,36
14	BDZ PP- CARGO	0,20	0,43	0,35	14	BDZ PP- CARGO	0,22	0,49	0,33	14	BDZ PP- CARGO	0,36	0,84	0,42
Ortalama		0,70	0,82	0,75	Ortalama		0,68	0,82	0,74	Ortalama		0,68	0,86	0,75

2012					2013					2014				
Sıra	Demiryolu	Esistem	Elöre	Elöke	Sıra	Demiryolu	Esistem	Elöre	Elöke	Sıra	Demiryolu	Esistem	Elöre	Elöke
1	VR	1,00	1,00	1,00	1	VR	1,00	1,00	1,00	1	VR	1,00	1,00	1,00
2	DBAG	1,00	1,00	1,00	2	DBAG	1,00	1,00	1,00	2	LG	1,00	1,00	1,00
3	LG	1,00	1,00	1,00	3	LG	1,00	1,00	1,00	3	DBAG	0,99	0,91	1,00
4	SNCF	0,99	0,86	1,00	4	SNCF	0,99	0,83	1,00	4	SNCF	0,99	0,81	1,00
5	PKB	0,90	0,52	1,00	5	PKB	0,91	0,48	1,00	5	PKB	0,90	0,47	1,00
6	CIE	0,69	1,00	0,69	6	Renfe	0,64	1,00	0,64	6	FS	0,78	1,00	0,78
7	Renfe	0,65	1,00	0,65	7	CIE	0,60	1,00	0,60	7	Renfe	0,66	1,00	0,66
8	TCDD	0,62	0,44	1,00	8	CD	0,58	0,91	0,42	8	TCDD	0,62	0,60	0,84
9	SBB/CFF/FSS	0,57	1,00	0,57	9	ÖBB	0,56	1,00	0,56	9	CIE	0,61	1,00	0,61
10	ÖBB	0,56	0,96	0,56	10	SBB/CFF/FSS	0,55	1,00	0,55	10	SBB/CFF/FSS	0,58	1,00	0,58
11	FS	0,53	0,67	0,79	11	FS	0,54	0,71	0,76	11	ÖBB	0,57	1,00	0,57
12	CD	0,43	0,75	0,52	12	TCDD	0,53	0,39	0,96	12	SZ	0,37	1,00	0,37
13	SZ	0,35	1,00	0,35	13	SZ	0,37	1,00	0,37	13	CD	0,36	0,81	0,41
14	BDZ PP-CARGO	0,32	0,76	0,42	14	BDZ PP-CARGO	0,29	0,70	0,41	14	BDZ PP-CARGO	0,30	0,78	0,39
	Ortalama	0,69	0,85	0,75		Ortalama	0,68	0,86	0,73		Ortalama	0,69	0,88	0,73

2015					2016					2017				
Sıra	Demiryolu	Esistem	Eüre	Elüke	Sıra	Demiryolu	Esistem	Eüre	Elüke	Sıra	Demiryolu	Esistem	Eüre	Elüke
1	VR	1,00	1,00	1,00	1	VR	1,00	1,00	1,00	1	ÖBB	1,00	1,00	1,00
2	SNCF	1,00	1,00	1,00	2	SNCF	1,00	1,00	1,00	2	VR	1,00	1,00	1,00
3	DBAG	1,00	1,00	1,00	3	DBAG	1,00	1,00	1,00	3	SNCF	1,00	1,00	1,00
4	LG	1,00	1,00	1,00	4	LG	1,00	1,00	1,00	4	DBAG	1,00	1,00	1,00
5	PKB	0,96	0,71	1,00	5	ÖBB	0,95	0,98	0,97	5	LG	1,00	1,00	1,00
6	FS	0,77	0,98	0,78	6	PKB	0,95	0,73	1,00	6	PKB	0,94	0,64	1,00
7	CIE	0,73	1,00	0,73	7	FS	0,76	1,00	0,74	7	CIE	0,72	1,00	0,72
8	Renfe	0,70	1,00	0,70	8	CIE	0,75	1,00	0,75	8	FS	0,69	1,00	0,69
9	SBB/CFF/FSS	0,58	1,00	0,58	9	Renfe	0,72	1,00	0,72	9	Renfe	0,67	1,00	0,67
10	ÖBB	0,54	1,00	0,54	10	SBB/CFF/FSS	0,59	1,00	0,59	10	TCDD	0,54	0,19	0,86
11	TCDD	0,47	0,61	0,68	11	TCDD	0,56	0,65	0,72	11	SBB/CFF/FSS	0,54	1,00	0,54
12	CD	0,44	0,80	0,49	12	CD	0,45	1,00	0,45	12	CD	0,46	1,00	0,46
13	SZ	0,39	1,00	0,39	13	SZ	0,39	1,00	0,39	13	SZ	0,36	1,00	0,36
14	BDZ PP-CARGO	0,25	0,74	0,34	14	BDZ PP-CARGO	0,24	0,73	0,33	14	BDZ PP-CARGO	0,21	0,71	0,30
Ortalama		0,70	0,92	0,73	Ortalama		0,74	0,93	0,76	Ortalama		0,72	0,90	0,76

EK 4. TOBİT REGRESYON ANALİZİ SONUCU

2000 Yılı Tobit Regresyon Analizi Sonucu

Tobit regression				Number of obs	=	14
				Uncensored	=	11
Limits: lower = 0				Left-censored	=	0
upper = 1				Right-censored	=	3
				LR chi2(8)	=	18.52
				Prob > chi2	=	0.0176
Log likelihood = 4.5888549				Pseudo R2	=	1.9823
esis	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
elec	.0011696	.0029841	0.39	0.709	-.0061322	.0084714
ptrainden	-.0521927	.0215021	-2.43	0.051	-.1048065	.0004212
ftrainden	.0467207	.0472739	0.99	0.361	-.0689544	.1623957
labortrain	.1222705	.059878	2.04	0.087	-.0242456	.2687866
ptrainload	.0027631	.0012265	2.25	0.065	-.0002379	.0057642
ftrainload	.0009172	.0002032	4.51	0.004	.0004198	.0014145
pop	.0032913	.0013651	2.41	0.052	-.0000489	.0066315
gni	.0000207	.0000133	1.55	0.171	-.0000119	.0000532
_cons	-.8291853	.3127301	-2.65	0.038	-1.594408	-.0639624
var(e.esis)	.0172893	.0076254			.005876	.0508706

Tobit regression				Number of obs	=	14
				Uncensored	=	8
Limits: lower = 0				Left-censored	=	0
upper = 1				Right-censored	=	6
				LR chi2(5)	=	27.63
				Prob > chi2	=	0.0000
Log likelihood = 6.2294308				Pseudo R2	=	1.8211
eure	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
ptrainden	-.0718771	.0155779	-4.61	0.001	-.1071168	-.0366374
ftrainden	.2148445	.04488	4.79	0.001	.1133189	.3163701
labortrain	.3339901	.0634938	5.26	0.001	.1903572	.477623
ptrainload	.0018985	.0009033	2.10	0.065	-.0001449	.0039419
ftrainload	.0001265	.0001462	0.87	0.409	-.0002041	.0004572
_cons	-.4334806	.2536244	-1.71	0.122	-1.007219	.1402577
var(e.eure)	.0095073	.0048444			.0030024	.0301059

Tobit regression				Number of obs	=	14
				Uncensored	=	7
Limits: lower = 0				Left-censored	=	0
upper = 1				Right-censored	=	7
				LR chi2(6)	=	60.98
				Prob > chi2	=	0.0000
Log likelihood = 22.499533				Pseudo R2	=	3.8163
etuk	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
ptrainden	-.0581343	.0044998	-12.92	0.000	-.0685109	-.0477577
ftrainden	-.008081	.0087414	-0.92	0.382	-.0282387	.0120767
ptrainload	.0056571	.000402	14.07	0.000	.0047301	.0065841
ftrainload	.0024306	.0002761	8.80	0.000	.0017939	.0030672
pop	.0037899	.0004993	7.59	0.000	.0026386	.0049412
gni	.0000456	4.68e-06	9.75	0.000	.0000348	.0000564
_cons	-1.429727	.1198214	-11.93	0.000	-1.706035	-1.153418
var(e.etuk)	.0000925	.0000497			.0000268	.0003192

2001 Yılı Tobit Regresyon Analizi Sonucu

Tobit regression				Number of obs	=	14
				Uncensored	=	11
Limits: lower = 0				Left-censored	=	0
upper = 1				Right-censored	=	3
				LR chi2(8)	=	21.59
				Prob > chi2	=	0.0057
Log likelihood = 6.0594303				Pseudo R2	=	2.2801
esis	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
elec	.0014345	.0026252	0.55	0.604	-.0049892	.0078582
ptrainden	-.0463164	.0153359	-3.02	0.023	-.0838419	-.0087909
ftrainden	.0411115	.0360171	1.14	0.297	-.0470192	.1292422
labortrain	.1679915	.0542691	3.10	0.021	.0351999	.3007832
ptrainload	.0026418	.0009966	2.65	0.038	.0002032	.0050804
ftrainload	.0007979	.0001769	4.51	0.004	.000365	.0012309
pop	.0024202	.0010581	2.29	0.062	-.0001688	.0050093
gni	.0000105	.0000105	1.00	0.355	-.0000151	.0000361
_cons	-.6474263	.2387089	-2.71	0.035	-1.231526	-.0633267
var(e.esis)	.0132272	.0058301			.0044986	.038892

Tobit regression				Number of obs	=	14
				Uncensored	=	8
Limits: lower = 0				Left-censored	=	0
upper = 1				Right-censored	=	6
				LR chi2(5)	=	22.93
				Prob > chi2	=	0.0003
Log likelihood = 4.2776551				Pseudo R2	=	1.5952
eure	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
ptrainden	-.0561532	.0192799	-2.91	0.017	-.0997674	-.0125389
ftrainden	.1655471	.0566111	2.92	0.017	.037484	.2936102
labortrain	.2863747	.0788396	3.63	0.005	.1080271	.4647224
ptrainload	.0015678	.0011304	1.39	0.199	-.0009894	.004125
ftrainload	-8.16e-06	.0001824	-0.04	0.965	-.0004209	.0004046
_cons	-.1840789	.2904037	-0.63	0.542	-.8410176	.4728599
var(e.eure)	.0158702	.0080003			.0050737	.049641

Tobit regression				Number of obs	=	14
				Uncensored	=	8
Limits: lower = 0				Left-censored	=	0
upper = 1				Right-censored	=	6
				LR chi2(6)	=	26.26
				Prob > chi2	=	0.0002
Log likelihood = 5.7944218				Pseudo R2	=	1.7901
etuk	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
ptrainden	-.0169399	.01071	-1.58	0.152	-.0416372	.0077575
ftrainden	-.0402648	.0256105	-1.57	0.155	-.0993227	.0187931
ptrainload	.0028681	.000888	3.23	0.012	.0008205	.0049158
ftrainload	.0014485	.0004439	3.26	0.011	.0004249	.0024721
pop	.0023746	.0011532	2.06	0.073	-.0002848	.005034
gni	.0000228	7.52e-06	3.03	0.016	5.45e-06	.0000401
_cons	-.4822887	.2335852	-2.06	0.073	-1.020937	.0563598
var(e.etuk)	.0082792	.0043763			.0024469	.0280129

2002 Yılı Tobit Regresyon Analizi Sonucu

Tobit regression				Number of obs	=	14
				Uncensored	=	11
Limits: lower = 0				Left-censored	=	0
upper = 1				Right-censored	=	3
				LR chi2(8)	=	19.73
				Prob > chi2	=	0.0114
Log likelihood = 4.9553666				Pseudo R2	=	2.0093
esis	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
elec	.0019709	.0026508	0.74	0.485	-.0045152	.0084571
ptrainden	-.0402584	.0161881	-2.49	0.047	-.0798691	-.0006477
ftrainden	.0174661	.0433944	0.40	0.701	-.0887163	.1236484
labortrain	.1485918	.0625966	2.37	0.055	-.0045766	.3017603
ptrainload	.0023226	.0009833	2.36	0.056	-.0000835	.0047286
ftrainload	.0008139	.0001768	4.60	0.004	.0003813	.0012465
pop	.0029229	.001084	2.70	0.036	.0002705	.0055753
gni	.0000146	.0000107	1.37	0.221	-.0000115	.0000406
_cons	-.67251	.2566364	-2.62	0.040	-1.300477	-.0445433
var(e.esis)	.0149567	.0066718			.0050212	.0445521

Tobit regression				Number of obs	=	14
				Uncensored	=	8
Limits: lower = 0				Left-censored	=	0
upper = 1				Right-censored	=	6
				LR chi2(5)	=	21.35
				Prob > chi2	=	0.0007
Log likelihood = 4.2094473				Pseudo R2	=	1.6509
eure	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
ptrainden	-.0403031	.0194293	-2.07	0.068	-.0842552	.0036491
ftrainden	.1465369	.0540812	2.71	0.024	.0241967	.2688772
labortrain	.2565054	.0818484	3.13	0.012	.0713514	.4416593
ptrainload	.0014203	.0010571	1.34	0.212	-.0009711	.0038117
ftrainload	.0001259	.0001737	0.72	0.487	-.0002671	.0005189
_cons	-.1962897	.2744661	-0.72	0.493	-.817175	.4245957
var(e.eure)	.0156405	.0078466			.0050278	.0486548

Tobit regression				Number of obs	=	14
				Uncensored	=	7
Limits: lower = 0				Left-censored	=	0
upper = 1				Right-censored	=	7
				LR chi2(6)	=	41.39
				Prob > chi2	=	0.0000
Log likelihood = 12.403959				Pseudo R2	=	2.4960
etuk	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
ptrainden	-.0226781	.0052812	-4.29	0.003	-.0348566	-.0104996
ftrainden	-.028062	.0131272	-2.14	0.065	-.0583333	.0022093
ptrainload	.0065432	.0008247	7.93	0.000	.0046415	.008445
ftrainload	.0014192	.0001584	8.96	0.000	.0010539	.0017846
pop	.0037163	.0005071	7.33	0.000	.002547	.0048857
gni	.0000188	2.48e-06	7.58	0.000	.0000131	.0000245
_cons	-.9091146	.1436834	-6.33	0.000	-1.240449	-.57778
var(e.etuk)	.0012591	.0007032			.0003473	.0045646

2003 Yılı Tobit Regresyon Analizi Sonucu

Tobit regression

Limits: lower = 0
upper = 1

Log likelihood = 6.0603538

Number of obs = 14
Uncensored = 11
Left-censored = 0
Right-censored = 3
LR chi2(8) = 21.83
Prob > chi2 = 0.0052
Pseudo R2 = 2.2482

esis	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
elec	.0027238	.0027212	1.00	0.355	-.0039347	.0093824
ptrainden	-.0282513	.01267	-2.23	0.067	-.0592537	.0027511
ftrainden	-.0235513	.0365778	-0.64	0.543	-.1130539	.0659513
labortrain	.0649637	.046088	1.41	0.208	-.0478097	.177737
ptrainload	.0024681	.0008192	3.01	0.024	.0004636	.0044726
ftrainload	.0009839	.0001661	5.92	0.001	.0005774	.0013904
pop	.0024002	.0010246	2.34	0.058	-.000107	.0049074
gni	.0000239	8.09e-06	2.96	0.025	4.15e-06	.0000437
_cons	-.7239239	.2434639	-2.97	0.025	-1.319659	-.1281891
var(e.esis)	.0123444	.005508			.004143	.0367817

Tobit regression

Limits: lower = 0
upper = 1

Log likelihood = 5.124929

Number of obs = 14
Uncensored = 8
Left-censored = 0
Right-censored = 6
LR chi2(5) = 18.49
Prob > chi2 = 0.0024
Pseudo R2 = 2.2445

eure	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
ptrainden	-.0358754	.0176303	-2.03	0.072	-.075758	.0040071
ftrainden	.1371325	.0539485	2.54	0.032	.0150925	.2591724
labortrain	.2383444	.0904638	2.63	0.027	.033701	.4429877
ptrainload	.0012544	.0008329	1.51	0.166	-.0006298	.0031386
ftrainload	.0000834	.0001752	0.48	0.645	-.000313	.0004798
_cons	-.0743035	.2839519	-0.26	0.799	-.7166473	.5680402
var(e.eure)	.0113313	.0058869			.0034984	.0367018

Tobit regression

Limits: lower = 0
upper = 1

Log likelihood = 7.1715057

Number of obs = 14
Uncensored = 8
Left-censored = 0
Right-censored = 6
LR chi2(6) = 29.89
Prob > chi2 = 0.0000
Pseudo R2 = 1.9223

etuk	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
ptrainden	-.0221471	.0086396	-2.56	0.033	-.0420701	-.002224
ftrainden	-.0203646	.0199949	-1.02	0.338	-.0664731	.0257438
ptrainload	.0064664	.0011866	5.45	0.001	.0037302	.0092026
ftrainload	.0008247	.0000986	8.37	0.000	.0005974	.001052
pop	.0033631	.0009334	3.60	0.007	.0012107	.0055156
gni	.0000178	4.39e-06	4.06	0.004	7.69e-06	.0000279
_cons	-.7183382	.2140165	-3.36	0.010	-1.211861	-.2248152
var(e.etuk)	.0052746	.0028474			.001519	.0183154

2004 Yılı Tobit Regresyon Analizi Sonucu

Tobit regression				Number of obs	=	14
				Uncensored	=	11
Limits: lower = 0				Left-censored	=	0
upper = 1				Right-censored	=	3
				LR chi2(8)	=	23.95
				Prob > chi2	=	0.0023
Log likelihood = 6.9678468				Pseudo R2	=	2.3918
esis	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
elec	.0006993	.0028724	0.24	0.816	-.0063291	.0077277
ptrainden	-.03211	.0125029	-2.57	0.042	-.0627034	-.0015165
ftrainden	-.0074757	.0300796	-0.25	0.812	-.0810777	.0661264
labortrain	.0703799	.0443759	1.59	0.164	-.0382041	.1789639
ptrainload	.003086	.0010139	3.04	0.023	.000605	.005567
ftrainload	.0008466	.0001553	5.45	0.002	.0004665	.0012267
pop	.0028558	.001045	2.73	0.034	.0002987	.0054129
gni	.0000254	8.74e-06	2.90	0.027	4.00e-06	.0000468
_cons	-.7907087	.2363294	-3.35	0.016	-1.368986	-.2124315
var(e.esis)	.011192	.0049115			.0038244	.0327531

Tobit regression				Number of obs	=	14
				Uncensored	=	6
Limits: lower = 0				Left-censored	=	0
upper = 1				Right-censored	=	8
				LR chi2(5)	=	11.56
				Prob > chi2	=	0.0413
Log likelihood = -2.1009466				Pseudo R2	=	0.7335
eure	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
ptrainden	-.0411219	.0357468	-1.15	0.280	-.1219867	.0397429
ftrainden	.1227471	.0962396	1.28	0.234	-.094962	.3404563
labortrain	.3813283	.2206583	1.73	0.118	-.1178354	.8804921
ptrainload	.0007851	.0021976	0.36	0.729	-.0041861	.0057564
ftrainload	-.0000333	.0003892	-0.09	0.934	-.0009137	.0008471
_cons	-.1423281	.6149575	-0.23	0.822	-1.533459	1.248802
var(e.eure)	.0569129	.0358216			.0137041	.2363577

Tobit regression				Number of obs	=	14
				Uncensored	=	9
Limits: lower = 0				Left-censored	=	0
upper = 1				Right-censored	=	5
				LR chi2(6)	=	38.78
				Prob > chi2	=	0.0000
Log likelihood = 12.698949				Pseudo R2	=	2.8978
etuk	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
ptrainden	-.0192481	.0054911	-3.51	0.008	-.0319107	-.0065855
ftrainden	-.0319311	.0106471	-3.00	0.017	-.0564833	-.007379
ptrainload	.0040131	.0005043	7.96	0.000	.0028501	.0051761
ftrainload	.0011632	.0001491	7.80	0.000	.0008194	.001507
pop	.002907	.0006201	4.69	0.002	.001477	.0043371
gni	.0000237	2.87e-06	8.27	0.000	.0000171	.0000304
_cons	-.7127	.1345879	-5.30	0.001	-1.02306	-.4023398
var(e.etuk)	.0025586	.0012507			.0008288	.0078985

2005 Yılı Tobit Regresyon Analizi Sonucu

Tobit regression				Number of obs	=	14
				Uncensored	=	11
Limits: lower = 0				Left-censored	=	0
upper = 1				Right-censored	=	3
				LR chi2(8)	=	19.15
				Prob > chi2	=	0.0141
Log likelihood = 4.2421706				Pseudo R2	=	1.7957
esis	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
elec	.0034243	.0027781	1.23	0.264	-.0033736	.0102222
ptrainden	-.0193617	.0113591	-1.70	0.139	-.0471565	.008433
ftrainden	-.0383707	.0403378	-0.95	0.378	-.1370738	.0603324
labortrain	.0074297	.0179777	0.41	0.694	-.0365601	.0514196
ptrainload	.0028558	.0011025	2.59	0.041	.0001582	.0055535
ftrainload	.0009841	.0002006	4.91	0.003	.0004934	.0014749
pop	.0018477	.0010853	1.70	0.140	-.0008078	.0045033
gni	.0000289	8.64e-06	3.35	0.015	7.78e-06	.0000501
_cons	-.8105652	.2666554	-3.04	0.023	-1.463047	-.158083
var(e.esis)	.0173671	.0077429			.0058337	.0517026

Tobit regression				Number of obs	=	14
				Uncensored	=	7
Limits: lower = 0				Left-censored	=	0
upper = 1				Right-censored	=	7
				LR chi2(5)	=	20.98
				Prob > chi2	=	0.0008
Log likelihood = 3.0940305				Pseudo R2	=	1.4185
eure	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
ptrainden	-.038531	.0182239	-2.11	0.064	-.0797562	.0026943
ftrainden	.1498081	.0557905	2.69	0.025	.0236012	.276015
labortrain	.3143208	.101463	3.10	0.013	.0847955	.5438461
ptrainload	.0013924	.0000999	1.39	0.197	-.0008675	.0036523
ftrainload	.000136	.0002219	0.61	0.555	-.0003659	.0006379
_cons	-.3058916	.2838353	-1.08	0.309	-.9479717	.3361884
var(e.eure)	.0158982	.0088579			.0045079	.0560696

Tobit regression				Number of obs	=	14
				Uncensored	=	10
Limits: lower = 0				Left-censored	=	0
upper = 1				Right-censored	=	4
				LR chi2(6)	=	28.35
				Prob > chi2	=	0.0001
Log likelihood = 8.7145891				Pseudo R2	=	2.5962
etuk	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
ptrainden	-.0064994	.0063187	-1.03	0.334	-.0210703	.0080714
ftrainden	-.0452882	.0200916	-2.25	0.054	-.0916195	.001043
ptrainload	.0035224	.0006695	5.26	0.001	.0019786	.0050662
ftrainload	.0012468	.0002256	5.53	0.001	.0007265	.0017671
pop	.0017355	.0006423	2.70	0.027	.0002543	.0032167
gni	.0000201	4.14e-06	4.85	0.001	.0000105	.0000296
_cons	-.6149018	.1771826	-3.47	0.008	-1.023486	-.2063179
var(e.etuk)	.0065177	.0030353			.002227	.0190757

2006 Yılı Tobit Regresyon Analizi Sonucu

Tobit regression				Number of obs	=	14
				Uncensored	=	10
Limits: lower = 0				Left-censored	=	0
upper = 1				Right-censored	=	4
				LR chi2(8)	=	22.72
				Prob > chi2	=	0.0037
Log likelihood = 4.6691414				Pseudo R2	=	1.6979
esis	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
elec	.0042486	.0037994	1.12	0.306	-.0050483	.0135455
ptrainden	-.0225539	.013139	-1.72	0.137	-.054704	.0095962
ftrainden	-.0813048	.0641896	-1.27	0.252	-.238371	.0757614
labortrain	-.0048614	.0208286	-0.23	0.823	-.0558273	.0461044
ptrainload	.0015553	.0012477	1.25	0.259	-.0014976	.0046082
ftrainload	.0018051	.000785	2.30	0.061	-.0001158	.003726
pop	.001407	.0014308	0.98	0.363	-.0020941	.0049081
gni	.0000407	.0000164	2.48	0.048	6.07e-07	.0000807
_cons	-1.085339	.4283154	-2.53	0.044	-2.133389	-.0372894
var(e.esis)	.0174525	.0079711			.0057082	.0533604

Tobit regression				Number of obs	=	14
				Uncensored	=	5
Limits: lower = 0				Left-censored	=	0
upper = 1				Right-censored	=	9
				LR chi2(5)	=	8.77
				Prob > chi2	=	0.1185
Log likelihood = -4.2469455				Pseudo R2	=	0.5081
eure	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
ptrainden	-.0964761	.0998991	-0.97	0.359	-.3224635	.1295113
ftrainden	.3626779	.2768717	1.31	0.223	-.2636495	.9890052
labortrain	.8552348	.8664045	0.99	0.349	-1.104708	2.815178
ptrainload	.0024937	.0028077	0.89	0.398	-.0038578	.0088452
ftrainload	.0002632	.000678	0.39	0.707	-.0012706	.0017971
_cons	-2.011731	2.416605	-0.83	0.427	-7.47847	3.455008
var(e.eure)	.1048187	.0749085			.0208131	.5278856

Tobit regression				Number of obs	=	14
				Uncensored	=	9
Limits: lower = 0				Left-censored	=	0
upper = 1				Right-censored	=	5
				LR chi2(6)	=	25.73
				Prob > chi2	=	0.0002
Log likelihood = 6.2329245				Pseudo R2	=	1.9397
etuk	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
ptrainden	-.0072583	.007648	-0.95	0.370	-.0248946	.0103781
ftrainden	-.0682045	.0262088	-2.60	0.032	-.1286422	-.0077669
ptrainload	.0021226	.0007532	2.82	0.023	.0003858	.0038594
ftrainload	.0014821	.0003321	4.46	0.002	.0007161	.002248
pop	.001871	.0008058	2.32	0.049	.0000128	.0037292
gni	.0000225	5.68e-06	3.96	0.004	9.39e-06	.0000356
_cons	-.5677447	.2224375	-2.55	0.034	-1.080687	-.0548028
var(e.etuk)	.0085934	.0042878			.0027193	.027156

2007 Yılı Tobit Regresyon Analizi Sonucu

Tobit regression		Number of obs		=	14
		Uncensored		=	11
Limits: lower = 0		Left-censored		=	0
upper = 1		Right-censored		=	3
		LR chi2(8)		=	19.55
		Prob > chi2		=	0.0122
Log likelihood = 4.3725191		Pseudo R2		=	1.8097
esis	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
elec	.0014627	.0032784	0.45	0.671	-.0065593 .0094847
ptrainden	-.0163227	.0142433	-1.15	0.295	-.0511747 .0185293
ftrainden	-.0646085	.0486325	-1.33	0.232	-.1836079 .0543909
labortrain	.0030185	.0209071	0.14	0.890	-.0481393 .0541762
ptrainload	.0007348	.0013222	0.56	0.599	-.0025007 .0039702
ftrainload	.0014058	.0006015	2.34	0.058	-.0000659 .0028775
pop	.0011627	.0013358	0.87	0.418	-.0021058 .0044313
gni	.0000326	9.98e-06	3.26	0.017	8.13e-06 .000057
_cons	-.6807334	.3435581	-1.98	0.095	-1.52139 .159923
var(e.esis)	.0216791	.0093813			.0075194 .0625027

Tobit regression		Number of obs =		14		
		Uncensored =		6		
Limits: lower = 0		Left-censored =		0		
upper = 1		Right-censored =		8		
		LR chi2(5) =		16.32		
		Prob > chi2 =		0.0060		
Log likelihood = -.4465234		Pseudo R2 =		0.9481		
eure	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
ptrainden	-.0640027	.0315133	-2.03	0.073	-.1352908	.0072853
ftrainden	.2549746	.1055472	2.42	0.039	.0162103	.4937389
labortrain	.4175682	.1742053	2.40	0.040	.0234884	.8116481
ptrainload	.0038281	.0019598	1.95	0.083	-.0006053	.0082615
ftrainload	.0000556	.0004141	0.13	0.896	-.0008812	.0009924
_cons	-1.131542	.6693066	-1.69	0.125	-2.645619	.3825348
var(e.eure)	.0367658	.0229844			.0089385	.1512253

Tobit regression		Number of obs =		14	
		Uncensored =		9	
Limits: lower = 0		Left-censored =		0	
upper = 1		Right-censored =		5	
		LR chi2(6) =		22.54	
		Prob > chi2 =		0.0010	
Log likelihood = 4.6977406		Pseudo R2 =		1.7150	
etuk	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
ptrainden	-.0048091	.0093888	-0.51	0.622	-.0264597 .0168415
ftrainden	-.0917464	.0395311	-2.32	0.049	-.1829052 -.0005876
ptrainload	.0010763	.0010438	1.03	0.333	-.0013307 .0034834
ftrainload	.0015735	.0006196	2.54	0.035	.0001446 .0030024
pop	.0010752	.0011338	0.95	0.371	-.0015393 .0036897
gni	.0000256	8.96e-06	2.86	0.021	4.97e-06 .0000463
_cons	-.4273432	.292613	-1.46	0.182	-1.10211 .2474236
var(e.etuk)	.0124487	.0061639			.0039742 .0389942

2008 Yılı Tobit Regresyon Analizi Sonucu

Tobit regression		Number of obs =		14		
		Uncensored =		10		
Limits: lower = 0		Left-censored =		0		
upper = 1		Right-censored =		4		
		LR chi2(8) =		18.30		
		Prob > chi2 =		0.0191		
Log likelihood = 1.7219091		Pseudo R2 =		1.2319		
esis		Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
elec		.000824	.0040166	0.21	0.844	-.0090042 .0106523
ptrainden		-.0276682	.0145835	-1.90	0.107	-.0633528 .0080164
ftrainden		-.0321049	.028373	-1.13	0.301	-.1015313 .0373214
labortrain		-.0050817	.0224794	-0.23	0.829	-.0600869 .0499235
ptrainload		.0013108	.0013092	1.00	0.355	-.0018927 .0045142
ftrainload		.0011495	.0007195	1.60	0.161	-.0006112 .0029101
pop		.0011416	.0014887	0.77	0.472	-.002501 .0047842
gni		.0000387	.0000133	2.90	0.027	6.01e-06 .0000713
_cons		-.7839062	.4662396	-1.68	0.144	-1.924753 .3569411
var(e.esis)		.0280255	.0130492			.0089692 .08757

Tobit regression		Number of obs = 14	
		Uncensored = 6	
Limits: lower = 0		Left-censored = 0	
upper = 1		Right-censored = 8	
		LR chi2(5) = 13.62	
		Prob > chi2 = 0.0182	
Log likelihood = -2.1231313		Pseudo R2 = 0.7623	

eure	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
ptrainden	-.0786562	.0445783	-1.76	0.111	-.1794994	.0221869
ftrainden	.1395011	.0898318	1.55	0.155	-.0637126	.3427147
labortrain	.5710196	.2636153	2.17	0.058	-.0253197	1.167359
ptrainload	.0022384	.0017855	1.25	0.242	-.0018007	.0062775
ftrainload	.0004193	.0004765	0.88	0.402	-.0006587	.0014973
_cons	-.8613711	.6731268	-1.28	0.233	-2.38409	.6613476
var(e.eure)	.0502307	.032111			.0118283	.2133126

Tobit regression		Number of obs =		14		
		Uncensored =		9		
Limits: lower = 0		Left-censored =		0		
upper = 1		Right-censored =		5		
		LR chi2(6) =		17.82		
		Prob > chi2 =		0.0067		
Log likelihood = 1.413028		Pseudo R2 =		1.1884		
etuk	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
ptrainden	-.021452	.0095641	-2.24	0.055	-.0435068	.0006028
ftrainden	-.0197412	.019071	-1.04	0.331	-.0637189	.0242366
ptrainload	.0031285	.0010297	3.04	0.016	.0007541	.0055029
ftrainload	.0007758	.000251	3.09	0.015	.0001971	.0013545
pop	.001996	.001078	1.85	0.101	-.0004898	.0044818
gni	.0000216	6.10e-06	3.54	0.008	7.53e-06	.0000357
_cons	-.4935525	.2683438	-1.84	0.103	-1.112354	.1252495
var(e.etuk)	.0197955	.0099848			.0061861	.0633449

2009 Yılı Tobit Regresyon Analizi Sonucu

Tobit regression				Number of obs =		14
				Uncensored =		11
Limits: lower = 0				Left-censored =		0
upper = 1				Right-censored =		3
				LR chi2(8) =		19.03
				Prob > chi2 =		0.0147
Log likelihood = 3.8485408				Pseudo R2 =		1.6790
esis	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
elec	-.0015792	.0028744	-0.55	0.603	-.0086126	.0054541
ptrainden	-.0237177	.0136508	-1.74	0.133	-.05712	.0096846
ftrainden	.0042433	.0289413	0.15	0.888	-.0665735	.0750602
labortrain	.014483	.0183716	0.79	0.461	-.0304706	.0594366
ptrainload	.0018853	.0009943	1.90	0.107	-.0005475	.0043182
ftrainload	.0009017	.0003629	2.48	0.048	.0000136	.0017898
pop	.0010416	.0012034	0.87	0.420	-.001903	.0039861
gni	.000029	9.09e-06	3.19	0.019	6.75e-06	.0000513
_cons	-.5954105	.2809795	-2.12	0.078	-1.282942	.0921215
var(e.esis)	.0220439	.0096317			.0075678	.0642108

Tobit regression				Number of obs =		14
				Uncensored =		6
Limits: lower = 0				Left-censored =		0
upper = 1				Right-censored =		8
				LR chi2(5) =		20.16
				Prob > chi2 =		0.0012
Log likelihood = .96953044				Pseudo R2 =		1.1064
eure	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
ptrainden	-.1143948	.0378834	-3.02	0.014	-.2000929	-.0286967
ftrainden	.4527009	.1369691	3.31	0.009	.1428552	.7625466
labortrain	.5176763	.1713193	3.02	0.014	.1301251	.9052275
ptrainload	.0048796	.0018868	2.59	0.029	.0006113	.0091479
ftrainload	-.0003703	.000325	-1.14	0.284	-.0011054	.0003649
_cons	-1.173407	.6096517	-1.92	0.086	-2.552535	.2057204
var(e.eure)	.0238345	.0148737			.0058093	.0977888

Tobit regression				Number of obs =		14
				Uncensored =		9
Limits: lower = 0				Left-censored =		0
upper = 1				Right-censored =		5
				LR chi2(6) =		15.22
				Prob > chi2 =		0.0186
Log likelihood = .02122442				Pseudo R2 =		1.0028
etuk	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
ptraffiden	-.0001753	.000097	-1.81	0.108	-.000399	.0000484
ftraffiden	-.0000746	.0000939	-0.80	0.450	-.0002911	.0001418
ptrainload	.0036073	.0014112	2.56	0.034	.000353	.0068617
ftrainload	.0013003	.0005926	2.19	0.060	-.0000663	.0026668
pop	.0006589	.0014089	0.47	0.652	-.0025899	.0039078
gni	.0000288	.0000123	2.34	0.048	3.83e-07	.0000573
_cons	-.767902	.422038	-1.82	0.106	-1.741123	.2053193
var(e.etuk)	.0309174	.0155138			.0097202	.0983403

2010 Yılı Tobit Regresyon Analizi Sonucu

Tobit regression				Number of obs	=	14
				Uncensored	=	11
Limits: lower = 0				Left-censored	=	0
upper = 1				Right-censored	=	3
				LR chi2(8)	=	30.34
				Prob > chi2	=	0.0002
Log likelihood = 9.5266346				Pseudo R2	=	2.6875
esis	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
elec	.0012142	.0020929	0.58	0.583	-.0039068	.0063353
ptrainden	-.010929	.0097518	-1.12	0.305	-.0347909	.0129328
ftrainden	-.0614315	.024965	-2.46	0.049	-.1225186	-.0003444
labortrain	.0041154	.0110214	0.37	0.722	-.022853	.0310838
ptrainload	.0001654	.0006862	0.24	0.818	-.0015137	.0018445
ftrainload	.0018033	.0004976	3.62	0.011	.0005857	.0030209
pop	-.0001898	.0009716	-0.20	0.852	-.0025672	.0021876
gni	.0000359	7.25e-06	4.95	0.003	.0000181	.0000536
_cons	-.9564632	.2660677	-3.59	0.011	-1.607507	-.305419
var(e.esis)	.0082267	.0036173			.0028052	.0241261

Tobit regression				Number of obs	=	14
				Uncensored	=	6
Limits: lower = 0				Left-censored	=	0
upper = 1				Right-censored	=	8
				LR chi2(5)	=	13.20
				Prob > chi2	=	0.0216
Log likelihood = -2.3194867				Pseudo R2	=	0.7400
eure	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
ptrainden	-.051919	.0477115	-1.09	0.305	-.15985	.0560119
ftrainden	.1611319	.0941564	1.71	0.121	-.0518646	.3741284
labortrain	.4011834	.2522435	1.59	0.146	-.1694311	.9717979
ptrainload	.001367	.0019584	0.70	0.503	-.0030633	.0057972
ftrainload	.0003994	.0003976	1.00	0.341	-.0004999	.0012988
_cons	-.6506118	.7822555	-0.83	0.427	-2.420197	1.118973
var(e.eure)	.0518108	.0332015			.0121576	.2207963

Tobit regression				Number of obs	=	14
				Uncensored	=	8
Limits: lower = 0				Left-censored	=	0
upper = 1				Right-censored	=	6
				LR chi2(6)	=	31.97
				Prob > chi2	=	0.0000
Log likelihood = 6.9857281				Pseudo R2	=	1.7763
etuk	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
ptrainden	.0184277	.0147018	1.25	0.245	-.0154747	.0523301
ftrainden	-.091907	.0268138	-3.43	0.009	-.1537397	-.0300743
ptrainload	.0021779	.001711	1.27	0.239	-.0017675	.0061234
ftrainload	.0036718	.0012067	3.04	0.016	.000889	.0064545
pop	-.0026419	.0017283	-1.53	0.165	-.0066274	.0013435
gni	.0000238	5.97e-06	3.98	0.004	.00001	.0000375
_cons	-1.343154	.4744348	-2.83	0.022	-2.437203	-.2491057
var(e.etuk)	.0076545	.0039612			.0023209	.0252453

2011 Yılı Tobit Regresyon Analizi Sonucu

Tobit regression				Number of obs	=	14
				Uncensored	=	11
Limits: lower = 0				Left-censored	=	0
upper = 1				Right-censored	=	3
				LR chi2(8)	=	31.65
				Prob > chi2	=	0.0001
Log likelihood = 10.797121				Pseudo R2	=	3.1482
esis	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
elec	.0020951	.0017035	1.23	0.265	-.0020733	.0062635
ptrainden	-.0069848	.0068706	-1.02	0.349	-.0237965	.0098269
ftrainden	-.0580251	.016178	-3.59	0.012	-.0976113	-.0184389
labortrain	.0009436	.0099644	0.09	0.928	-.0234384	.0253256
ptrainload	-.0002021	.0005689	-0.36	0.735	-.0015941	.0011899
ftrainload	.0017108	.0003565	4.80	0.003	.0008386	.0025831
pop	-.0006101	.0007318	-0.83	0.436	-.0024008	.0011807
gni	.000029	5.45e-06	5.31	0.002	.0000156	.0000423
_cons	-.7634989	.2100045	-3.64	0.011	-1.277361	-.2496364
var(e.esis)	.0064747	.0028489			.0022062	.019002

Tobit regression				Number of obs	=	14
				Uncensored	=	7
Limits: lower = 0				Left-censored	=	0
upper = 1				Right-censored	=	7
				LR chi2(5)	=	7.86
				Prob > chi2	=	0.1644
Log likelihood = -2.992671				Pseudo R2	=	0.5676
eure	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
ptrainden	.0074637	.0154155	0.48	0.640	-.0274086	.0423359
ftrainden	.023378	.0405573	0.58	0.578	-.0683689	.1151249
labortrain	.0592204	.0494294	1.20	0.261	-.0525966	.1710374
ptrainload	-.0015339	.0012766	-1.20	0.260	-.0044217	.0013539
ftrainload	.000358	.0003879	0.92	0.380	-.0005194	.0012354
_cons	.5534996	.3902525	1.42	0.190	-.3293129	1.436312
var(e.eure)	.0492493	.0289447			.0130317	.1861225

Tobit regression				Number of obs	=	14
				Uncensored	=	8
Limits: lower = 0				Left-censored	=	0
upper = 1				Right-censored	=	6
				LR chi2(6)	=	39.97
				Prob > chi2	=	0.0000
Log likelihood = 11.361546				Pseudo R2	=	2.3171
etuk	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
ptrainden	.0027071	.0053354	0.51	0.626	-.0095963	.0150105
ftrainden	-.0589357	.0114428	-5.15	0.001	-.0853228	-.0325486
ptrainload	.002506	.0008492	2.95	0.018	.0005478	.0044642
ftrainload	.002167	.0004954	4.37	0.002	.0010246	.0033095
pop	-.0003836	.0006859	-0.56	0.591	-.0019652	.0011981
gni	.0000178	3.27e-06	5.43	0.001	.0000102	.0000253
_cons	-.8367615	.2218737	-3.77	0.005	-1.348403	-.3251199
var(e.etuk)	.0026544	.0013742			.0008044	.0087588

2012 Yılı Tobit Regresyon Analizi Sonucu

Tobit regression				Number of obs	=	14
				Uncensored	=	11
Limits: lower = 0				Left-censored	=	0
upper = 1				Right-censored	=	3
				LR chi2(8)	=	21.36
				Prob > chi2	=	0.0063
Log likelihood = 5.3372624				Pseudo R2	=	1.9992
esis	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
elec	.0009022	.0022613	0.40	0.704	-.004631	.0064354
ptrainden	-.0079882	.0112864	-0.71	0.506	-.0356051	.0196288
ftrainden	-.0608299	.0307996	-1.98	0.096	-.136194	.0145341
labortrain	-.0059163	.0166785	-0.35	0.735	-.0467273	.0348946
ptrainload	-.000239	.0008456	-0.28	0.787	-.0023082	.0018301
ftrainload	.0012225	.0003732	3.28	0.017	.0003094	.0021356
pop	.0011282	.0009029	1.25	0.258	-.0010811	.0033375
gni	.0000247	6.46e-06	3.82	0.009	8.87e-06	.0000405
_cons	-.5352282	.2547464	-2.10	0.080	-1.15857	.0881139
var(e.esis)	.0160767	.0070844			.0054691	.0472586

Tobit regression				Number of obs	=	14
				Uncensored	=	7
Limits: lower = 0				Left-censored	=	0
upper = 1				Right-censored	=	7
				LR chi2(5)	=	8.47
				Prob > chi2	=	0.1323
Log likelihood = -2.9215055				Pseudo R2	=	0.5917
eure	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
ptrainden	.0076269	.0177068	0.43	0.677	-.0324287	.0476825
ftrainden	.0306776	.054825	0.56	0.589	-.093345	.1547003
labortrain	.0470936	.040599	1.16	0.276	-.0447477	.1389349
ptrainload	-.0016477	.0012977	-1.27	0.236	-.0045832	.0012879
ftrainload	.0002545	.0003277	0.78	0.457	-.0004868	.0009958
_cons	.6460228	.3523846	1.83	0.100	-.1511265	1.443172
var(e.eure)	.0449374	.0263433			.011931	.1692537

Tobit regression				Number of obs	=	14
				Uncensored	=	8
Limits: lower = 0				Left-censored	=	0
upper = 1				Right-censored	=	6
				LR chi2(6)	=	24.49
				Prob > chi2	=	0.0004
Log likelihood = 3.5971934				Pseudo R2	=	1.4161
etuk	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
ptrainden	-.0062124	.0090269	-0.69	0.511	-.0270285	.0146038
ftrainden	-.049322	.0248538	-1.98	0.082	-.1066349	.0079909
ptrainload	.0021623	.0011157	1.94	0.089	-.0004105	.0047351
ftrainload	.0013183	.0004099	3.22	0.012	.0003731	.0022636
pop	.0016172	.0008469	1.91	0.093	-.0003358	.0035703
gni	.0000153	5.78e-06	2.64	0.030	1.94e-06	.0000286
_cons	-.5470375	.2272272	-2.41	0.043	-1.071024	-.0230505
var(e.etuk)	.0130988	.0070614			.0037787	.0454066

2013 Yılı Tobit Regresyon Analizi Sonucu

Tobit regression		Number of obs =		14		
		Uncensored =		11		
Limits: lower = 0		Left-censored =		0		
upper = 1		Right-censored =		3		
		LR chi2(8) =		31.48		
		Prob > chi2 =		0.0001		
Log likelihood = 10.438178		Pseudo R2 =		2.9683		
esis		Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
elec		-.0000118	.0015542	-0.01	0.994	-.0038147 .0037912
ptrainden		-.0102037	.0077283	-1.32	0.235	-.0291142 .0087069
ftrainden		-.0767236	.0198514	-3.86	0.008	-.1252983 -.028149
labortrain		.0053571	.0099588	0.54	0.610	-.0190112 .0297254
ptrainload		-.0026389	.0007067	-3.73	0.010	-.0043682 -.0009096
ftrainload		.001563	.0002508	6.23	0.001	.0009494 .0021766
pop		.0027357	.0006015	4.55	0.004	.0012639 .0042075
gni		.0000293	4.45e-06	6.58	0.001	.0000184 .0000402
_cons		-.7465058	.1686392	-4.43	0.004	-1.159151 -.3338606
var(e.esis)		.0064691	.0028392			.0022103 .0189339

Tobit regression		Number of obs =		14		
		Uncensored =		6		
Limits: lower = 0		Left-censored =		0		
upper = 1		Right-censored =		8		
		LR chi2(5) =		12.60		
		Prob > chi2 =		0.0274		
Log likelihood = -1.8334072		Pseudo R2 =		0.7746		
eure	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
ptrainden	.0074241	.0234849	0.32	0.759	-.0457025	.0605507
ftrainden	.079928	.0675128	1.18	0.267	-.0727967	.2326526
labortrain	.07513	.0602643	1.25	0.244	-.0611972	.2114572
ptrainload	-.0011227	.0015908	-0.71	0.498	-.0047212	.0024759
ftrainload	.000173	.0003369	0.51	0.620	-.0005891	.0009351
_cons	.4252544	.4222793	1.01	0.340	-.5300076	1.380516
var(e.eure)	.0387419	.0247976			.0091064	.1648215

Tobit regression		Number of obs		=		14	
		Uncensored		=		9	
Limits: lower = 0		Left-censored		=		0	
upper = 1		Right-censored		=		5	
		LR chi2(6)		=		30.19	
		Prob > chi2		=		0.0000	
Log likelihood = 7.1516875		Pseudo R2		=		1.9004	
etuk		Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
ptrainden		-.009911	.0068101	-1.46	0.184	-.0256151	.0057931
ftrainden		-.0698923	.0218763	-3.19	0.013	-.1203391	-.0194454
ptrainload		-.000149	.0008185	-0.18	0.860	-.0020364	.0017383
ftrainload		.0014564	.0003307	4.40	0.002	.0006937	.0022191
pop		.0026326	.0006828	3.86	0.005	.001058	.0042073
gni		.0000237	4.51e-06	5.26	0.001	.0000133	.0000341
_cons		-.7292632	.1891965	-3.85	0.005	-1.165551	-.2929754
var(e.etuk)		.007612	.0037917			.0024134	.0240085

2014 Yılı Tobit Regresyon Analizi Sonucu

Tobit regression				Number of obs =		14
				Uncensored =		12
Limits: lower = 0				Left-censored =		0
upper = 1				Right-censored =		2
				LR chi2(8) =		30.53
				Prob > chi2 =		0.0002
Log likelihood = 11.510075				Pseudo R2 =		4.0657
esis	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
elec	.0028874	.0014515	1.99	0.094	-.0006642	.006439
ptrainden	-.0243893	.0071785	-3.40	0.015	-.0419545	-.0068241
ftrainden	-.0296168	.0153863	-1.92	0.103	-.0672656	.008032
labortrain	.0044769	.0103327	0.43	0.680	-.0208062	.02976
ptrainload	.0003566	.0006741	0.53	0.616	-.0012928	.0020061
ftrainload	.0006517	.000115	5.67	0.001	.0003703	.0009332
pop	.0017732	.0005959	2.98	0.025	.0003151	.0032314
gni	.0000267	4.75e-06	5.62	0.001	.0000151	.0000383
_cons	-.6264686	.1567944	-4.00	0.007	-1.010131	-.2428064
var(e.esis)	.0072322	.003012			.0026103	.0200379

Tobit regression				Number of obs =		14
				Uncensored =		6
Limits: lower = 0				Left-censored =		0
upper = 1				Right-censored =		8
				LR chi2(5) =		8.27
				Prob > chi2 =		0.1420
Log likelihood = -2.7880683				Pseudo R2 =		0.5973
eure	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
ptrainden	.0056819	.0180247	0.32	0.760	-.0350928	.0464566
ftrainden	.0586376	.0505796	1.16	0.276	-.0557813	.1730565
labortrain	.0866449	.0692395	1.25	0.242	-.0699857	.2432756
ptrainload	-.0005348	.0016437	-0.33	0.752	-.004253	.0031834
ftrainload	.0001993	.0002588	0.77	0.461	-.0003861	.0007847
_cons	.3765373	.4446095	0.85	0.419	-.6292393	1.382314
var(e.eure)	.0444755	.0286216			.0103725	.1907035

Tobit regression				Number of obs =		14
				Uncensored =		9
Limits: lower = 0				Left-censored =		0
upper = 1				Right-censored =		5
				LR chi2(6) =		24.36
				Prob > chi2 =		0.0004
Log likelihood = 4.3526702				Pseudo R2 =		1.5562
etuk	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
ptrainden	-.0099623	.0099271	-1.00	0.345	-.0328542	.0129297
ftrainden	-.0385189	.0205452	-1.87	0.098	-.0858963	.0088585
ptrainload	.001967	.0009601	2.05	0.075	-.0002471	.0041811
ftrainload	.0010689	.0003304	3.24	0.012	.0003071	.0018308
pop	.0015991	.0008319	1.92	0.091	-.0003192	.0035174
gni	.0000183	5.96e-06	3.07	0.015	4.56e-06	.000032
_cons	-.5918392	.21789	-2.72	0.026	-1.094294	-.0893839
var(e.etuk)	.0131359	.00665			.0040876	.0422138

2015 Yılı Tobit Regresyon Analizi Sonucu

Tobit regression				Number of obs	=	14
				Uncensored	=	10
Limits: lower = 0				Left-censored	=	0
upper = 1				Right-censored	=	4
				LR chi2(8)	=	36.18
				Prob > chi2	=	0.0000
Log likelihood = 10.918632				Pseudo R2	=	2.5223
esis	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
elec	.0052395	.0014458	3.62	0.011	.0017017	.0087772
ptrainden	-.0242966	.0078204	-3.11	0.021	-.0434325	-.0051607
ftrainden	-.050448	.0184724	-2.73	0.034	-.0956482	-.0052477
labortrain	.0054362	.0095427	0.57	0.590	-.017914	.0287864
ptrainload	.0004848	.0005088	0.95	0.377	-.0007602	.0017298
ftrainload	.0009094	.0001577	5.77	0.001	.0005236	.0012952
pop	.0021776	.0005713	3.81	0.009	.0007797	.0035755
gni	.0000298	4.00e-06	7.45	0.000	.000002	.0000396
_cons	-1.035427	.1643082	-6.30	0.001	-1.437475	-.6333793
var(e.esis)	.0050883	.002326			.0016626	.0155725

Tobit regression				Number of obs	=	14
				Uncensored	=	5
Limits: lower = 0				Left-censored	=	0
upper = 1				Right-censored	=	9
				LR chi2(5)	=	12.02
				Prob > chi2	=	0.0345
Log likelihood = -.19289293				Pseudo R2	=	0.9689
eure	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
ptrainden	.0289249	.0124851	2.32	0.046	.0006818	.0571681
ftrainden	.0418011	.0419588	1.00	0.345	-.0531163	.1367185
labortrain	.0283621	.0239728	1.18	0.267	-.0258682	.0825924
ptrainload	.000018	.0008657	0.02	0.984	-.0019403	.0019763
ftrainload	.000298	.0002192	1.36	0.207	-.0001978	.0007938
_cons	.3426763	.2592029	1.32	0.219	-.2436814	.9290341
var(e.eure)	.0192455	.0134975			.0039383	.0940477

Tobit regression				Number of obs	=	14
				Uncensored	=	9
Limits: lower = 0				Left-censored	=	0
upper = 1				Right-censored	=	5
				LR chi2(6)	=	27.19
				Prob > chi2	=	0.0001
Log likelihood = 5.9513326				Pseudo R2	=	1.7785
etuk	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
ptrainden	-.0030556	.0086052	-0.36	0.732	-.0228993	.016788
ftrainden	-.0559516	.0207102	-2.70	0.027	-.1037095	-.0081938
ptrainload	.0018591	.0006639	2.80	0.023	.0003283	.00339
ftrainload	.0011965	.0003271	3.66	0.006	.0004423	.0019507
pop	.0015568	.0006801	2.29	0.051	-.0000116	.0031252
gni	.0000177	4.14e-06	4.27	0.003	8.14e-06	.0000272
_cons	-.6947439	.2115389	-3.28	0.011	-1.182554	-.2069343
var(e.etuk)	.009262	.0046677			.0028974	.0296081

2016 Yılı Tobit Regresyon Analizi Sonucu

Tobit regression				Number of obs	=	14
				Uncensored	=	10
Limits: lower = 0				Left-censored	=	0
upper = 1				Right-censored	=	4
				LR chi2(8)	=	18.61
				Prob > chi2	=	0.0171
Log likelihood = 2.1313303				Pseudo R2	=	1.2972
esis	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
elec	.0039848	.0030807	1.29	0.243	-.0035533	.0115229
ptrainden	-.0254802	.0140606	-1.81	0.120	-.0598852	.0089247
ftrainden	-.0321944	.0338038	-0.95	0.378	-.1149094	.0505206
labortrain	.0216561	.0179542	1.21	0.273	-.0222762	.0655884
ptrainload	.0004686	.001271	0.37	0.725	-.0026414	.0035786
ftrainload	.0007815	.0001856	4.21	0.006	.0003274	.0012355
pop	.0031174	.0012928	2.41	0.052	-.000046	.0062809
gni	.0000222	6.93e-06	3.20	0.019	5.21e-06	.0000391
_cons	-.8967593	.3347283	-2.68	0.037	-1.71581	-.0777086
var(e.esis)	.022668	.0106906			.0071488	.0718773

Tobit regression				Number of obs	=	14
				Uncensored	=	5
Limits: lower = 0				Left-censored	=	0
upper = 1				Right-censored	=	9
				LR chi2(5)	=	9.15
				Prob > chi2	=	0.1032
Log likelihood = -1.6276826				Pseudo R2	=	0.7376
eure	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
ptrainden	.0204419	.0141227	1.45	0.182	-.0115058	.0523897
ftrainden	.04298	.0525283	0.82	0.434	-.0758474	.1618073
labortrain	.0404974	.0328004	1.23	0.248	-.0337022	.114697
ptrainload	.0001147	.0012944	0.09	0.931	-.0028134	.0030427
ftrainload	.0002949	.0002348	1.26	0.241	-.0002363	.000826
_cons	.3692352	.3062585	1.21	0.259	-.3235697	1.06204
var(e.eure)	.0305673	.0217129			.0061291	.1524459

Tobit regression				Number of obs	=	14
				Uncensored	=	9
Limits: lower = 0				Left-censored	=	0
upper = 1				Right-censored	=	5
				LR chi2(6)	=	14.66
				Prob > chi2	=	0.0231
Log likelihood = -.3132837				Pseudo R2	=	0.9590
etuk	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
ptrainden	-.0095605	.0126703	-0.75	0.472	-.0387783	.0196572
ftrainden	-.0366145	.0352521	-1.04	0.329	-.117906	.044677
ptrainload	.002159	.0013312	1.62	0.144	-.0009108	.0052288
ftrainload	.000671	.0002347	2.86	0.021	.0001298	.0012122
pop	.0019764	.001275	1.55	0.160	-.0009638	.0049166
gni	.0000127	5.95e-06	2.13	0.066	-1.04e-06	.0000264
_cons	-.3636599	.2804442	-1.30	0.231	-1.010365	.2830457
var(e.etuk)	.0296163	.0151683			.009091	.0964834

2017 Yılı Tobit Regresyon Analizi Sonucu

Tobit regression		Number of obs		=	14
		Uncensored		=	9
Limits: lower = 0		Left-censored		=	0
upper = 1		Right-censored		=	5
		LR chi2(8)		=	51.93
		Prob > chi2		=	0.0000
Log likelihood = 17.439766		Pseudo R2		=	3.0463
esis	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
elec	.0098783	.0010025	9.85	0.000	.0074253 .0123313
ptrainden	-.023791	.003891	-6.11	0.001	-.033312 -.0142701
ftrainden	-.0600457	.0092958	-6.46	0.001	-.0827919 -.0372996
labortrain	-.0001105	.0047607	-0.02	0.982	-.0117594 .0115385
ptrainload	-.0001867	.0002669	-0.70	0.510	-.0008397 .0004663
ftrainload	.0015962	.0001585	10.07	0.000	.0012083 .001984
pop	.0013065	.000335	3.90	0.008	.0004866 .0021263
gni	.000036	2.39e-06	15.08	0.000	.0000302 .0000418
_cons	-1.687775	.134523	-12.55	0.000	-2.016941 -1.35861
var(e.esis)	.000941	.0004597			.0002848 .0031096

Tobit regression		Number of obs = 14	
		Uncensored = 3	
Limits: lower = 0		Left-censored = 0	
upper = 1		Right-censored = 11	
		LR chi2(-2) = -192.13	
		Prob > chi2 = .	
Log likelihood = 88.268949		Pseudo R2 = 12.3208	

eure	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
ptrainden	.1410311	6.02e-15	2.3e+13	0.000	.1410311	.1410311
ftrainden	-.0804846	.	.	.	.	.
labortrain	-.026796	9.74e-15	-2.8e+12	0.000	-.026796	-.026796
ptrainload	-.0021961	3.50e-16	-6.3e+12	0.000	-.0021961	-.0021961
ftrainload	.0013864	1.25e-16	1.1e+13	0.000	.0013864	.0013864
_cons	-.1272086	.	.	.	.	.
var(e.eure)	9.80e-28	1.05e-27			1.02e-28	9.44e-27

Tobit regression		Number of obs		=	14
		Uncensored		=	8
Limits: lower = 0		Left-censored		=	0
upper = 1		Right-censored		=	6
		LR chi2(6)		=	26.04
		Prob > chi2		=	0.0002
Log likelihood = 4.0878843		Pseudo R2		=	1.4576
etuk	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
ptrainden	-.0079476	.0081872	-0.97	0.360	-.0268273 .0109322
ftrainden	-.0259162	.0223729	-1.16	0.280	-.0775081 .0256757
ptrainload	.0023301	.0007965	2.93	0.019	.0004932 .0041669
ftrainload	.0011783	.0003307	3.56	0.007	.0004159 .0019408
pop	.0015316	.0007955	1.93	0.090	-.0003029 .003366
gni	.0000158	3.91e-06	4.04	0.004	6.76e-06 .0000248
_cons	-.7591109	.2358815	-3.22	0.012	-1.303055 -.2151672
var(e.etuk)	.0115131	.0062237			.0033099 .0400472

EK-5. TOBİT REGRESYON ANALİZİ BULGULARI

Tobit Regresyon Analizi Bulguları												
Yıl	Sistem Etkinliği - esis				Üretim Etkinliği - eüre				Tüketim Etkinliği - etük			
	LR Olasılığı < 0.05	p Olasılık Değeri < 0.05 Olan Anlamlı Bağımsız Değişkenler	Etkinliğe Pozitif Etki Eden Anlamlı Değişkenler	Etkinliğe Negatif Etki Eden Anlamlı Değişkenler	LR Olasılığı < 0.05	p Olasılık Değeri < 0.05 Olan Anlamlı Bağımsız Değişkenler	Etkinliğe Pozitif Etki Eden Anlamlı Değişkenler	Etkinliğe Negatif Etki Eden Anlamlı Değişkenler	LR Olasılığı < 0.05	p Olasılık Değeri < 0.05 Olan Anlamlı Bağımsız Değişkenler	Etkinliğe Pozitif Etki Eden Anlamlı Değişkenler	Etkinliğe Negatif Etki Eden Anlamlı Değişkenler
2000	Birlikte Anlamlı	frainload	frainload	-	Birlikte Anlamlı	prainden, frainden, labottrain	frainden, labottrain	prainden	Birlikte Anlamlı	prainden, frainload, pop, gni	prainload, frainload, pop, gni	prainden
2001	Birlikte Anlamlı	prainden, labottrain, prainload, frainload, pop	labottrain, prainload, frainload, pop	prainden	Birlikte Anlamlı	prainden, frainden, labottrain	frainden, labottrain	prainden	Birlikte Anlamlı	prainload, frainload, gni	prainload, frainload, gni	-
2002	Birlikte Anlamlı	prainden, frainload, pop	frainload, pop	prainden	Birlikte Anlamlı	frainden, labottrain	frainden, labottrain	-	Birlikte Anlamlı	prainden, prainload, frainload, pop, gni	prainload, frainload, pop, gni	prainden
2003	Birlikte Anlamlı	prainload, frainload, gni	prainload, frainload, gni	-	Birlikte Anlamlı	frainden, labottrain	frainden, labottrain	-	Birlikte Anlamlı	prainden, prainload, frainload, pop, gni	prainload, frainload, pop, gni	prainden
2004	Birlikte Anlamlı	prainden, prainload, frainload, pop, gni	prainload, frainload, pop, gni	prainden	Birlikte Anlamlı	-	-	-	Birlikte Anlamlı	prainden, frainden, prainload, frainload, pop, gni	prainload, frainload, pop, gni	prainden, frainden
2005	Birlikte Anlamlı	prainload, frainload, gni	prainload, frainload, gni	-	Birlikte Anlamlı	frainden, labottrain	frainden, labottrain	-	Birlikte Anlamlı	prainload, frainload, pop, gni	prainload, frainload, pop, gni	-
2006	Birlikte Anlamlı	gni	gni	-	Birlikte Anlamlı Değil	-	-	-	Birlikte Anlamlı	prainden, prainload, frainload, pop, gni	prainload, frainload, pop, gni	frainden
2007	Birlikte Anlamlı	gni	gni	-	Birlikte Anlamlı	frainden, labottrain	frainden, labottrain	-	Birlikte Anlamlı	prainden, frainload, gni	frainload, gni	frainden
2008	Birlikte Anlamlı	gni	gni	-	Birlikte Anlamlı	-	-	-	Birlikte Anlamlı	prainload, frainload, gni	prainload, frainload, gni	-

no

Yıl	Sistem Etkinliği - esis				Üretim Etkinliği - eüre				Tüketim Etkinliği - etük			
	LR Olasılığı <0.05	p Olasılık Değeri < 0.05 Olan Anlamlı Bağımsız Değişkenler	Etkinliğe Pozitif Etki Eden Anlamlı Değişkenler	Etkinliğe Negatif Etki Eden Anlamlı Değişkenler	LR Olasılığı <0.05	p Olasılık Değeri < 0.05 Olan Anlamlı Bağımsız Değişkenler	Etkinliğe Pozitif Etki Eden Anlamlı Değişkenler	Etkinliğe Negatif Etki Eden Anlamlı Değişkenler	LR Olasılığı <0.05	p Olasılık Değeri < 0.05 Olan Anlamlı Bağımsız Değişkenler	Etkinliğe Pozitif Etki Eden Anlamlı Değişkenler	Etkinliğe Negatif Etki Eden Anlamlı Değişkenler
2009	Birlikte Anlamlı	ftrainload, gni	ftrainload, gni	-	Birlikte Anlamlı	ptrainden, ftrainden, labortrain, ptrainload	ptrainden	ptrainden	Birlikte Anlamlı	ptrainload, gni	ptrainload, gni	-
2010	Birlikte Anlamlı	ftrainden, ftrainload, gni	ftrainload, gni	ftrainden	Birlikte Anlamlı	-	-	-	Birlikte Anlamlı	ftrainden, gni	gni	ftrainden
2011	Birlikte Anlamlı	ftrainden, ftrainload, gni	ftrainload, gni	ftrainden	Birlikte Anlamlı Değil	-	-	-	Birlikte Anlamlı	ftrainden, ptrainload, ftrainload, gni	ptrainload, ftrainload, gni	ftrainden
2012	Birlikte Anlamlı	ftrainload, gni	ftrainload, gni	-	Birlikte Anlamlı Değil	-	-	-	Birlikte Anlamlı	ftrainload, gni	ftrainload, gni	-
2013	Birlikte Anlamlı	ftrainden, ptrainload, pop, gni	ftrainload, pop, gni	ftrainden, ptrainload,	Birlikte Anlamlı	-	-	-	Birlikte Anlamlı	ftrainden, ftrainload, pop, gni	ftrainload, pop, gni	ftrainden
2014	Birlikte Anlamlı	ptrainden, ftrainload, pop, gni	ftrainload, pop, gni	ptrainden	Birlikte Anlamlı Değil	-	-	-	Birlikte Anlamlı	ftrainload, gni	ftrainload, gni	-
2015	Birlikte Anlamlı	elec, ptrainden, ftrainden, ftrainload, pop, gni	elec, ftrainload, pop, gni	ptrainden, ftrainden	Birlikte Anlamlı	ptrainden	ptrainden	-	Birlikte Anlamlı	ftrainden, ptrainload, ftrainload, gni	ptrainload, ftrainload, gni	ftrainden
2016	Birlikte Anlamlı	ftrainload, gni	ftrainload, gni	-	Birlikte Anlamlı Değil	-	-	-	Birlikte Anlamlı	ftrainload	ftrainload	-
2017	Birlikte Anlamlı	elec, ptrainden, ftrainden, ftrainload, pop, gni	elec, ftrainload, pop, gni	ptrainden, ftrainden,	Birlikte Anlamlı Değil	-	-	-	Birlikte Anlamlı	ptrainload, ftrainload, gni	ptrainload, ftrainload, gni	-