

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Ömer ŞEKER

**VERİ ZARFLAMA ANALİZİ İLE KARAYOLLARI GENEL
MÜDÜRLÜĞÜNE BAĞLI BÖLGE MÜDÜRLÜKLERİNİN TRAFİK
GÜVENLİĞİ BAKIM-ONARIM HİZMETLERİNİN ETKİNLİĞİNİN
ÖLÇÜLMESİ**

ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ADANA, 2019

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**VERİ ZARFLAMA ANALİZİ İLE KARAYOLLARI GENEL
MÜDÜRLÜĞÜNE BAĞLI BÖLGE MÜDÜRLÜKLERİNİN TRAFİK
GÜVENLİĞİ BAKIM-ONARIM HİZMETLERİNİN ETKİNLİĞİNİN
ÖLÇÜLMESİ**

Ömer ŞEKER

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Bu tez 29/08/2019 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından Oybirliği ile Kabul Edilmiştir.

.....
Prof. Dr. Ali KOKANGÜL
DANIŞMAN

.....
Dr. Öğr. Üyesi Fikri EGE
ÜYE

.....
Dr. Öğr. Üyesi Melik KOYUNCU
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

VERİ ZARFLAMA ANALİZİ İLE KARAYOLLARI GENEL
MÜDÜRLÜĞÜNE BAĞLI BÖLGE MÜDÜRLÜKLERİNİN TRAFİK
GÜVENLİĞİ BAKIM-ONARIM HİZMETLERİNİN ETKİNLİĞİNİN
ÖLÇÜLMESİ

Ömer ŞEKER

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Danışman: : Prof. Dr. Ali KOKANGÜL
Yıl: 2019, Sayfa: 166
Jüri: : Prof. Dr. Ali KOKANGÜL
: Dr. Öğr. Üyesi Fikri EGE
: Dr. Öğr. Üyesi Melik KOYUNCU

Bu çalışmada Karayolları Genel Müdürlüğü sorumluluğundaki 17 bölge müdürlüğünce yürütülen, trafik güvenliği kapsamında yapılan bakım-onarım çalışmalarının performansının ölçülmesi amacıyla girdilerin çıktılara dönüştürülme sürecinin nispi etkinliği veri zarflama analizi yöntemiyle ortaya koyulmuş ve tam etkin olmayan bölge müdürlüklerinin tam etkin hale gelebilmesi için gerekli öneriler sunulmuştur. Performansını ortaya koyabilecek 4 girdi ve 4 çıktı belirlenmiş olup Karayolları Genel Müdürlüğü bakım-onarım harcamalarından elde edilen 2013-2017 yılı verileri değerlendirilerek etkin bölge müdürlükleri tespit edilmiştir. Etkin olan bölge müdürlükleri referans alınarak etkin olmayan bölge müdürlüklerinin etkin hale gelebilmesi için girdi ve çıktılardaki hedeflenen değerler her bölge müdürlüğü için tartışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Veri Zarflama Analizi, Etkinlik, Bakım-Onarım, Trafik Güvenliği

ABSTRACT

MSc. THESIS

**MEASURING THE EFFECTIVENESS OF TRAFFIC SAFETY
MAINTENANCE AND REPAIR SERVICES OF REGIONAL OFFICES
DEPENDING ON THE GENERAL DIRECTORATE OF HIGHWAYS
WITH DATA ENVELOPMENT ANALYSIS**

Ömer ŞEKER

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

Supervisor: : Prof. Dr. Ali KOKANGÜL
Year: 2019, Pages: 166
Jury: : Prof. Dr. Ali KOKANGÜL
: Dr. Öğr. Üyesi Fikri EGE
: Dr. Öğr. Üyesi Melik KOYUNCU

In this study, the relative effectiveness of the process of transforming inputs into outputs for the purpose of measuring the performance of maintenance-repair work for scope of traffic safety carried out by the Regional Directorate of Highways under the responsibility of the General Directorate of Highways was demonstrated by the data envelopment analysis method and the necessary recommendations were made for the not fully effective regional directorates to be fully effective. Four inputs and four outputs were determined to determine the performance and 2013-2017 data obtained from maintenance and repair expenditures of General Directorate of Highways were evaluated and effective regional directorates were determined. The target values of the inputs and outputs are discussed for each regional directorate in order to make ineffective regional directorates effective by reference to the effective regional directorates.

Key Words: Data Envelopment Analysis, Efficiency, Maintenance, Road Safety

GENİŞLETİLMİŞ ÖZET

Dünya Sağlık Örgütü raporunda belirtildiği üzere, trafik kazası sonucu hayatını kaybedenlerin sayısı 2000 yılında 1,15 milyon kişi iken 2016 yılında 1,35 milyon kişiye yükselmiştir. 100 bin kişiye düşen ölüm sayısı 2000 yılında 18,8 kişi iken 2016 yılında artan nüfus ve taşıt sahipliğine rağmen 18,2 kişiye gerilemiştir. Bu durum mevcut durumun daha kötüye gitmediğini gösterse de Birleşmiş Milletlerin sürdürülebilir kalkınma hedeflerinden biri olan 2020 yılına kadar 2011 yılında meydana gelen trafik kazası kaynaklı ölümlerin % 50 oranında azaltılması hedefinden oldukça uzaktır.

Trafik kazaları sonucu ciddi yaralanmalar da meydana gelmekte ve bu durum kaza sonucu yaralanan yaşamlarının ömür boyu etkileyebilmektedir. Yaralanmalar sebebiyle günlük aktivitelerini yapamaz hale gelen kişilerden kaynaklı işgücü kaybı oluşabilmektedir.

Ülkemizde yük ve yolcu taşımacılığının önemli bir kısmının karayolları üzerinden gerçekleşiyor olması, yolcu ve yük taşımacılığında karayoluna ağırlık veren yatırımlar ile politikalar, karayolu trafik güvenliği problemini ortaya çıkarmaktadır. Meydana gelen trafik kazaları kaynaklı sürücü-taşıt-yol sisteminde aksamalar meydana gelmektedir. Bu sebeple trafik kazalarının önlenmesine yönelik çalışmalar önemini korumaya devam etmektedir.

Ülkemizde karayolu trafik güvenliğinin sağlanması için çeşitli kurum ve kuruluşlar çalışmalarını sürdürmekte olup bu kurumlardan birisi de Karayolları Genel Müdürlüğü'dür (KGM). KGM trafik güvenliği çalışmaları kapsamında sorumluluğu altındaki yol ağında yatay işaretleme, düşey işaretleme, oto korkuluk, kaza kara noktası iyileştirme ve sinyalizasyon faaliyetlerini sürdürmektedir. Ülkemizde ölümlü ve yaralanmalı trafik kazalarının önlenmesi için önemli mesafelerin kat edilmesi gerekmektedir. Kamu kaynaklarının kısıtlı olması sebebiyle bu alanda faaliyet gösteren kurumların performansının ölçülmesi ve sürekliliğinin

sağlanması önem arz etmektedir. Trafik güvenliği faaliyetlerini sorumluluğundaki 17 bölge müdürlüğü aracılığıyla sürdüren KGM de kendisine tahsis edilen kısıtlı kaynaklarla çalışmalar yapmakta ve fiziki gerçekleştirmeler ortaya çıkarmaktadır. Fakat bu bölge müdürlüklerinin kendileri arasında ne kadar etkin faaliyet gösterdiklerine ilişkin herhangi bir çalışma bulunmamaktadır.

Bu tez çalışmasının amacı, KGM sorumluluğundaki 17 bölge müdürlüğünce yürütülen trafik güvenliği bakım-onarım çalışmalarının nispi etkinliğini veri zarflama analizi (VZA) yöntemi ile ölçmektir.

Etkinlik ve verimlilik kavramları günümüzdeki yönetim anlayışında önemli bir yer tutmakta olup bu kavramlar çoğunlukla birbiri ile eş anlamlı olarak düşünülmektedir. Teorik ve deneysel çalışmalarda daha net çözümler üretilebilmesi amacıyla bu iki kavram birbirinden farklı bilimsel temellere oturtulmuş ve etkinliğin verimliliğe kıyasla daha kapsamlı bir kavram olarak tanımlanmıştır. Etkinlik kavramı mevcut kaynakların bir kısmının belirli bir gruba yeniden dağıtılmasıyla o grupta yer alan birimlerin bir kısmının daha kötü duruma gelmeden diğer birimlerin daha iyi bir duruma getirilmesi olarak tanımlanabilmektedir.

Performans ölçümleri sayesinde incelenen karar verme birimlerine ait girdilerinin çıktılara dönüştürülmesi sürecinin ne kadar etkin olduğu incelenebilmektedir. Bu ölçüm yöntemleri sayesinde karar verme birimlerinin birbiriyle kıyaslanması ve bu birimler arasındaki etkinlik konumunun belirlenmesi mümkün olabilmektedir. Tek girdi ile tek çıktı üretim yapılan organizasyonlarda hesaplaması kolay olduğu için oran analizi, çoklu girdi ile tek çıktı üretim yapan organizasyonlarda girdiler ile çıktılar arasındaki ilişkinin doğrusal olarak belirlenebilmesi amacıyla parametrik yöntemlerden biri olan regresyon analizi, çoklu girdi ile çoklu çıktı üretim yapan organizasyonlarda matematiksel programlama tabanlı parametrik olmayan yöntemler kullanılabilmektedir.

Çalışma Karayolları Genel Müdürlüğü bünyesinde bulunan 17 adet bölge müdürlüğündeki trafik güvenliği kapsamında yapılan bakım-onarım faaliyetleri

hakkında bilgi vermiştir. Bu kapsamda bölge müdürlüklerine ait 2013-2017 yıllarına ait verilerden yararlanılmıştır.

Birden fazla girdi kullanılarak birden fazla çıktının elde edildiği durumlarda etkinlik analizinin ölçümü için veri zarflama analizi yöntemi yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu analizin hiçbir ön koşul gerektirmeyen uygulaması sonucunda girdi ve çıktı değerleri % 100 etkinlik sınırını veya 1,00 değerini geçmeyecek şekilde ağırlıklandırılmakta etkin olan karar verme birimleri 1,00 veya % 100 değerini alırken etkin olmayan karar verme birimleri daha küçük değer almaktadır.

Veri zarflama analizi modelleri ölçüğe göre sabit ve değişken getiri durumları dikkate alınarak analiz yapılabilmekte ve girdi yönelimli ile çıktı yönelimli olarak farklılaşabilmektedir. Bu çalışma girdi yönelimli veri zarflama analizi modeli kullanılarak yapılmıştır.

Veri zarflama analizi banka şubeleri, hastaneler, fabrikalar, müşteri hizmetleri servisleri gibi benzer hizmet veya ürün sağlayan ve benzer kaynakları kullanan karar verme birimlerinin etkinliğini değerlendirmek ve bunları karşılaştırmak için kullanılmaktadır. Veri zarflama analizi karar verme birimleri arasındaki en etkin uygulamalar ile etkin olmayan uygulamaları nesnel bir şekilde belirleme imkânı sunmaktadır.

KGM trafik güvenliği faaliyetlerini sorumluluğundaki 17 bölge müdürlüğü aracılığıyla sürdürmektedir. Bu kapsamda seçilen karar verme birimleri olarak analiz kapsamında tüm girdi ve çıktı verilerini sağlayan 17 adet bölge müdürlüğü seçilmiştir.

Analizde bölge müdürlüklerinin trafik güvenliği harcamaları üzerinde önemli olduğu değerlendirilen 4 adet girdi ile 4 adet çıktı verisi dikkate alınmıştır. Kullanılan girdilerde X1 “Personel Sayısı”, X2 “Personel Gideri”, X3 “Malzeme Gideri”, X4 “İhaleli Giderler”; Y1 “Yatay İşaretleme Miktarı”, Y2 “Düşey İşaretleme Miktarı”, Y3 “Yapılan Oto korkuluk, telçit vb. uzunluğu” ve Y4 “Sinyalizasyon ve KKN İyileştirme Adeti” olarak gösterilmiş olup açıklamaları aşağıdaki şekildedir:

Tez kapsamında etkinlik analizi yapılan 17 adet bölge müdürlüğünün her birinin nispi etkinliğini ölçmek için her yıla ait 17 adet optimizasyon modeli kurulmuştur. Model sonucu CCR etkinlik değerinde her yıl etkin olan bölge sayısı 3 iken BCC etkinlik değerinde bu sayı 8'e yükselmiştir. Bunun sebebi BCC modelinin etkinlik sınırının CCR modelinin etkinlik sınırının altında yer almasından kaynaklanmaktadır.

Karayolları Genel Müdürlüğü'nde yapıldığı gibi diğer kamu hizmetlerinde de ölçümler ve değerlendirmeler yapılarak kaynakların daha etkin ve verimli kullanılmasına yönelik çalışmalara devam edilmesi gerekmektedir. İleride yapılacak çalışmalarda bölge müdürlüklerinin yaptığı kar mücadelesi, asfalt yol bakımı gibi diğer hizmetlerin de etkinliğinin ölçülmesi ile bölge müdürlükleri altında faaliyet gösteren şube müdürlüklerinin etkinliğinin ölçümü bir başka çalışmanın konusu olabilir.

Sonuç olarak ülkemizdeki karayolları trafik güvenliğinin artırılması kapsamında mevcut karayolu ağımızdaki bakım-onarım faaliyetlerinin yapılması oldukça önemli olup kamu kaynaklarının kısıtlı olması sebebiyle bu alanda faaliyet gösteren kurumların performansının ölçülmesi önem arz etmektedir. Veri zarflama analizi metodu Karayolları Genel Müdürlüğü'ne ait bölge müdürlüklerinin trafik güvenliği kapsamındaki bakım-onarım harcamalarının etkinlik değerlendirmesine tarafsız olarak değerlendirme yapma imkânı sunmaktadır. Ayrıca etkin olmayan bölge müdürlüklerinin etkin hale gelebilmesi için yapmaları gereken iyileştirmeleri aynı analiz sonucu göstermektedir.

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim süresince bana yardımcı olan, tezimin danışmanlığını üstlenen, çalışmamın her aşamasında yol gösteren Prof. Dr. Ali Kokangül'e tüm içtenliğimle teşekkür ederim. Çalışma dönemim boyunca her türlü desteği gösteren eşim Tuğba ŞEKER, annem Hava ŞEKER, babam Şahin ŞEKER ve kardeşim Sevgi ŞEKER'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmama büyük katkıları olan tecrübe deneyimleriyle bana yardımcı olan T.C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı'nda Ulaştırma ve Lojistik Dairesi Başkanı olan Sn. Volkan Recai ÇETİN ve çalışma sürem boyunca bana desteğini hiçbir zaman esirgemeyen Strateji ve Bütçe Uzmanı Sn. Veli YILMAZ'a teşekkür ediyorum.

İÇİNDEKİLER

SAYFA

ÖZ	I
ABSTRACT.....	II
GENİŞLETİLMİŞ ÖZET	III
TEŞEKKÜR.....	VII
İÇİNDEKİLER	VIII
ÇİZELGELER LİSTESİ.....	XII
ŞEKİLLER LİSTESİ	XIV
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	XVI
1. GİRİŞ	1
1.1. Dünya’da Karayolu Trafik Güvenliğinin Mevcut Durumu	1
1.2. Türkiye’de Karayolu Trafik Güvenliğinin Mevcut Durumu	5
1.3. Problemin Tanımı ve Önemi	9
1.4. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı	10
1.5. Verimlilik.....	10
1.6. Etkinlik	11
1.6.1. Teknik Etkinlik.....	12
1.6.2. Ölçek Etkinliği	14
1.6.3. Tahsis Etkinliği	15
1.6.4. Ekonomik Etkinlik	16
1.7. Performans Ölçüm Yöntemleri.....	16
1.7.1. Oran Analizi	17
1.7.2. Parametrik Yöntemler	18
1.7.3. Parametrik Olmayan Yöntemler	19
1.8. Etkinlik Ölçümlerinin Önemi	20
1.9. Karayolları Genel Müdürlüğü.....	21
1.9.1. Karayolları Genel Müdürlüğünün Tarihçesi	21

1.9.2. Karayolları Genel Müdürlüğünün Kuruluş Amacı ve Faaliyet Kapsamları.....	23
1.9.3. Karayolları Genel Müdürlüğünün Teşkilat Yapısı	24
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	27
2.1. Veri Zarflama Analizi İle İlgili Literatür Taraması.....	27
2.2. Veri Zarflama Analizinin Ulaştırma Sektörüne Uygulanması İle İlgili Yapılan Literatür Taraması	31
3. MATERYAL VE METOT	41
3.1. Materyal.....	41
3.2. Metot	42
3.2.1. Veri Zarflama Analizi.....	42
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	73
4.1. Karar Verme Birimlerinin Belirlenmesi	73
4.2. VZA Girdi ve Çıktı Kümelerinin Seçilmesi	73
4.3. Verilerin Elde Edilmesi.....	74
4.4. Analizin Girdiye Yönelik Ağırlıklı CCR Modelinin Oluşturulması.....	74
4.5. VZA ile KGM Bölge Müdürlüklerinin Bakım – Onarım Harcamalarının Görelî Etkinlik Ölçümü	79
4.6. Etkin Olmayan Karar Birimleri İçin Referans Gruplarının Belirlenmesi	81
4.7. Karar Verme Birimlerinin Girdi ve Çıktı Değerlerinin Yorumlanması	82
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	101
KAYNAKLAR	105
ÖZGEÇMİŞ	115
EKLER.....	117
EK-1 Karayolları Genel Müdürlüğü Teşkilat Şeması.....	119
EK-2 KGM Bölge Müdürlüğü Teşkilat Şeması.....	120
EK-3 KGM Bölge Müdürlükleri Haritası	121
EK-4. KGM Bölge Müdürlüklerine Ait Girdi Verileri	122
EK-5 KGM Bölge Müdürlüklerine Ait Çıktı Verileri.....	124

EK-6 Yıllara Göre Veriler Arasındaki Korelasyon Katsayıları	126
EK-7 2017 yılı verilerinin CCR girdi modeline göre hesaplanmış referans sonuçları ve yoğunluk değerleri.....	129
EK-8 Karar Verme Birimlerinin İlgili Yıllara Ait Girdilerdeki Fazla ve Çıktılardaki Eksik Değerler	130
EK-9 Karar Verme Birimlerinin 2013Yılına Ait Girdiye Yönelik Ağırlıklı CCR Modelleri	135





ÇİZELGELER LİSTESİ

Çizelge 1.1. KGM 2013-2017 Trafik Güvenliği Bakım-Onarım Faaliyetleri.....	9
Çizelge 1.2. Performans Ölçüm Yöntemlerinin Kıyaslanması	17
Çizelge 4.1. 2013-2017 Yılları Arası CCR Etkinlik Skoru.....	79
Çizelge 4.2. 2013-2017 Yılları Arası BCC Etkinlik Skoru.....	80
Çizelge 4.3. Yıllar itibarıyla bölge müdürlüklerindeki fazla personel sayısı.....	82
Çizelge 4.4. Yıllar itibarıyla bölge müdürlüklerindeki fazla personel gideri (Bin TL).....	83
Çizelge 4.5. Yıllar itibarıyla bölge müdürlüklerindeki fazla malzeme gideri (Bin TL).....	83
Çizelge 4.6. Yıllar itibarıyla bölge müdürlüklerindeki fazla ihaleli giderler (Bin TL).....	84



ŞEKİLLER LİSTESİ

SAYFA

Şekil 1.1.	Türkiye’de 2002-2017 Yılları Arasındaki Trafik Kazalarının Dağılımı.....	6
Şekil 1.2.	Türkiye’de 2002-2017 Yılları Arası Trafik Kazaları Sonucu Meydana Gelen Yaralı ve Can Kaybı Sayısı	7
Şekil 1.3.	Türkiye’de 2002-2017 Yılları Arası Trafik Kazaları Sonucu Meydana Gelen Milyon Otomobil Başına Düşen Yaralı ve Can Kaybı Sayısı	8
Şekil 1.4.	Girdiye Yönelik Teknik Etkinlik	13
Şekil 1.5.	Çıktıya Yönelik Teknik Etkinlik	14
Şekil 1.6.	Teknik Etkinlik ve Ölçek Etkinliği.....	15
Şekil 3.1.	BCC Modelinde Üretim Üst Sınırı ve Ölçek Özellikleri	56
Şekil 4.1.	Bölge Müdürlüklerinin 2017 Yılına Ait CCR Etkinlik Skoru	81
Şekil 4.2.	KGM 1. Bölge Müdürlüğü 2013-2017 Yılları Arası CCR Etkinlik Skoru.....	85
Şekil 4.3.	KGM 2. Bölge Müdürlüğü 2013-2017 Yılları Arası CCR Etkinlik Skoru.....	86
Şekil 4.4.	KGM 3. Bölge Müdürlüğü 2013-2017 Yılları Arası CCR Etkinlik Skoru.....	87
Şekil 4.5.	KGM 4. Bölge Müdürlüğü 2013-2017 Yılları Arası CCR Etkinlik Skoru.....	88
Şekil 4.6.	KGM 5. Bölge Müdürlüğü 2013-2017 Yılları Arası CCR Etkinlik Skoru.....	89
Şekil 4.7.	KGM 6. Bölge Müdürlüğü 2013-2017 Yılları Arası CCR Etkinlik Skoru.....	90
Şekil 4.8.	KGM 7. Bölge Müdürlüğü 2013-2017 Yılları Arası CCR Etkinlik Skoru.....	90
Şekil 4.9.	KGM 8. Bölge Müdürlüğü 2013-2017 Yılları Arası CCR Etkinlik Skoru.....	91

Şekil 4.10. KGM 9. Bölge Müdürlüğü 2013-2017 Yılları Arası CCR Etkinlik	
Skoru.....	92
Şekil 4.11. KGM 10. Bölge Müdürlüğü 2013-2017 Yılları Arası CCR Etkinlik	
Skoru.....	93
Şekil 4.12. KGM 11. Bölge Müdürlüğü 2013-2017 Yılları Arası CCR Etkinlik	
Skoru.....	94
Şekil 4.13. KGM 12. Bölge Müdürlüğü 2013-2017 Yılları Arası CCR Etkinlik	
Skoru.....	95
Şekil 4.14. KGM 13. Bölge Müdürlüğü 2013-2017 Yılları Arası CCR Etkinlik	
Skoru.....	96
Şekil 4.15. KGM 14. Bölge Müdürlüğü 2013-2017 Yılları Arası CCR Etkinlik	
Skoru.....	96
Şekil 4.16. KGM 15. Bölge Müdürlüğü 2013-2017 Yılları Arası CCR Etkinlik	
Skoru.....	97
Şekil 4.17. KGM 16. Bölge Müdürlüğü 2013-2017 Yılları Arası CCR Etkinlik	
Skoru.....	98
Şekil 4.18. KGM 18. Bölge Müdürlüğü 2013-2017 Yılları Arası CCR Etkinlik	
Skoru.....	99

SİMGELER VE KISALTMALAR

DSÖ	:	Dünya Sağlık Örgütü
BM	:	Birleşmiş Milletler
TÜİK	:	Türkiye İstatistik Kurumu
SBB	:	T.C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı
EC	:	European Commission
KGM	:	Karayolları Genel Müdürlüğü
DEA	:	Data Envelopment Analysis
VZA	:	Veri Zarflama Analizi
KVB	:	Karar Verme Birimi
TE	:	Teknik Etkinlik
CCR	:	Charnes, Cooper ve Rhodes (Ölçeğe Göre Sabit Getiri)
BCC	:	Banker, Charnes ve Cooper (Ölçeğe Göre Değişken Getiri)
KKN	:	Kaza Kara Noktası



1. GİRİŞ

1.1. Dünya’da Karayolu Trafik Güvenliğinin Mevcut Durumu

Dünya Sağlık Örgütü raporunda belirtildiği üzere, trafik kazası sonucu hayatını kaybedenlerin sayısı 2000 yılında 1,15 milyon kişi iken 2016 yılında 1,35 milyon kişiye yükselmiştir. 100 bin kişiye düşen ölüm sayısı 2000 yılında 18,8 kişi iken 2016 yılında artan nüfus ve taşıt sahipliğine rağmen 18,2 kişiye gerilemiştir. Bu durum mevcut durumun daha kötüye gitmediğini gösterse de Birleşmiş Milletlerin sürdürülebilir kalkınma hedeflerinden biri olan 2020 yılına kadar 2011 yılında meydana gelen trafik kazası kaynaklı ölümlerin % 50 oranında azaltılması hedefinden oldukça uzaktır. Aynı süre zarfında 100 bin araca düşen ölüm sayısı 134’ten 64’e gerilemiştir. Tüm yaş gruplarının ölüm nedenlerine bakıldığında trafik kazası kaynaklı ölümler 8. sırada, 5-29 yaş grupları arasında ise 1. sırada yer almaktadır (DSÖ, 2018, s. 4-5).

Trafik kazaları sonucu ciddi yaralanmalar da meydana gelmekte ve bu durum kaza sonucu yaralanan yaşamlarının ömür boyu etkileyebilmektedir. Yaralanmalar sebebiyle günlük aktivitelerini yapamaz hale gelen kişilerden kaynaklı işgücü kaybı oluşabilmektedir.

Anılan raporda trafik güvenliği kaynaklı ölümler ülkelerin gelir seviyesine göre de değişmekte olduğu ifade edilmiştir. Ülkelerin gelir seviyesi ve trafik güvenliği riski arasında bir ilişki kurulabilmekte olduğu ifade edilmiş, yüksek gelir seviyesine ait ülkelerde trafik kazaları kaynaklı 100 bin kişiye düşen ölü sayısı 8,3 iken düşük gelir seviyesine ait ülkelerde bu oran 3 kattan daha fazla olup ortalama 27,5 seviyesinde olduğu belirtilmiştir. Düşük gelir seviyesine sahip ülkeler Dünya’daki motorlu taşıtların % 1’ine sahip olmasına rağmen trafik kazası kaynaklı ölümlerin % 13’ü bu ülkelerde meydana gelmektedir. Söz konusu raporda 2013 yılından beri düşük gelirli ülke grubunun hiçbirinde trafik kazası kaynaklı ölümlerin sayısının azaltılmadığı ifade edilmiştir. (DSÖ, 2018, s. 6-7).

Söz konusu raporda bölgelere göre trafik ölüm oranları incelendiğinde Afrika ile Güneydoğu Asya'nın diğer bölgelere göre sırasıyla 100 bin kişiye göre 26,6 ve 20,7 oranlarıyla daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu bölgeleri 18 oranıyla Doğu Akdeniz ve 16,9 oranıyla Batı Pasifik takip etmekte olup bu oranlar Dünya ortalaması olan 18,3'e yakın seyretmektedir. Avrupa ve Amerika bölgesindeki ülkeler sırasıyla 9,3 ve 15,6 ile diğer bölgeler arasında en düşük ölüm oranlarına sahip olmuşlardır (DSÖ, 2018, s. 8-9).

Raporda Dünya'daki yol kullanıcı türlerine göre ölüm oranlarına bakıldığında ise bisikletliler yayalar ölüm oranlarının % 26'sını, motosikletliler % 28'ini, taşıt kullanıcıları ve yolcuları ise % 29'unu oluşturmakta olup kalan % 17'lik bölümün tanımlanamadığı ifade edilmektedir. Afrika bisikletli ve yaya ölümlerinde % 44 ile Batı Pasifik ve Güneydoğu Asya ise motosikletli ölüm oranlarında sırasıyla % 36 ve % 43 oranlarıyla diğer yol kullanıcıları arasında en yüksek seviyeye sahip olduğu görülmektedir.

Savunmasız yol kullanıcıları olarak tanımlanan bisikletliler, yayalar ve motosikletliler toplam ölüm oranının % 54'ünü oluşturduğu DSÖ'nün raporunda ifade edilmiştir. Bu durumun sebeplerinden birisinin yolların planlanması ve yapımı aşamasında genellikle bu yol kullanıcılarının ihmal edilmesinin olduğu belirtilmiştir. Benzer şekilde araç teknolojileri de yolcuların güvenliği için sürekli geliştirilse de düşük gelir seviyesindeki ülkelerdeki yol kullanıcılarının bu araçları alacak ekonomik gücünün olmadığı belirtilmiştir (DSÖ, 2018, s. 10).

Dünya Sağlık Örgütüne üye 175 ülke arasından 140 ülke yol güvenliği ile ilgili ulusal stratejisinin olduğu, 140 ülkenin 109'unun da trafikteki ölümlerin azaltılması konusunda ulusal bir hedefinin bulunduğu söz konusu raporda belirtmiştir. Yine 175 ülke arasından 161'inin trafik güvenliği sağlanması için bir kurum kurduğu, bu kurumların ülkedeki mevcut trafik güvenliği durumunun izlenmesi, bu konuda çalışma yapan diğer kurumlar arasında koordinasyon sağlanması, gerekli yasal düzenlemeler için görev ve sorumluluk alması konusunda çalışmalar yaptığı anılan raporda ifade edilmiştir (DSÖ, 2018, s. 16).

Birleşmiş Milletler Yol Güvenliği İşbirliği, Kasım 2017’de 2011-2020 Küresel Yol Güvenliği Eylem Planı ilerleme sürecini ölçmek için üye devletlerin katılımı ile 12 küresel yol güvenliği hedefini belirlemiştir. Belirlenen küresel hedefler, BM 2011-2020 Küresel Yol Güvenliği Eylem Planı dâhilinde belirlenmiş 5 temel dayanağı olan hedefleri; Yol Güvenliği Yönetimi, Daha Güvenli Yollar ve Hareketlilik, Daha Güvenli Yol Kullanıcıları, Daha Güvenli Taşıtlar, Kaza Sonra Tepki Yönetimi ile uyumlu olarak geliştirdiğini ifade etmiştir.

BM tarafından belirlenmiş olan 12 küresel hedef aşağıda yer almaktadır.

1. “2020’ye kadar bütün ülkeler kendi ulusal yol güvenliği planlarını tamamlamalıdır.”
2. “2030’a kadar bütün ülkeler BM’in yol güvenliği ile ilgili bir ya da iki ana yasal düzenlemesini hayata geçirmelidir.”
3. “2030’a kadar imal edilecek tüm yeni yollar bütün yol kullanıcı türleri için minimum 3 yıldızlı yol güvenliği derecesine sahip olacaktır.”
4. “2030’a kadar mevcut ulaşım talebini karşılayan yol ağlarının %75’i bütün yol kullanıcı türleri için teknik standartlara uygun hale getirilecektir.”
5. “2030’a kadar yeni taşıtların %100’ü (üretilen, satılan veya ithal edilmiş) ve hâlihazırda kullanılmakta olan 2. el taşıtların tamamı BM yönetmeliklerine uygun yüksek güvenlik standartlarına sahip olacaktır.”
6. “2030’a kadar hız limitlerinin aşıldığı seyahatlerin sayısının yarıya indirilmesi ile ölümlü ve yaralanmalı trafik kazalarında azalma meydana gelecektir.”
7. “2030’a kadar bütün motosiklet kullanıcılarının kask takması sağlanacaktır.”
8. “2030’a kadar bütün motorlu taşıt kullanıcıları emniyet kemeri kullanacaklar, bütün motorlu taşıtlarda çocuk emniyet kemeri olacaktır.”

9. “2030’a kadar alkol ve uyuşturucu kullanımı kaynaklı ölümlü ve yaralanmalı trafik kazaları %50 oranında azaltılacaktır.”
10. “2030’a kadar bütün ülkeler motorlu taşıt kullanırken, cep telefonu kullanmalarını önleyecek ulusal yasalar ve düzenlemeler yapacaklardır.”
11. “2030’a kadar bütün ülkeler, sürüş süresi, dinlenme süresi vb. ulusal güvenli seyahat yönetmeliklerini yapmalıdırlar.”
12. “2030’a kadar bütün ülkeler, kaza ile ilk yardım yeri arasındaki mesafe ve süreyi kısaltacak önlemler almalıdır” (BM, 2011, s. 10).

DSÖ raporunda karayolu altyapısı ile trafik güvenliği arasında güçlü bir ilişki olduğu, trafik kazası kaynaklı ölümlerin ve yaralanmaların azaltılmasında mevcut yollardaki yapılacak iyileştirmelerin katkısının azımsanmayacak derecede fazla olduğu ifade edilmiştir. Anılan raporda çoğu ülkede ve şehirde yoldaki ölümlerin yarısından fazlasının toplam yol uzunluğunun % 10’luk kesiminde yoğunlaştığı, bu kesimlerde yapılacak yol ve trafik güvenliği iyileştirme yatırımlarının önemli olduğu belirtilmiştir (DSÖ, 2018, s. 50).

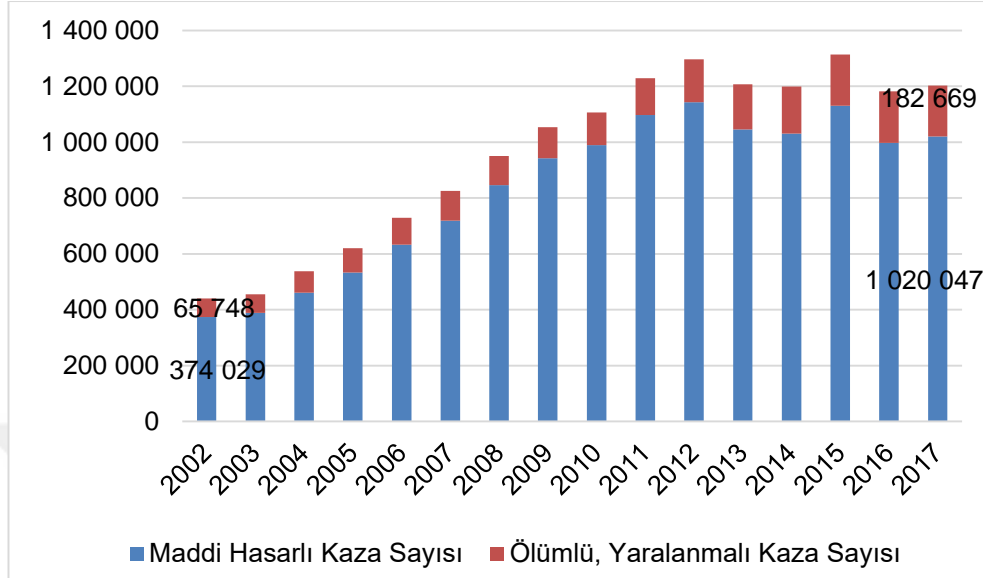
Söz konusu raporda yol güvenliği gözetimleri ve mevcut yolların yıldız sistemiyle derecelendirilmesinin, yolu tasarlayanlara kaza olasılığı ve şiddetinin yönetimi özelliklerinin tanımlayabilmesi için bir mekanizması sağladığı ifade edilmiştir. Uluslararası yol değerlendirme programı kapsamında 54 ülkede ve toplam 358.000 km’lik şehir ve şehirlerarası yollarda yapılan değerlendirmeler sonucunda savunmasız yol kullanıcıları olan yayaların % 86’sının, bisikletlilerin % 67’sinin, motosikletlilerin % 44’ünün bir ya da iki yıldızlı yollarda seyahat ettiği raporda belirtilmiştir. Yüksek riskli yollarda yapılacak güvenlik iyileştirmelerinin bu yollardaki trafik güvenliği riskini azaltacak ve böylece trafik kazası kaynaklı ölümler ve yaralanmalar azalacağı DSÖ’nün raporunda vurgulanmıştır (DSÖ, 2018, s. 52).

1.2. Türkiye’de Karayolu Trafik Güvenliğinin Mevcut Durumu

Türkiye, uluslararası önemli ticaret ve enerji yollarının bulunduğu önemli ülkelerdendir. 1985 yılında 52 milyon olan ülke nüfusu 2018 yılı Aralık ayında 82 milyona (TÜİK, 2019a), motorlu taşıt sayısı 2,4 milyondan 2019 yılı Ocak ayı sonu itibarıyla yaklaşık 23 milyona yükselmiştir (TÜİK, 2019b). Türkiye’de otomobil sahipliği halen AB ortalamasının oldukça altındadır ve bunun yaklaşık 450-500 otomobil/1.000 kişi düzeyinde kabul edilen doygunluk seviyesine kadar artması beklenmektedir. Ülkemizde dengeli bir modal dağılım için uzun dönemli planlamalar yapılmasına rağmen, artan motorizasyon talebi ve nüfus artış eğilimlerine karşı geliştirilen hızlı ve kısa vadeli yaklaşımlar nedeniyle tarihsel olarak karayolu odaklı büyüyen ulaştırma sistemi, kaynaklarının yoğunlukla karayoluna tahsis edilmesine sebep olduğu Cumhurbaşkanlığı 2019 Yılı Yıllık Programı’nda da ifade edilmiştir (SBB, 2018, s. 239).

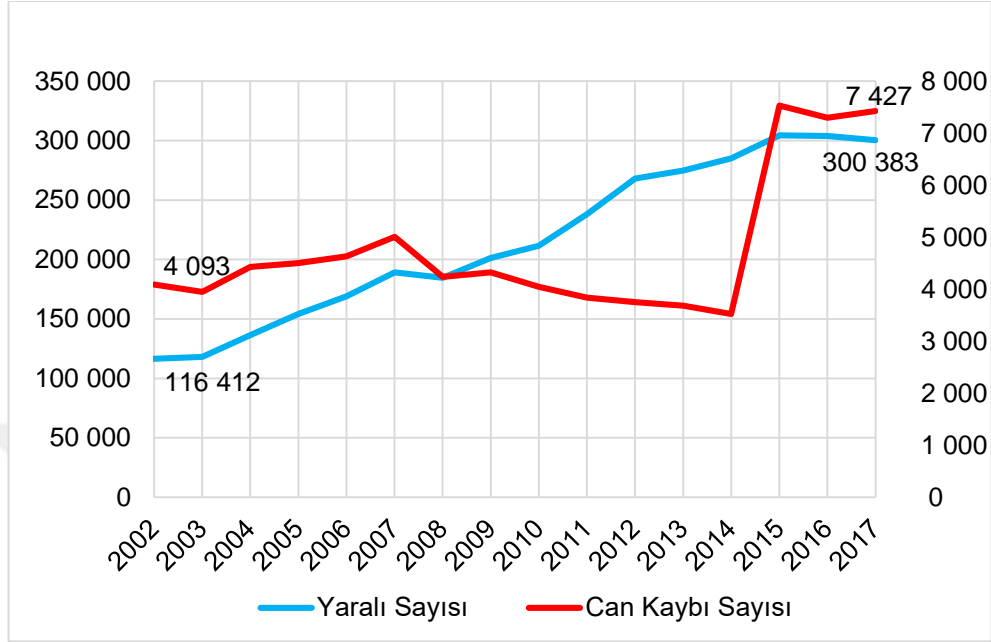
Ülkemizde yük ve yolcu taşımacılığının önemli bir kısmının karayolları üzerinden gerçekleşiyor olması, yolcu ve yük taşımacılığında karayoluna ağırlık veren yatırımlar ile politikalar, karayolu trafik güvenliği problemini ortaya çıkarmaktadır. Meydana gelen trafik kazaları kaynaklı sürücü-taşıt-yol sisteminde aksamalar meydana gelmektedir. Bu sebeple trafik kazalarının önlenmesine yönelik çalışmalar önemini korumaya devam etmektedir.

Trafik kazaları sürücü, yaya, yolcu, taşıt, altyapı ya da denetim yetersizliği gibi faktörler nedeniyle ortaya çıkabilmektedir. Şekil 1.1.’de ülkemizdeki maddi hasarlı kazalarla, ölümlü ve yaralanmalı kazaların yıllara göre değişimi görülmektedir.



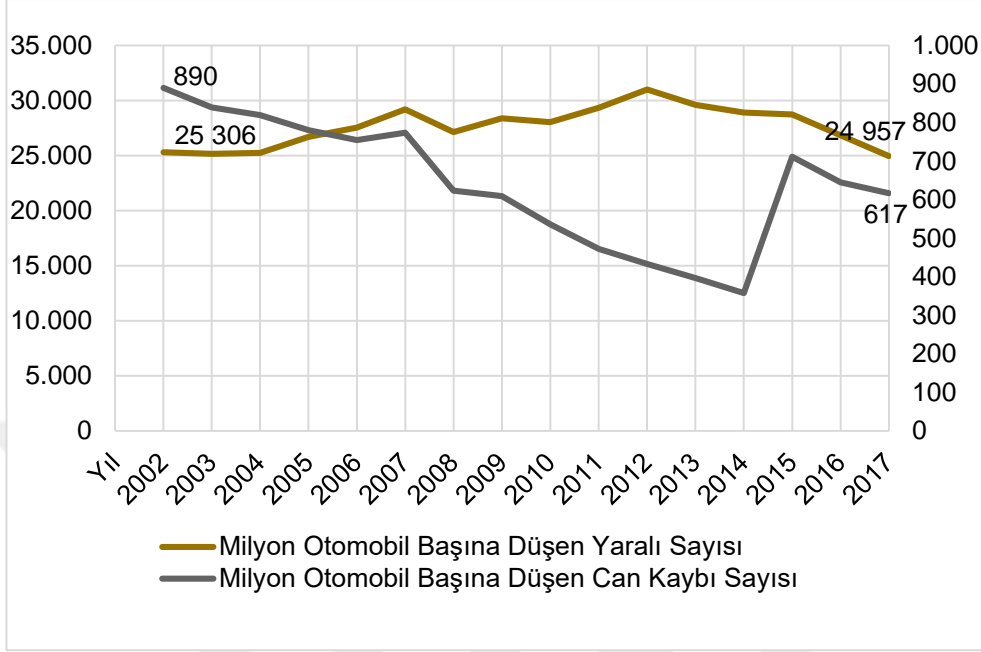
Şekil 1.1. Türkiye’de 2002-2017 Yılları Arasındaki Trafik Kazalarının Dağılımı (TÜİK, 2018)

Ülkemizde trafik kazaları sebebiyle her gün ortalama 20 kişi ölürken 820’den fazla kişi de yaralanmaktadır. Şekil 1.2.’de ülkemizde 2002-2017 yılları arası trafik kazalarından kaynaklanan yaralı ve can kaybı sayılarındaki değişim, Şekil 1.3. ise 2002-2017 yılları arası ülkemizdeki trafik kazalarından kaynaklı milyon otomobil başına düşen yaralı ve can kaybı sayısı görülmektedir.



Şekil 1.2. Türkiye’de 2002-2017 Yılları Arası Trafik Kazaları Sonucu Meydana Gelen Yaralı ve Can Kaybı Sayısı (TÜİK, 2018)¹

¹ Ölü sayıları 2015 yılına kadar sadece kaza yerinde tespit edilen ölümleri kapsarken, 2015 yılından itibaren trafik kazasında yaralanıp sağlık kuruluşuna sevk edilenlerden kazanın sebep ve tesiriyle 30 gün içinde ölenleri de kapsamaktadır.



Şekil 1.3. Türkiye’de 2002-2017 Yılları Arası Trafik Kazaları Sonucu Meydana Gelen Milyon Otomobil Başına Düşen Yaralı ve Can Kaybı Sayısı (TÜİK, 2018)

Cumhurbaşkanlığı Yıllık Programı’nda da son yıllarda hükümet politikası olan bölünmüş yol yatırımları ile trafik güvenliğine yapılan yatırımların trafik kazalarından kaynaklı ölümlerin azalmasına olumlu etkisinin olduğu ancak diğer ülkelerin verileri ile karşılaştırıldığında hala ölümlerin fazlalığının devam ettiği ifade edilmiştir. Avrupa Komisyonu istatistikleri 2016 yılı verilerine göre bin kişi başına düşen otomobil sayısı İsveç’te 477, İngiltere’de 484, Almanya’da 555 ve İspanya’da 492 iken Türkiye’de 142 olduğu öte yandan 2016 yılı verilerine göre milyon otomobil başına düşen trafik kazaları kaynaklı can kaybı sayısı İsveç’te 57, İngiltere’de 59, İspanya’da 80 ve Almanya’da 78 iken Türkiye’de 644 olduğu belirtilmiştir (EC, 2018, s. 106). Bu sebeple ülkemizdeki karayolu trafik güvenliği yatırımlarının önemini korumaya devam ettiği Cumhurbaşkanlığı Yıllık Programı’nda da belirtilmiştir (SBB, 2018, s. 241).

1.3. Problemin Tanımı ve Önemi

Ülkemizde karayolu trafik güvenliğinin sağlanması için çeşitli kurum ve kuruluşlar çalışmalarını sürdürmekte olup bu kurumlardan birisi de Karayolları Genel Müdürlüğü'dür (KGM). KGM trafik güvenliği çalışmaları kapsamında sorumluluğu altındaki yol ağında yatay işaretleme, düşey işaretleme, oto korkuluk, kaza kara noktası iyileştirme ve sinyalizasyon faaliyetlerini sürdürmekte olup bu kapsamda 2013-2017 yılları arasındaki faaliyeti Çizelge 1.1.'deki gibidir.

Çizelge 1.1. KGM 2013-2017 Trafik Güvenliği Bakım-Onarım Faaliyetleri (KGM, 2018)

YILLAR	Yatay İşaretleme	Düşey İşaretleme	Oto korkuluk	Kaza Kara Noktası İyileştirme ve Sinyalizasyon
	M ²	M ²	KM	ADET
2013	24.934.092	136.005	2.026	393
2014	25.650.000	156.300	1.345	285
2015	30.622.530	229.114	2.416	352
2016	30.741.817	175.081	2.468	291
2017	33.889.139	177.344	3.463	298
TOPLAM	145.837.578	873.844	11.718	1.619

Ülkemizde ölümlü ve yaralanmalı trafik kazalarının önlenmesi için önemli mesafelerin kat edilmesi gerekmektedir. Kamu kaynaklarının kısıtlı olması sebebiyle bu alanda faaliyet gösteren kurumların performansının ölçülmesi ve sürekliliğinin sağlanması önem arz etmektedir. Trafik güvenliği faaliyetlerini sorumluluğundaki 17 bölge müdürlüğü aracılığıyla sürdüren KGM de kendisine tahsis edilen kısıtlı kaynaklarla çalışmalar yapmakta ve fiziki gerçekleştirmeler ortaya çıkarmaktadır. Fakat bu bölge müdürlüklerinin kendileri arasında ne kadar etkin faaliyet gösterdiklerine ilişkin herhangi bir çalışma bulunmamaktadır.

Ülkemizdeki karayolu trafik güvenliğinin artırılması ve iyi uygulamaların ülke genelinde yaygınlaştırılması için KGM tarafından yürütülen bu faaliyetlerin bölge müdürlükleri bazında etkinliğinin ölçülerek iyileştirilmesi önemini korumaktadır.

1.4. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

Bu tez çalışmasının amacı, KGM sorumluluğundaki 17 bölge müdürlüğünce yürütülen trafik güvenliği bakım-onarım çalışmalarının nispi etkinliğini veri zarflama analizi (VZA) yöntemi ile ölçmektir. Analizler sonucunda etkin olan bölge müdürlükleri tespit edilecek, etkinliği nispeten daha düşük bölge müdürlüklerine ait iyileştirme önerileri yapılacak, bu sayede kurumun bu faaliyetleri ile ilgili kaynak israfının azaltılmasına ve kamu kaynaklarının daha etkin kullanılmasına katkıda bulunulacaktır. KGM bölge müdürlüklerinin sorumluluğundaki yol ağı uzunlukları farklı olmakla birlikte verdikleri hizmetler benzer nitelik taşımaktadır. Bu kapsamda incelenecek toplam 17 bölge müdürlüğünde Devlet ve İl Yollarına ait trafik güvenliği bakım-onarım çalışmaları incelenmiş, her bölge müdürlüğünün sorumluluğunda olmayan Otoyollar kapsam dışı bırakılmıştır.

1.5. Verimlilik

Etkinlik ve verimlilik kavramları günümüzdeki yönetim anlayışında önemli bir yer tutmakta olup bu kavramlar çoğunlukla birbiri ile eş anlamlı olarak düşünülmektedir. Teorik ve deneysel çalışmalarda daha net çözümler üretilebilmesi amacıyla bu iki kavram birbirinden farklı bilimsel temellere oturtulmuş ve etkinliğin verimliliğe kıyasla daha kapsamlı bir kavram olarak tanımlandığı Kutlar ve Bakırcı (2018) tarafından ifade edilmiştir. Sınırlı kaynaklar ve üretim teknikleri, sahip olunan mevcut kaynakların daha ekonomik kullanılması için bir zorunluluk oluşturmakta olup bu konular günümüz iktisat biliminin temel sorunlarından birini oluşturmaktadır (Kutlar & Bakırcı, 2018).

Verimlilik kavramı bir sistemdeki çıktı miktarının bu çıktıyı elde etmek amacıyla kullanılan girdi miktarına oranı şeklinde tanımlanabilmektedir. Bu sebeple verimlilik kaynaklardan yararlanma seviyesini gösterebilmektedir (Ulutaş, 2006). Firmalardaki verimlilik; işgücü, sermaye, teknoloji, firmanın sahip olduğu yönetim sistemi gibi birden fazla faktöre bağlı olarak oluşabilmekte olup bu verimliliğin ölçülmesi; mevcut performansın ölçülmesi, mukayese edilmesi ve iyileştirilmesi suretiyle firmaların amaçlarına ulaşabilmesi için önem arz etmektedir. Makro iktisadi açıdan bakılırsa verimlilik birçok sosyo-ekonomik olayı etkilemekte önemli bir faktör olup artan verimliliğin toplumun ekonomik ve sosyal yapısında daha iyi bir denge kurulmasına yol açabileceği Kutlar ve Bakırcı (2018) tarafından öne sürülmüştür (Kutlar & Bakırcı, 2018).

Verimliliğin esasen bir faaliyetin nicel olarak ölçülebildiği durumlarda söz konusu olan bir kavram olup bu sebeple bir faaliyetin verimli sayılabilmesi için belirli koşulları sağlaması gerekmektedir. Bu koşullar; aynı girdi miktarı ile daha fazla çıktının, aynı çıktı miktarının daha az girdi miktarı ile elde edilmesi ya da çıktı miktarındaki artışın girdi miktarındaki artıştan fazla olması şeklinde Arslan (2002) tarafından ifade edilmektedir (Arslan, 2002).

1.6. Etkinlik

Etkinlik kavramı mevcut kaynakların bir kısmının belirli bir gruba yeniden dağıtılmasıyla o grupta yer alan birimlerin bir kısmının daha kötü duruma gelmeden diğer birimlerin daha iyi bir duruma getirilmesi olarak tanımlanabilmektedir. Verimlilik kavramı ile etkinlik kavramı yakın bir ilişki içinde olup işletme bazında incelendiğinde etkinlik, firmaların belirlediği hedeflere ulaşma seviyesini gerçekleştirdikleri faaliyetler sonucunda ölçen bir performans ölçütü olduğu Kutlar ve Bakırcı (2018) tarafından ifade edilmektedir (Kutlar & Bakırcı, 2018). İşletmeler kendi süreçlerinin iyileştirilmesine yönelik gerekli faaliyetleri yürütmek amacıyla etkisiz işlem ve süreçleri tespit edebilmekte ve bunların etkinlik ölçümü adı altında, yürütebilmektedir. Böylece işletmeler öngörülen potansiyel çıktıya göre hangi

seviyede olduklarını, sahip olduğu mevcut kaynaklarla üretebileceği çıktı seviyesini ölçerek görebilmektedirler (Lorcu, 2008). Aşağıdaki başlıklarda çeşitli etkinlik türlerinin tanımları yer almaktadır.

1.6.1. Teknik Etkinlik

Teknik etkinlik genel olarak mümkün olan en fazla çıktının belirli bir girdi miktarı ile elde edilebilmesi olarak açıklanabilmektedir.

Lorcu (2008) tarafından teknik etkinlik şu şekilde açıklanmaktadır. “Bir karar verme biriminin (KVB) üretim sürecinde kullanılmakta olan girdiler m boyutlu \vec{x} vektörü ve çıktılar da s boyutlu \vec{y} vektörü ile tanımlansın. Bu tanımlamalara göre karar verme biriminin üretim teknolojisi mümkün X^t girdilerinin üretebildiği Y^t çıktılardan oluşan bir kümesi de T ile gösterilsin. Böylece T karar verme birimi için tüm mümkün karar verme birimlerinin girdi ve çıktı kümelerinin bileşimi olup bu kümede yer almayan birleşimler mümkün olmayan girdi-çıkıtı bileşimlerini göstermektedir. Bu küme içerisindeki bazı elemanlar (girdi-çıkıtı bileşimleri, $T^t \in T$) diğer elemanlara göre daha az savurgan dolayısıyla daha etkin olarak sınıflandırılabilir. Eğer T^t elemanı için, çıktılardan bir kısmının artırılması girdi miktarının sabit tutularak artırılması ile mümkün değilse bu eleman savurgan olarak adlandırılmaz. Bu eleman teknik olarak etkindir.”

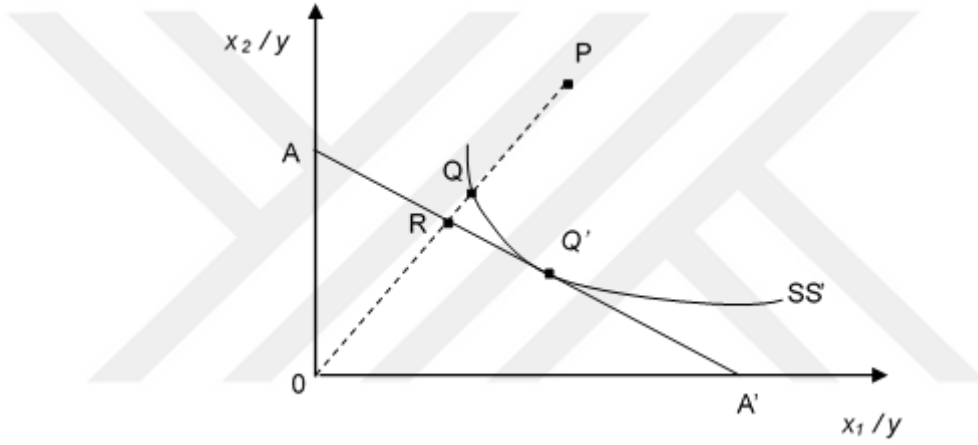
Karar verme birimlerinden teknik etkin olanları etkinlik sınırını oluşturmakta ve bu sınırın altında kalan karar verme birimleri, görece kaynaklarını gereğinden fazla kullandığından dolayı bu durum teknik etkinsizliği göstermektedir.

Girdiye yönelik ve çıktıya yönelik teknik etkinlik olmak üzere teknik etkinlik iki kısma ayrılabilir (Lorcu, 2008).

Girdiye Yönelik Teknik Etkinlik: Karar verme birimine ait mümkün olan en az girdi düzeyiyle çıktı düzeyinin sağlanması girdiye yönelik teknik etkinlik olarak tanımlanabilmektedir.

Demirci (2012) tarafından girdiye yönelik teknik etkinlik şu şekilde açıklanmaktadır. “Bir karar verme biriminin 2 girdi ve 1 çıktı ile etkin olarak

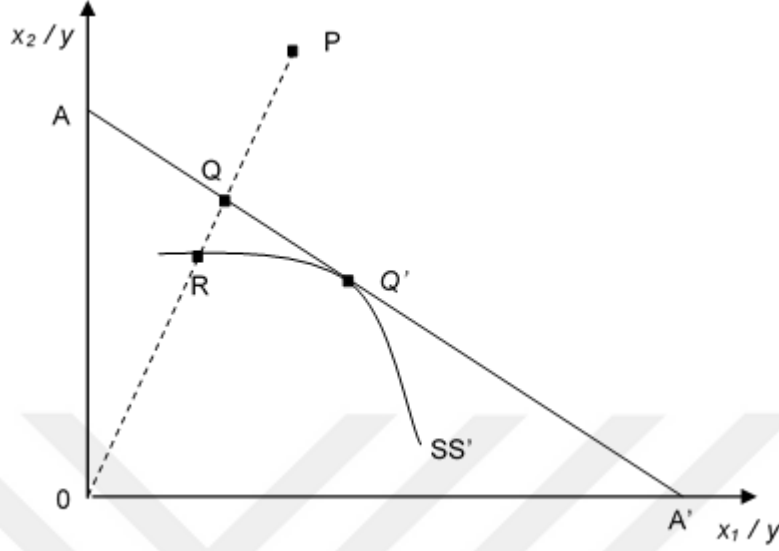
çalışabileceği üretim sınırı SS' eş ürün eğrisiyle Şekil 1.4'de gösterilmiş olsun. Şekilde SS' eş ürün eğrisi üzerindeki QQ' noktaları teknik olarak etkin noktalar iken R ve P noktaları ise teknik olarak etkinsiz noktaları göstermektedirler. Bu karar verme birimindeki P noktası QP mesafesi kadar teknik etkinsiz durumdadır. Bu mesafe ilgili KVB'nin çıktılarında bir azaltma olmadan girdi miktarındaki azaltılabilecek miktarı ifade etmektedir. Bir karar verme biriminin teknik etkinliği $TE=OQ/OP$ şeklinde gösterilebilmektedir." (Demirci, 2012).



Şekil 1.4. Girdiye Yönelik Teknik Etkinlik (Demirci, 2012)

Çıktıya Yönelik Teknik Etkinlik: Karar verme biriminin sahip olabileceği en fazla çıktı düzeyinin mevcut girdi miktarının uygun biçimde kullanılmasıyla elde edilmesi çıktıya yönelik teknik etkinlik olarak tanımlanabilmektedir.

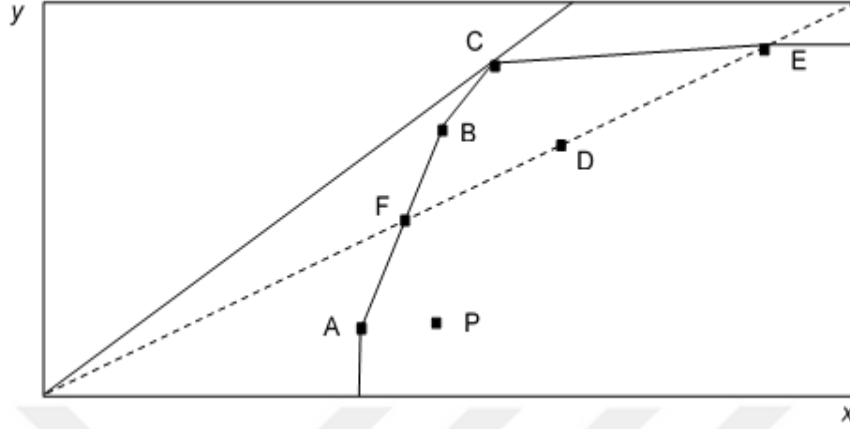
Şekil 1.5'teki KVB aynı miktar girdileri kullanarak daha fazla çıktı miktarı sağlamayı hedeflemekte ve böylece çıktı yönelimli davranmaktadır (Demirci, 2012).



Şekil 1.5. Çıktıya Yönelik Teknik Etkinlik (Demirci, 2012)

1.6.2. Ölçek Etkinliği

Bu etkinlik türündeki performans göstergesi, karar verme birimlerine ait teknik etkinliğin yanında en verimli ölçek büyüklüğüne de yakın olmak olup bu durum ölçek etkinliği olarak adlandırılmaktadır. Kutlar ve Bakırcı (2018) tarafından ölçek etkinliği Şekil 1.6'da C noktasıyla gösterilmiş olup bu noktadaki karar verme biriminin hem teknik hem de ölçek olarak etkin olduğu ifade edilmiştir. Buna ilave olarak A, B, E, F noktalarının teknik olarak etkin olduğu fakat en verimli ölçek büyüklüğüne yakın ulaşamadıkları için ölçek olarak etkin olmadığı, P noktasının ise ne teknik ne ölçek yönünden etkin olmadığı ifade edilmiştir (Kutlar & Bakırcı, 2018).



Şekil 1.6. Teknik Etkinlik ve Ölçek Etkinliği (Kutlar & Bakırcı, 2018)

Ölçeğe göre getiriler de kendi aralarında üçe ayrılmakta olup bunlar ölçeğe göre artan, ölçeğe göre azalan ve ölçeğe göre sabit getirilerdir. Karar verme birimlerine ait girdilerin aynı oranda artırılmasıyla çıktı seviyesindeki artış girdi seviyesinden fazla ise ölçeğe göre artan getiri, çıktı seviyesindeki artış girdi seviyesinden az ise ölçeğe göre azalan getiri, çıktı seviyesindeki artış girdi seviyesiyle aynı ise ölçeğe göre sabit getiri söz konusudur (Demirci, 2012).

1.6.3. Tahsis Etkinliği

Tahsis etkinliği, karar verme birimlerine ait girdi fiyatlarının da dikkate alınmasıyla en uygun girdi bileşenlerinin minimum maliyetle seçilmesi durumu olarak adlandırılmaktadır (Yakut, 2008).

Tahsis etkinliği de girdiye yönelik ve çıktıya yönelik tahsis etkinliği olarak ikiye ayrılmaktadır. Girdiye yönelik ve çıktıya yönelik tahsis etkinliğinde girdi ve çıktı fiyatları göz önünde bulundurulularak girdiye yönelikte en uygun girdi bileşimi, çıktıya yönelikte ise gelirin maksimize edilmesini sağlayan çıktı bileşiminin elde edilmesi amaçlanmaktadır (Lorcu, 2008).

1.6.4. Ekonomik Etkinlik

Toplam etkinliğin diğer adı olan ekonomik etkinlik, teknik etkinlik ile ölçek etkinliğinin birbiri ile çarpılmasıyla oluşturulmaktadır. Ekonomik etkinliğin ne şekilde ölçüldüğü Lorcu (2008) tarafından aşağıdaki şekilde ifade edilmiştir (Lorcu, 2008):

$$\text{Ekonomik Etkinlik} = \text{Teknik Etkinlik} * \text{Ölçek Etkinliği}$$

Ekonomik etkinlikte üretimde verimliliğin artırılması amacıyla, üretimde kullanılan girdiler en düşük düzeyde kullanılarak maliyetlerin minimize edilmesini hedeflenmektedir (Demirci, 2012).

1.7. Performans Ölçüm Yöntemleri

Bir organizasyonun yoğun rekabet ortamının olduğu ortamlarda varlık gösterebilmesi için sürekli gelişim göstermesi gerekmektedir. Bu sebeple performans ölçümleri bir organizasyonun gelişimi için oldukça önem arz etmektedir (Demirci, 2012).

Performans ölçümleri sayesinde incelenen karar verme birimlerine ait girdilerinin çıktılara dönüştürülmesi sürecinin ne kadar etkin olduğu incelenebilmektedir. Bu ölçüm yöntemleri sayesinde karar verme birimlerinin birbiriyle kıyaslanması ve bu birimler arasındaki etkinlik konumunun belirlenmesi mümkün olabilmektedir. Bu amaçla yapılan etkinlik ölçümleri oran analizi, parametrik yöntemler ve parametrik olmayan yöntemler olarak üçe ayrılmaktadır (Çağlar, 2003). Tek girdi ile tek çıktı üretim yapılan organizasyonlarda hesaplaması kolay olduğu için oran analizi, çoklu girdi ile tek çıktı üretim yapan organizasyonlarda girdiler ile çıktılar arasındaki ilişkinin doğrusal olarak belirlenebilmesi amacıyla parametrik yöntemlerden biri olan regresyon analizi, çoklu girdi ile çoklu çıktı üretim yapan organizasyonlarda matematiksel programlama tabanlı parametrik olmayan yöntemler kullanılabilmektedir (Demirci,

2012). Bu yöntemlerin genel özellikleri Onaran (2006) tarafından Çizelge 1.2’de gösterilmiştir.

Çizelge 1.2. Performans Ölçüm Yöntemlerinin Kıyaslanması (Onaran, 2006)

Karşılaştırma Ölçütleri	Yöntem Sınıfı		
	Oran Analizi	Parametrik Yöntemler	Parametrik Olmayan Yöntemler
Çözüm Tekniği	Oranlamalar	Regresyon	Matematiksel Programlama
İçerik	Tek Girdi / Tek Çıktı (Tek Boyutlu)	Çok Girdi / Tek Çıktı (Tek Boyut)	Çok Girdi / Çok Çıktı (Çok Boyut)
Ön Hazırlık (Veri Temini)	Basit	Basit	Detaylı
Uygulama	Kolay	Kolay	Kolay
Performans Ölçümüne Uygunluğu	Kısıtlı	Kısıtlı	Geniş

1.7.1. Oran Analizi

Performans ölçümünde kullanılan en basit ve yaygın yöntemlerden biri oran analizidir. Yöntemin basit olması ve ihtiyaç duyulan verinin az olması sebebiyle hala yaygın olarak kullanılmaktadır. Yöntem tek girdinin tek çıktıya oranı olarak tanımlanmakta ve performans ölçümüne tek bir açıdan yaklaşmakta diğer açıları ihmal etmektedir (Gülcü, Tutar, ve ark., 2004). Bu istenmeyen durumu ortadan kaldırmak için genel kabul görmüş oranlar, aynı sektördeki benzer işletmelerin oranları ve işletmelerin geçmiş faaliyet dönemlerine ait oranları ile anlamlı hale getirilip değerlendirilmesi Akgüç (1998) tarafından ifade edilmektedir (Akgüç, 1998).

Oran analizinde ölçek olarak oran ölçeği kullanılmakta olup bu ölçekte başlangıç noktası sabit tutularak ölçek üzerindeki noktalar birbirinin katı olarak ifade edilmektedir. Tüm matematiksel işlemlerin bu şekilde ölçülmüş işlemlere uygulanabilme imkânı doğmaktadır. Bu analizdeki oranlama en iyiye göre değil, mevcut ölçülen değerlerin birbiri ile bölümü sonucu elde edilmektedir. Bu analiz

yönteminde kimi oranlar iyi sonuç vermekte iken kimi oranlar başarısız sonuçlar verebilmektedir. Bu olumsuzluğu gidermek için genişletilmiş oran kümeleri oluşturulmasına rağmen tek boyutlu yapıdan kurtulamadığı Yolalan (1993) tarafından öne sürülmüş olup bu amaçla performans ölçümlerinde kullanılan farklı oranların anlamlı biçimde ağırlıklandırılmasının ve tek bir ölçüm üretilmesinin önemli bir ihtiyaç olduğu belirtilmiştir (Yolalan, 1993).

Oran analizleri yapısı gereği durağan olup bu analiz sonucu elde edilen veriler işletmelerin performansını belirli bir döneme ait olacak şekilde göstermektedir. Girdi-çıkıtı sayısının çok az olduğu organizasyonlarda oran analizi kullanılabilen bir yapıda olup analiz tek bir çıktının tek bir girdiye bölünmesi sonucu elde edilen bir veriden oluşmaktadır. Elde edilen veri önemli olmakla birlikte o verinin görece değerlendirmesinin yapılamaması bu yöntemin en zayıf yönünü oluşturmaktadır (Günay, 2010).

1.7.2. Parametrik Yöntemler

Bir üretim sürecinde yer alan girdi ve çıktı birimlerinin ortak bir birim ile ifade edilemediği durumlarda oran analizinin bu faktörlerin verimliliğini göstermekten başka bir anlamı olmadığı ve genel olarak üretimin etkinliğini ölçmede tek faktör oran analizini kullanarak bir şey söylemenin mümkün olmadığı belirtilmektedir (Güran & Cingi, 2002). Bu duruma ait dezavantajın giderilmesi amacıyla etkinlik ölçümlerinde parametrik yöntemler kullanılabilir.

Parametrik yöntemlerde analitik bir üretim fonksiyonunun varlığı kabul edilmekte ve bu fonksiyondaki parametreler tahmin edilmeye çalışıldığı Kutlar ve Bakırcı (2018) tarafından ifade edilmektedir. Bu yöntemlerde etkinlik, tek çıktının birden fazla girdi ile ilişkisinin araştırıldığı regresyon teknikleriyle ölçülmekte olup bu teknikte bağımlı çıktı değişkenindeki değişmelere neden olan bağımsız girdi değişkenlerinin etkilerinin belirlenmeye çalışıldığı öne sürülmektedir (Kutlar & Bakırcı, 2018).

Bu yöntemde genel olarak biz gözlem kümesinin olduğu ve bu kümeye ait en iyi performansın kümeye ait regresyon doğrusu üzerinde olduğu kabul edilmektedir. Regresyon doğrusu üzerinde sapma göstermeyen gözlemler etkin sapma gösteren gözlemler ise etkinsiz olarak ölçülmektedir. Bu yöntem her zaman rastgele bir hatanın olacağını varsaymakta olup tam etkin gözlemler hataların sıfır olduğu gözlemler olup bir gözlemin etkinsiz olup olmadığına karar verebilmek için ölçüm hatalarının giderilmesinden sonra karar verilebileceği belirtilmektedir (İnan, 2000).

Bağımsız girdi miktarı ile bağımlı çıktı miktarı arasındaki ilişkiyi veren regresyon denklemi bu sebeple bir üretim fonksiyonu olarak düşünülebilmektedir. Tarım (2001) tarafından regresyon denkleminin dezavantajı şu şekilde açıklanmıştır: “Üretim fonksiyonları belirli girdi düzeyleri ile maksimum çıktı miktarını gösterirken regresyon analizleriyle bulunan üretim fonksiyonları ortalama değerleri göstermektedir. Dolayısıyla regresyon analizindeki en büyük sıkıntının, etkinlik ölçümlerin en yüksek performans yerine ortalama performanslara göre yapılmış olması olarak ifade edilebilir. Ayrıca regresyon analiziyle elde edilen ortalama üretim fonksiyonu endüstri içindeki çeşitliliği değerlendiremez ve tüm karar verme birimlerinin homojen bir şekilde üretim yaptığını varsayar. Bunun sonucunda da tüm endüstrinin ortalama üretim fonksiyonu kullanılır ve bazı girdi miktarlarına karşılık gelen çıktı değerlerinin hiçbir zaman gözlenmemiş olduğu görülür” (Tarım, 2001).

1.7.3. Parametrik Olmayan Yöntemler

Parametrik yöntemlerdeki ölçümlerin ortalama performansa göre yapılması, yöntem sonucunda sadece tek bir çıktı faktörünün bulunabilmesi ve ortaya çıkan regresyon fonksiyonunun aynı küme içindeki çeşitliliği dikkate almaması sorunları nedeniyle yeni bir etkinlik ölçüm tekniğinin ihtiyacı ortaya çıkmıştır. Tarım (2001) tarafından bu tekniğin birden çok girdisi ve birden çok çıktısı olan süreci bütüncül yaklaşımla değerlendirebilmesi, girdi ve çıktı faktörlerini ortak bir paydada buluşturabilecek ağırlık arayışına son vermesi, farklı uzmanlıkları olan ancak aynı ürünleri veya servisleri sunan karar verme birimlerinin kendine has özelliklerini

dikkate alması ve etkinlik puanını oluşturan bileşenleri belirleyebilmesinin gerektiği belirtilmiştir (Tarım, 2001).

Parametrik olmayan yöntemler, parametrik yöntemlerin yukarıda konusu geçen eksikliklerini gidermek için ortaya konulmuş matematik programlamayı temel alan genel bir ölçüm yaklaşımı olup ilk kez Farrel (1957) tarafından kullanılan bu ölçüm yaklaşımı bir analitik fonksiyonu esas almamaktadır. Dolayısıyla bu yöntem birden fazla girdi ile çıktığının olduğu üretim ortamlarında etkinliği ölçebilecek esnekliğe sahip olabilmektedir. Bu etkinlik ölçüm yönteminde girdilerin ve çıktıların ölçü birimleri birbirinden bağımsız olmasından kaynaklı değişiklik boyutlardaki karar verme birimlerinin aynı anda ölçülebilmesine imkân tanınmaktadır. Ortalama etkinliğe göre ölçüm yapan parametrik yöntemlere kıyasla parametrik olmayan yöntemler her bir karar verme birimi için ayrı göreceli etkinlik hesaplanmakta ve bu karar verme birimlerine ait amaç fonksiyonlarını ayrı ayrı optimize ederek bu birimlere ait uygun kümeyi belirlemektedir. Etkin ve etkin olmayan karar verme birimlerinin kümesi bu yöntem sonucunda oluşturulurken etkin olmayan karar verme birimlerinin etkin hale gelebilmesi için yapılması gerekenler ile yönlendirici öneriler bu yöntem sonucunda bulunmaktadır (Kutlar & Bakırcı, 2018).

Parametrik olmayan etkinlik ölçümleri içerisinde en çok kullanılan yöntem veri zarflama analizidir (VZA). Veri zarflama analizi doğrusal program modelleme temeline dayanmakta olup homojen karar verme birimlerini birbiri ile mukayese ederek bu karar verme birimlerinin kendi içindeki göreceli etkinliğini tahmin etmek amacıyla tasarlanmış bir etkinlik ölçüm yöntemi olarak karşımıza çıkmaktadır. (Yavuz, 2001).

1.8. Etkinlik Ölçümlerinin Önemi

Onuncu Kalkınma Planı'nda da ifade edilen giderek derinleşen ve çok boyutlu hale gelen küreselleşme sürecinin ülkelere büyüme ve gelişme yönünde önemli fırsatlar sunmasının yanında, bazı tehdit ve riskleri de beraberinde getirdiği görülmektedir. Bu tehdit ve riskleri dikkate alıp önlemler geliştirebilen, mevcut

potansiyellerini harekete geçirerek büyüme ve kalkınma imkânlarını azami ölçüde değerlendirebilen ve bunu ekonomisi ve bireyleri için fırsata dönüştürebilen ülkelerin kalkınma sürecini başarıyla sürdüreceği ve gelecekte dünyanın önde gelen ülkeleri arasında yer alacağı belirtilmiştir (Kalkınma Bakanlığı, 2013, s. 5).

Anılan Plan'da gelişmiş ülkelerin değer zincirlerinin yüksek katma değer yaratan aşamalarına da hâkim olduğu ve zincirin diğer aşamaları ile üretim ağını da yönettiği ifade edilmiştir. Ayrıca ülkemizin sahip olduğu kapasite ile bölgesinde değer zincirini örgütleme, geliştirme ve değişen üretim ve talep şartlarını fırsata dönüştürme kapasitesine sahip olduğu belirtilmiştir. Ülkemizin bilgiye dayalı üretime yönelik dönüşümü ve ekonomideki verimlilik artışının sağlanması halinde rekabet gücünü ve büyüme hızını artırabileceği ifade edilmekte olup bu dönüşüm sayesinde ülkemiz yüksek gelirli ülkeler arasına girebileceği ifade edilmektedir (Kalkınma Bakanlığı, 2013, s. 6-8).

Dünyadaki bu hızlı değişim ve gelişime ayak uydurmak amacıyla işletmeler de hem organizasyonel hem de yönetim sürecinde hızlı değişimleri yaşamaktadırlar. İşletmeler artan rekabet ile değişim ortamında ayakta kalabilmek ve başarılı olabilmek için etkinlik ölçümüne önem vermiştir. İşletmeler kaynak kullanımında belirlenen verimlilik, ekonomiklik ilkelerine ne derece ulaşabildiğini görmek amacıyla etkinlik ölçümleri yapmış ve belirlenen bir dönem boyunca faaliyetlerindeki etkinlik düzeyini görebilmiş, ayrıca etkinsizliğe neden olan sorunlar ile bu sorunların giderilmesi için hangi faaliyetlerin yapılmasının gerektiğini belirleyebilmiştir (Sarı, 2010).

1.9. Karayolları Genel Müdürlüğü

1.9.1. Karayolları Genel Müdürlüğünün Tarihçesi

1 Mart 1950 tarihli ve 5539 sayılı “Karayolları Genel Müdürlüğü Kuruluş ve Görevleri Hakkında Kanun” ile kurulan ve daha sonra 30 Mayıs 1973 tarihli ve 1737 sayılı Kanun ile görevlerinde ve teşkilat yapısında değişikliklere uğrayan KGM, 2005 yılına kadar Bayındırlık ve İskan Bakanlığına bağlı tüzel kişiliği olan katma

bütçeli bir kuruluş iken, 24.12.2003 tarihli ve 25992 sayılı Resmi Gazetede yayımlanan 5018 sayılı Kamu Mali Yönetimi ve Kontrol Kanunu ve 22.12.2005 tarihli ve 5436 sayılı Kamu Mali Yönetimi ve Kontrol Kanunu ile Bazı Kanun ve Kanun Hükmünde Kararnamelerde Değişiklik Yapılması Hakkında Kanun ile birlikte 01.01.2006 tarihinden itibaren genel bütçeli kuruluşlar arasına girmiştir.

Ulaştırma sektöründe faaliyet gösteren resmi kurum ve kuruluşların tek çatı altında birleştirilmesi yönünde çıkarılan ve 31 Ağustos 2007 tarihli ve 26629 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan “Kuruluşların Bağlı ve İlgili Olduğu Bakanlıkların Değiştirilmesi İle İlgili İşlem” uyarınca Karayolları Genel Müdürlüğü Ulaştırma Bakanlığının bağlı kuruluşları arasına dâhil edilmiştir.

Türkiye Büyük Millet Meclisi'nde 25 Haziran 2010 tarihinde kabul edilen ve 13 Temmuz 2010 tarihli ve 27640 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe giren 6001 sayılı “Karayolları Genel Müdürlüğü Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun” ile KGM, kamu tüzel kişiliğine sahip Özel Bütçeli Kuruluşlar kapsamına alınarak yeniden yapılandırılmıştır. Karayolları Genel Müdürlüğü Görev, Yetki ve Sorumluluk Yönetmeliği 5 Eylül 2011 tarihli ve 28045 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe girmiştir.

1 Kasım 2011 tarihli ve 28102 Mükerrer sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan “Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığının Teşkilat Ve Görevleri Hakkında Kanun Hükmünde Kararname” uyarınca Ulaştırma Bakanlığının ismi Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı olarak değişmiştir (KGM, 2019; UAB, 2019).

10 Temmuz 2018 tarihli ve 30474 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan “Cumhurbaşkanlığı Teşkilatı Hakkında Cumhurbaşkanlığı Kararnamesi” uyarınca Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığının ismi Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı olarak değişmiştir.

1.9.2. Karayolları Genel Müdürlüğü'nün Kuruluş Amacı ve Faaliyet**Kapsamları**

Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığına bağlı Özel Bütçeli bir kuruluş olan Karayolları Genel Müdürlüğü'nün faaliyet alanı, sorumluluğu altındaki otoyollar, devlet yolları ve il yolları ağındaki karayolu ulaştırması altyapısı kapsamında; planlama, projelendirme, yapım, bakım-trafik, işletme, tesis yapım ve onarımı, mali hizmetler, enformasyon hizmetleri, danışmanlık hizmetleri, eğitim, araştırma-geliştirme, iç denetim hizmetleri olarak sıralanabilmektedir. Genel müdürlüğün temel görevleri aşağıdaki gibi ifade edilmiştir:

- “Otoyol, Devlet ve İl Yolları ağına giren karayolları güzergâhları ile bunların değişikliklerine ilişkin planları hazırlamak veya hazırlatmak”.
- “Hazırlayacağı programlar uyarınca karayollarını yapmak, yaptırmak, emniyetle kullanılmasını sağlayacak şekilde sürekli bakım altında bulundurmak, bakımını yaptırmak, onarmak, onarımını yaptırmak, işletmek, işlettirmek”.
- “Görev alanına giren karayolu ağlarının yapımı, bakımı, onarımı ve diğer hususlar hakkında teknik nitelik ve şartları tespit etmek veya ettirmek ve gerekli şartnameleri hazırlamak”.
- “Otoyollar ve bunların üzerinde bulunan bakım ve işletme tesisleri ile hizmet tesislerinin, diğer mal ve hizmet üretim birimleri ile varlıklarının yapımını ve/veya bakım ve onarımını ve/veya işletmesini yapmak veya yaptırmak ve denetlemek”.
- “Karayollarının kullanılmasına, teknik, emniyet ve korunmasına yönelik kurallar ile tüm karayollarındaki işaretleme standartlarını uluslararası uygulamaları da dikkate alarak tespit etmek, yayımlamak ve kontrol etmek”.
- “Görev alanına giren işler için gerekli plan, harita, etüt ve proje işleri ile araştırma- geliştirme çalışmaları yapmak veya yaptırmak”.

- “Tarihi köprülerin bakım ve onarımını yapmak veya yaptırmak”.
- “Görev alanındaki karayolları güzergâhlarındaki taşınmazlarla ilgili olarak tahsis, devir, kamulaştırma veya ilgili diğer hukuki süreçlerin tamamlanmasını müteakip ilgili taşınmazların tapu sicillerinde terkin ve diğer işlemlerini yapmak veya yaptırmak”.
- “08.06.1994 tarihli ve 3996 sayılı Bazı Yatırım ve Hizmetlerin Yap-İşlet-Devret Modeli Çerçevesinde Yapıtılması Hakkında Kanun ve 28.05.1988 tarihli ve 3465 sayılı Karayolları Genel Müdürlüğü Dışındaki Kuruluşların Erişme Kontrollü Karayolu (Otoyol) Yapımı, Bakımı ve İşletilmesi ile Görevlendirilmesi Hakkında Kanun kapsamında gerçekleştirilecek yatırım ve hizmetlerle ilgili görevlendirilen şirketlere, ihale aşamasında ilan edilmek kaydıyla, gerektiğinde ortak olmak ve bununla ilgili işlemleri yapmak” (KGM, 2016, s. 19-20).

1.9.3. Karayolları Genel Müdürlüğünün Teşkilat Yapısı

KGM, “6001 sayılı Karayolları Genel Müdürlüğünün Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun”a göre yapılandırılmış, Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığına bağlı, kamu tüzel kişiliğine sahip özel bütçeli bir kuruluştur. Genel Müdürlük merkez ve merkeze bağlı taşra teşkilatından oluşmaktadır.

Karar alma mekanizmasının hızlı bir şekilde ilerleyebilmesi ile faaliyetlerin daha kolay yürütülebilmesi amacıyla kurumda dikey organizasyon modeli benimsenmiştir.

KGM’nin en üst yöneticisi olan Genel Müdür kurumun hizmet ve faaliyetleri ile verilen görevleri kanunlar çerçevesinde yürütmekte, emri altındakilerin iş ve işlemlerinden Bakana karşı sorumlu olmaktadır (KGM, 2016, s. 35).

Genel müdürlüğün merkez ve taşra teşkilatına ilişkin açıklamalar aşağıda yer almaktadır.

Merkez Teşkilatı: KGM merkez teşkilatı; genel müdür ve genel müdür yardımcıları, ana hizmet birimleri, danışma ve denetim birimleri ve yardımcı hizmet

birimlerinden oluşmaktadır. Bu hizmet birimleri bünyesinde 17 daire başkanlığı ve bu daire başkanlıklarına bağlı 59 adet şube müdürlüğü bulunmaktadır (KGM, 2016, s. 35). KGM genel teşkilat şeması EK-1’de yer almaktadır.

Taşra Teşkilatı: Buldukları yörenin coğrafi ve topografik şartlarına göre sınırları belirlenen Bölge Müdürlükleri hizmet gereklerine uygun olarak yapılandırılmıştır. Bölge Müdürlükleri Genel Müdürlüğün taşradaki uygulayıcı hizmet birimleridir. Taşra teşkilatı, Karayolları 1-16 ve 18. Bölge Müdürlükleri olmak üzere toplam 17 Bölge Müdürlüğü ile İkmal Müdürlüğü ve Atölye Müdürlüğünden oluşmaktadır.

Ayrıca belirlenen bölge müdürlüklerine ek olarak geçici olan Kamu Özel Sektör Ortaklığı Bölge Müdürlüğü kurulmuş bu müdürlük Gebze-Orhangazi-İzmir Otoyolu Projesi ile ilgili yapım ve işletme çalışmalarını yürütmektedir.

Taşra teşkilatı bünyesinde 118 şube şefliği, 25 otoyol bakım işletme şefliği, 288 bakımevi, bölgenin iş hacmine göre değişen sayıda şantiye şefliği ve kontrol şefliğinin yer aldığı; ayrıca 1. Bölge Müdürlüğünde (İstanbul) Boğaz Köprüleri Bakım İşletme Başmühendisliği, Ana Kontrol Merkezi Başmühendisliği (1. ve 4. Bölge Müdürlüklerinde), Kuzey Marmara Otoyolu (Yavuz Sultan Selim Köprüsü dâhil) Kontrol Başmühendisliği ve 4. Bölge Müdürlüğünde Ankara-Niğde Otoyolu Kontrol Başmühendisliğinin mevcut olduğu KGM tarafından ifade edilmiştir (KGM, 2016, s. 35). KGM bölge müdürlüğü şeması EK-2’de ve KGM bölge Müdürlükleri haritası EK-3’te verilmiştir.



2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Tez konusu ile ilgili literatür taraması veri zarflama analizinin gelişimi ve modele yapılan katkılar ve ulaştırma sektöründe veri zarflama analizi kullanılarak yapılan çalışmalar olmak üzere 2 kısımda incelenmiştir.

2.1. Veri Zarflama Analizi İle İlgili Literatür Taraması

Modern etkinlik ölçümü ilk olarak Farrell (1957) tarafından geliştirilmiştir. Farrell yaptığı çalışmayla, üretim sürecinde yer alan tüm girdi bileşenlerini kullanan ancak bunu yaparken kullanılmakta olan mevcut etkinlik ölçümlerinin dezavantajlarını içermeyen bir etkinlik ölçüm yöntemi geliştirmek amacıyla olduğunu belirtmiştir. Geliştirdiği yöntemle birden çok girdisi ve tek çıktısı olan ABD'deki tarımsal üretim yapan firmaların etkinliklerini ölçmüş olup bir firma için etkinliğin teknik etkinlik ve tahsis etkinliği olmak üzere iki bileşeni olduğunu belirtmiştir.

Farrell'in önerdiği teknik etkinlik ölçümü dikkate alınarak Charnes ve ark. (1978) tarafından kamu programlarındaki etkinliğin değerlendirilmesi, faaliyetlerin planlanması ve iyileştirilmesi için veri zarflama analizi geliştirilmiştir. Veri zarflama analizi matematiksel programlama tabanlı bir yöntem olup temel etkinlik ölçütü çıktıların ağırlıklı toplamının girdilerin ağırlıklı toplamına bölümüdür. Bu çalışmada veri zarflama analizinin ilk yöntemi olan ölçeğe göre sabit getiri (CCR) yöntemi geliştirilmiş ve hizmet sektöründe yer alan kamu kuruluşlarının nispi etkinliği karşılaştırılmıştır.

Banker ve ark. (1984) 1978 yılında geliştirilen CCR modeline konvekslik kısıtını eklemiş ve böylece ölçeğe göre değişken getiri varsayımı altında etkinlik değerini ölçen BCC modelini geliştirmiştir.

Charnes ve ark. (1985) Pareto-Koopmans üretim fonksiyonunun yeteneklerinin analizi vasıtasıyla VZA'nın üretim teorisiyle bağlantısını kuran yeni bir ek model olan toplamsal modeli geliştirmişlerdir.

Charnes ve ark. (1986) yaptığı çalışmada girdi ve çıktı değişkenlerindeki sıfır girişleri işlemeyi mümkün kılan genel bir teorik temel ile bu teoriyi gerçek uygulamalarda kullanmak üzere pratik sayısal algoritmalar geliştirmiştir. Ayrıca karar verme birimlerinin etkinliğini altı sınıfa ayırmışlardır.

Seiford ve Thrall (1990) veri zarflama analizinde matematiksel programlama yaklaşımını tartışmış olup model oryantasyonun etkin sınır üzerindeki etkisini ve dışbükeylik gerekliliklerinin ölçeğe göre etkisini incelemiştir. Çalışma ile önerilen metodolojik uzantılar ve alternatif modeller gözden geçirilmiş veri zarflama yaklaşımının avantajları ve kısıtlamaları sunulmuştur.

Thompson ve ark. (1990) doğrusal üretim olasılığının etkinlik analizi için güvence bölgesi konsepti yaklaşımını tanımlamıştır. Bu yaklaşımın teknik olarak etkin çiftliklere uygulanması sonucu güvence bölgesi ilkelerinin toplam verimlilik için aday sayısını oran analizinde 23'ten 8'e, dışbükey modelde ise 44'ten 13'e düşürdüğü görülmüştür.

Andersen ve Petersen (1993) veri zarflama analiziyle karar verme birimlerinin göreceli etkinliğinin ölçülebileceğini ancak modelin etkin olan karar verme birimlerinin kendi içerisinde herhangi bir sıralamasının olmadığını belirtmiştir. Bu amaçla etkin birimleri kendi içinde göreceli olarak kıyaslayan bir referans teknolojisi yardımıyla veri zarflama analizinin değiştirilmiş bir modelini geliştirmiştir. Geliştirilen model etkin karar verme birimlerinin kendi içinde sıralanması için bir çerçeve sağlamaktadır.

Athanassopoulos ve Ballantine (1995) sanayi sektörünün ekonomi içindeki kurumsal performansının değerlendirmesini alternatif metodolojiler kullanarak ele almıştır. Oran analizinin tek başına kullanılmasının performans ölçümde yetersiz kaldığı ve oran analizini tamamlamak için daha gelişmiş bir araç olan veri zarflama analizinin kullanılması gerektiğini iddia etmişlerdir. Çalışmada veri zarflama analizi, satışların verimliliğinin değerlendirilmesi, ölçek ekonomilerinin etkileri, bir firmanın performansının kıyaslanmasını ve endüstri grupları ile performans

arasındaki ilişkinin değerlendirilmesini de içeren kurumsal performansın etkinliğinin ölçülmesi ile ilgili bir dizi sorunu ele almak için kullanılmıştır.

Athanassopoulos (1995) perakende kuruluşlarında karar vermeye yardımcı olması için veri zarflama analizi modellerinin kullanılabilirliğini araştırmıştır. Çalışmasında pazar verimliliğinin perakende işletmelerinin performans ölçümünde anahtar rol oynadığını iddia etmiş olup çok düzeyli bir ortamda farklı yönetim kademelerine karşılık gelen üç çeşit piyasa etkinliğini önermiştir. Önerdiği yöntemi İngiltere’de bir restoran zincirinden kullandığı verilerle göstermiştir.

Kneip ve ark. (1998) parametrik olmayan veri zarflama analizi tahmin edicilerinin gözlenen üretim birimlerinin sınırlı bir örneğine dayandığını ve radyal mesafelerin göz önünde bulundurulduğunu belirtmiştir. Çalışmalarında birden çok girdi ve çıktı değişkenleri içeren genel bir vakanın tahmini verimlilik puanlarının yakınsaklık hızını ve tutarlılığını araştırmışlar, yakınsaklık hızının bilinmeyen sınırın düzgünlüğü ile girdi ve çıktı değişkenlerinin sayısına bağlı olduğunu göstermişlerdir.

Simar ve Wilson (1998) veri zarflama analizinde karar verme birim sayısının az olduğu durumlarda her bir karar verme biriminin etkinlik skorlarını yanlı olarak tahmin ettiğini ileri sürmüştür. Bootstrap yönteminin tahmini sınırın örnekleme varyasyonlarına göre verimlilik puanlarının hassasiyetini analiz etmek için kolay bir yol olduğunu ve bu yöntemi doğrulamak için asıl noktanın makul bir veri üretme süreci tanımlamak ile bunun makul bir tahmin edicisini önermek olduğunu belirtmiştir. Yapılan çalışma ile parametrik olmayan sınır modellerinde bootstrap yöntemi için genel bir metodoloji önerilmiş olup uyarlanan bazı yöntemler elektrik tesislerinin girdi verimliliği ölçümlerinin bootstrap varyasyonlarının analizinde gösterilmiştir.

Simar ve Wilson (2000) birden çok girdi ve çıktı değişkenleri içeren veri zarflama analizi durumlarında parametrik olmayan tahmin edicilerin istatistiksel özelliklerinin belirlenmesine izin veren bir model tanımlamışlardır. Geliştirilen model verimlilik tahmin edicilerinin yanlılığı için düzeltmelere ve verimlilik ölçümleri için güven aralıklarının tahmin edilmesine izin vermektedir. Buna ek

olarak Simar ve Wilson (2002) yaptığı çalışmada teknik verimliliğin parametrik olmayan model bağlamında ölçeğe göre getirilere ilişkin hipotezi test etmek için çeşitli istatistikleri tartışmaktadır.

Fried ve ark. (2002) veri zarflama analizine dayalı olarak çevresel etkileri ve istatistiksel gürültüyü üretici performans değerlendirmesine dâhil etmek için yeni bir teknik önermişlerdir. Önerilen teknik üç aşamalı bir analizi içermekte olup ilk aşamada VZA yalnızca üretici performansının başlangıç ölçütlerini elde etmek için yalnızca girdi ve çıktılara uygulanmıştır. İkinci aşamada bir dizi çevresel değişkene karşı birinci aşama performans ölçütlerini indirgemek için stokastik sınır yaklaşımı kullanılmıştır. Üçüncü aşamada hem girdiler hem de çıktılar çevresel etkilerin etkisini ve ikinci aşamada ortaya çıkan istatistiksel gürültüyü hesaba katacak şekilde ayarlanmış ve VZA üretici performansını yeniden değerlemek için kullanılmıştır. Bu üç aşamalı yöntemin gücünü göstermek amacıyla huzurevlerinde bir uygulama yapılmıştır.

Banker ve Natarajan (2008) tarafından hem tek taraflı verimsizlik sapmaları hem de iki taraflı rastgele gürültüye izin veren, üretkenliği etkileyen bağlamsal değişkenleri değerlendirmek için VZA tabanlı bir stokastik sınır tahmin çerçevesi sunulmuştur.

McDonald (2009) verimlilik puanlarının örnekteki birimlerin göreceli performansının tanımlayıcı ölçütleri olarak değerlendirilmesi durumunda sansürleme veri üretme süreci ve fraksiyonel veri üretme süreci kapsamında iki aşamalı veri zarflama analizlerini incelemiştir.

Dulá ve López (2013) veri zarflama analizini veri noktaları arasındaki sınırı belirten bir araç olarak yorumlamıştır. Bu sınır verilerinin potansiyel olarak ilginç olduğu çünkü bu noktaların ait oldukları veri kümesinin üst veya alt sınırında olmasından dolayı aşırı özellik sergilediğini belirtmişlerdir. Bu tip bir sınır analizinde esas zorluk veri akışının yüksek hızlarda gerçekleşmesi durumunda veri zarflama analizinin hızlı bir şekilde yapılması gerektiğinde ortaya çıkmaktadır. Yapılan çalışma ile veri zarflama analizi dinamik veri ortamına genişletilmiş, yüksek

hızlarda veri akışını işlenmesi için bir teorik çerçeve önerilmiş ve bu önerilen çerçeve ile verilerin ne kadar hızlı işlenebileceği sorusuna cevap verilmesi amaçlanmıştır.

Chen ve Lai (2017) küçük boyutlu doğrusal programlama modelleri kullanarak büyük veri setiyle radyal verimi belirlemek için yeni bir algoritma sunmuştur. Önerilen algoritma tek tek doğrusal modellerin boyutunu azaltmaya çalışmak yerine, çözüm kalitesini korurken tek tek doğrusal modelleri kontrol etmeye çalışmaktadır. Önerilen algoritmanın ilave hesaplama süresi gerektirmeden makul sayıda yineleme içinde birleşebileceği ve veri seti 15.000 puan içerdiğinde % 60'a varan tasarruf sağlandığı sonucuna ulaşılmıştır.

Khezrimotlagh ve ark. (2018) tarafından geleneksel veri zarflama analizinde karar verme birim sayısı arttıkça model her bir karar verme biçimi için ayrı ayrı çalıştığı için modelin çalışma süresinin keskin bir şekilde arttığı belirtilmiş ve yaptıkları çalışmada karar verme birim sayısının çok olduğu durumlarda gerekli çalışma süresini önemli ölçüde düşürecek yeni bir çerçeve önermişlerdir. Geliştirilen çerçevenin 5 adımdan oluştuğu tarif edilmiş ve çalışma sonucunda elde edilen sonuçlar çalışma süresinin geliştirilen çerçeve ile mevcut tekniklere kıyasla % 99,9'a kadar azaldığı görülmüştür.

2.2. Veri Zarflama Analizinin Ulaştırma Sektörüne Uygulanması İle İlgili Yapılan Literatür Taraması

Adolphson ve ark. (1989) ABD'deki demiryolu işletmelerinin her yıl milyonlarca dolar emlak vergisi verdiğini ancak demiryolu ile vergi yetkililerinin çoğu zaman vergiye konu değerlendirme metodolojisi ile demiryollarının değeri konusunda hemfikir olmadığını belirtmişlerdir. Anlaşmazlık alanının genellikle değişen ekonomik koşullar veya tasarım sınırlamaları nedeniyle değerdeki azalma olarak tanımlanan eskime ölçümünden kaynaklandığı ifade edilmiştir. Demiryollarındaki eskimeyi ölçen mevcut metotların sistematik bir şekilde abartılı eskime ölçtüğü yaptığı ve daha iyi bir eskime ölçümü elde edilebilmesi için veri

zarflama analizinin kullanılabilceğini değerlendirmişlerdir. Çalışma sonucunda Utah ve Wisconsin eyaletleri veri zarflama analizinin eskime ölçümü yöntemini benimsemiştir.

Tongzon (2001) mevcut çalışmaların liman verimliliklerinin uluslararası kıyaslanması problemine tatmin edici cevaplar vermediğini belirtmiştir. Çalışmayla 4 Avustralya ve 12 diğer uluslararası konteyner limanlarının verimlilik ölçümü için veri zarflama analizini kullanmıştır. Analiz sonucu Melbourne, Rotterdam, Yokohama ve Osaka limanları boş rıhtım, terminal alanı ve işçilik girdilerine göre en verimsiz limanlar olarak ölçülmüş olup çalışma sonucunda limanlar için gelecekteki araştırmalara yönelik bazı politika önerileri ve çalışma alanları ortaya koyulmuştur.

Roll ve Hayuth (1993) liman verimliliğini etkileyen birden çok faktör olduğunu ve liman verimliliklerinin ölçümünde veri zarflama analizinin yeni bir yaklaşım olarak kullanılabilceğini ifade etmişlerdir. Çalışmalarında varsayıma sayısal örneklerle 20 limanın verimliliğini ölçmüşler ve veri zarflama analizi değerlendirme yöntemlerinin liman yöneticileri ve araştırmacılar için liman performansıyla ilgili daha derin bir bakış açısı sağlayan yararlı bir araç olduğunu belirtmişlerdir.

Cullinane ve ark. (2006) veri zarflama analizi ile stokastik sınır yaklaşımının liman verimliliğinin ölçümü ile ilgili güçlü ve zayıf yönleri göz önüne alındığında verimlilik tahminlerinin ve bu tahminlerden elde edilen ölçek özelliklerinin her zaman ikna edici olmadığını belirtmişlerdir. Çalışmayla dünyanın en büyük konteyner limanları için aynı veri setine dayanarak her iki verimlilik ölçüm yaklaşımını uygulamışlar ve elde edilen sonuçları karşılaştırmışlardır. Uygulanan modellerden çıkan verimlilik tahminleri arasında yüksek korelasyon tespit edilmiştir. Yüksek teknik verimlilik seviyelerinin ölçek, daha büyük oranda özel katılımı ve ana limanların aksine aktarma limanlarında olduğu görülmüştür.

Martinez-Budria ve ark. (1999) yaptıkları çalışma ile veri zarflama analizi tekniğini kullanarak 1993-1997 dönemindeki tüm İspanyol liman otoritelerinin nispi

etkinliklerini ölçmüşlerdir. Limanlar karmaşıklıklarına göre 3 gruba ayrılmış, ayrıca her bir liman için 5 gözlem kullanılarak 26 limandan gelen bilgilerle veri tabanı oluşturulmuştur. Bu durum hem gruptaki limanlar arasında hem de onların dönem içindeki gelişimine izin vermiştir. Elde edilen sonuçlar her grubun nispi verimlilik açısından farklı bir gelişimini göstermiştir. Böylece yüksek karmaşıklıkta limanlar zaman içinde etkinlik sınırlarına daha da yaklaşarak daha yüksek karşılaştırmalı verimlilik seviyeleri sunmuştur. Fakat aynı durum 5 yıl boyunca verimlilik seviyesindeki büyümenin daha küçük olduğu orta karmaşıklıkta limanlar için söylenememiştir. Küçük karmaşıklık seviyelerindeki limanlar ise küresel verimlilik seviyelerine kıyasla olumsuz bir gelişme göstermiştir.

Barros ve Athanassiou (2004) veri zarflama analizi kullanarak iki Avrupa ülkesi olan Yunanistan ve Portekiz'in liman verimliliklerini karşılaştırmışlardır. Çalışmanın daha geniş bir amacının ise Avrupa liman politikası bağlamında performans artışı sağlayacak en iyi uygulamaların araştırılmasının olduğu belirtilmiştir. 1998-2000 dönemindeki limanlar toplam verimliliklerine göre sıralanmış ayrıca çalışmadan kaynaklanan ekonomik etkiler de dikkate alınmıştır.

Turner ve ark. (2004) çalışmalarında iki görev üstlendiklerini bunlardan birinin Kuzey Amerika'da 1984'ten 1997'ye kadar liman altyapısı verimlilik artışının ölçülmesi diğerinin ise altyapı üretkenliği ile endüstri yapısı ve davranışı arasındaki çeşitli teorik nedensel ilişkilerin araştırılmasının olduğunu belirtmişlerdir. Altyapı verimliliğini ölçmek için veri zarflama analizi yöntemi, limanlarda altyapı verimliliğini belirleyen unsurları belirlemek için de tobit regresyon analizi sunulmuştur. Çalışma konteyner limanında ve terminal düzeyinde ölçek ekonomilerinin varlığını desteklemekte olup liman verimliliğini belirleyen kritik ölçütlerden birinin demiryolu sektörü ile demiryolu bağlantılarının olduğunu ifade etmiştir.

Valentine ve Gray (2001) çalışmalarında veri zarflama analizi yöntemini Batı Afrika'daki ana limanların etkinliğinin değerlendirmesinde kullanmışlardır. Konteyner çıkış seviyelerine bağlı olarak 6 liman seçilmiş ve veri zarflama analizinin

göreceli etkinlik ile zaman içindeki etkinliklerini belirlemek için kullanıldığı belirtilmiştir. İncelenen limanlar arasındaki Gana'daki Tema Liman'ının en verimli Batı Afrika limanı olduğu tespit edilmiş, diğer taraftan Benin'deki Cotonou Limanı'nın 7 yıllık süre zarfında en düşük ortalama verimliliğe sahip liman olduğu görülmüştür.

Park ve De (2004) performans ölçümü ile ilgili yaklaşımları gözden geçirmiş ve alternatif (dört aşamalı) veri zarflama analizi yönteminin liman etkinliğinin ölçümünde uygulanabilirliğini incelemişlerdir. Çalışma sonunda alternatif veri zarflama analizi yönteminin limanların genel verimliliğinin değerlendirmesinde potansiyel olarak güçlü bir yaklaşım olduğunu ortaya çıkarmışlardır.

Gillen ve Lall (1997) pek çok çalışmanın havayollarının finansal sonuçları ve ekonomik üretkenliğini ile ilgili olduğunu, havaalanlarının üretkenliği veya performansı ile sektördeki değişikliklerin bu performansları nasıl etkilediğini araştıran çok az kişinin olduğunu belirtmişlerdir. Çalışma ile veri zarflama analizini havaalanlarının performansını ölçmek için uygulamışlardır. Kullanılan veri seti ABD'deki 21 havalimanından alınmış olup özellikle terminaller ve hava yolu operasyonları için verimlilik önlemleri geliştirmişlerdir.

Sarkis (2000) çalışmasında ABD'deki 44 büyük havaalanının verimliliğini veri zarflama analizi kullanarak ölçmüştür. Öncelikle havaalanının verimliliği ile ilişkilerini belirlemek için havaalanlarının çeşitli özellikleri değerlendirilmiştir. Değerlendirmeler sonucunda havaalanı operasyonel maliyeti, havaalanı personel sayısı, kapılar ve pistler olmak üzere 4 girdi; operasyonel gelir, yolcu akışı, ticari hareket, genel havacılık hareketi ve toplam kargo ulaştırması olmak üzere 5 çıktı analiz için dikkate alınmıştır. Çalışmanın sonucunun hem operasyonel boyuta hem de kamu politikası boyutuna etkileri olmuştur.

Martín ve Roman (2001) çoğu havaalanı verimliliklerinin kısmi verimlilik oranlarına göre karşılaştırıldığı ancak bu yaklaşımın havaalanların genel performanslarını iyi bir şekilde anlaşılmasını sağlamadığını belirtmişlerdir. Çalışmalarında her bir İspanyol havaalanının teknik verimliliği ve performansını

analiz etmek için veri zarflama analizini kullanmış olup elde ettiği sonuçların İspanyol havaalanı sisteminin özelleştirilmesi sürecinden önce bazı politika hususlarının dikkate alınması için kullanılabileceğini ifade etmişlerdir.

Pels ve ark. (2001) veri zarflama analizi kullanarak Avrupa havaalanları için verimlilik oranlarını belirlemişlerdir. Çalışmada çoğu havaalanının ölçeğe göre artan getiri altında faaliyet gösterdiği görülmüş ayrıca havaalanları için en verimli ölçek büyüklüğü de gösterilmiştir.

Yoshida ve Fujimoto (2004) Japonya'daki küçük bölgesel havaalanlarının bazılarının yatırımlarının gereğinden fazla olduğunu iddia etmişler, bu havaalanların verimliliğini istatistiksel olarak ölçerek ve karşılaştırmalı analiz yaparak bu eleştirilerin geçerliliğini doğrulamaya çalışmışlardır. Çalışmada bu amaçla veri zarflama analizi ile içkaynak ağırlıklı toplam faktör verimliliğini kullanmışlardır. Yöntemlerden elde edilen sonuçlar Japonya'daki bölgesel havaalanlarının verimliliğinin diğer havaalanların verimliliğine göre daha düşük seviyede kaldığını ve 1990'larda inşa edilen havaalanlarının verimliliğinin nispeten daha düşük olduğunu göstermektedir.

Fernandes ve Pacheco (2002) tarafından yolcu sayısı bakımından hangilerinin verimli olduğunu belirlemek amacıyla Brezilya'daki 35 havaalanının kapasitesi veri zarflama analizi yöntemiyle analiz edilmiştir. Çalışma ile yolcu talebi tahminlerine dayanarak her bir havaalanı için hali hazırda yolcular tarafından algılanan standartlarda hizmetlerin sürdürülmesi için gerekli kapasite genişlemelerine gerekli olan sürelerin de belirlenmesi mümkün olmuştur.

Adler ve Berechman (2001) havaalanlarının göreceli verimliliğini ve kalitesini belirlemek için bir model geliştirmeyi amaçlamışlar ancak önceki çalışmalarda yolcu verileri kullanılırken bu çalışmada havaalanlarının kalitesi havayolları bakış açısından tanımlanmıştır. Belirli havayolları firmalarından Avrupa'da ve Avrupa'da olmayan havaalanları hakkında değerlendirmeler anket aracılığıyla talep edilmiştir. Çalışmada havaalanlarının göreceli kalite seviyesini belirlemek için kullanılan temel metodolojinin temel bileşen analizi kullanılarak

uyarlanan veri zarflama analizi olduğunu belirtmişlerdir. Analiz edilen Batı-Avrupa havaalanları kümesinden, Cenevre, Milano ve Münih eşit derecede yüksek, göreceli verimlilik puanları almış olup buna karşılık, Charles de Gaulle, Atina ve Manchester verimlilik puanları sıralamasında sürekli düşük görünmüştür.

Barros ve Peypoch (2009) 2000-2005 yılları arasında Avrupa Havayolları Birliği'nin performansını değerlendirmek için Simar ve Wilson (2007) tarafından önerilen yenilikçi iki aşamalı veri zarflama analizi yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemle ilk aşamada havayollarını genel verimliliklerine göre sıralamak için bir veri zarflama analizi modeli, ikinci aşamada ise verimlilik faktörlerini değerlendirmek için bootstrap regresyon yöntemi kullanılmıştır. Regresyonların havayollarının etkinliğinde sırasıyla nüfus ve ağ ittifakı tarafından oynanan rolleri test ettiği belirtilmiş olup yönetimsel amaçlar için çıkarımlar verilmiştir.

Schefczyk (1993) havayollarının uluslararası performansının yayınlanan finansal bilgilerden değerlendirilmelerinin zor olduğunu çünkü çoğu havayolu şirketlerinin uçaklarının önemli bir bölümünü kiraladığı ve farklı ülkelerdeki farklı muhasebe ve vergi kurallarının kiralanan varlıkların kar ve bilanço bilgileri üzerinde farklı etkilere neden olduğunu belirtmiştir. Bu amaçla 15 havayolundan elde edilen verilere dayanarak havayollarının operasyonel performansını analiz etmek ve karşılaştırmak için veri zarflama analizini kullanmıştır. Çalışma havayolu endüstrisinde yüksek karlılık ve performansa sahip stratejik faktörlerin analizi ile sona ermiştir.

Barbot ve ark. (2008) havayollarının verimliliğini ve üretkenliğini veri zarflama analizi ve toplam faktör verimliliği yöntemleri kullanarak analiz etmişler, ayrıca verimlilikteki farklılıkları hesaba katan faktörleri araştırmışlardır. Çalışmada düşük maliyetli taşıyıcıların genel olarak tam hizmet veren taşıyıcılardan daha verimli olduğu ve daha büyük hava yollarının ölçek ekonomisinden dolayı daha verimli olduğu ortaya çıkmış ayrıca belirli rekabet koşullarında işgücünün verimliliği kesin olarak etkileyen tek girdi olduğu ifade edilmiştir.

Scheraga (2004) operasyonel verimliliğin yapısal itici güçlerini ve ayrıca 11 Eylül arifesinde havayollarının mali durumlarını araştırmıştır. Göreceli operasyonel verimliliğin üstün finansal hareketlilik gerektirip gerektirmediğini araştırmak için Kuzey Amerika, Avrupa, Asya ve Orta Doğu'daki 38 havayolundan örnekler kullanılmış olup verimlilik puanlarının elde edilmesinde veri zarflama analizi kullanılmıştır. Çalışma sonucunda nispeten verimli operasyonel stratejiler seçmiş olan havayolları kendilerini finansal hareketlilik konusunda kırılğan pozisyonlarda bulmuş ve bu nedenle 11 Eylül sonrası ortamdaki sonuçlara maruz kalmıştır.

Merkert ve Hensher (2011) 58 havayolu işletmesine ait verimliliğin temel unsurlarını değerlendirmek için iki aşamalı veri zarflama analizini kullanmışlardır. Çalışma sonucunda filolarında büyük ve az sayıda uçak ailesine sahip olan havayollarının verimlilik skorlarının daha yüksek olduğu, havayollarının büyümesinin sadece teknik verimliliğe değil aynı zamanda tahsis ve maliyet verimliliği üzerinde de olumlu bir etkiye sahip olduğu ifade edilmiştir.

Tavassoli ve ark. (2014) havayollarının teknik verimliliğini ve hizmet etkinliğini ölçmek için aylak tabanlı veri zarflama modeli önermiştir. Önerilen model hem taşımacılık hizmetinin depolanamayan özelliğini hem de üretim teknolojilerini birleşik bir çerçevede temsil etmekte olup yolcuların ve yüklerin teknik verimliliği ile hizmet etkinliğini tahmin etmiştir.

Chiou ve Chen (2006) Tayvan'daki bir havayolu firması tarafından işletilen iç hat hava rotalarının performansını maliyet verimliliği, maliyet etkinliği ve hizmet etkinliği açısından değerlendirmek için veri zarflama analizini kullanmışlardır. Çalışmada toplam 15 güzergâh incelenmiş olup regresyon analizinden toplam 7 değişken seçilmiştir. Veri zarflama analizi modelinin sonuçları 10 rotanın nispeten maliyet etkin olduğunu, 4 yolun nispeten servis etkin olduğunu göstermiştir. Verimsiz rotalardaki iyileşmeler aylak değerler esas alınarak önerilmiştir.

Karlaftis (2004) transit ulaşım sistemlerinin performansı ile ölçek ekonomileri yakından ilişkili olsa da genel olarak bu iki konunun transit literatüründe ayrı ayrı incelendiğini belirtmiştir. Bu amaçla çalışmasında transit operasyonlardaki iki

önemli konuyu araştırmak için veri zarflama analizini kullanmıştır. Bunlardan ilki performansın iki temel boyutu olan verimlilik ile etkinlik arasındaki ilişki, diğer ise performans ve ölçek ekonomileri arasındaki ilişkidir. ABD transit sisteminden gelen beş yıllık süre içerisindeki 256 adet verileri kullanarak verimlilik ile etkinlik arasında pozitif ilişki bulmuş ayrıca ölçek ekonomilerinin büyüklüğünün çıktı özelliklerine bağlı olduğunu ifade etmiştir.

Chu ve ark. (1992) bir transit ajansın etkinliği için verimlilik ve tek bir ölçü geliştirmek amacıyla veri zarflama analizini kullanmışlardır. Her bir kriter için tek bir ölçü kullanılarak yapılan bu çalışmanın çoklu oran analizinden daha sağlam bir geçiş performansı üstünlüğü sağladığını ifade etmişlerdir. Veri zarflama modelini biri büyük metropol alanlarına diğeri nispeten küçük şehirlere ve büyük kasabalara hizmet veren iki transit ajansı grubuna uygulamışlardır.

Viton (1998) ABD otobüs ulaşım verimliliğinin azaldığı iddialarını veri zarflama yöntemiyle incelemiştir. Verimlilik hem Russel (statik) hem de Malmquist (dinamik) verimlilik değişiminin ölçüsü ile ölçülmüş olup sonuçlar otobüs ulaşım verimliliğinin 1992-1998 dönemi boyunca bir miktar iyileşmiş olduğunu göstermektedir.

Cowie ve Asenova (1999) İngiltere'deki otobüs ulaştırması sektöründeki özelleştirme sürecinden bu yana mülkiyet yapısındaki değişimi analiz etmiş, ölçeklendirme ve teknik verimliliğin getirilerini ölçmek için veri zarflama analizini kullanmışlardır. Sektörde mevcut durumda özelleştirmeden bu yana ortaya çıkan oligopostik yapıdan dolayı yüksek oranda teknik verimsizlik olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca özel sektöre ait şirketler teknik olarak daha verimli olarak tanımlanmış ancak bunun nedeni önemli ölçüde daha az örgütsel kısıtlamalardan kaynaklandığı belirtilmiştir. Sonuç olarak yüksek verimsizlik seviyesinin mülkiyeti yansıtmayabileceği ve rekabet eksikliğinden ziyade israf rekabetinin göstergesi olabileceği sonucuna varılmıştır.

Karlaftis ve Tsamboulas (2012) çalışmalarında transit sistemlerin performansının ölçümü için üç önemli performans sorusunu tartışmışlardır.

Bunlardan birincisi farklı verimlilik değerlendirme metodolojileri benzer sonuçlar veriyor mu? İkincisi geçiş performansının iki temel boyutu, yani verimlilik ve etkinlik arasındaki ilişki nedir? Üçüncüsü ise örgütsel rejimler (kamu operasyonları, sözleşmeler vb.) ile ilgili bulgular kullanılan metodolojik özelliklere duyarlı mı? Bulgular verimlilik puanlarının ve politika önerilerinin kullanılan modellere duyarlı olduğunu, verimli sistemlerin genellikle etkili olmadığı ya da bunun tersi durumun geçerli olduğunu ve sözleşmelerle düzenlenen sistemlerin kamu sistemlerin daha verimli olduğunu ortaya çıkarmıştır.

Oum ve Yu (1994) devlet müdahalesinin ve sübvansiyonunun işlerinin büyük bölümünü yolcu hizmetlerinden alan demiryollarının verimliliği üzerindeki etkilerini belirlemeye çalışmışlardır. Hem kamu sübvansiyonlarının hem de yönetsel özerklik derecesinin verimlilik üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla 19 OECD ülkesindeki demiryolu verimliliği ölçülmüş ve veri zarflama yöntemi ile analiz edilmiştir. Çalışma sonucunda çıkan bulgular, kamu sübvansiyonlarına bağımlılığı yüksek demiryolu sistemlerinin, sübvansiyonlara daha az bağımlı olan benzer demiryollarından önemli ölçüde az verimli olduğu ve düzenleyici makamlardan yüksek derecede idari özerkliğe sahip olan demiryollarının daha yüksek verim elde etme eğiliminde olduğu şeklindedir.

Yu (2008) hem ulaşım hizmetinin depolanamayan özelliği hem demiryolu şirketleri içindeki teknolojik farklılıkları verimlilik ve etkinlik ölçümlerine dâhil etmek için geleneksel veri zarflama analizi ve ağ veri zarflama analizi kullanarak, 2002 yılında 40 küresel demiryolu grubu için verimlilik ve etkililiği araştırmıştır. Veri zarflama analizi ile elde edilen sonuçların ağ veri zarflama analizi kullanarak elde edilen sonuçlar ile kıyaslanması, performans ölçümlerinin büyüklük bakımından oldukça farklı olduğunu göstermiş ve demiryolu sistemi performansını değerlendirmek için farklı veri zarflama analizi modellerinin kullanılmasıyla bile performansların sıralamasının bozulmadığı ifade edilmiştir.

Graham (2008) kentiçi raylı sistem firmalarının verimliliklerini parametrik ve parametrik olmayan yöntemlerle analiz edip karşılaştırmıştır. Çalışmanın sonucunda

ölçeğe göre getiri tahminlerinin toplam faktör verimliliği ve veri zarflama analizi yöntemlerine göre farklılık göstermesine rağmen, kentiçi raylı sistem firmalarının verimliliğinin sıralamasının genel olarak benzer olduğu ifade edilmiştir.

Kutlar ve ark. (2013) tarafından T.C. Devlet Demiryolları'nın sorumluluğu alanındaki 7 bölgenin 2000-2010 yılları arasındaki etkinlik skorlarını incelemiş daha sonra ise Malmquist endeksi kullanılarak toplam faktör verimlilikleri hesaplanmıştır. Çalışmada 4 girdi ve 2 çıktı üzerine yapılmış yapılan ölçeğe göre sabit getirili modelde İzmir ile Sivas'ın en düşük verimliliğe, ölçeğe göre değişken getirili modelde ise Sivas ve Adana'nın en düşük verimliliğe sahip olduğu buna karşın Haydarpaşa ve Ankara'da ise tüm dönemler boyunca sürekli etkinliğe sahip olduğu görülmüştür.

Cantos ve ark. (1999) Avrupa demiryollarındaki verimliliğin 1970 ile 1990 yılları arasındaki gelişimini veri zarflama yöntemiyle incelemişlerdir. Çalışmanın sonuçları verimlilik artışının 1985-1990 yılları arasında yoğunlaştığını göstermekte olup bunun nedeninin temel olarak teknik gelişmelerden kaynaklandığı belirtilmiştir. Ayrıca çalışmada demiryollarındaki verimliliği ve teknik değişimi etkileyen faktörler de analiz edilmiş olup, özerklik ve finansal bağımsızlık ne kadar yüksekse verimlilik düzeylerinin ve teknik değişimin o kadar yüksek olduğu görülmüştür.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

Çalışma Karayolları Genel Müdürlüğü bünyesinde bulunan 17 adet bölge müdürlüğündeki trafik güvenliği kapsamında yapılan bakım-onarım faaliyetleri hakkında bilgi vermiştir. Bu kapsamda bölge müdürlüklerine ait 2013-2017 yıllarına ait verilerden yararlanılmıştır. Analiz kapsamında kullanılan veriler anılan genel müdürlüğe ait yayınlanan bakım-onarım istatistiklerinden ve kurum ile yapılan görüşmelerden elde edilmiş olup aşağıdaki gibidir:

- Personel sayısı (kişi)
- Personel gideri (TL)
- Malzeme gideri (TL)
- İhaleli giderler (TL)
- Yatay işaretleme (m²)
- Düşey işaretleme (m²)
- Oto Korkuluk, Telçit Uzunluğu (km)
- Sinyalizasyon ve Kaza Kara Noktası (KKN) İyileştirme (adet)

Veri zarflama analizi modelleri ölçüğe göre sabit ve değişken getiri durumları dikkate alınarak analiz yapılabilmekte ve girdi yönelimli ile çıktı yönelimli olarak farklılaşabilmektedir. Girdi yönelimli modeller herhangi bir çıktı düzeyinde etkin olmayan karar birimlerinin etkin olması için girdilerde ne kadarlık bir azaltma yapılması gerektiğini belirten modeller iken çıktı yönelimli modeller herhangi bir girdi bileşimi düzeyinde etkin olmayan karar birimlerinin etkin hale gelmesi için çıktılarının ne kadar artırılması gerektiğini belirten modellerdir (Kutlar & Bakırcı, 2018). Bu çalışma girdi yönelimli veri zarflama analizi modeli kullanılarak yapılmıştır.

Veri zarflama analizi modelinin çözümünde Win4Deap2 programı kullanılmıştır. Win4Deap2 programı veri zarflama analizinde gerekli sayısal hesaplamaları yapan Win4Deap programının geliştirilmiş bir versiyonu olup, Win4Deap programında yapılamayan, uygulamaya veri girmek için bir elektronik tablo formatı sağlar ve analiz için gerekli talimat ve veri dosyalarını yazar.

3.2. Metot

3.2.1. Veri Zarflama Analizi

Veri zarflama analizi banka şubeleri, hastaneler, fabrikalar, müşteri hizmetleri servisleri gibi benzer hizmet veya ürün sağlayan ve benzer kaynakları kullanan karar verme birimlerinin etkinliğini değerlendirmek ve bunları karşılaştırmak için kullanılmaktadır. Veri zarflama analizi karar verme birimleri arasındaki en etkin uygulamalar ile etkin olmayan uygulamaları nesnel bir şekilde belirleme imkânı sunmaktadır. Etkin olmayan bir karar verme birimi, mevcut çıktılarının miktarını, karışımını ve kalitesini etkin karar verme birimlerindeki en iyi uygulamalara kıyasla daha az kaynakla üretebilecek bir birim olarak tanımlanabilmektedir. Veri zarflama analizi ile aşağıdaki durumlar Sherman (1992) tarafından belirlenmiştir:

- “En iyi uygulamalar, karar verme birimleri arasındaki en etkin gruplar”
- “Etkin karar verme birimlerine kıyasla etkin olmayan karar verme birimleri”
- “Etkin olmayan her bir karar verme birimi tarafından kullanılan fazla girdi miktarı”
- “Etkin olmayan karar verme birimlerinde ekstra girdi kullanmadan mevcut çıktıları artırma kapasitesi yeteneği”

Yukarıda verilen bilgiler verimsiz karar verme birimlerinin en iyi uygulama birimlerinin verimlilik seviyesine ulaşmak için yapılabilecek kaynak tasarrufunu

miktarını ya da potansiyel olarak artırılabilir çıkıtları nesnel olarak göstermektedir. Veri zarflama analizi bu bilgileri, benzer çıktı kümesi sağlayan karar verme birimleri tarafından kullanılan girdi verileri ile elde edilen çıktı verilerini eş zamanlı olarak karşılaştırarak elde etmektedir. Yöntem doğrudan çoklu girdi ve çoklu çıkıtları kapsama aldığında dolayı sonuçların hassaslığı çıkıtların karmaşıklığına bağlı olabilmektedir. Yöntem sayesinde her çıktı ve girdi kendi doğal birimlerinde, ortak bir birime dönüştürülmesine ihtiyaç duyulmadan, kullanılabilir (Sherman, 1992).

3.2.1.1. Veri Zarflama Analizinde Kavramlar

Veri zarflama analizi literatüründe en çok karşılaşılan terimler aşağıdaki gibidir:

Karar Verme Birimi: Benzer girdileri kullanarak benzer çıkıtlar üreten birimlere verilen isim olup kısaca KVB olarak adlandırılır. Bu birimler kurum, şirket, fabrika, hastane, market zinciri vs. olabilmektedir.

Etkinlik Sınırı: Girdi-çıkıtlı bileşiminde en iyi performansı gösteren KVB'lerden oluşan sınırdır. KVB'lerden sınırı belirleyenler %100 etkinliğe sahip olurken, etkin olmayan herhangi bir bu etkinliğin altında bir etkinlik değerine sahip olmaktadır.

Referans Kümesi: Etkinlik analizi sonucunda etkin olmayan KVB'lerin etkin hale gelebilmesi için ölçüt alınan etkin karar verme birimleridir. Bu etkin karar verme birimlerinin oluşturduğu kümeye referans kümesi adı verilmektedir (Budak, 2011).

Ölçeğe Göre Sabit Getiri: Etkinlik analizi yapılacak karar verme birimine ait girdideki artış miktarının çıktıdaki artış miktarına eşit olması durumudur.

Ölçeğe Göre Değişken Getiri: Etkinlik analizi yapılacak karar verme birimine ait girdideki artış miktarının çıktıdaki artış miktarına eşit olmaması durumudur. Bu artış miktarı girdi miktarına göre daha fazla veya daha az olabilir.

Girdiler: Karar verme birimi tarafından hedeflenen çıktıyı üretmek için kullanılan herhangi bir kaynağa verilen isimdir. Girdiler kontrol edilebilir ya da edilmeyebilir.

Girdi Minimizasyonu: Hedeflenen çıktıları üretmek amacıyla kullanılan girdi miktarlarını en küçükleme çalışan analizlere denir.

Çıktılar: Kaynakların belirlenen amaç doğrultusunda ve süreç boyunca tüketimi sonucu oluşan fiziksel ürünlere ya da servislere verilen isimdir.

Çıktı Maksimizasyonu: Kullanılan girdi miktarıyla çıktı miktarını en büyükleme çalışan analizlere verilen isimdir.

Bolluk: Üretim çıktısının az ya da kaynak kullanım miktarının fazla olduğunu gösteren durumdur. Bu durum etkin olmayan karar verme biriminin etkin hale gelebilmesi amacıyla girdilerde ya da çıktılarda yapılması gereken iyileştirme miktarını göstermektedir (Ulutaş, 2006).

3.2.1.2. Temel Veri Zarflama Analizi Modelleri

3.2.1.2.(1). Charnes-Cooper-Rhodes (CCR) Modeli

Charnes, Cooper ve Rhodes tarafından 1978 yılında önerilen CCR modeli veri zarflama analizi modelinin gelişimine katkı sağlayan ilk basamak olup bu modele göre her bir KVB için sanal girdi ve çıktılar, ağırlıklar altında (v_i ve u_r) Kutlar ve Bakırcı (2018) tarafından aşağıdaki gibi öne sürülmüştür (Kutlar & Bakırcı, 2018).

$$\text{Sanal girdi} = v_1x_{10} + \dots + v_mx_{m0} \quad (3.1)$$

$$\text{Sanal çıktı} = u_1y_{10} + \dots + u_sy_{s0} \quad (3.2)$$

Sanal çıktı / sanal girdi oranını maksimize edecek şekilde ağırlıkların belirlenmesine çalışılan CCR modelinde, doğrusal programlama kullanılmakta olup girdi ve çıktıların Kutlar ve Bakırcı (2018) tarafından aşağıdaki şartlar altında belirlendiği ifade edilmektedir (Kutlar & Bakırcı, 2018).

1. “Her bir girdi ve çıktı için rakamsal veri mevcuttur ve bu verilerin tüm KVB’ler için pozitif olduğu varsayılmaktadır.”
2. “KVB, girdi ve çıktıların seçimi, analizcinin ilgi alanına göre nispi etkinliği etkileyebileceği düşünülen bir küme oluşturacak şekilde yapılmalıdır.”
3. “Farklı girdi ve çıktıların birimleri birbirleriyle uyumlu olmak zorunda değildir. Girdi ve çıktıların birimleri insan sayısı, harcanan para, yüzölçümü gibi farklı olabilirler.”

Kutlar ve Bakırcı (2018) tarafından modelin kesirli programlama yaklaşımı aşağıdaki gibi öne sürülmektedir:

“N adet KVB’nin girdi ve çıktı verilerinden oluşan bir örneklem kümesi içerisinde her bir KVB’nin nispi etkinliğini ölçmek n tane optimizasyon modeli çözmeyi gerektirmektedir. Herhangi bir optimizasyondaki etkinliği ölçülmek istenen KVB_j’ye genel olarak KVB₀ diyelim. Bu durumda o, {1,2,...,n} kümesinin bir elemanıdır. Aşağıdaki kesirsel programlama modeli, girdi ağırlıklarını (v_i), ($i=1, \dots, m$) ve çıktı ağırlıklarını (u_r), ($r=1, \dots, s$) değişken olarak alır ve ağırlıklarını hesaplar (Kutlar & Bakırcı, 2018);

Model (FP₀);

$$\text{maks } \theta = \frac{u_1 y_{10} + u_2 y_{20} + \dots + u_s y_{s0}}{v_1 x_{10} + v_2 x_{20} + \dots + v_m x_{m0}} \quad (3.3)$$

Aşağıdaki kısıtlar altında:

$$1- \frac{u_1 y_{1j} + u_2 y_{2j} + \dots + u_s y_{sj}}{v_1 x_{1j} + v_2 x_{2j} + \dots + v_m x_{mj}} \leq 1 \quad (j=1, \dots, n)$$

$$2- v_1, v_2, \dots, v_m \geq 0$$

$$3- u_1, u_2, \dots, u_s \geq 0$$

Modeldeki kısıtlar her bir KVB için “sanal çıktının” “sana girdiye” oranının 1’i geçmemesi gerektiğini belirtmektedir. Modelin amaç fonksiyonu, KVB₀ için olan etkinlik oranını maksimize edecek olan v_i ve u_r ağırlıklarını elde etmektir. Kısıtlardan elde edilecek önemli bir çıkarım, optimal amaç değeri θ ’ın en fazla 1 değerini alabileceğidir. Bu modelde tüm girdi ve çıktı ağırlıklarının negatif olmayan değerlere sahip olduğu varsayılmaktadır” (Kutlar & Bakırcı, 2018).

Yukarıdaki kesirsel programlama modelinin eşdeğeri, Kutlar ve Bakırcı (2018) tarafından aşağıdaki doğrusal programlama modeli olarak ifade edilmiştir (Kutlar & Bakırcı, 2018):

“Model (LP₀);

$$\text{maks } \theta = \mu_1 y_{10} + \dots + \mu_s y_{s0} \quad (3.4)$$

Aşağıdaki kısıtlar altında:

$$1- v_1 x_{10} + \dots + v_m x_{m0} = 1$$

$$2- \mu_1 y_{1j} + \dots + \mu_s y_{sj} \leq v_1 x_{1j} + \dots + v_m x_{mj}$$

$$3- v_1, v_2, \dots, v_m \geq 0$$

$$4- \mu_1, \mu_2, \dots, \mu_s \geq 0$$

LP₀’ın optimal çözüm kümesi ($v=v^*$, $u=u^*$) ve optimal amaç değeri θ^* ise, aynı zamanda FP₀’ın optimal çözüm kümesi de ($v=v^*$, $u=u^*$) ve amaç değeri θ^* ’dir. Bu şekilde hesaplanan etkinlik değerleri, girdi ve çıktıların birimlerinden bağımsızdır” (Kutlar & Bakırcı, 2018).

3.2.1.2.(1).(a). Girdiye Yönelik CCR Modelleri

Oransal model, veri zarflama modelinin temelini oluşturmakta olup bu model ağırlıklı ve zarflama modelleri ile geliştirilmiştir.

Oransal modelin matematiksel formülasyonunun Depren (2008) tarafından denklem (3.5)'teki gibi gösterilmekte olup formülasyonların tamamında p'nin çıktı sayısını, m'nin ise girdi sayısını gösterdiği Depren (2008) tarafından ifade edilmiştir (Depren, 2008):

$$E_k = \text{Maks} \frac{(\sum_{r=1}^p u_r Y_{rk})}{(\sum_{i=1}^m v_i X_{ik})} \quad (3.5)$$

Aşağıdaki kısıtlar altında:

$$\frac{(\sum_{r=1}^p u_r Y_{rj})}{(\sum_{i=1}^m v_i X_{ij})} \leq 1$$

$$u_r \geq \varepsilon$$

$$v_i \geq \varepsilon$$

$$j = 1, \dots, n$$

$$r = 1, \dots, p$$

$$i = 1, \dots, m$$

Burada;

u_r = k. karar birimine ait r. çıktıya verilen ağırlık,

v_i = k. karar birimine ait i. girdiye verilen ağırlık,

Y_{rk} = k. karar birimine ait r. çıktı,

X_{ik} = k. karar birimine ait i. girdi,

Y_{rj} = j. karar birimine ait r. çıktı,

X_{ij} = j. karar birimine ait i. girdi,

ε = Oldukça küçük pozitif bir sayı olarak ifade edilmektedir.

(3.5)'teki denklemin çözülmesi sonucu elde edilen E_k değerleri görelî etkinlik ölçüleri olup bu oranın 1 olması durumunda analizi yapılan KVB'nin etkin olduğu, 1'den küçük olması durumunda da etkin olmadığı söylenebilmektedir (Depren, 2008).

Girdiye yönelik ağırlıklı CCR modeli, oransal veri zarflama analizinin doğrusal programlamaya dönüştürülmüş şekli olup bu model ile hesaplamalarda kolaylık sağlanması amaçlanmıştır. Doğrusal programlamada amaç fonksiyonunun paydalı şekilde olmadığı bu sebeple amaç fonksiyonunun paydasının 1'e eşitlendiği ve bu eşitliğin modele kısıt olarak yazıldığı Depren (2008) tarafından belirtilmekte ve modeli aşağıdaki şekilde göstermektedir (Depren, 2008).

$$E_k = \text{Maks} \left(\sum_{r=1}^p u_r Y_{rk} \right) \quad (3.6)$$

Aşağıdaki kısıtlar altında:

$$\left(\sum_{r=1}^p v_i X_{ik} \right) = 1$$

$$\left(\sum_{r=1}^p u_r Y_{rj} \right) - \left(\sum_{i=1}^m v_i X_{ij} \right) \leq 0$$

$$u_r \geq \varepsilon$$

$$v_i \geq \varepsilon$$

$$j = 1, \dots, n$$

$$r = 1, \dots, p$$

$$i = 1, \dots, m$$

Burada;

$u_r = k$. karar birimine ait r . çıktıya verilen ağırlık,

$v_i = k$. karar birimine ait i . girdiye verilen ağırlık,

$Y_{rk} = k$. karar birimine ait r . çıktı,

$X_{ik} = k$. karar birimine ait i . girdi,

$Y_{rj} = j$. karar birimine ait r . çıktı,

$X_{ij} = j$. karar birimine ait i . girdi,

$\varepsilon =$ Oldukça küçük pozitif bir sayı olarak ifade edilmektedir.

Model sonucu elde edilen E_k değerleri görelî etkinlik ölçüleri olup bu oranın 1 olması durumunda analizi yapılan KVB'nin etkin olduğu, 1'den küçük olması durumunda da etkin olmadığı söylenebilmektedir (Depren, 2008).

Zarflama modeli ile incelenen KVB'nin girdi çıktı veya her ikisinin ne oranda kullanılmadığı görülebilmekte olduğu ve bu model ağırlıklı CCR modelinin duali olduğu Depren (2008) tarafından ifade edilmektedir (Depren, 2008).

Bu modelin matematiksel formülasyonu Depren (2008) tarafından (3.7)'deki gibi gösterilmiştir:

$$E_k = \text{Min } \alpha - \varepsilon \left(\sum_{i=1}^m s_i^- \right) - \varepsilon \left(\sum_{r=1}^p s_r^+ \right) \quad (3.7)$$

Aşağıdaki kısıtlar altında:

$$\left(\sum_{j=1}^n X_{ij} \lambda_j + s_i^- - \alpha X_{ik} \right) = 0$$

$$\left(\sum_{j=1}^n Y_{ij} \lambda_j - s_i^+ - Y_{rk} \right) = 0$$

$$\lambda_j \geq 0$$

$$s_i^- \geq 0$$

$$s_i^+ \geq 0$$

$$j = 1, \dots, n$$

$$r = 1, \dots, p$$

$$i = 1, \dots, m$$

Burada;

α : Göreli etkinliği ölçülen k karar biriminin girdilerinin ne kadar azaltılabileceğini belirleyen katsayı,

Y_{rk} = k. karar birimine ait r. çıktı,

X_{ik} = k. karar birimine ait i. girdi,

Y_{rj} = j. karar birimine ait r. çıktı,

X_{ij} = j. karar birimine ait i. girdi,

λ_j = j. Karar verme birimine ait yoğunluk değeri,

s_i^- = k. karar biriminin i. değerinin sahip olduğu atıl değer,

s_r^+ = k. karar biriminin r. değerinin sahip olduğu atıl değer,

ε = Oldukça küçük pozitif bir sayı olarak ifade edilmektedir.

Karar biriminin etkin olması durumunda göreli etkinlik ölçümü E_k 1'e eşit olmakta ve girdi-çıkıtı vektörlerinde herhangi bir değişiklik yapılmamaktadır. ($\alpha = 1$, $s^- = 0$, $s^+ = 0$). Ayrıca, karar verme birimlerinin kendi referans kümesindeki (RK) yine kendisi bulunmakta ve λ_k 1'e eşit olmaktadır. Etkin olmayan karar verme birimlerinde etkinlik ölçütünü belirleyen α 1'den küçük olmaktadır (Depren, 2008).

Etkin olmayan karar biriminin referans kümesinde bulunan karar birimlerinin oluşturduğu kuramsal birim (3.8)'deki gibi Depren (2008) tarafından aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır (Depren, 2008).

$$X^{KB} = \left(\sum_{j=1}^n X_{ij} \lambda_j \right) \quad Y^{KB} = \left(\sum_{j=1}^n Y_{ij} \lambda_j \right) \quad (3.8)$$

Kuramsal birim zarflama modelinin çözüm kümesindeki diğer değişkenlerden yararlanılarak da hesaplanabildiği ifade edilmiştir (Depren, 2008).

$$X^{KB} = \alpha X^K - s_i^- \quad Y^{KB} = Y^K + s_i^+ \quad (3.9)$$

3.2.1.2.(1).(b). Çıktıya Yönelik CCR Modelleri

Belirli bir girdi bileşimiyle mümkün olan çıktı bileşiminin en fazla ne kadar olacağını analizinde kullanılan çıktıya yönelik CCR modelleri, girdiye yönelik modeller gibi oransal model, ağırlıklandırılmış model ve zarflama modeli olarak 3 grup altında incelenebilmektedir.

Çıktıya yönelik oransal model girdiye yönelik oransal modelin tam tersi olduğu ve girdiye yönelik modelin tersi düşünüldüğünde Depren (2008) tarafından formülasyon (3.10)'daki gibi olduğu ileri sürülmektedir (Depren, 2008).

$$E_k = \text{Min} \frac{\left(\sum_{i=1}^m v_i X_{ik} \right)}{\left(\sum_{r=1}^p u_r Y_{rk} \right)} \quad (3.10)$$

Aşağıdaki kısıtlar altında:

$$\frac{\left(\sum_{i=1}^m v_i X_{ij} \right)}{\left(\sum_{r=1}^p u_r Y_{rj} \right)} \geq 1$$

$$u_r \geq \varepsilon$$

$$v_i \geq \varepsilon$$

$$j = 1, \dots, n$$

$$r = 1, \dots, p$$

$$i = 1, \dots, m$$

Burada;

u_r = k. karar birimine ait r. çıktıya verilen ağırlık,

v_i = k. karar birimine ait i. girdiye verilen ağırlık,

Y_{rk} = k. karar birimine ait r. çıktı,

X_{ik} = k. karar birimine ait i. girdi,

Y_{rj} = j. karar birimine ait r. çıktı,

X_{ij} = j. karar birimine ait i. girdi,

ε = Oldukça küçük pozitif bir sayı olarak ifade edilmektedir.

Bu modelde amaç fonksiyonu olan E_k 'nin alabileceği en küçük değer 1 olmakta, bu değer 1'e eşit olması halinde k karar biriminin etkin olduğu, 1'den büyük olması halinde ise k karar verme biriminin etkin olmadığına sonucuna varıldığı ifade edilmektedir (Depren, 2008).

Oransal modelin doğrusal programlama modeli hali olan ağırlıklı CCR modelinin formülasyonu Depren (2008) tarafından (3.11)'deki gibi ifade edilmiştir (Depren, 2008):

$$E_k = \text{Min} \left(\sum_{i=1}^m v_{ik} X_{ik} \right) \quad (3.11)$$

Aşağıdaki kısıtlar altında:

$$\left(\sum_{r=1}^p u_r Y_{rk} \right) = 1$$

$$\left(\sum_{r=1}^p u_r Y_{rj} \right) - \left(\sum_{i=1}^m v_i X_{ij} \right) \leq 0$$

$$u_r \geq \varepsilon$$

$$v_i \geq \varepsilon$$

$$j = 1, \dots, n$$

$$r = 1, \dots, p$$

$$i = 1, \dots, m$$

Burada;

$u_r = k$. karar birimine ait r . çıktıya verilen ağırlık,

$v_i = k$. karar birimine ait i . girdiye verilen ağırlık,

$Y_{rk} = k$. karar birimine ait r . çıktı,

$X_{ik} = k$. karar birimine ait i . girdi,

$Y_{rj} = j$. karar birimine ait r . çıktı,

$X_{ij} = j$. karar birimine ait i . girdi,

$\varepsilon =$ Oldukça küçük pozitif bir sayı olarak ifade edilmektedir.

Ağırlıklı modelde de amaç fonksiyonu olan E_k 'nin alabileceği en küçük değer oransal modeldekine benzer şekilde 1'dir ve bu değer 1'e eşit olması halinde k karar biriminin etkin olduğu, 1'den büyük olması halinde ise k karar verme biriminin etkin olmadığı sonucuna varıldığı ifade edilmektedir (Depren, 2008).

Geliştirilen zarflama modeli sayesinde etkin olmayan karar verme birimlerinin hangi girdi ve çıktıların atıl bırakıldığı ve etkin hale gelebilmek için referans almaları gereken karar birimleri kolayca bulunabilmektedir. Modelin

formülasyonu Depren (2008) tarafından (3.12)'deki gibi ifade edilmiştir (Depren, 2008).

$$E_k = \text{Max } \beta + \varepsilon \left(\sum_{i=1}^m s_i^- \right) + \varepsilon \left(\sum_{r=1}^p s_r^+ \right) \quad (3.12)$$

Aşağıdaki kısıtlar altında:

$$\left(\sum_{j=1}^n X_{ij} \lambda_j + s_i^- - X_{ik} \right) = 0$$

$$\left(\sum_{j=1}^n Y_{rj} \lambda_j - s_r^+ - \beta Y_{rk} \right) = 0$$

$$\lambda_{ij} \geq 0$$

$$s_i^- \geq 0$$

$$s_r^+ \geq 0$$

$$j = 1, \dots, n$$

$$r = 1, \dots, p$$

$$i = 1, \dots, m$$

Burada;

β : Görelî etkinliği ölçülen k karar biriminin çıktılarında ne kadarlık bir artış yapılabileceğini belirten genişleme katsayısı,

Y_{rk} = k. karar birimine ait r. çıktı,

X_{ik} = k. karar birimine ait i. girdi,

Y_{rj} = j. karar birimine ait r. çıktı,

- X_{ij} = j. karar birimine ait i. girdi,
 λ_j = j. Karar verme birimine ait yoğunluk değeri,
 s_i^- = k. karar biriminin i. değerinin sahip olduğu atıl değer,
 s_i^+ = k. karar biriminin r. değerinin sahip olduğu atıl değer,
 ε = Oldukça küçük pozitif bir sayı olarak ifade edilmektedir.

İncelenen karar verme biriminin etkin olduğu durumlarda görelî etkinlik ölçütü E_k 1'e eşit olmakta etkin olmaması durumunda ise 1'den büyük olmaktadır. Ayrıca, etkin olan karar birimlerinin referans kümesinde yine kendileri yer almakta olup ölçülen karar verme birimi etkin değilse etkinlik ölçütünü belirleyen Beta katsayısı 1'den büyük olmaktadır (Depren, 2008).

Etkin olmayan karar verme birimlerinin referans kümesinde yer alan birimlerin oluşturduğu kuramsal birim Depren (2008) tarafından (3.13)'deki gibi hesaplanmıştır (Depren, 2008).

$$X^{KB} = \left(\sum_{j=1}^n X_{ij} \lambda_j \right) \quad Y^{KB} = \left(\sum_{j=1}^n Y_{ij} \lambda_j \right) \quad (3.13)$$

Kuramsal birim zarflama modelinin çözüm kümesindeki diğer değişkenlerden yararlanılarak daha başka şekilde de hesaplanabildiği Depren (2008) tarafından ifade edilmiştir (Depren, 2008).

$$X^{KB} = X^K - s_i^- \quad Y^{KB} = \beta Y^K + s_i^+ \quad (3.14)$$

3.2.1.2.(2). Banker, Charnes Cooper (BCC) Modeli

BCC modelinde üretim üst sınırı, var olan KVB'lerin oluşturduğu "içbükey zarf" tarafından belirlenmekte olup üretim üst sınırı Şekil 3.1'deki gibi parçalı doğrusal bir yapı sergilemektedir. Bu özelliğinden dolayı üretim üst sınırı "Ölçeğe

$$X = (x_j) \in \mathbb{R}^{m \times n} \quad Y = (y_j) \in \mathbb{R}^{s \times n} \quad \lambda \in \mathbb{R}^n$$

Burada;

e ; bütün elemanları 1'e eşit olan bir sıra vektörünü ifade etmektedir.

Yukarıdaki ifadeye göre BCC, modelini CCR modelinden ayıran tek fark,

$$e\lambda = \lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_n = 1$$

kısıtının modele eklenmiş olmasıdır. Bu kısıt, $\lambda_j \geq 0$ şartı ile birlikte, n tane KVB'nin farklı kombinasyonlarının, ancak içbükey bir etkinlik üst sınır çizgisi kapsamında gerçekleşmesini mümkün kılmakta olduğu Kutlar ve Bakırcı (2018) tarafından ifade edilmiştir (Kutlar & Bakırcı, 2018).

3.2.1.2.(2).(a). Girdiye Yönelik BCC Modelleri

Girdiye yönelik ağırlıklı BCC modelinin matematiksel formülasyonu denklem (3.16)'daki gibi olduğu ve formülasyonların tamamında p'nin çıktı sayısını, m'nin ise girdi sayısını gösterdiği Depren (2008) tarafından belirtilmiştir (Depren, 2008):

$$E_k = \text{Min } \alpha - \varepsilon \left(\sum_{i=1}^m s_i^- \right) - \varepsilon \left(\sum_{r=1}^p s_r^+ \right) \quad (3.16)$$

Aşağıdaki kısıtlar altında;

$$\left(\sum_{j=1}^n X_{ij} \lambda_j + s_i^- - \alpha X_{ik} \right) = 0$$

$$\left(\sum_{j=1}^n Y_{rj} \lambda_j - s_r^+ - Y_{rk} \right) = 0$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$$

$$\lambda_j \geq 0$$

$$s_i^- \geq 0$$

$$s_i^+ \geq 0$$

$$j = 1, \dots, n$$

$$r = 1, \dots, p$$

$$i = 1, \dots, m$$

Burada;

α : Göreli etkinliği ölçülen k karar birimine ait girdilerin ne kadar azaltılabileceğini belirleyen katsayı,

Y_{rk} = k. karar birimine ait r. çıktı,

X_{ik} = k. karar birimine ait i. girdi,

Y_{rj} = j. karar birimine ait r. çıktı,

X_{ij} = j. karar birimine ait i. girdi,

λ_j = j. Karar verme birimine ait yoğunluk değeri,

s_i^- = k. karar biriminin i. değerinin sahip olduğu atıl değer,

s_r^+ = k. karar biriminin r. değerinin sahip olduğu atıl değer,

ε = Oldukça küçük pozitif bir sayı olarak ifade edilmektedir.

Bu modelin çözülmesi sonucunda söz konusu karar birimi etkin ise göreli etkinlik ölçütü olan E_k 1'e eşit olur ve girdi girdi ve çıktı vektörlerinde herhangi bir değişiklik yapılmasına gerek duyulmamaktır ($\alpha=1$, $s_i^-=0$, $s_r^+=0$). Ayrıca, karar verme birimine ait referans kümesinde (RK) yine karar verme biriminin kendisi bulunmaktadır ve λ_k 1'e eşit olmaktadır. Ölçülen karar birimi etkin olmaması

durumunda etkinlik ölçütünü belirleyen α katsayısı 1'den küçük olmaktadır (Depren, 2008).

Girdiye yönelik BCC zarflama modelinin matematiksel formülasyonu Depren (2008) tarafından (3.17)'deki gibi ifade edilmiştir (Depren, 2008).

$$E_k = \text{Maks} \left(\sum_{r=1}^p u_r Y_{rk} \right) - u_0 \quad (3.17)$$

Aşağıdaki kısıtlar altında;

$$\left(\sum_{i=1}^m v_i X_{ik} \right) = 1$$

$$\left(\sum_{r=1}^p u_r Y_{rj} \right) - \left(\sum_{i=1}^m v_i X_{ij} \right) - u_0 \leq 0$$

$$u_r \geq \varepsilon$$

$$v_i \geq \varepsilon$$

$$j = 1, \dots, n$$

$$r = 1, \dots, p$$

$$i = 1, \dots, m$$

$$u_0 : \text{Kısıtsız}$$

Burada;

$u_r = k$. karar birimine ait r . çıktıya verilen ağırlık,

$v_i = k$. karar birimine ait i . girdiye verilen ağırlık,

$Y_{rk} = k$. karar birimine ait r . çıktı,

$X_{ik} = k$. karar birimine ait i . girdi,

Y_{ij} = j. karar birimine ait r. çıktı,

X_{ij} = j. karar birimine ait i. girdi,

λ_j = j. Karar verme birimine ait yoğunluk değeri,

ε = Oldukça küçük pozitif bir sayı olarak ifade edilmektedir.

u_0 = Ölçeğe göre getirinin yönüne ait değişken olarak tanımlanmaktadır.

CCR modeline oldukça benzeyen BCC modelinin tek farkı u_0 bulunmakta olup bu modelin çözümü sonrasında amaç fonksiyonunun E_k 1'e eşit olması durumunda analiz edilen karar biriminin etkin olduğu, 1'den küçük olması durumunda ise o karar biriminin etkin olmadığı ifade edilebilmektedir (Depren, 2008).

Etkin olmayan karar biriminin referans kümesinde bulunan karar birimlerinin oluşturduğu birim CCR modeline benzer şekilde Depren (2008) tarafından (3.18)'deki gibi gösterilmiştir (Depren, 2008).

$$\begin{aligned} X^{KB} &= \left(\sum_{j=1}^n X_{ij} \lambda_j \right) & Y^{KB} &= \left(\sum_{j=1}^n Y_{ij} \lambda_j \right) & (3.18) \\ X^{KB} &= \alpha X^K - s_i^- & Y^{KB} &= Y^K + s_i^+ \end{aligned}$$

3.2.1.2.(2).(b). Çıktıya Yönelik BCC Modelleri

Çıktıya yönelik ağırlıklı BCC modeline ait matematiksel formülasyon Depren (2008) tarafında denklem (3.19)'daki gibi gösterilmiş olup formülasyonların tamamında daha önceden olduğu gibi p çıktı sayısını, m ise girdi sayısını ifade etmektedir (Depren, 2008):

$$E_k = \text{Maks } \beta + \varepsilon \left(\sum_{i=1}^m s_i^- \right) + \varepsilon \left(\sum_{r=1}^p s_r^+ \right) \quad (3.19)$$

Aşağıdaki kısıtlar altında:

$$\left(\sum_{j=1}^n X_{ij} \lambda_j + s_i^- + X_{ik} \right) = 0$$

$$\left(\sum_{j=1}^n Y_{rj} \lambda_j - s_r^+ - \beta Y_{rk} \right) = 0$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$$

$$\lambda_{ij} \geq 0$$

$$s_i^- \geq 0$$

$$s_r^+ \geq 0$$

$$j = 1, \dots, n$$

$$r = 1, \dots, p$$

$$i = 1, \dots, m$$

Burada;

β : Görelî etkinliği ölçülen k karar birimine ait girdilerin ne kadar artırılabilceğini belirleyen katsayı,

Y_{rk} = k. karar birimine ait r. çıktı,

X_{ik} = k. karar birimine ait i. girdi,

Y_{rj} = j. karar birimine ait r. çıktı,

X_{ij} = j. karar birimine ait i. girdi,

λ_j = j. Karar verme birimine ait yoğunluk değeri,

s_i^- = k. karar birimine ait i. değerin sahip olduğu atıl değeri,

s_r^+ = k. karar birimine ait r. değerin sahip olduğu atıl değeri,

ϵ = Oldukça küçük pozitif bir sayı olarak ifade edilmektedir.

Karar verme biriminin etkin olduğu durumlarda göreceli etkinlik ölçümü E_k 1'e eşit olmakta etkin olmayan karar birimlerinin etkinlik değeri ise 1'den büyük olmaktadır. Buna ek olarak ölçülen karar birimi etkin olmadığı durumlarda da etkinlik ölçütünü belirleyen β genişleme katsayısı 1'den büyük olmaktadır (Depren, 2008).

Çıktıya yönelik BCC zarflama modelinin matematiksel formülasyonu Depren (2008) tarafından denklem (3.20)'deki gibi ifade edilmiştir (Depren, 2008).

$$E_k = \text{Min} \left(\sum_{i=1}^m v_i X_{ik} \right) - \rho_0 \quad (3.20)$$

Aşağıdaki kısıtlar altında:

$$\left(\sum_{r=1}^p u_r Y_{rk} \right) = 1$$

$$\left(\sum_{r=1}^p u_r Y_{rj} \right) - \left(\sum_{i=1}^m v_i X_{ij} \right) + \rho_0 \leq 0$$

$$u_r \geq \varepsilon$$

$$v_i \geq \varepsilon$$

$$j = 1, \dots, n$$

$$r = 1, \dots, p$$

$$i = 1, \dots, m$$

$$\rho_0 : \text{Kısıtsız}$$

Burada;

u_r = k. karar birimine ait r. çıktıya verilen ağırlık,

- $v_i = k$. karar birimine ait i . girdiye verilen ağırlık,
 $Y_{rk} = k$. karar birimine ait r . çıktı,
 $X_{ik} = k$. karar birimine ait i . girdi,
 $Y_{rj} = j$. karar birimine ait r . çıktı,
 $X_{ij} = j$. karar birimine ait i . girdi,
 $\lambda_j = j$. Karar verme birimine ait yoğunluk değeri,
 $\varepsilon =$ Oldukça küçük pozitif bir sayı olarak ifade edilmektedir.
 $\rho_0 =$ Ölçeğe göre getirinin yönü ile ilgili değişken olarak tanımlanmaktadır.

Amaç fonksiyonunda E_k 'nin alacağı en küçük değer 1 olup E_k 'nin 1'e eşit olması, k karar biriminin etkin olduğu 1'den büyük olması da etkin olmadığı anlamına gelmektedir (Depren, 2008)

Etkin olmayan karar biriminin referans kümesinde yer alan karar verme birimlerinin oluşturduğu birim CCR modeline benzer şekilde Depren (2008) tarafından (3.21)'de hesaplanmaktadır (Depren, 2008).

$$\begin{aligned}
 X^{KB} &= \left(\sum_{j=1}^n X_{ij} \lambda_j \right) & Y^{KB} &= \left(\sum_{j=1}^n Y_{ij} \lambda_j \right) & (3.21) \\
 X^{KB} &= X^K - s_i^- & Y^{KB} &= \beta Y^K + s_i^+
 \end{aligned}$$

3.2.1.3. Veri Zarflama Analizinin Kullanım Alanları ve Amaçları

Veri zarflama analizinin uygulama alanına çeşitli sektörlerde rekabet halinde bulunan her birim girmekte olup bu kapsamda kamu ve özel kurumlarda pek çok çalışma yapılmıştır. Başlarda kar amacı gütmeyen kurumlar arasında göreceli etkinlik ölçümü yapan veri zarflama analizi daha sonraları yaygınlaşarak işletmeler arasındaki teknik verimliliğin ölçülmesinde de kullanılmaya başlanmıştır (Gülcü, Çoşkun, ve ark., 2004).

Veri zarflama analizi yöneylem araştırmasında geniş uygulama alanı bulmuş olup analizin kullanıldığı bazı alanlar Özcan (2005) tarafından aşağıdaki şekilde ifade edilmiştir (Özcan, 2005):

- “Veri zarflama analizinde her etkin olmayan karar verme birimine karşılık gelen etkin birim tanımlanır ve bu birimler birbirleri ile eş grup oluşturmaktadırlar. Eş gruptaki her birim etkin olmayan birimin girdi-çıkıtı yönlendirmesini alarak etkin olmayan birimle aynı ağırlıkları kullanarak etkin hale gelmektedir.”
- “İyi derecedeki çalışma uygulamalarının belirlenmesi ve dökümünün yapılması ile görelî etkin birimler arasındaki iyi uygulamaların örnek olarak belirlenmesi.”
- “Veri zarflama ile girdi ve çıkıtı seviyelerinde hedeflerin belirlenmesi ve bu hedeflerin görelî etkin olmayan karar verme birimlerinin performanslarının iyileştirilmesinde kullanılması.”
- “Karar verme birimlerinin uyguladıkları politikaların ve programların karşılaştırılması, modelin uygun çözümü ile yönetsel açıdan programların etkinliğinin değerlendirilmesi.”
- “Karar verme birimlerinin belirli bir zaman periyodundaki etkinlik değişiminin gözlenmesi.”
- “Veri zarflama analizi görelî etkin ve etkin olmayan birimleri belirlemesinin yanında etkin olmayan birimler için kaynak koruma veya çıkıtı artırma potansiyelleri tahminlerini de vermekte olup etkin veya etkin olmayan birimler için kaynakların prensipte hangi noktaya yönlendirilmeleri hakkında ilk işareti vermektedir.”

3.2.1.4. Veri Zarflama Analizinin Uygulama Aşamaları

Veri zarflama analizinin uygulanması aşamasında genel olarak aşağıdaki adımlar izlenmektedir (Karakurt, 2011):

- Karar verme birimlerinin (KVB) seçilmesi,
- Girdi ve çıktıların belirlenmesi,
- Verilerin elde edilebilirliği ve güvenilirliği,
- Veri zarflama analizi ile göreceli etkinlik ölçümü,
- Etkinlik değerlerinin hesaplanması,
- Referans kümesinin belirlenmesi,
- Etkin olmayan karar verme birimleri için potansiyel iyileştirmelerin belirlenmesi,
- Sonuçların değerlendirilmesi.

3.2.1.4.(1). Karar Verme Birimlerinin Seçimi

Veri zarflama analizini sürecinde analize dâhil edilecek olan karar verme birimlerinin seçilmesi ilk adım olarak belirlenmektedir. Analiz yöntemi göreceli etkinliklerin hesaplanması için kullanılacağından dolayı karşılaştırma yapılacak karar verme birimlerinin aynı girdiyi kullanarak aynı çıktıyı üreten homojen birimler olmasına dikkat edilmelidir (Çamur, 2014).

Veri zarflama analizi uygulamalarında dikkat edilmesi gereken durumlardan birisi de seçilen karar verme birimi sayısının girdi ve çıktı sayısının en az iki katı olması gerektiğidir. Daha açık bir şekilde ifade etmek gerekirse girdi sayısı “m”, çıktı sayısı da “p” ise en az $2(m+p)+1$ tane karar verme biriminin alınması araştırmanın güvenilirliği açısından önemli bir kısıttır. Diğer bir yaklaşım ise girdi sayısı “m” çıktı sayısı “s” ise en az $m+s+1$ tane karar verme biriminin seçilmesinin araştırmanın güvenilirliği açısından önemli bir kısıt olduğu ifade edilmektedir

(Karakurt, 2011). Yapılan bu çalışmada da modelde kullanılan girdi eve çıktı sayılarına bakıldığında bu koşulların sağlandığı görülmüştür.

3.2.1.4.(2). Girdi ve Çıktıların Belirlenmesi

Veri zarflama analizinde kullanılacak girdi ve çıktılar, çalışmadaki karar verme birimlerini karşılaştırmanın temelini oluşturacağı için dikkatle seçilmelidir. Girdi ve çıktıların belirlenmesi sürecinde herhangi bir fonksiyonel varsayım bulunmamakla birlikte aynı karar verme birimi için seçilecek farklı girdi ve çıktı gruplarıyla farklı etkinlik değerleri elde edilmesinden dolayı modeldeki karar verme birimlerine nedensel olarak bağlı olan girdi ve çıktıların seçilmesi gerekmektedir. Ayrıca modele çok fazla girdi ve çıktının eklenmesiyle VZA etkin ve etkin olmayan birimlerini birbirinden daha zor ayırabilmektedir. Bunun sebebi ise girdi ve çıktı sayısının artması sonucu daha çok karar verme birimi etkin hale gelmesi olarak bilinmektedir. Modelde girdi ve çıktı sayılarının artırılması gerekiyorsa karar verme birimlerinin sayısının da karar verme birimlerinin seçimi aşamasındaki kriterleri karşılayacak şekilde artırılması gerekmektedir. Öte yandan girdi ve çıktı sayısının azaltılmasının gerektiği durumlarda ise aralarında yüksek korelasyon ilişkisi tespit edilen veriler analizden çıkarılabilir (Kutlar & Bakırcı, 2018).

3.2.1.4.(3). Verilerin Elde Edilebilirliği ve Güvenilirliği

VZA için girdi ve çıktılar tamamlandıktan sonra, tüm karar birimleri için bu girdi ve çıktı verilerinin elde edilmesi gereklidir. Hem söz konusu karar verme biriminin verimlilik değerinin hem de görel verimlilik hesaplaması nedeniyle tüm birimlerin verimlilik değerleri tartışmalı hale geleceğinden, bir karar verme birimi için güvenilir verilerin elde edilememesi durumunda o karar verme biriminin analizden çıkartılması gerekmektedir (Aydemir, 2002).

3.2.1.4.(4). Veri Zarflama Analizi İle Göreli Etkinlik Ölçümü

Karar verme birimlerine ait girdi ve çıktılar belirlendikten ve gerekli veriler toplandıktan sonra karar verme birimleri arasındaki etkinlik değerlerinin hesaplanması aşamasına geçilmektedir. Veri zarflama analizi ile etkinlik ölçümü girdiye ve çıktıya yönelik olarak hesaplanabilmekte olup belirli bir çıktı bileşiminin elde edilmesi amacıyla kullanılacak en uygun girdi bileşiminin istenildiği durumlarda girdiye yönelik, belirli bir girdi bileşimi ile elde edilebilecek en fazla çıktı bileşimi elde edilmek istendiğinde ise çıktıya yönelik veri zarflama analizi modellerinden faydalanılmaktadır (Demirci, 2012).

Nispi etkinlik ölçümü temel olarak doğrusal programlamaya dayanmakta ve doğrusal programlama problemleri bilgisayar programları ile etkili bir şekilde çözümlenebilmekte olup bu amaçla LINDO, GAMS, QSB, STORM ve bazı standart doğrusal programlama bilgisayar programları kullanılabilir. Ayrıca IDEAS, DEAP, ETAKS, WARWICK-WINDOWS_DEA, PIONER ve FRONTIER ANALYST gibi veri zarflamaya özel analiz programları da son yıllara geliştirilmiş olup bu programlar veri zarflama modelinin çözümünde kullanılabilir (Kutlar & Bakırcı, 2018).

3.2.1.4.(5). Etkinlik Değerlerinin Hesaplanması

Daha az girdi ile daha fazla çıktı elde eden veya daha fazla çıktıyı daha az girdi ile elde eden bir karar verme birimi bu koşulu sağlayamayan diğer karar verme birimine göre daha etkindir. Bu duruma benzer şekilde karar verme biriminin çıktıları girdilerine oranla daha fazla artıyorsa ya da girdileri çıktılarına oranla daha fazla azalıyorsa bu karar verme biriminin etkinliğinin pozitif yönde geliştiğini ifade etmektedir (Demirci, 2012).

Analiz sonucunda her bir karar verme birimine ait etkinlik değeri 0 ile 1 arasında bulunmaktadır. En iyi gözlem kümesini oluşturan birimlerin etkinlik değeri 1'e eşit olurken etkinlik değeri 1'den küçük olan karar verme birimlerinin ise göreceli olarak etkin olmadığı anlaşılmaktadır. Etkin olmayan karar verme

birimlerine ait değerleri 1'den ne kadar saparsa göreceli etkinsizlik ölçütü o kadar artmaktadır (Kutlar & Bakırcı, 2018).

3.2.1.4.(6). Referans Kümesinin Belirlenmesi

Temelinde etkin karar verme birimlerinin etkinliği yatan Veri zarflama analizi analiz yönteminde göreceli olarak etkin olmayan karar verme birimlerinin etkinlik seviyesine ulaşması için göreceli olarak etkin olan karar verme birimlerinin uyguladığı yöntemleri uygulamasının doğru olacağı değerlendirilmektedir. Etkin olmayan karar verme birimlerinin aynı girdi-çıkıtı seviyesiyle etkinlik seviyesine ulaşabilmesinin kanıtı olarak da bu girdi çıktı seviyesiyle etkinlik düzeyine ulaşan karar verme birimleri gösterilmektedir. (Ulutaş, 2006).

Analiz sonucunda etkin olmayan karar verme birimlerinin etkin olması için her bir karar verme birimine ait sınır üzerindeki etkin olan karar verme birimlerinden referans gurubu oluşturulmaktadır. Yapılan çalışmalarda etkin bir karar verme biriminin referans olarak güçlülüğü etkin olmayan karar verme birimlerine referans verme yoğunluğuna bağlı olarak değiştiği ifade edilmektedir. Etkin olan referans biriminin güçlülüğünün ölçülmesi amacıyla, etkin olan karar verme birimlerinin etkin olmayan karar verme birimlerinin kaç tanesinde yer aldığı analiz yapılabilir. Burada dikkat edilmesi gereken durum etkin karar verme birimlerinin analiz yapılacak grup içerisinde homojen dağılmasının gerektiğidir. Aksi takdirde yapılan analiz bizi yanıltabilir (Ulutaş, 2006).

3.2.1.4.(7). Etkin Olmayan Karar Verme Birimleri İçin Potansiyel İyileştirmelerin Belirlenmesi

Veri zarflama analizi aracılığıyla etkinlik analizi yapılmasının ardından etkin olmayan karar verme birimleri için teorik iyileştirme hedefleri belirlenebilmekte olup bu hedefler genellikle etkin olmayan karar verme birimlerinin referans grubuna ait etkin karar verme birimlerinin ağırlık ortalaması şeklindedir. Bu şekilde etkin olmayan karar verme birimlerinin etkin hale gelebilmesi için konulan hedeflerin

gerçekçi olduğu değerlendirilebilmekte ancak bu durum gerçekte kontrol edilemeyen kısıtlar nedeniyle imkânsız hale gelebilmektedir (Yalçın, 2012).

Analizde girdi ve çıktı sürecinde kullanılmayan kapasitelere aylak değişkenler adı verilmekte olup zarflama analizi modelinin çözümüyle etkin olarak hesaplanan karar verme birimlerine ait aylak değişkenlerin değerinin “0” olması beklenmektedir. Bunun nedeni etkin olan karar verme birimlerinin kullanmadığı kapasite bulunmaması gerektiğidir (Yalçın, 2012).

3.2.1.4.(8). Sonuçların Değerlendirilmesi

Veri zarflama analizi ile karar verme birimlerini detaylı olarak incelenir ve daha sonra tüm karar verme birimlerine ait girdi-çıktı değerleri göz önünde bulundurularak genel bir değerlendirilmeye alınır. Analizde belirlenen amaçlara ulaşılamasa durumunda da elde edilen bulguların sonraki çalışmalar için temel oluşturulması ve önerilerde bulunulması önemli bir kazanım olarak yer almaktadır. (Behdioğlu & Özcan, 2009).

3.2.1.5. Veri Zarflama Analizinin Güçlü Ve Zayıf Yönleri

3.2.1.5.(1). Veri Zarflama Analizinin Güçlü Yönleri

Veri zarflama analizinin güçlü yönleri Kutlar ve Bakırcı (2018) ile Temür ve Bakırcı (2008) tarafından aşağıdaki şekilde ifade edilmiştir (Kutlar & Bakırcı, 2018; Temür & Bakırcı, 2008):

- “VZA, verimsiz karar verme biriminin performansını, analiz kümesinde nispi olarak etkin olan birimlerin seviyesine çıkarmak bir tek yol değil, alternatif yollar belirleyebilmektedir. Burada karar verme birimine uygun, iyileştirme yöntemini seçmek karar vericinin yargısı ve tecrübesi ile oluşur.”
- “VZA’nın uygulanması, özellikle, KVB’lerin ilgili girdi ve çıktıları tanımlayarak, üretim sürecini daha iyi tanımlarına yardımcı olur.”

- “VZA çalışmaları yardımıyla, ihtiyaç duyulan veriler ve analiz sonuçlarını kapsayan detaylı bir veri tabanı oluşturulabilir. Böylece etkinliği belgeleme imkânı verir.”
- “VZA’da, girdi ve çıktı verilerinin rassal bir mekanizma ile üretilmediği, yani deterministik olduğu varsayılmaktadır. Bundan dolayı, parametrik olmayan ve verilerin belirli bir fonksiyonel dağılım kuralına uyması gibi bir varsayımı taşımayan bir yöntem olarak, deterministik durumlar için daha avantajlı bir analiz yöntemidir.”
- “Etkinlik analizi, istatistiksel sınır tahmin yöntemleriyle belirlenen bir ortalama fonksiyonun yerine, en iyi gözlemlerce oluşturulan sınır fonksiyonuna göre yapıldığı için hedefler, en iyi performansı sergileyen birimler örnek alınarak belirlenmektedir. Bu da VZA ile yapılan etkinlik analizlerinin anlamını ve geçerliliğini güçlendirmektedir.”
- “Etkin ve etkin olmayan karar birimini belirleyerek etkinsizliğin kaynağını tespit etmektedir.”
- “Arzu edilen çıktıları üretmek için en uygun girdi bileşimini dönemler itibarıyla tek bir toplam değer halinde verebilir.”
- “VZA hesaplamalarda anlık olarak çoklu girdi ve çıktı setini hatta gölge değişkenler kullanabilir.”

3.2.1.5.(2). Veri Zarflama Analizinin Zayıf Yönleri

Veri zarflama analizinin zayıf yönleri Karakurt (2011), Kutlar ve Bakırcı (2018) ve Temür ve Bakırcı (2008) tarafından aşağıda belirtilmiştir (Karakurt, 2011; Kutlar & Bakırcı, 2018; Temür & Bakırcı, 2008):

- “Başvuru grubuna dâhil olan karar verme birimlerinin diğerlerine göre üstünlüğünün göreceli olması, bu birimlerin kendi başlarına değerlendirildiğinde de gerçekten verimli olup olmadıkları hakkında bir

yorum yapılabilmesini güçleştirmektedir. Bu sebeple VZA verimlilik sonuçları, görecelilik çerçevesinde değerlendirilir.”

- “Parametrik olmayan bir teknik olarak istatistiksel test araçlarının kullanımına imkân tanımaz.”
- “Statik veya mukayeseli statik bir analiz yapabilmektedir, dinamik analize elverişli değildir.”
- “Uygun ve elverişli paket programlar kullanılmadıkça büyük boyutlu problemlerin çözümü uzun zaman alabilir.”
- “Analiz genellikle fiziksel girdi ve çıktı birimleri ile test edildiği için teknik girdi-çıkıtı etkinliği ile sınırlıdır.”
- “Etkinliğin uzun dönemde belirlenebileceği bazı yatırım alanlarında VZA ile etkinlik ölçmek olumsuz sonuçlar verebilir. VZA modelleri statik yapıda ve tek dönemde değerlendirilen modeller olduğundan dolayı bir girdinin etkinlik sonucu sonraki dönemlerde alınabilecekse, sadece o dönem için bir analiz yapmak gerçekçi sonuçlar vermeyecektir.”
- “Niteliksel girdi ve çıktı ölçüleri sonuçları zayıflatabilmektedir.”
- “VZA’da gözlenen performansın en iyi performansla olan farkı, sadece etkisizliğe bağlanmakta ve uç gözlem noktaları için ölçüm hataları göz ardı edilmektedir.”
- “Referans kümesine dâhil olan birimlerin diğerlerine göre üstünlüğünün nispi olması, bu birimlerin bağımsız değerlendirildiğinde gerçekten etkin oldukları gibi bir yorum yapılmasını zorlaştırmaktadır.”



4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışma analizin uygulama aşamaları dikkate alınarak Karayolları Genel Müdürlüğü'ne ait 2013-2017 yıllarını kapsayan gerçek verilerle yapılmıştır.

4.1. Karar Verme Birimlerinin Belirlenmesi

KGM trafik güvenliği faaliyetlerini sorumluluğundaki 17 bölge müdürlüğü aracılığıyla sürdürmektedir. Bu kapsamda seçilen karar verme birimleri olarak analiz kapsamında tüm girdi ve çıktı verilerini sağlayan 17 adet bölge müdürlüğü seçilmiştir.

4.2. VZA Girdi ve Çıktı Kümelerinin Seçilmesi

Analizde bölge müdürlüklerinin trafik güvenliği harcamaları üzerinde önemli olduğu değerlendirilen 4 adet girdi ile 4 adet çıktı verisi dikkate alınmıştır. Kullanılan girdilerde X1 “Personel Sayısı”, X2 “Personel Gideri”, X3 “Malzeme Gideri”, X4 “İhaleli Giderler”; Y1 “Yatay İşaretleme Miktarı”, Y2 “Düşey İşaretleme Miktarı”, Y3 “Yapılan Oto korkuluk, telçit vb. uzunluğu” ve Y4 “Sinyalizasyon ve KKN İyileştirme Adeti” olarak gösterilmiş olup açıklamaları aşağıdaki şekildedir:

Personel Sayısı: Karayolları bağlı bölge müdürlüklerinde yıl içinde trafik güvenliği çalışmalarında görevli olan personel sayısıdır (kişi/yıl).

Personel Gideri: Karayolları bağlı bölge müdürlüklerinde yıl içinde trafik güvenliği çalışmalarında görevli olan personelin toplam gideridir (TL/yıl).

Malzeme Gideri: Trafik güvenliği çalışmalarında kullanılan akaryakıt ve inşaat malzemesi gibi giderlerdir (TL/yıl).

İhaleli Giderler: Trafik güvenliği çalışmalarının KGM tarafından “Karayolu Bakım El Kitabı”nda belirtilen usul ve esaslara göre özel sektöre ihale edilmesi sonucunda oluşan giderlerdir (TL / Yıl)

Yatay İşaretleme: KGM sorumluluğundaki yol ağı üzerinde yol kullanıcılarına özel bir talimatın aktarılması veya rehberlik etmesi amacıyla yol yüzeyine çizilmiş olan semboller, yazılar ve oklardır.

Düşey İşaretleme: Yol kaplaması dışına dikilen yol kullanıcılarına yol ve çevresinin genel karakteristikleri hakkında bilgi veren üzerinde yazı ve sembollerin bulunduğu levhalardır.

Oto Korkuluk, Telçit Uzunluğu: Taşıt kullanıcılarını yol kenarlarında yer alan engellerden yayaları ve yol kenarlarında yer alan yapıları da taşıtlardan korunmasını amaçlayan ayrıca herhangi bir kaza anında araçların yol içinde tutulmasını bu sayede trafik güvenliğinin artırılmasını sağlayan güvenlik elemanlarıdır.

Sinyalizasyon ve Kaza Kara Noktası (KKN) İyileştirme: Yol üzerindeki belirli kesimlerde yoğunlaşan kaza sayısını azaltmak için yapılan trafik lambası ve yol geometrisindeki iyileştirme çalışmalarıdır.

4.3. Verilerin Elde Edilmesi

Çalışma kapsamında belirlenmiş olan girdi ve çıktılara veriler 2013, 2014, 2015, 2016, 2017 yıllarına ait KGM Devlet ve İl Yolları Bakım-İşletme Maliyetleri istatistikleri temel alınarak elde edilmiştir. KGM'nin yayınlamış olduğu 17 bölge müdürlüğüne ait girdi verileri EK-4'te çıktı verileri EK-5'te gösterilmiştir.

4.4. Analizin Girdiye Yönelik Ağırlıklı CCR Modelinin Oluşturulması

Tez kapsamında etkinlik analizi yapılan 17 adet bölge müdürlüğünün her birinin nispi etkinliğini ölçmek için her yıla ait 17 adet optimizasyon modeli kurulmuştur. 1. Bölge Müdürlüğü'nün 2013 yılına ait modeli aşağıdaki gibi olup 2013 yılına diğer modeller E-9'da yer almaktadır. Model yazılırken üstte kapalı hali, altta ise açık hali verilmiştir.

$$E_1 = \text{Maks} \left(\sum_{r=1}^p u_r Y_{rk} \right)$$

$$E_1 = \text{Maks} (u_1 Y_{11} + u_2 Y_{21} + u_3 Y_{31} + u_4 Y_{41})$$

$$E_1 = \text{Maks} (u_1 1.457.714 + u_2 3.249 + u_3 137 + u_4 23)$$

Aşağıdaki kısıtlar altında:

$$\left(\sum_{r=1}^p v_i X_{ik} \right) = 1$$

$$(v_1 X_{11} + v_2 X_{21} + v_3 X_{31} + v_4 X_{41}) = 1$$

$$(v_1 9 + v_2 482.419 + v_3 7.822.289 + v_4 20.323.564) = 1$$

$$\left(\sum_{r=1}^p u_r Y_{rj} \right) - \left(\sum_{i=1}^m v_i X_{ij} \right) \leq 0$$

$$(u_1 Y_{11} + u_2 Y_{21} + u_3 Y_{31} + u_4 Y_{41}) - (v_1 X_{11} + v_2 X_{21} + v_3 X_{31} + v_4 X_{41}) \leq 0$$

$$(u_1 1.457.414 + u_2 3.249 + u_3 137 + u_4 23) - (v_1 9 + v_2 482.419 + v_3 7.822.289 + v_4 20.323.564) \leq 0$$

$$(u_1 Y_{12} + u_2 Y_{22} + u_3 Y_{32} + u_4 Y_{42}) - (v_1 X_{12} + v_2 X_{22} + v_3 X_{32} + v_4 X_{42}) \leq 0$$

$$(u_1 2.451.275 + u_2 19.572 + u_3 169 + u_4 58) - (v_1 23 + v_2 1.115.097 + v_3 3.720.054 + v_4 31.362.408) \leq 0$$

$$(u_1 Y_{13} + u_2 Y_{23} + u_3 Y_{33} + u_4 Y_{43}) - (v_1 X_{13} + v_2 X_{23} + v_3 X_{33} + v_4 X_{43}) \leq 0$$

$$(u_1 1.696.042 + u_2 7.920 + u_3 123 + u_4 17) - (v_1 21 + v_2 991.597 + v_3 10.411.733 + v_4 10.677.021) \leq 0$$

$$(u_1 Y_{14} + u_2 Y_{24} + u_3 Y_{34} + u_4 Y_{44}) - (v_1 X_{14} + v_2 X_{24} + v_3 X_{34} + v_4 X_{44}) \leq 0$$

$$(u_1 518.675 + u_2 6.511 + u_3 102 + u_4 21) - (v_1 9 + v_2 509.424 + v_3 3.816.925 + v_4 25.849.968) \leq 0$$

$$(u_1 Y_{15} + u_2 Y_{25} + u_3 Y_{35} + u_4 Y_{45}) - (v_1 X_{15} + v_2 X_{25} + v_3 X_{35} + v_4 X_{45}) \leq 0$$

$$(u_1 1.709.042 + u_2 16.936 + u_3 87 + u_4 21) - (v_1 21 + v_2 1.089.451 + v_3 4.318.482 + v_4 18.581.955) \leq 0$$

$$(u_1 Y_{16} + u_2 Y_{26} + u_3 Y_{36} + u_4 Y_{46}) - (v_1 X_{16} + v_2 X_{26} + v_3 X_{36} + v_4 X_{46}) \leq 0$$

$$(u_1 1.444.174 + u_2 5.728 + u_3 101 + u_4 8) - (v_1 15 + v_2 689.521 + v_3 2.706.621 + v_4 10.163.003) \leq 0$$

$$(u_1 Y_{17} + u_2 Y_{27} + u_3 Y_{37} + u_4 Y_{47}) - (v_1 X_{17} + v_2 X_{27} + v_3 X_{37} + v_4 X_{47}) \leq 0$$

$$(u_1 1.611.864 + u_2 9.916 + u_3 136 + u_4 27) - (v_1 20 + v_2 998.676 + v_3 5.643.161 + v_4 29.584.154) \leq 0$$

$$(u_1 Y_{18} + u_2 Y_{28} + u_3 Y_{38} + u_4 Y_{48}) - (v_1 X_{18} + v_2 X_{28} + v_3 X_{38} + v_4 X_{48}) \leq 0$$

$$(u_1 1.718.900 + u_2 7.165 + u_3 120 + u_4 20) - (v_1 18 + v_2 1.055.362 + v_3 962.438 + v_4 21.867.895) \leq 0$$

$$(u_1 Y_{19} + u_2 Y_{29} + u_3 Y_{39} + u_4 Y_{49}) - (v_1 X_{19} + v_2 X_{29} + v_3 X_{39} + v_4 X_{49}) \leq 0$$

$$(u_1 2.264.082 + u_2 7.497 + u_3 99 + u_4 55) - (v_1 26 + v_2 1.336.866 + v_3 1.853.417 + v_4 19.053.220) \leq 0$$

$$(u_1 Y_{110} + u_2 Y_{210} + u_3 Y_{310} + u_4 Y_{410}) - (v_1 X_{110} + v_2 X_{210} + v_3 X_{310} + v_4 X_{410}) \leq 0$$

$$(u_1 1.050.161 + u_2 4.981 + u_3 86 + u_4 20) - (v_1 19 + v_2 939.218 + v_3 2.309.840 + v_4 18.926.127) \leq 0$$

$$(u_1 Y_{111} + u_2 Y_{211} + u_3 Y_{311} + u_4 Y_{411}) - (v_1 X_{111} + v_2 X_{211} + v_3 X_{311} + v_4 X_{411}) \leq 0$$

$$(u_1 1.887.835 + u_2 13.500 + u_3 142 + u_4 34) - (v_1 18 + v_2 1.340.331 + v_3 3.132.889 + v_4 31.542.015) \leq 0$$

$$(u_1 Y_{112} + u_2 Y_{212} + u_3 Y_{312} + u_4 Y_{412}) - (v_1 X_{112} + v_2 X_{212} + v_3 X_{312} + v_4 X_{412}) \leq 0$$

$$(u_1 696.806 + u_2 5.982 + u_3 100 + u_4 15) - (v_1 14 + v_2 787.521 + v_3 1.230.766 + v_4 8.213.929) \leq 0$$

$$(u_1 Y_{113} + u_2 Y_{213} + u_3 Y_{313} + u_4 Y_{413}) - (v_1 X_{113} + v_2 X_{213} + v_3 X_{313} + v_4 X_{413}) \leq 0$$

$$(u_1 2.411.572 + u_2 8.600 + u_3 290 + u_4 19) - (v_1 8 + v_2 407.315 + v_3 1.690.667 + v_4 24.302.745) \leq 0$$

$$(u_1 Y_{114} + u_2 Y_{214} + u_3 Y_{314} + u_4 Y_{414}) - (v_1 X_{114} + v_2 X_{214} + v_3 X_{314} + v_4 X_{414}) \leq 0$$

$$(u_1 1.767.927 + u_2 7.405 + u_3 104 + u_4 20) - (v_1 13 + v_2 737.266 + v_3 7.782.594 + v_4 24.577.445) \leq 0$$

$$(u_1 Y_{115} + u_2 Y_{215} + u_3 Y_{315} + u_4 Y_{415}) - (v_1 X_{115} + v_2 X_{215} + v_3 X_{315} + v_4 X_{415}) \leq 0$$

$$(u_1 806.556 + u_2 5.135 + u_3 107 + u_4 1) - (v_1 19 + v_2 884.301 + v_3 1.004.436 + v_4 23.633.965) \leq 0$$

$$(u_1 Y_{116} + u_2 Y_{216} + u_3 Y_{316} + u_4 Y_{416}) - (v_1 X_{116} + v_2 X_{216} + v_3 X_{316} + v_4 X_{416}) \leq 0$$

$$(u_1 711.417 + u_2 2.786 + u_3 110 + u_4 23) - (v_1 10 + v_2 559.550 + v_3 755.054 + v_4 7.286.273) \leq 0$$

$$(u_1 Y_{117} + u_2 Y_{217} + u_3 Y_{317} + u_4 Y_{417}) - (v_1 X_{117} + v_2 X_{217} + v_3 X_{317} + v_4 X_{417}) \leq 0$$

$$(u_1 730.050 + u_2 3.722 + u_3 14 + u_4 9) - (v_1 5 + v_2 260.703 + v_3 1.216.648 + v_4 6.758.488) \leq 0$$

$$u_r \geq \varepsilon$$

$$u_1 \geq \varepsilon, u_2 \geq \varepsilon, u_3 \geq \varepsilon, u_4 \geq \varepsilon$$

$$v_i \geq \varepsilon$$

$$v_1 \geq \varepsilon, v_2 \geq \varepsilon, v_3 \geq \varepsilon, v_4 \geq \varepsilon$$

$$j = 1, \dots, n$$

$$j = 1, \dots, 17$$

$$r = 1, \dots, p$$

$$r = 1, \dots, 4$$

$$i = 1, \dots, m$$

$$i = 1, \dots, 4$$

Burada;

u_r = k. karar birimine ait r. çıktıya verilen ağırlık,

v_i = k. karar birimine ait i. girdiye verilen ağırlık,

Y_{rk} = k. karar birimine ait r. çıktı,

X_{ik} = k. karar birimine ait i. girdi,

Y_{rj} = j. karar birimine ait r. çıktı,

X_{ij} = j. karar birimine ait i. girdi,

ε = Oldukça küçük pozitif bir sayı olarak ifade edilmektedir.

4.5. VZA ile KGM Bölge Müdürlüklerinin Bakım – Onarım Harcamalarının Göreli Etkinlik Ölçümü

Tez kapsamında KGM bünyesinde 17 bölge müdürlüğü ve bu bölge müdürlüklerinin trafik güvenliği çalışmalarındaki göreceli etkinliklerinin belirlenmesinde kullanılmak üzere 4 adet girdi ile 4 adet çıktı verisi kullanılmıştır. Veriler arasındaki korelasyon katsayıları ilgili yıllara göre EK-6’da yer almaktadır.

Veriler arasındaki 2013 yılına ait korelasyon katsayı değerleri incelendiğinde sadece personel sayısı ile personel giderleri arasında yüksek korelasyon tespit edilmiştir. Fakat her ikisi de girdi değerleri olarak kullanıldığından sonuçları olumsuz etkilemeyeceği düşünülerek analizden çıkarılmamıştır.

Analiz kapsamında belirlenen girdi ve çıktılar için Win4Deap 2 programı kullanılmıştır. Program aracılığıyla girdiye yönelik CCR ve BCC etkinlik skorları ölçülmüş olup yıllara göre etkinlik skorları aşağıdaki Çizelge 4.1 ve Çizelge 4.2 Çizelge 4.1’de yer almaktadır.

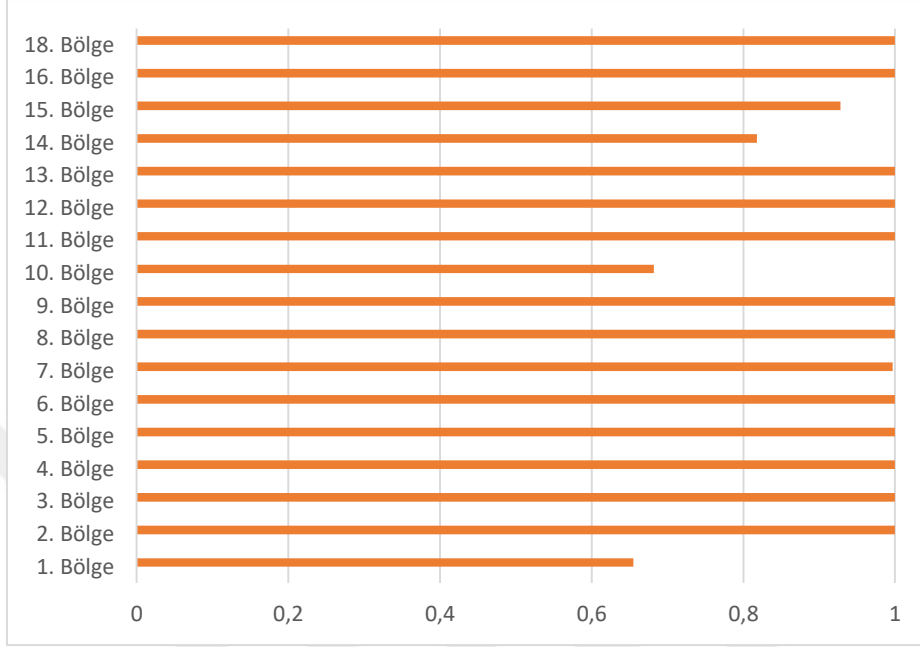
Çizelge 4.1. 2013-2017 Yılları Arası CCR Etkinlik Skoru

Bölge Müdürlüğü	2013	2014	2015	2016	2017
1. Bölge	1,000	1,000	0,388	1,000	0,655
2. Bölge	1,000	1,000	0,788	1,000	1,000
3. Bölge	1,000	1,000	0,843	1,000	1,000
4. Bölge	0,929	1,000	0,982	0,992	1,000
5. Bölge	1,000	1,000	0,647	1,000	1,000
6. Bölge	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
7. Bölge	0,610	1,000	0,669	0,803	0,997
8. Bölge	1,000	1,000	0,728	1,000	1,000
9. Bölge	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
10. Bölge	0,548	0,532	0,414	0,632	0,682
11. Bölge	0,830	0,662	0,390	1,000	1,000
12. Bölge	1,000	0,795	0,563	1,000	1,000
13. Bölge	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
14. Bölge	0,712	1,000	0,780	1,000	0,818
15. Bölge	0,763	1,000	0,350	1,000	0,928
16. Bölge	1,000	1,000	0,952	0,916	1,000
18. Bölge	1,000	1,000	1,000	0,887	1,000
Ortalama Etkinlik Değeri	0,905	0,941	0,735	0,955	0,946

Çizelge 4.2. 2013-2017 Yılları Arası BCC Etkinlik Skoru

Bölge Müdürlüğü	2013	2014	2015	2016	2017
1. Bölge	1,000	1,000	0,727	1,000	0,677
2. Bölge	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
3. Bölge	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
4. Bölge	0,956	1,000	1,000	1,000	1,000
5. Bölge	1,000	1,000	0,655	1,000	1,000
6. Bölge	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
7. Bölge	0,620	1,000	0,759	0,804	1,000
8. Bölge	1,000	1,000	0,762	1,000	1,000
9. Bölge	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
10. Bölge	0,559	0,617	0,517	0,705	0,753
11. Bölge	0,837	0,662	0,498	1,000	1,000
12. Bölge	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
13. Bölge	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
14. Bölge	0,716	1,000	0,967	1,000	1,000
15. Bölge	0,892	1,000	0,667	1,000	0,951
16. Bölge	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
18. Bölge	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Ortalama Etkinlik Değeri	0,916	0,958	0,856	0,971	0,964

Çizelgelerden de görüleceği üzere yıllara göre CCR etkinlik değerinde her yıl etkin olan bölge sayısı 3 iken BCC etkinlik değerinde bu sayı 8'e yükselmiştir. Bunun sebebi BCC modelinin etkinlik sınırının CCR modelinin etkinlik sınırının altında yer almasından kaynaklanmaktadır. Bölge müdürlüklerinin 2017 yılına ait CCR etkinlik skoru Şekil 4.1.'de gösterilmiştir.



Şekil 4.1. Bölge Müdürlüklerinin 2017 Yılına Ait CCR Etkinlik Skoru

4.6. Etkin Olmayan Karar Birimleri İçin Referans Gruplarının Belirlenmesi

Yapılan analiz sonucunda etkin olmayan gözlemlerin etkin hale getirilmesi için girdi ve çıktılardaki azaltılma ya da artırılma miktarı ile bu miktarlara referans olabilecek en iyi gözlem kümeleri de belirlenmiştir. 2017 yılı için toplam 5 bölge müdürlüğü etkinsiz olarak hesaplanmış olup bu bölge müdürlüklerinin referans aldıkları etkin bölge müdürlükleri ve bu bölge müdürlüklerine ait yoğunluk (λ) değerleri de analiz sonucunda görülebilmektedir.

2017 yılında etkinlik skoru 0,655 ile en düşük çıkan 1. Bölge Müdürlüğünü incelediğimizde bölge müdürlüğünün etkinliğinin artırılması için 6. Bölge Müdürlüğü, 13. Bölge Müdürlüğü, 18. Bölge Müdürlüğü ve 8. Bölge Müdürlüğü referans olarak gösterilmiştir. Bu bölge müdürlüklerine ait yoğunluk değerleri ise sırasıyla $\lambda_6=0,305$; $\lambda_{13}=0,131$; $\lambda_{18}=0,316$; $\lambda_8=0,120$ olmuştur. Etkin olmayan diğer bölge müdürlüklerine ait Win4Deap 2 programında 2017 yılı verilerinin CCR girdi

modeline göre hesaplanmış referans sonuçları ve yoğunluk değerleri EK-7'de verilmiştir.

4.7. Karar Verme Birimlerinin Girdi ve Çıktı Değerlerinin Yorumlanması

Çalışma sonucunda CCR modeline göre yıllar itibarıyla etkinsiz olarak hesaplanan bölge müdürlüklerinin etkin hale getirilebilmesi için ilgili yıllara ait girdi ve çıktı değişkenlerinde yapılması gereken değişiklikler sırasıyla EK-8'de gösterilmiştir.

Yıllar itibarıyla bölge müdürlüklerine ait girdi değişkenlerindeki fazla miktarlar Çizelge 4.3., Çizelge 4.4., Çizelge 4.5 ve Çizelge 4.6'da gösterilmiştir.

Çizelge 4.3. Yıllar itibarıyla bölge müdürlüklerindeki fazla personel sayısı

	2013	2014	2015	2016	2017	Genel Toplam
1. Bölge	0,00	0,00	6,73	0,00	11,04	17,77
2. Bölge	0,00	0,00	6,97	0,00	0,00	6,97
3. Bölge	0,00	0,00	6,24	0,00	0,00	6,24
4. Bölge	0,64	0,00	0,15	2,26	0,00	3,04
5. Bölge	0,00	0,00	11,77	0,00	0,00	11,77
6. Bölge	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7. Bölge	7,80	0,00	4,96	9,12	3,63	25,52
8. Bölge	0,00	0,00	11,29	0,00	0,00	11,29
9. Bölge	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10. Bölge	8,58	7,95	18,17	9,57	8,59	52,86
11. Bölge	3,05	6,43	18,62	0,00	0,00	28,11
12. Bölge	0,00	5,60	11,38	0,00	0,00	16,98
13. Bölge	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
14. Bölge	3,74	0,00	3,51	0,00	8,20	15,45
15. Bölge	8,06	0,00	7,80	0,00	12,76	28,62
16. Bölge	0,00	0,00	10,96	2,12	0,00	13,08
18. Bölge	0,00	0,00	0,00	1,59	0,00	1,59
Genel Toplam	31,88	19,97	118,54	24,65	44,22	239,26

Çizelge 4.4. Yıllar itibarıyla bölge müdürlüklerindeki fazla personel gideri (Bin TL)

	2013	2014	2015	2016	2017	Genel Toplam
1. Bölge	0,00	0,00	500,33	0,00	842,30	1.342,63
2. Bölge	0,00	0,00	323,04	0,00	0,00	323,04
3. Bölge	0,00	0,00	609,18	0,00	0,00	609,18
4. Bölge	93,25	0,00	94,34	12,17	0,00	199,75
5. Bölge	0,00	0,00	0,61	0,00	0,00	0,61
6. Bölge	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7. Bölge	403,11	0,00	0,32	524,42	8,79	936,65
8. Bölge	0,00	0,00	0,20	0,00	0,00	0,20
9. Bölge	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10. Bölge	424,27	1,43	0,20	801,16	732,20	1.959,27
11. Bölge	606,43	648,64	10,95	0,00	0,00	1.266,03
12. Bölge	0,00	16,21	6,29	0,00	0,00	22,50
13. Bölge	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
14. Bölge	263,73	0,00	23,61	0,00	641,75	929,09
15. Bölge	251,58	0,00	451,90	0,00	718,26	1.421,73
16. Bölge	0,00	0,00	17,94	119,59	0,00	137,53
18. Bölge	0,00	0,00	0,00	197,15	0,00	197,15
Genel Toplam	2.042,38	666,29	2.038,91	1.654,49	2.943,30	9.345,36

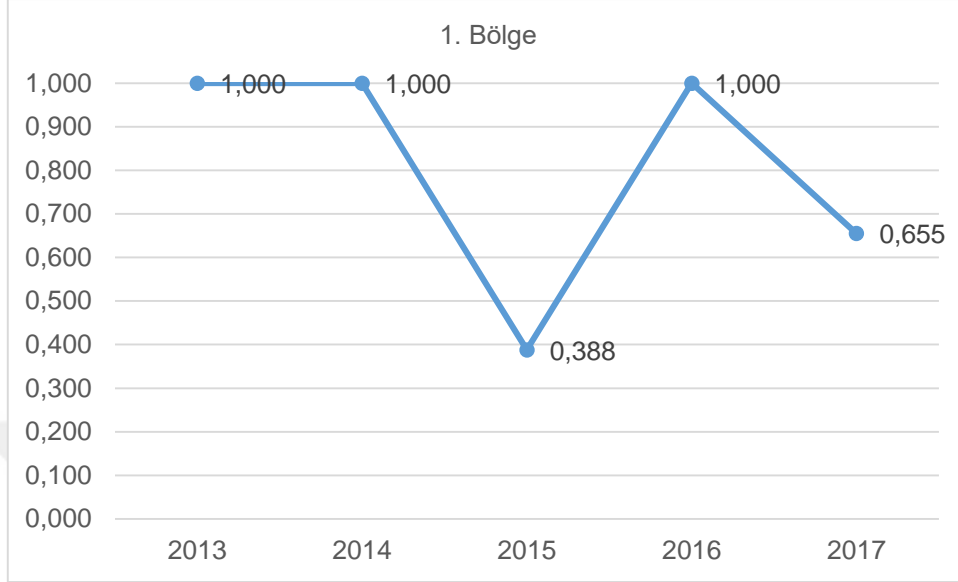
Çizelge 4.5. Yıllar itibarıyla bölge müdürlüklerindeki fazla malzeme gideri (Bin TL)

	2013	2014	2015	2016	2017	Genel Toplam
1. Bölge	0,00	0,00	8.143,69	0,00	3.063,52	11.207,21
2. Bölge	0,00	0,00	6.625,79	0,00	0,00	6.625,79
3. Bölge	0,00	0,00	9.956,25	0,00	0,00	9.956,25
4. Bölge	1.239,12	0,00	1,67	25,18	0,00	1.265,96
5. Bölge	0,00	0,00	1,74	0,00	0,00	1,74
6. Bölge	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7. Bölge	2.970,40	0,00	22,43	1.181,91	21,99	4.196,73
8. Bölge	0,00	0,00	1,64	0,00	0,00	1,64
9. Bölge	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10. Bölge	1.043,42	0,73	0,89	1.715,55	1.434,01	4.194,59

	2013	2014	2015	2016	2017	Genel Toplam
11. Bölge	531,53	0,22	1,72	0,00	0,00	533,47
12. Bölge	0,00	3,06	703,15	0,00	0,00	706,21
13. Bölge	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
14. Bölge	6.020,91	0,00	0,03	0,00	1.593,14	7.614,08
15. Bölge	237,64	0,00	2,84	0,00	231,58	472,06
16. Bölge	0,00	0,00	1,59	165,73	0,00	167,32
18. Bölge	0,00	0,00	0,00	172,57	0,00	172,57
Genel Toplam	12.043,02	4,02	25.463,41	3.260,93	6.344,23	47.115,61

Çizelge 4.6. Yıllar itibarıyla bölge müdürlüklerindeki fazla ihaleli giderler (Bin TL)

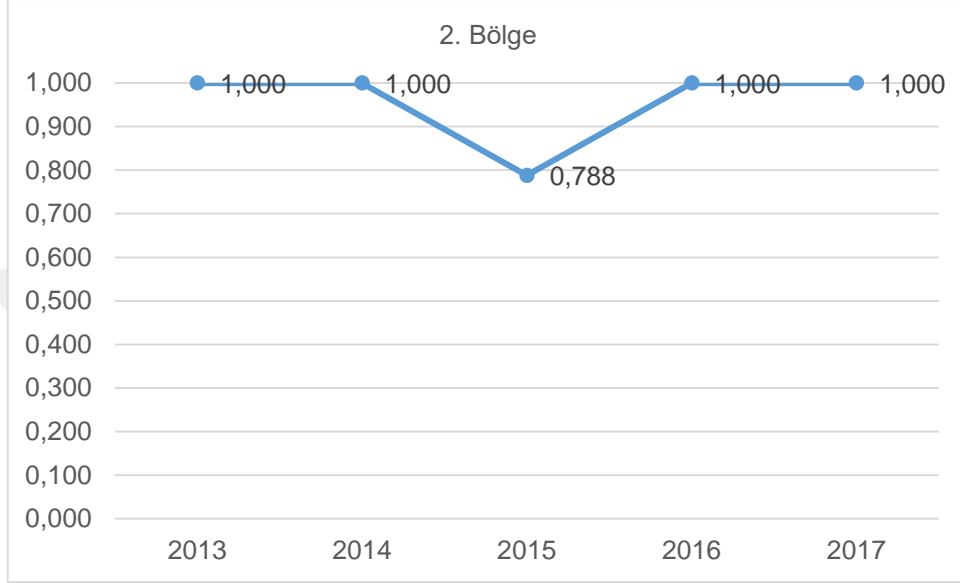
	2013	2014	2015	2016	2017	Genel Toplam
1. Bölge	0,00	0,00	22.427,60	0,00	16.209,99	38.637,59
2. Bölge	0,00	0,00	8.096,86	0,00	0,00	8.096,86
3. Bölge	0,00	0,00	3.750,67	0,00	0,00	3.750,67
4. Bölge	11.369,25	0,00	3,75	23.610,58	0,00	34.983,58
5. Bölge	0,00	0,00	8,10	0,00	0,00	8,10
6. Bölge	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7. Bölge	11.541,53	0,00	8,14	6.287,48	224,26	18.061,42
8. Bölge	0,00	0,00	0,17	0,00	0,00	0,17
9. Bölge	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10. Bölge	8.549,43	0,02	0,17	10.954,29	15.443,48	34.947,39
11. Bölge	5.351,44	0,02	0,80	0,00	0,00	5.352,26
12. Bölge	0,00	0,84	1,18	0,00	0,00	2,02
13. Bölge	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
14. Bölge	7.069,07	0,00	0,01	0,00	17.937,58	25.006,67
15. Bölge	8.241,50	0,00	0,23	0,00	2.837,61	11.079,34
16. Bölge	0,00	0,00	0,64	892,91	0,00	893,55
18. Bölge	0,00	0,00	0,00	1.640,45	0,00	1.640,45
Genel Toplam	52.122,22	0,89	34.298,34	43.385,71	52.652,93	182.460,08



Şekil 4.2. KGM 1. Bölge Müdürlüğü 2013-2017 Yılları Arası CCR Etkinlik Skoru

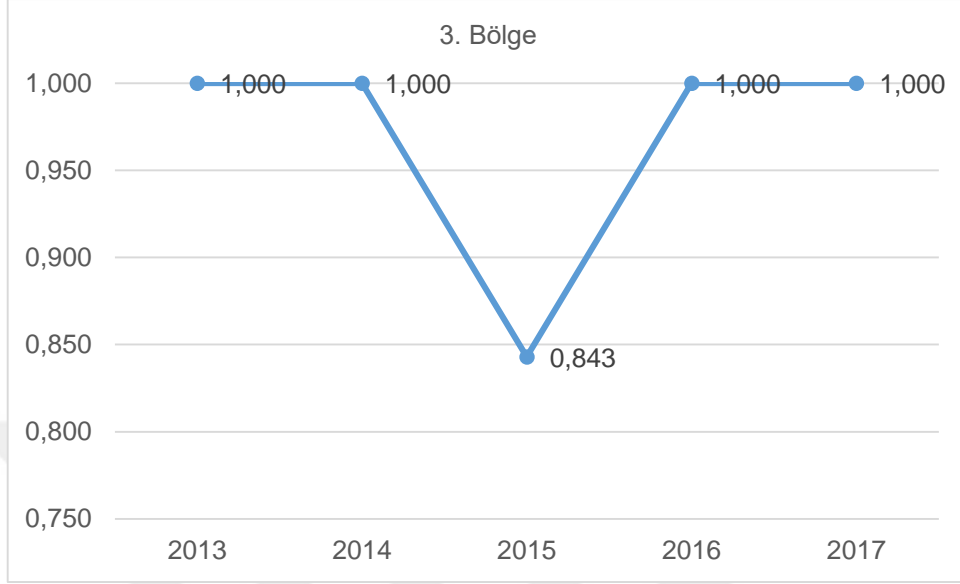
Sırasıyla CCR modeli sonucuna göre bölge müdürlüklerine ait girdi ve çıktı değerlerini incelediğimizde 1. Bölge Müdürlüğü 2013 ve 2014 yıllarında tam etkin iken 2015 yılında 0,388 değeri ile diğer bölge müdürlükleri arasında en düşük 2. etkinlik değerine sahip olmuştur. Bu yılda yaklaşık 7 personel fazlası ile 500 bin TL'lik personel gideri fazlalığı ayrıca 8,144 milyon TL'lik fazla malzeme gideri ile 22,428 milyon TL'lik ihaleli işlere ait fazla gider oluşmuştur. Bölge müdürlüğü 2015 yılına ait girdilerindeki bu değerlerin azaltılmasıyla daha etkin hale gelebilmektedir. Ayrıca bu girdilerdeki fazla miktarın azaltılmasının ve azaltılmış girdilerle düşey işaretleme miktarının 1.879 m², oto korkuluk yapım miktarının da yaklaşık 10,5 km artırılması ile 1. Bölge Müdürlüğü 2015 yılında tam etkin hale gelmesi mümkün olabilmektedir. Anılan bölge müdürlüğü 2016 yılında da tam etkinlik skorunu elde etmiş ancak 2017 yılında da 11 personel fazlası ile 842 bin TL'lik personel gideri fazlalığı ayrıca 3,063 milyon TL'lik fazla malzeme gideri ile 16,210 milyon TL'lik ihaleli işlere ait fazla gider kullanmasıyla etkin olamamıştır. Bu girdilerdeki fazla miktarın azaltılmasının ve azaltılmış girdilerle oto korkuluk yapım miktarının da

yaklaşık 3,2 km artırılması ile 1. Bölge Müdürlüğünün 2017 yılında da tam etkin hale gelmesi mümkün olabilmektedir.



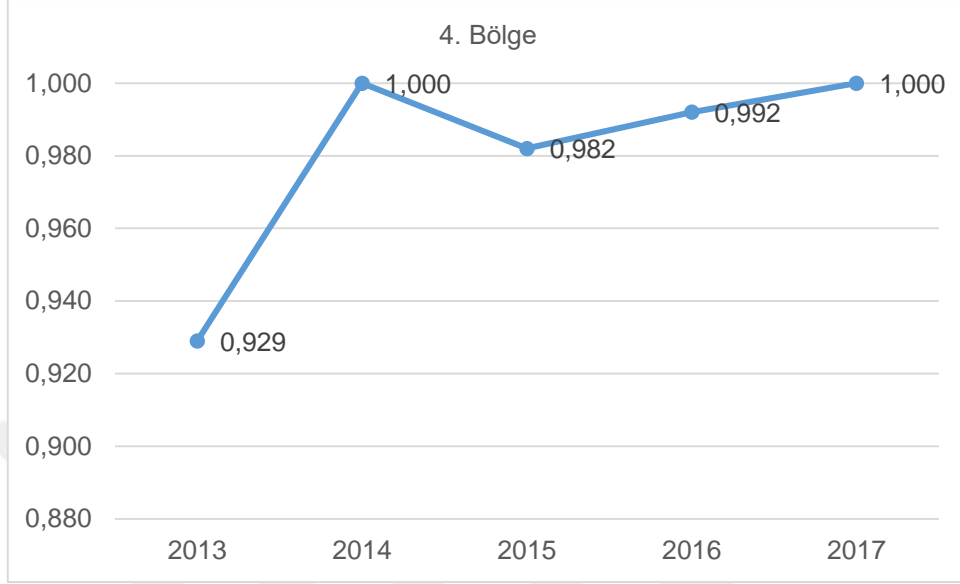
Şekil 4.3. KGM 2. Bölge Müdürlüğü 2013-2017 Yılları Arası CCR Etkinlik Skoru

2. Bölge Müdürlüğü 2013 ve 2014 yıllarında tam etkin iken 2015 yılında tam etkinlik değerine sahip olamamıştır. Bu yılda yaklaşık 7 personel fazlası ile 323 bin TL'lik personel gideri fazlalığı ayrıca 6,626 milyon TL'lik fazla malzeme gideri ile 8,1 milyon TL'lik ihaleli işlere ait fazla gider oluşmuştur. Bölge müdürlüğü 2015 yılına ait girdilerindeki bu değerlerin azaltılmasıyla daha etkin hale gelebilmektedir. Ayrıca bu girdilerdeki fazla miktarın azaltılmasının ve azaltılmış girdilerle yatay işaretleme miktarının 1,7 milyon m² ve düşey işaretleme miktarının 14.731 m² artırılması ile 2. Bölge Müdürlüğü 2015 yılında tam etkin hale gelmesi mümkün olabilmektedir. Bölge müdürlüğü 2016 ve 2017 yılında da tam etkinlik skorunu elde etmiştir.



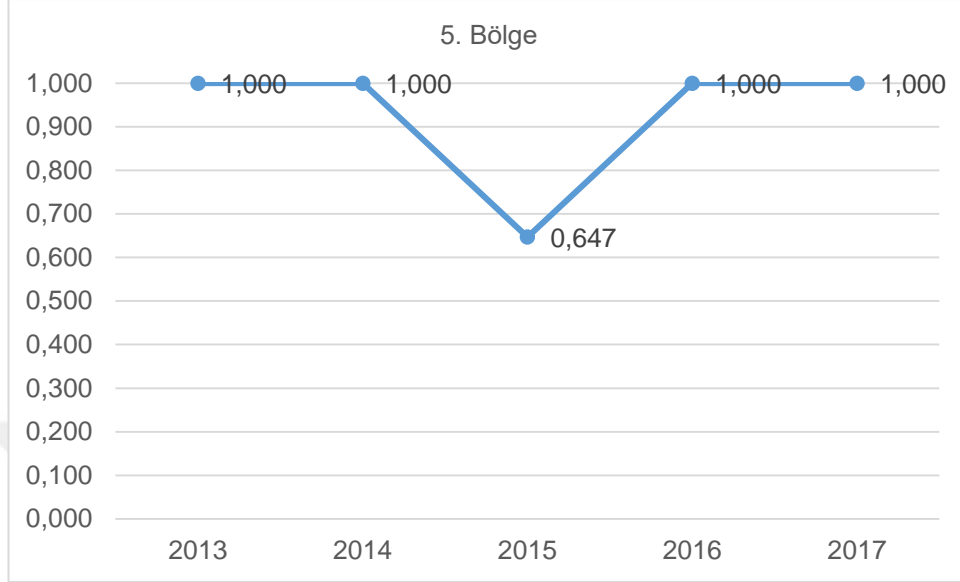
Şekil 4.4. KGM 3. Bölge Müdürlüğü 2013-2017 Yılları Arası CCR Etkinlik Skoru

3. Bölge Müdürlüğü 2013 ile 2017 yılları arasında sadece 2015 yılında tam etkinlik değerine sahip olamamıştır. 2015 yılında 6 personel fazlası ile 609 bin TL’lik personel gideri fazlalığı ayrıca 9,956 milyon TL’lik fazla malzeme gideri ile 3,751 milyon TL’lik ihaleli işlere ait fazla gider oluşmuştur. Bölge müdürlüğü 2015 yılına ait girdilerindeki bu değerlerin azaltılmasıyla daha etkin hale gelebilmektedir. Ayrıca bu girdilerdeki fazla miktarın azaltılmasının ve azaltılmış girdilerle yatay işaretleme miktarının 1,7 milyon m² ve düşey işaretleme miktarının 1.553 m² artırılması ile 3. Bölge Müdürlüğü 2015 yılında tam etkin hale gelmesi mümkün olabilmektedir.



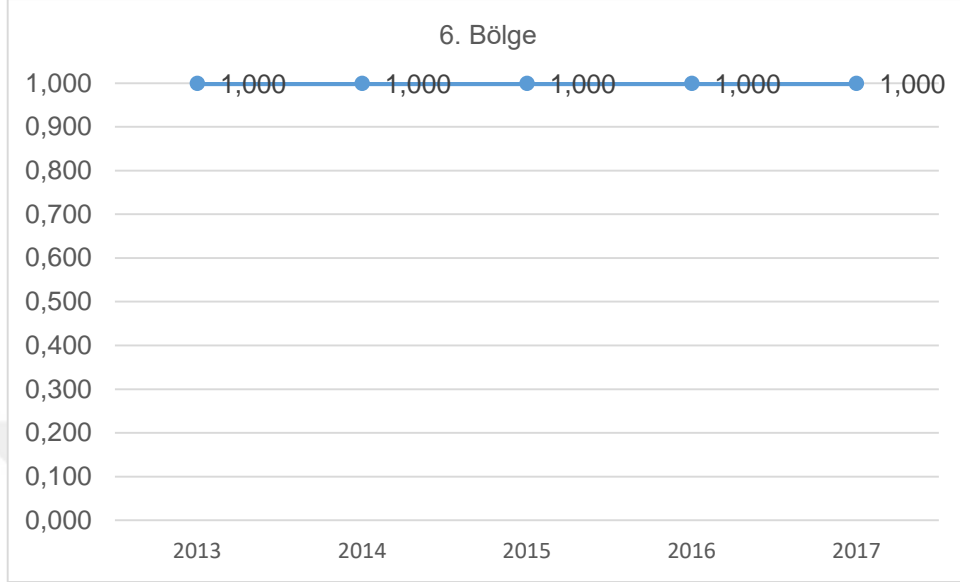
Şekil 4.5. KGM 4. Bölge Müdürlüğü 2013-2017 Yılları Arası CCR Etkinlik Skoru

4. Bölge Müdürlüğü 2014 ve 2017 yıllarında tam etkin iken 2013, 2015 ve 2016 yıllarında tam etkinlik değerine sahip olamamıştır. 2013, 2015 ve 2016 yıllarında sırasıyla yaklaşık 1, 1, 2 personel fazlası ve 93, 94, 12 bin TL'lik personel gideri fazlalığı oluşmuştur. Ayrıca 2013 yılında 1,24 milyon TL, 2015 yılında yaklaşık 2 bin TL, 2016 yılında ise 25 bin TL fazla malzeme gideri ve 2013 yılında 11,4 milyon TL, 2015 yılında yaklaşık 4 bin TL, 2016 yılında ise 23,6 milyon TL ihaleli işlere ait fazla gider oluşmuştur. Bölge müdürlüğü 2013, 2015 ve 2016 yıllarına ait girdilerindeki bu değerlerin azaltılmasıyla ilgili yıllarda daha etkin hale gelebilmektedir. Ayrıca bu girdilerdeki fazla miktarın azaltılmasının ve azaltılmış girdilerle belirtilen yatay işaretleme, düşey işaretleme ve oto korkuluk miktarının ilgili yıla ait çizelgelere belirtilen miktarda artırılması ile bölge müdürlüğünün tam etkin hale gelmesi mümkün olabilmektedir.



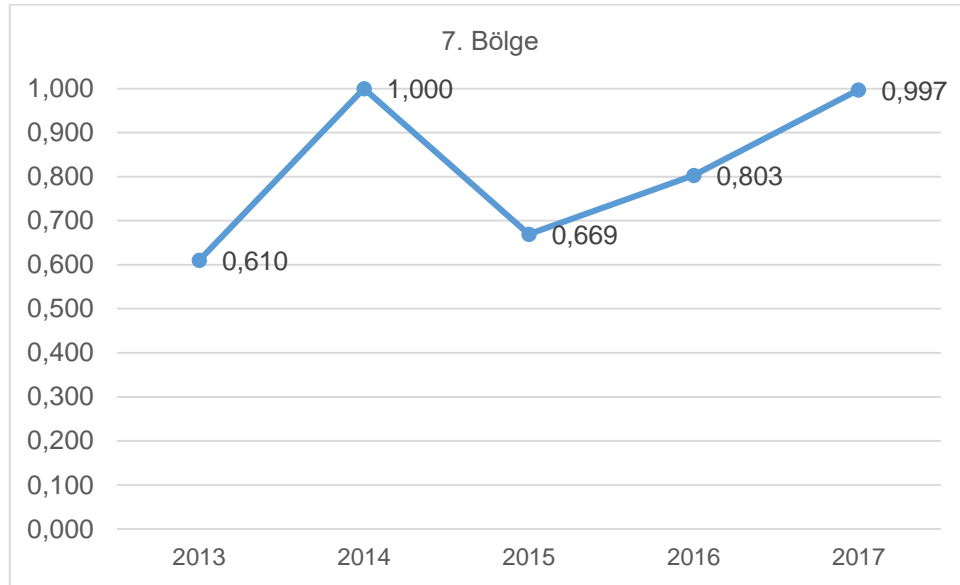
Şekil 4.6. KGM 5. Bölge Müdürlüğü 2013-2017 Yılları Arası CCR Etkinlik Skoru

5. Bölge Müdürlüğü 2013 ile 2017 yılları arasında sadece 2015 yılında tam etkinlik değerine sahip olamamıştır. 2015 yılında 12 personel fazlası ile yaklaşık bin TL'lik personel gideri fazlalığı ayrıca 1.738 TL'lik fazla malzeme gideri ile 8 bin TL'lik ihaleli işlere ait fazla gider oluşmuştur. Bölge müdürlüğü 2015 yılına ait girdilerindeki bu değerlerin azaltılmasıyla daha etkin hale gelebilmektedir. Ayrıca bu girdilerdeki fazla miktarın azaltılmasının ve azaltılmış girdilerle yatay işaretleme miktarının 6,6 bin m² ve düşey işaretleme miktarının 9.672 m² artırılması ile 5. Bölge Müdürlüğünün 2015 yılında tam etkin hale gelmesi mümkün olabilmektedir.



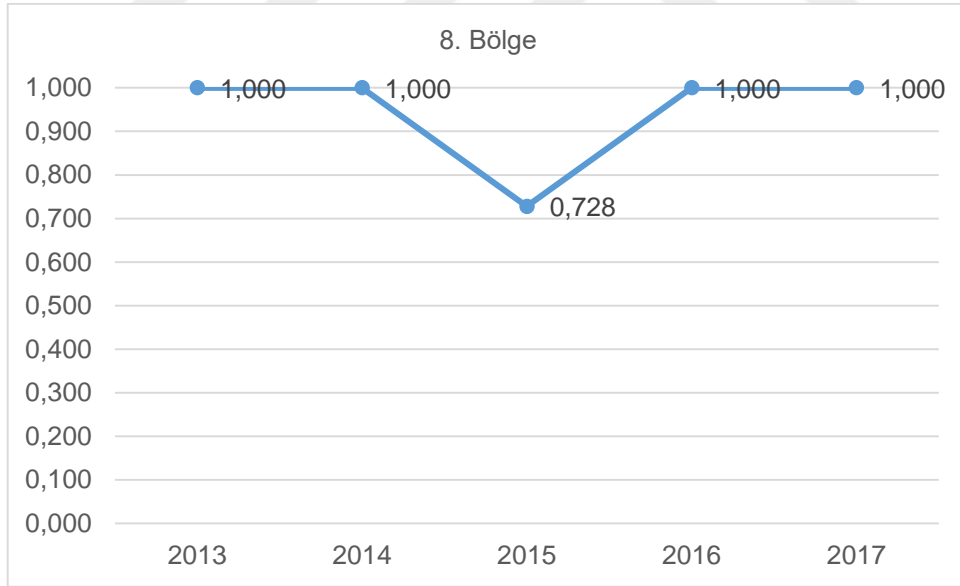
Şekil 4.7. KGM 6. Bölge Müdürlüğü 2013-2017 Yılları Arası CCR Etkinlik Skoru

6. Bölge Müdürlüğü 2013-2017 yılları arasında diğer bölge müdürlükleri arasında tam etkinlik skorunu elde etmiştir.



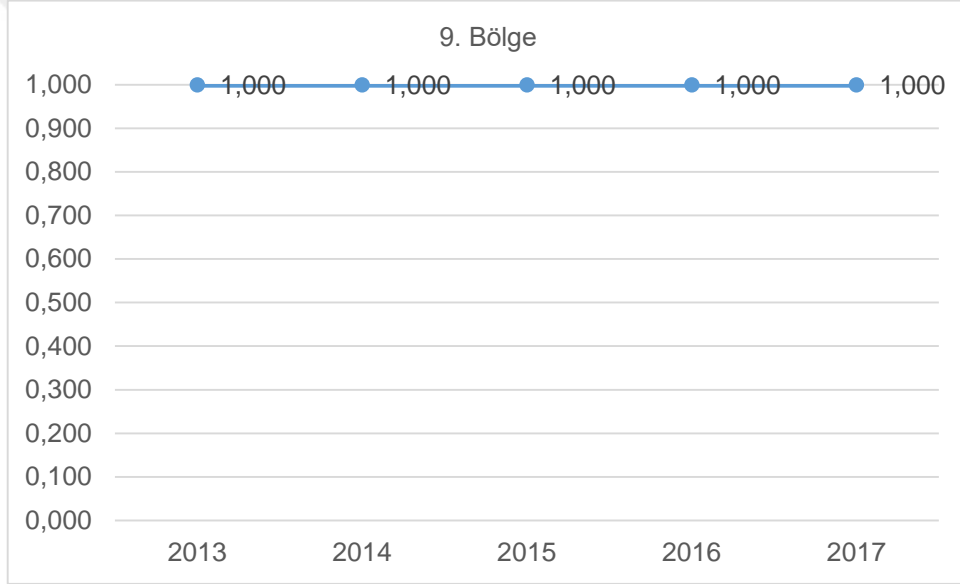
Şekil 4.8. KGM 7. Bölge Müdürlüğü 2013-2017 Yılları Arası CCR Etkinlik Skoru

7. Bölge Müdürlüğü 2013 ile 2017 yılları arasında sadece 2014 yılında tam etkinlik değerine sahip olmuş olup diğer yıllarda tam etkin olamamıştır. 2013, 2015, 2016 ve 2017 yıllarında sırasıyla yaklaşık 8, 5, 9, 4 personel fazlası ve 403, 1, 524, 8,8 bin TL'lik personel gideri fazlalığı oluşmuştur. Ayrıca 2013 yılında 2,97 milyon TL, 2015 yılında yaklaşık 22,4 bin TL, 2016 yılında 1,18 milyon TL, 2017 yılında ise yaklaşık 22 bin TL fazla malzeme gideri; 2013 yılında 11,5 milyon TL, 2015 yılında 8 bin TL, 2016 yılında 6,3 milyon TL, 2017 yılında ise 224 bin TL ihaleli işlere ait fazla gider oluşmuştur. Bölge müdürlüğü ilgili yıllara ait bu girdilerdeki fazla miktarın azaltılması ile 2013 ve 2016 yıllarında tam etkin hale gelebilmektedir. Ayrıca azaltılmış girdilerle yatay işaretleme miktarının 500 m² ve düşey işaretleme miktarının 8.023 m² artırılması ile 2015 yılında; yatay işaretleme miktarının 23,7 bin m² ve sinyalizasyon ve kaza kara noktası iyileştirmesi adedinin 15 adet artırılması ile 2017 yılında tam etkin hale gelmesi mümkün olabilmektedir.



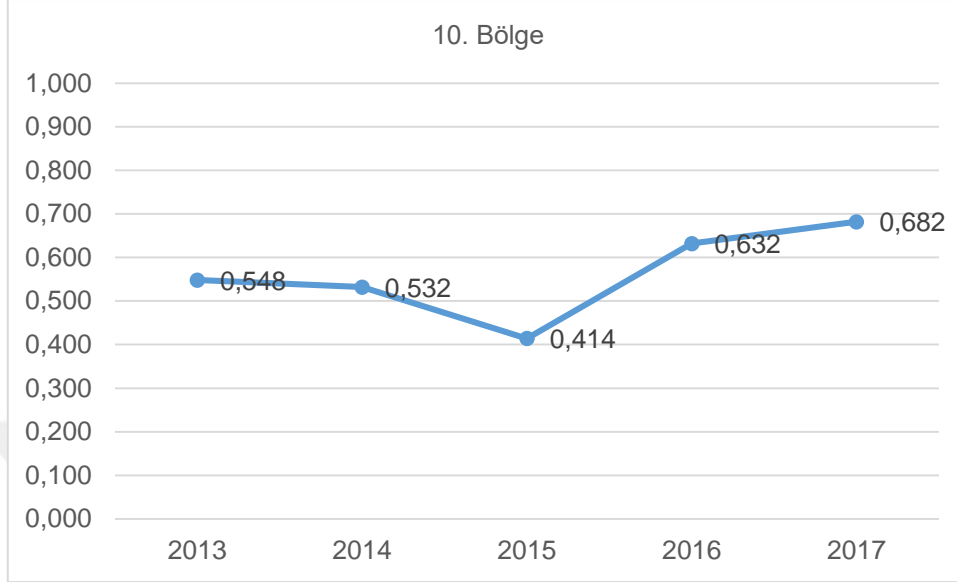
Şekil 4.9. KGM 8. Bölge Müdürlüğü 2013-2017 Yılları Arası CCR Etkinlik Skoru

8. Bölge Müdürlüğü 2013 ile 2017 yılları arasında sadece 2015 yılında tam etkinlik değerine sahip olamamıştır. 2015 yılında 11 personel fazlası ile yaklaşık 200 TL'lik personel gideri fazlalığı ayrıca 1.640 TL'lik fazla malzeme gideri ile 173 TL'lik ihaleli işlere ait fazla gider oluşmuştur. Bölge müdürlüğü 2015 yılına ait girdilerindeki bu değerlerin azaltılmasıyla daha etkin hale gelebilmektedir. Ayrıca bu girdilerdeki fazla miktarın azaltılmasının ve azaltılmış girdilerle düşey işaretleme miktarının 4.955 m² oto korkuluk yapımının ise yaklaşık 29 km artırılması ile 8. Bölge Müdürlüğü'nün 2015 yılında tam etkin hale gelmesi mümkün olabilmektedir.



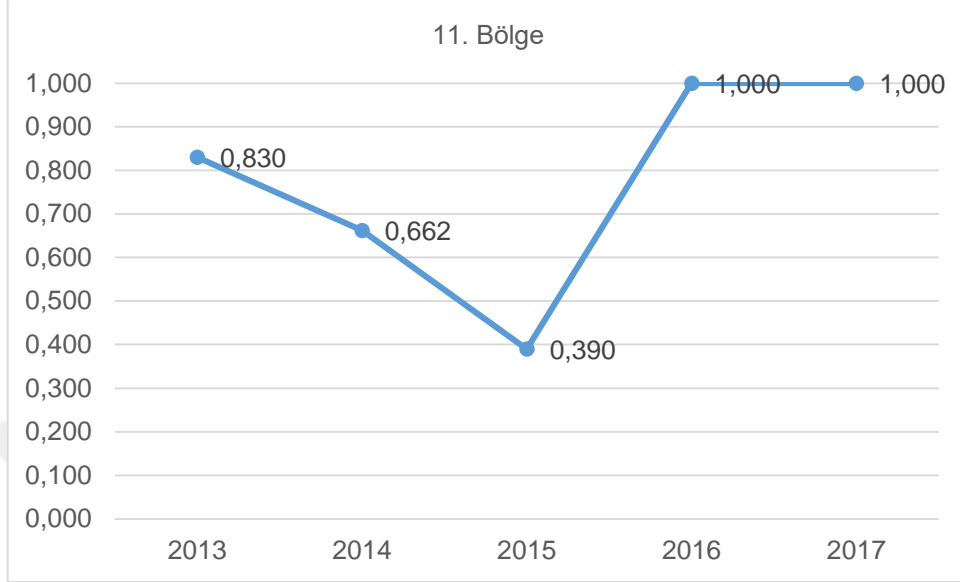
Şekil 4.10. KGM 9. Bölge Müdürlüğü 2013-2017 Yılları Arası CCR Etkinlik Skoru

9. Bölge Müdürlüğü 2013-2017 yılları arasında diğer bölge müdürlükleri arasında tam etkinlik skorunu elde etmiştir.



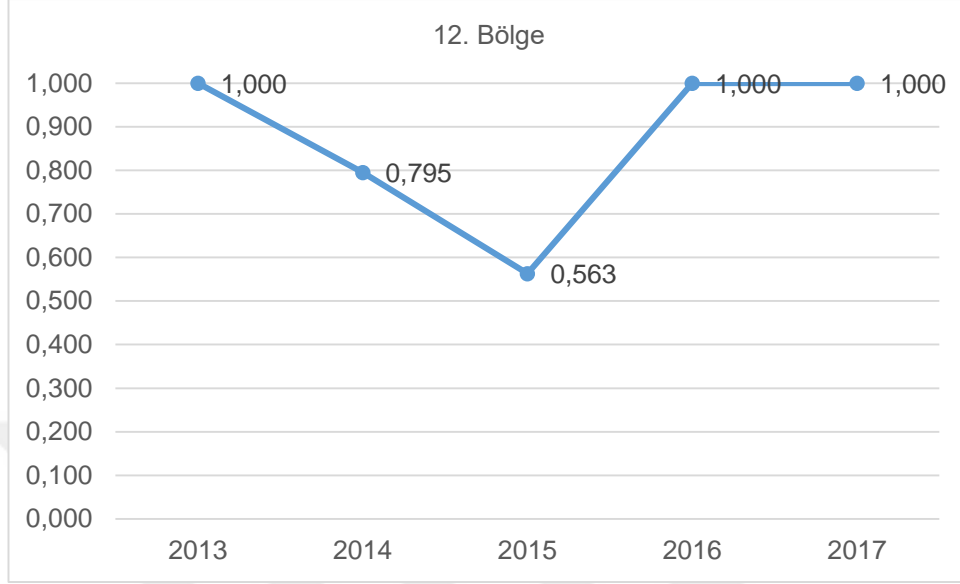
Şekil 4.11. KGM 10. Bölge Müdürlüğü 2013-2017 Yılları Arası CCR Etkinlik Skoru

10. Bölge Müdürlüğü 2013 ile 2017 yılları arasındaki hiçbir yılda tam etkin olamamıştır. Yıllar itibarıyla sırasıyla yaklaşık 9, 8, 18, 10, 9 personel fazlası ve 424, 1,4, 0,2, 801, 732 bin TL'lik personel gideri fazlalığı oluşmuştur. Ayrıca 2013 yılında 1,04 milyon TL, 2014 yılında yaklaşık bin TL, 2015 yılında yaklaşık bin TL, 2016 yılında yaklaşık 1,72 milyon TL, 2017 yılında 1,4 milyon TL fazla malzeme gideri; 2013 yılında 8,5 milyon TL, 2015 yılında yaklaşık 200 TL, 2016 yılında yaklaşık 11 milyon TL, 2017 yılında ise 15,4 milyon TL ihaleli işlere ait fazla gider oluşmuştur. Bölge müdürlüğü ilgili yıllara ait bu girdilerdeki fazla miktarın azaltılması ile 2013 yılında tam etkin hale gelebilmektedir. Ayrıca azaltılmış girdilerle düşey işaretleme miktarının 2.436 m² artırılması ile 2014 yılında; yatay işaretleme miktarının 166 m² düşey işaretleme miktarının 6.759 m² artırılması ile 2015 yılında; düşey işaretleme miktarının 448 m² artırılması ile 2016 yılında ve düşey işaretleme miktarının 245 m² oto korkuluk yapımının ise 66 km artırılması ile 2017 yılında tam etkin hale gelmesi mümkün olabilmektedir.



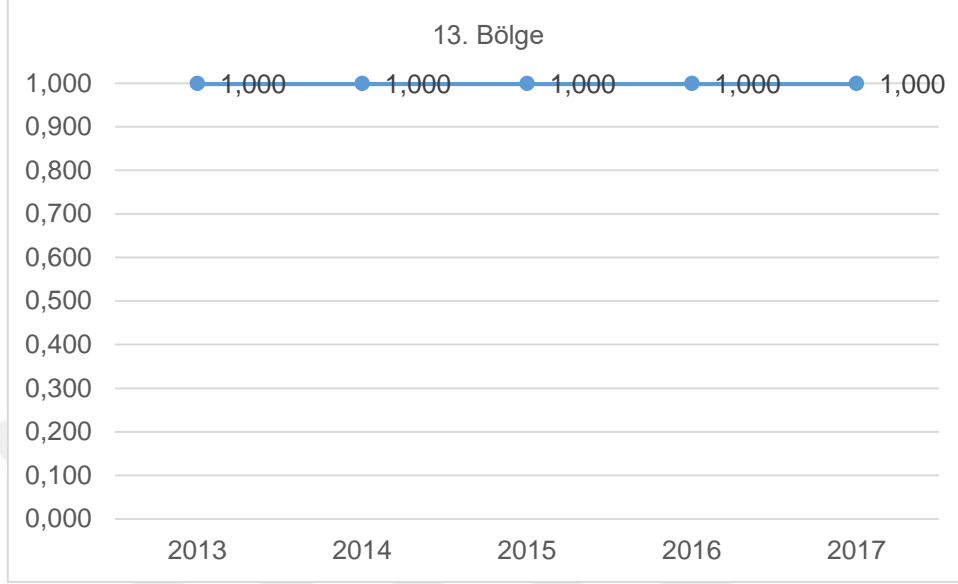
Şekil 4.12. KGM 11. Bölge Müdürlüğü 2013-2017 Yılları Arası CCR Etkinlik Skoru

11. Bölge Müdürlüğü 2016 ve 2017 yıllarında tam etkin iken 2013, 2014 ve 2015 yıllarında tam etkinlik değerine sahip olamamıştır. 2013, 2014 ve 2015 yıllarında sırasıyla yaklaşık 3, 6, 19 personel fazlası ve 606, 649, 11 bin TL'lik personel gideri fazlalığı oluşmuştur. Ayrıca 2013 yılında 532 bin TL, 2014 yılında 224 TL, 2015 yılında ise yaklaşık 2 bin TL fazla malzeme gideri ve 2013 yılında 5,4 milyon TL, 2015 yılında ise 800 TL ihaleli işlere ait fazla gider oluşmuştur. Bölge müdürlüğü 2013, 2014 ve 2015 yıllarına ait girdilerindeki bu değerlerin azaltılmasıyla ilgili yıllarda daha etkin hale gelebilmektedir. Ayrıca azaltılmış girdilerle yatay işaretleme miktarının 388 bin m², oto korkuluk yapımının 69 km, sinyalizasyon ve kaza kara noktası iyileştirme adedinin yaklaşık 3 adet artırılması ile 2013 yılında; düşey işaretleme miktarının 130 m², oto korkuluk yapımının ise yaklaşık 14 km artırılması ile 2015 yılında tam etkin hale gelmesi mümkün olabilmektedir.



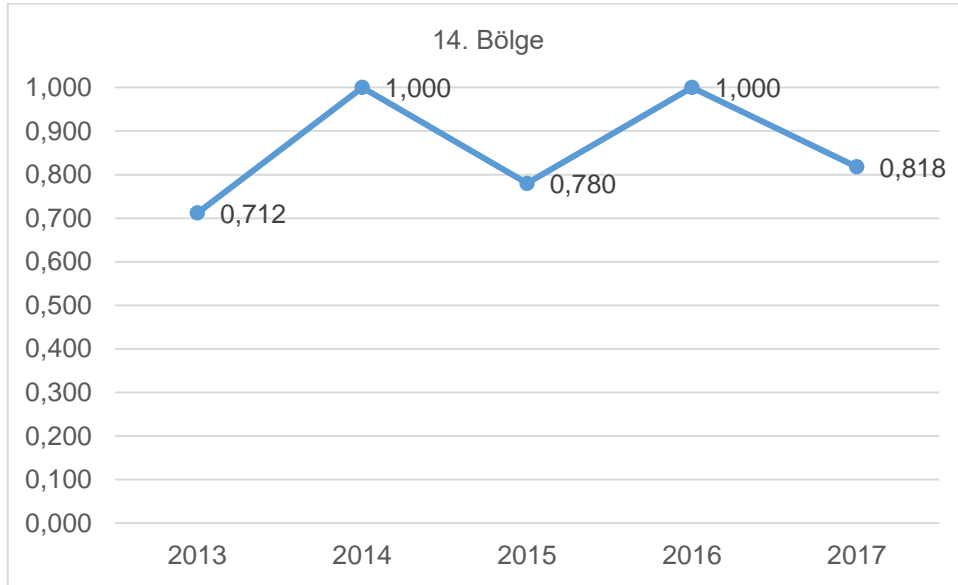
Şekil 4.13. KGM 12. Bölge Müdürlüğü 2013-2017 Yılları Arası CCR Etkinlik Skoru

12. Bölge Müdürlüğü 2013, 2016 ve 2017 yıllarında tam etkin iken 2014 ve 2015 yıllarında tam etkinlik değerine sahip olamamıştır. 2014 ve 2015 yıllarında sırasıyla yaklaşık 6, 11 personel fazlası ve 16, 6 bin TL'lik personel gideri fazlalığı oluşmuştur. Ayrıca 2014 yılında 3 bin TL, 2015 yılında 703 bin TL fazla malzeme gideri ve 2014 yılında 800 TL, 2015 yılında yaklaşık 1,2 bin TL, ihaleli işlere ait fazla gider oluşmuştur. Bölge müdürlüğü belirtilen yıllara ait girdilerindeki bu değerlerin azaltılmasıyla 2014 yılında tam etkin hale gelebilmektedir. Ayrıca bölge müdürlüğünün azaltılmış girdilerle yatay işaretleme miktarının 524 m², oto korkuluk yapımının 6,2 km, artırılması ile 2015 yılında tam etkin hale gelmesi mümkün olabilmektedir.



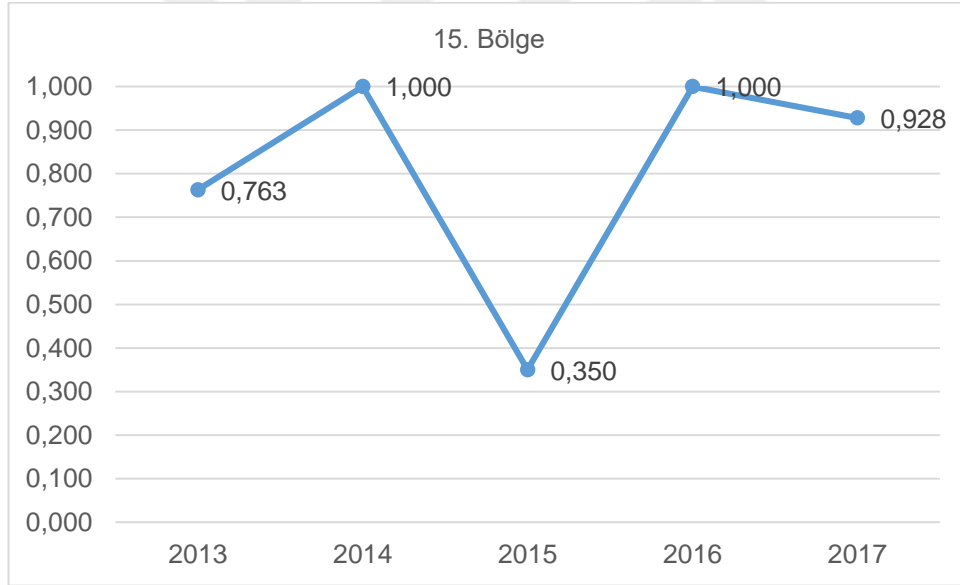
Şekil 4.14. KGM 13. Bölge Müdürlüğü 2013-2017 Yılları Arası CCR Etkinlik Skoru

13. Bölge Müdürlüğü 2013-2017 yılları arasında diğer bölge müdürlükleri arasında tam etkinlik skorunu elde etmiştir.



Şekil 4.15. KGM 14. Bölge Müdürlüğü 2013-2017 Yılları Arası CCR Etkinlik Skoru

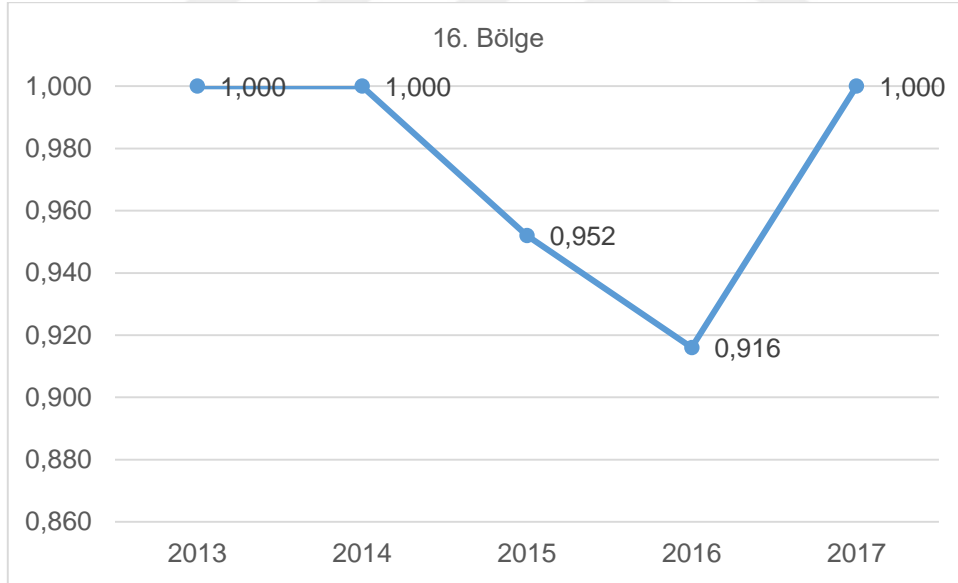
14. Bölge Müdürlüğü 2014 ve 2016 yıllarında tam etkin iken 2013, 2015 ve 2017 yıllarında tam etkinlik değerine sahip olamamıştır. 2013, 2015 ve 2017 yıllarında sırasıyla yaklaşık 4, 4, 8 personel fazlası ve 264, 24, 642 bin TL'lik personel gideri fazlalığı oluşmuştur. Ayrıca 2013 yılında 6 milyon TL, 2017 yılında ise 1,6 milyon TL fazla malzeme gideri ve 2013 yılında 7,1 milyon TL, 2017 yılında ise 17,9 milyon TL ihaleli işlere ait fazla gider oluşmuştur. Bölge müdürlüğü 2013, 2015 ve 2017 yıllarına ait girdilerindeki bu değerlerin azaltılmasıyla ilgili yıllarda daha etkin hale gelebilmektedir. Ayrıca azaltılmış girdilerle oto korkuluk yapımının 48 km artırılması ile 2013 yılında; oto korkuluk yapımının 14 km artırılması ile 2015 yılında; düşey işaretleme miktarının 8.473 m², artırılması ile 2017 yılında tam etkin hale gelmesi mümkün olabilmektedir.



Şekil 4.16. KGM 15. Bölge Müdürlüğü 2013-2017 Yılları Arası CCR Etkinlik Skoru

15. Bölge Müdürlüğü 2014 ve 2016 yıllarında tam etkin iken 2013, 2015 ve 2017 yıllarında tam etkinlik değerine sahip olamamıştır. 2013, 2015 ve 2017 yıllarında sırasıyla yaklaşık 8, 8, 13 personel fazlası ve 251, 452, 718 bin TL'lik

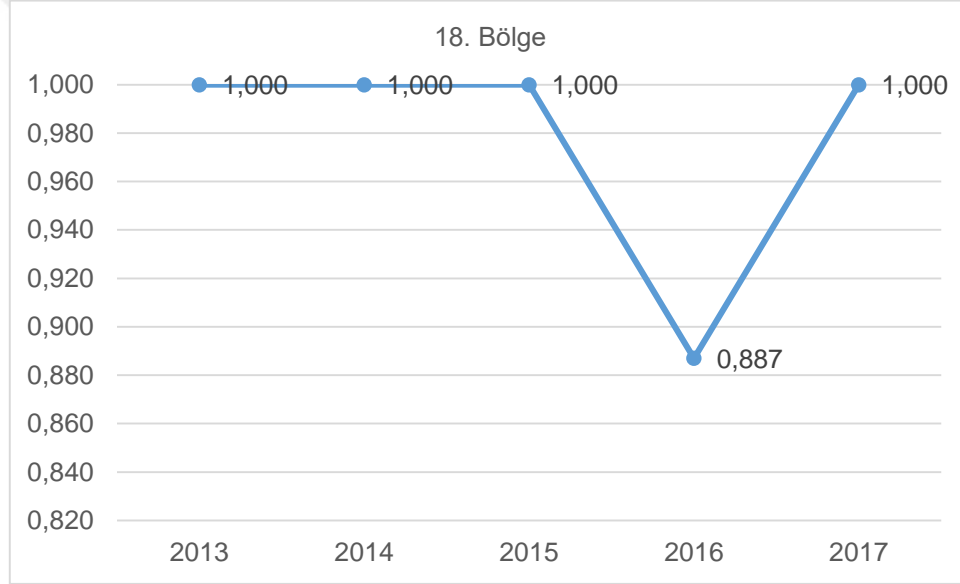
personel gideri fazlalığı oluşmuştur. Ayrıca 2013 yılında 237 bin TL, 2015 yılında yaklaşık 3 bin TL, 2017 yılında ise 231 bin TL fazla malzeme gideri ve 2013 yılında 8,2 milyon TL, 2017 yılında ise 2,8 milyon TL ihaleli işlere ait fazla gider oluşmuştur. Bölge müdürlüğü 2013, 2015 ve 2017 yıllarına ait girdilerindeki bu değerlerin azaltılmasıyla ilgili yıllarda daha etkin hale gelebilmektedir. Ayrıca azaltılmış girdilerle yatay işaretleme miktarının 475 bin m², sinyalizasyon ve kaza kara noktası iyileştirmesi adedinin 13 adet artırılması ile 2013 yılında; yatay işaretleme miktarının 718 m², düşey işaretleme miktarının 2.004 m², sinyalizasyon ve kaza kara noktası iyileştirmesi adedinin 3 adet artırılması ile 2015 yılında; yatay işaretleme miktarının 84 bin m², sinyalizasyon ve kaza kara noktası iyileştirmesi adedinin 3 adet artırılması ile 2017 yılında tam etkin hale gelmesi mümkün olabilmektedir.



Şekil 4.17. KGM 16. Bölge Müdürlüğü 2013-2017 Yılları Arası CCR Etkinlik Skoru

16. Bölge Müdürlüğü 2013, 2014 ve 2017 yıllarında tam etkin iken 2015 ve 2016 yıllarında tam etkinlik değerine sahip olamamıştır. 2015 ve 2016 yıllarında

sırasıyla yaklaşık 11, 2 personel fazlası ve 18, 120 bin TL'lik personel gideri fazlalığı oluşmuştur. Ayrıca 2015 yılında 1,6 bin TL, 2016 yılında 166 bin TL fazla malzeme gideri ve 2016 yılında 893 bin TL ihaleli işlere ait fazla gider oluşmuştur. Ayrıca azaltılmış girdilerle yatay işaretleme miktarının 15 bin m², düşey işaretleme miktarının 5.855 m², sinyalizasyon ve kaza kara noktası iyileştirmesi adedinin 1 adet artırılması ile 2015 yılında; düşey işaretleme miktarının 1.098 m², oto korkuluk yapımının 5,6 km artırılması ile 2016 yılında tam etkin hale gelmesi mümkün olabilmektedir.



Şekil 4.18. KGM 18. Bölge Müdürlüğü 2013-2017 Yılları Arası CCR Etkinlik Skoru

18. Bölge Müdürlüğü 2013 ile 2017 yılları arasında sadece 2016 yılında tam etkinlik değerine sahip olamamıştır. 2016 yılında 2 personel fazlası ile yaklaşık 197 bin TL'lik personel gideri fazlalığı ayrıca 173 bin TL'lik fazla malzeme gideri ile 1,64 milyon TL'lik ihaleli işlere ait fazla gider oluşmuştur. Bölge müdürlüğü 2015 yılına ait girdilerindeki bu değerlerin azaltılmasıyla daha etkin hale gelebilmektedir. Ayrıca bu girdilerdeki fazla miktarın azaltılmasının ve azaltılmış girdilerle yatay

işaretleme miktarının 204 bin m² ve düşey işaretleme miktarının 2.317 m² artırılması ile 18. Bölge Müdürlüğünün 2015 yılında tam etkin hale gelmesi mümkün olabilmektedir.



5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Kaynakların her geçen gün artan tüketimin ihtiyacına cevap veremediği günümüz koşullarında bu kaynakların optimum şekilde kullanılması oldukça önem arz etmektedir. Kaynakların etkili kullanılması zorunluluğu nedeniyle karar verme birimlerinin birbiriyle kıyaslanarak etkin üretim veya hizmet koşullarına ulaşması için gerekli önlemlerin alınması gerekmekte, bu sebeple etkinlik analizleri önemini korumaktadır.

Etkinlik analizleri, tek girdi ve tek çıktının olduğu ortamlarda girdinin çıktıya oranı olarak yapılan oran analizi ile birden fazla girdi ile tek çıktının olduğu ortamlarda yapılan regresyon analizi ile yapılabilmekte böylece karar verme birimleri kendi etkinliklerini değerlendirebilmektedir. Günümüzdeki üretim ve hizmet aşamaları her zaman bu kadar basit ve sade olmamakta, birden fazla girdi ve birden fazla çıktı ile üretim veya hizmet üretme süreçlerini gerçekleştirmektedirler.

Birden fazla girdi kullanılarak birden fazla çıktının elde edildiği durumlarda etkinlik analizinin ölçümü için veri zarflama analizi yöntemi yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu analizin hiçbir ön koşul gerektirmeyen uygulaması sonucunda girdi ve çıktı değerleri % 100 etkinlik sınırını veya 1,00 değerini geçmeyecek şekilde ağırlıklandırılmakta etkin olan karar verme birimleri 1,00 veya % 100 değerini alırken etkin olmayan karar verme birimleri daha küçük değer almaktadır.

Çalışmada ilk olarak Dünya’da ve Türkiye’de karayolu trafik güvenliğinin mevcut durumu hakkında bilgi verilmiş olup problemin tanımı ve çalışmanın amacı ile kapsamı belirtilmiştir. Daha sonra verimlilik, etkinlik kavramları, performans ölçüm yöntemleri ve Karayolları Genel Müdürlüğü hakkındaki bilgiler ayrıntılı açıklamalarıyla verilmiştir.

Çalışmanın ikinci bölümünde konu ile ilgili literatür taraması yapılmıştır. Literatür taramasında veri zarflama analizinin gelişimi ve modele yapılan katkılar ve ulaştırma sektöründe veri zarflama analizi kullanılarak yapılan çalışmalar olmak üzere iki kısımda incelenmiştir.

Çalışmanın üçüncü bölümünde veri zarflama analizinin uygulandığı Karayolları Genel Müdürlüğüne ait 17 adet bölge müdürlüğündeki trafik güvenliği kapsamında yapılan bakım-onarım faaliyetleri ve veri zarflama analizi modelinin çözümünde kullanılan program hakkında genel bir bilgi verilmiştir. Daha sonra veri zarflama analizi modeli açıklanmıştır. Model ile ilgili genel kavramlar açıklandıktan sonra ölçüğe göre sabit getiri altında ölçüm yapan Charnes, Cooper ve Rhodes'in isimlerinin baş harfleriyle anılan CCR modeli ile ölçüğe göre değişken getiri altında ölçüm yapan Banker, Charnes ve Cooper'ın baş harflerinden oluşan BCC modelleri açıklanmıştır. Bu bölümde son olarak veri zarflama analizinin kullanım alanları ve amaçları, uygulama aşamaları ile modelin güçlü ve zayıf yönlerine de yer verilmiştir.

Çalışmanın uygulama ve sonuçları değerlendirme kısmı olan dördüncü bölümünde ise Karayolları Genel Müdürlüğü sorumluluğundaki 17 bölge müdürlüğünce yürütülen trafik güvenliği bakım-onarım çalışmalarının performansını ölçmek amacıyla girdilerin çıktılara dönüştürülme sürecinin nispi etkinliğini veri zarflama analizi ile ortaya koymak ve tam etkin olmayan bölge müdürlüklerinin tam etkin hale gelebilmesi için gerekli önerileri sunmaktır. Çalışma amacına ve veri zarflama analizinin uygulama aşamalarına uygun şekilde bölge müdürlüklerinin performansını ortaya koyabilecek 4 girdi ve 4 çıktı belirlenmiş olup söz konusu bölge müdürlüklerinin belirlenen amaç kapsamındaki etkinlikleri değerlendirilmiştir.

Yapılan analizler 5 yılı kapsayacak şekilde 2013-2017 yılları için, Win4DEAP2 paket programı kullanılarak hem CCR yöntemiyle hem de BCC yöntemiyle yapılmıştır. CCR yöntemiyle yapılan analizde söz konusu 5 yıl boyunca etkin bölge müdürlüğü sayısı 3 iken BCC yöntemiyle yapılan analizde etkin bölge müdürlüğü sayısının 8 olduğu görülmüştür. 2017 yılında etkin olmayan bölge müdürlükleri için, etkin olan bölge müdürlüklerinden hangilerinin ne yoğunlukta referans olduğu gösterilmiştir. Ayrıca her bir bölge müdürlüğü için yıllar bazındaki CCR etkinlik puanına göre etkinlik değerlendirilmesi yapılmış etkin olup olmama

durumuna göre girdilerini ne ölçüde azaltmaları gerektiğini ve çıktılarını ne ölçüde artırmaları gerektiği belirtilmiştir.

Çalışmadan çıkarılacak diğer bir sonuç ise bölge müdürlüklerine ait girdi ve çıktı miktarının 2013-2017 yıllarına ait 5 yıllık toplamı düşünüldüğünde; girdilerdeki fazla ihaleli giderlerin toplamda 182.460.000 TL olduğu, bu miktarı 47.116.000 TL ile fazla malzeme giderinin takip ettiği görülmektedir. Bu sonuca göre bölge müdürlerine ait yapılacak ihaleli gider ve malzeme giderinin azaltılması çalışmaları sonucu önemli kazanımların sağlanabileceği düşünülmektedir. Buna ek olarak analiz sonucu çıktılarda potansiyel artma imkânı bulunan, 2013-2017 yıllarına ait 5 yıllık toplamı 74.893 m² olan düşey işaretleme miktarının da girdilerdeki mevcut iyileştirmenin yanında artırılması ile bölge müdürlüklerinin daha etkin hale getirilebilmesinin mümkün hale gelebileceği düşünülmektedir.

Karayolları Genel Müdürlüğü'nde yapıldığı gibi diğer kamu hizmetlerinde de ölçümler ve değerlendirmeler yapılarak kaynakların daha etkin ve verimli kullanılmasına yönelik çalışmalara devam edilmesi gerekmektedir. İleride yapılacak çalışmalarda bölge müdürlüklerinin yaptığı kar mücadelesi, asfalt yol bakımı gibi diğer hizmetlerin de etkinliğinin ölçülmesi ile bölge müdürlükleri altında faaliyet gösteren şube müdürlüklerinin etkinliğinin ölçümü bir başka çalışmanın konusu olabilir.

Sonuç olarak ülkemizdeki karayolları trafik güvenliğinin artırılması kapsamında mevcut karayolu ağımızdaki bakım-onarım faaliyetlerinin yapılması oldukça önemli olup kamu kaynaklarının kısıtlı olması sebebiyle bu alanda faaliyet gösteren kurumların performansının ölçülmesi önem arz etmektedir. Veri zarflama analizi metodu Karayolları Genel Müdürlüğü'ne ait bölge müdürlüklerinin trafik güvenliği kapsamındaki bakım-onarım harcamalarının etkinlik değerlendirmesine tarafsız olarak değerlendirme yapma imkânı sunmaktadır. Ayrıca etkin olmayan bölge müdürlüklerinin etkin hale gelebilmesi için yapmaları gereken iyileştirmeleri aynı analiz sonucu göstermektedir.



KAYNAKLAR

- Adler, N., & Berechman, J., 2001. Measuring airport quality from the airlines' viewpoint: an application of data envelopment analysis. *Transport Policy*, 8(3): 171-181.
- Adolphson, D. L., Cornia, G. C., & Walters, L. C., 1989. Railroad property valuation using data envelopment analysis. *Interfaces*, 19(3): 18-26.
- Akgüç, Ö. 1998. Finansal yönetim. İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Muhasebe Enstitüsü, İstanbul, 843s.
- Andersen, P., & Petersen, N. C., 1993. A procedure for ranking efficient units in data envelopment analysis. *Management science*, 39(10): 1261-1264.
- Arslan, A., 2002. Kamu Harcamalarında Verimlilik, Etkinlik ve Denetim. *Maliye Dergisi*, 140(2): 1-14.
- Athanassopoulos, A. D., 1995. Performance improvement decision aid systems (PIDAS) in retailing organizations using data envelopment analysis. *Journal of Productivity Analysis*, 6(2): 153-170.
- Athanassopoulos, A. D., & Ballantine, J. A., 1995. Ratio and frontier analysis for assessing corporate performance: evidence from the grocery industry in the UK. *Journal of the Operational Research Society*, 46(4): 427-440.
- Aydemir, Z. C. 2002. Bölgesel Rekabet Edebilirlik Kapsamında İllerin Kaynak Kullanım Görece Verimlilikleri: Veri Zarflama Analizi Uygulaması. Uzmanlık Tezi, Devlet Planlama Teşkilatı, Ankara, 192s.
- Banker, R. D., Charnes, A., & Cooper, W. W., 1984. Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. *Management science*, 30(9): 1078-1092.
- Banker, R. D., & Natarajan, R., 2008. Evaluating contextual variables affecting productivity using data envelopment analysis. *Operations Research*, 56(1): 48-58.

- Barbot, C., Costa, Á., & Sochirca, E., 2008. Airlines performance in the new market context: a comparative productivity and efficiency analysis. *Journal of Air Transport Management*, 14(5): 270-274.
- Barros, C. P., & Athanassiou, M., 2004. Efficiency in European seaports with DEA: Evidence from Greece and Portugal. *Maritime Economics & Logistics*, 6(2): 122-140.
- Barros, C. P., & Peypoch, N., 2009. An evaluation of European airlines' operational performance. *International Journal of Production Economics*, 122(2): 525-533.
- Behdioğlu, S., & Özcan, G., 2009. Veri Zarflama Analizi ve Bankacılık Sektörüne Bir Uygulama. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 14(3): 301-326.
- BM, 2011. United Nations Global Plan for the Decade of Action for Road Safety 2011-2020. Switzerland
- Budak, H., 2011. Veri Zarflama Analizi ve Türk Bankacılık Sektöründe Uygulaması. *Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 23(2): 95-110.
- Cantos, P., Pastor, J. M., & Serrano, L., 1999. Productivity, efficiency and technical change in the European railways: a non-parametric approach. *Transportation*, 26(4): 337-357.
- Charnes, A., Cooper, W. W., Golany, B., Seiford, L., & Stutz, J., 1985. Foundations of data envelopment analysis for Pareto-Koopmans efficient empirical production functions. *Journal of econometrics*, 30(1-2): 91-107.
- Charnes, A., Cooper, W. W., & Rhodes, E., 1978. Measuring the efficiency of decision making units. *European journal of operational research*, 2(6): 429-444.
- Charnes, A., Cooper, W. W., & Thrall, R. M., 1986. Classifying and characterizing efficiencies and inefficiencies in data development analysis. *Operations Research Letters*, 5(3): 105-110.

- Chen, W.-C., & Lai, S.-Y., 2017. Determining radial efficiency with a large data set by solving small-size linear programs. *Annals of Operations Research*, 250(1): 147-166.
- Chiou, Y.-C., & Chen, Y.-H., 2006. Route-based performance evaluation of Taiwanese domestic airlines using data envelopment analysis. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 42(2): 116-127.
- Chu, X., Fielding, G. J., & Lamar, B. W., 1992. Measuring transit performance using data envelopment analysis. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 26(3): 223-230.
- Cowie, J., & Asenova, D., 1999. Organisation form, scale effects and efficiency in the British bus industry. *Transportation*, 26(3): 231-248.
- Cullinane, K., Wang, T.-F., Song, D.-W., & Ji, P., 2006. The technical efficiency of container ports: Comparing data envelopment analysis and stochastic frontier analysis. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 40(4): 354-374.
- Çağlar, A. 2003. Veri Zarflama Analizi ile Belediyelerin Etkinlik Ölçümü. Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara, 179s.
- Çamur, G. 2014. Mobilya ve Levha Sektöründe Veri Zarflama Analizi Yardımıyla Etkinlik Ölçümü. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon, 57s.
- Demirci, A. 2012. OECD Üyesi Ülkelerin Ekonomik ve Sosyal Etkinliklerinin Veri Zarflama Analizi Yöntemiyle Belirlenmesi. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum, 376s.
- Depren, Ö. 2008. Veri Zarflama Analizi ve Bir Uygulama. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul, 117s.
- DSÖ, 2018. World Health Organization Global Status Report on Road Safety 2018. France
- Dulá, J., & López, F., 2013. DEA with streaming data. *Omega*, 41(1): 41-47.

- EC, 2018. European Commission Statistical Pocketbook 2018.
- Farrell, M. J., 1957. The measurement of productive efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society: Series A*, 120(3): 253-281.
- Fernandes, E., & Pacheco, R., 2002. Efficient use of airport capacity. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 36(3): 225-238.
- Fried, H. O., Lovell, C. K., Schmidt, S. S., & Yaisawarng, S., 2002. Accounting for environmental effects and statistical noise in data envelopment analysis. *Journal of Productivity Analysis*, 17(1-2): 157-174.
- Gillen, D., & Lall, A., 1997. Developing measures of airport productivity and performance: an application of data envelopment analysis. *Transportation Research Part E: Logistics Transportation Review*, 33(4): 261-273.
- Graham, D. J., 2008. Productivity and efficiency in urban railways: Parametric and non-parametric estimates. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 44(1): 84-99.
- Gülcü, A., Çoşkun, A., Yeşilyurt, C., Coşkun, S., & Esener, T., 2004. Cumhuriyet Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi'nin Veri Zarflama Analizi Yöntemiyle Göreceli Etkinlik Analizi. *C.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 5(2): 87-104.
- Gülcü, A., Tutar, H., & Yeşilyurt, C. 2004. Sağlık Sektöründe Veri Zarflama Analizi Yöntemi ile Göreceli Verimlilik Analizi. *Seçkin Yayıncılık*, Ankara, 288s.
- Günay, M. 2010. Üniversite Hastanelerinin 2008 Yılı Verimlilik ve Etkinlik Analizi. Yüksek Lisans Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi, Sivas, 114ss.
- Güran, M. C., & Cingi, S., 2002. Devletin Ekonomik Müdahalelerinin Etkinliği. *Akdeniz İ.İ.B.F Dergisi*, 3: 56-89.
- İnan, E. A., 2000. Banka Etkinliğinin Ölçülmesi ve Düşük Enflasyon Sürecinde Bankacılıkta Etkinlik. *Bankacılar Dergisi*, 34: 83.
- Kalkınma Bakanlığı, 2013. Onuncu Kalkınma Planı (2014-2018). Ankara

- Karakurt, E. 2011. İstanbul Sanayi Odası'nın İlk 500 Büyük Sanayi Kuruluşunun Veri Zarflama Analizi ile Etkinlik Ölçümü. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul, 168s.
- Karlaftis, M. G., 2004. A DEA approach for evaluating the efficiency and effectiveness of urban transit systems. European journal of operational research, 152(2): 354-364.
- Karlaftis, M. G., & Tsamboulas, D., 2012. Efficiency measurement in public transport: are findings specification sensitive? Transportation Research Part A: Policy and Practice, 46(2): 392-402.
- KGM, 2016. Karayolları Genel Müdürlüğü Stratejik Planı 2017-2021. Ankara
- KGM, 2018. Karayolları Genel Müdürlüğü Trafik Güvenliği Bakım-Onarım Faaliyetleri.
- KGM, 2019. Karayolları Genel Müdürlüğü Tarihçesi. <http://www.kgm.gov.tr/Sayfalar/KGM/SiteTr/Kurumsal/Tarihce.aspx> (Erişim tarihi: 19 Şubat 2019)
- Khezrimotlagh, D., Zhu, J., Cook, W. D., & Toloo, M., 2018. Data envelopment analysis and big data. European journal of operational research, 274(3): 1047-1054.
- Kneip, A., Park, B. U., & Simar, L., 1998. A note on the convergence of nonparametric DEA estimators for production efficiency scores. Econometric theory, 14(6): 783-793.
- Kutlar, A., & Bakırcı, F. 2018. Veri Zarflama Analizi Teori ve Uygulama. Orion Kitabevi, Ankara, 310s.
- Kutlar, A., Kabasakal, A., & Sarıkaya, M., 2013. Determination of the efficiency of the world railway companies by method of DEA and comparison of their efficiency by Tobit analysis. Quality and Quantity, 47(6): 3575-3602.
- Lorcu, F. 2008. Veri Zarflama Analizi (DEA) ile Türkiye ve Avrupa Birliği Ülkelerinin Sağlık Alanındaki Etkinliklerinin Değerlendirilmesi. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, İstanbul, 353s.

- Martín, J. C., & Roman, C., 2001. An application of DEA to measure the efficiency of Spanish airports prior to privatization. *Journal of Air Transport Management*, 7(3): 149-157.
- Martinez-Budria, E., Diaz-Armas, R., Navarro-Ibanez, M., & Ravelo-Mesa, T., 1999. A study of the efficiency of Spanish port authorities using data envelopment analysis. *International Journal of Transport Economics*, 26(2).
- McDonald, J., 2009. Using least squares and tobit in second stage DEA efficiency analyses. *European journal of operational research*, 197(2): 792-798.
- Merkert, R., & Hensher, D. A., 2011. The impact of strategic management and fleet planning on airline efficiency—A random effects Tobit model based on DEA efficiency scores. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 45(7): 686-695.
- Onaran, S. 2006. Veri Zarflama Analizi Kullanılarak Üniversite Kütüphanelerinin Performanslarının Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara, 94s.
- Oum, T. H., & 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*: 121-138.
- Özcan, A. İ. 2005. Celal Bayar Üniversitesi'ne Bağlı Meslek Yüksekokullarının Etkinliklerinin Veri Zarflama Analizi İle Ölçülmesi. Yüksek Lisans Tezi, Celal Bayar Üniversitesi, Manisa, 110s.
- Park, B. U., & De, P., 2004. An alternative approach to efficiency measurement of seaports. *Maritime Economics & Logistics*, 6(1): 53-69.
- Pels, E., Nijkamp, P., & Rietveld, P., 2001. Relative efficiency of European airports. *Transport Policy*, 8(3): 183-192.
- Roll, Y., & Hayuth, Y., 1993. Port performance comparison applying data envelopment analysis (DEA). *Maritime policy*, 20(2): 153-161.

- Sarı, N. B. 2010. Belediye Toplu Taşıma Hizmetlerinin Etkinliğinin Veri Zarflama Analizi İle Ölçümü ve İyileştirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana, 104s.
- Sarkis, J., 2000. An analysis of the operational efficiency of major airports in the United States. *Journal of Operations management*, 18(3): 335-351.
- SBB, 2018. T.C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı 2019 Yılı Yıllık Programı. Ankara
- Schefczyk, M., 1993. Operational performance of airlines: an extension of traditional measurement paradigms. *Strategic Management Journal*, 14(4): 301-317.
- Scheraga, C. A., 2004. Operational efficiency versus financial mobility in the global airline industry: a data envelopment and Tobit analysis. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 38(5): 383-404.
- Seiford, L. M., & Thrall, R. M., 1990. Recent developments in DEA: the mathematical programming approach to frontier analysis. *Journal of econometrics*, 46(1-2): 7-38.
- Sherman, H. D., 1992. Data Envelopment Analysis (DEA): Identifying New Opportunities to Improve Productivity. *Tijdschrift voor Economie en Management*, 37(2): 153-180.
- Simar, L., & Wilson, P. W., 1998. Sensitivity analysis of efficiency scores: How to bootstrap in nonparametric frontier models. *Management science*, 44(1): 49-61.
- Simar, L., & Wilson, P. W., 2000. Statistical inference in nonparametric frontier models: The state of the art. *Journal of Productivity Analysis*, 13(1): 49-78.
- Simar, L., & Wilson, P. W., 2002. Non-parametric tests of returns to scale. *European Journal of Operational Research*, 139: 115-132.
- Simar, L., & Wilson, P. W., 2007. Estimation and inference in two-stage, semi-parametric models of production processes. *Journal of econometrics*, 136(1): 31-64.

- Tarım, A. 2001. Veri zarflama analizi: Matematiksel Programlama Tabanlı Görelî Etkinlik Ölçüm Yaklaşımı. Sayıştay Yayınları, Ankara, 222s.
- Tavassoli, M., Faramarzi, G. R., & Saen, R. F., 2014. Efficiency and effectiveness in airline performance using a SBM-NDEA model in the presence of shared input. *Journal of Air Transport Management*, 34: 146-153.
- Temür, Y., & Bakırcı, F., 2008. Türkiye'de Sağlık Kurumlarının Performans Analizi: Bir VZA Uygulaması. *Sosyal Bilimler Dergisi*, 10(3): 261-282.
- Thompson, R. G., Langemeier, L. N., Lee, C.-T., Lee, E., & Thrall, R. M., 1990. The role of multiplier bounds in efficiency analysis with application to Kansas farming. *Journal of econometrics*, 46(1-2): 93-108.
- Tongzon, J., 2001. Efficiency measurement of selected Australian and other international ports using data envelopment analysis. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 35(2): 107-122.
- Turner, H., Windle, R., & Dresner, M., 2004. North American containerport productivity: 1984–1997. *Transportation Research Part E: Logistics Transportation Review*, 40(4): 339-356.
- TÜİK, 2018. Yıllara göre kaza, ölü ve yaralı sayısı 2002-2017. Ankara
- TÜİK, 2019a. Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi Sonuçları 2018. Ankara
- TÜİK, 2019b. Motorlu Kara Taşıtları. Ankara
- UAB, 2019. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı Tarihçesi. <http://www.uab.gov.tr/k-1-tarihce.html> (Erişim tarihi: 19 Şubat 2019)
- Ulutaş, B. B. 2006. Türkiye'deki Havaalanı Etkinliklerinin Veri Zarflama Analizi ile Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir, 150s.
- Valentine, V., & Gray, R. (2001). The measurement of port efficiency using data envelopment analysis. *Proceedings of the 9th world conference on transport research*, Seoul South Korea, s.27.
- Viton, P. A., 1998. Changes in multi-mode bus transit efficiency, 1988–1992. *Transportation*, 25(1): 1-21.

- Yakut, E. 2008. İmalat Sanayisinde Firma Etkinliğinin Ölçümü ve Finansal Analizi. Yüksek Lisans Tezi, Gaziantep Üniversitesi, Gaziantep, 157s.
- Yalçın, H. 2012. Veri Zarflama Analizi ile Vergi Dairesi Başkanlıklarının Performansının Ölçülmesi. Doktora Tezi, Kadir Has Üniversitesi, İstanbul, 252s.
- Yavuz, İ. 2001. Sağlık Sektöründe Etkinlik Ölçümü (Veri Zarflama Analizine Dayalı Bir Uygulama). Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları, Ankara, 113s.
- Yolalan, O. R. 1993. İşletmelerarası göreli etkinlik ölçümü. Millî Prodüktivite Merkezi Yayınları, Ankara, 96s.
- Yoshida, Y., & Fujimoto, H., 2004. Japanese-airport benchmarking with the DEA and endogenous-weight TFP methods: testing the criticism of overinvestment in Japanese regional airports. Transportation Research Part E: Logistics Transportation Review, 40(6): 533-546.
- 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: Policy and Practice, 42(10): 1283-1294.



ÖZGEÇMİŞ

1988 yılında İzmir’de doğdu. İlköğrenimini Adana Ali Fuat Cebesoy İlköğretim Okulu’nda, ortaöğrenimini Adana İMKB Anadolu Öğretmen Lisesi’nde tamamladı. 2011 yılında Çukurova Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü’nden mezun oldu.

2013-2014 yıllarında Tosçelik Profil ve Sac Endüstrisi A.Ş.’de Endüstri Mühendisi, 2014-2017 yılları arasında ise Seçil Kauçuk Sanayi ve Ticaret A.Ş.’de Ürün Geliştirme Mühendisi olarak görev yaptı. 2017 yılından itibaren T.C. Kalkınma Bakanlığı ve Cumhurbaşkanlığı hükümet sistemiyle T.C. Kalkınma Bakanlığı’nın yerine kurulan T.C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı’nda Strateji ve Bütçe Uzman Yardımcısı olarak görev yapmakta olup evlidir.

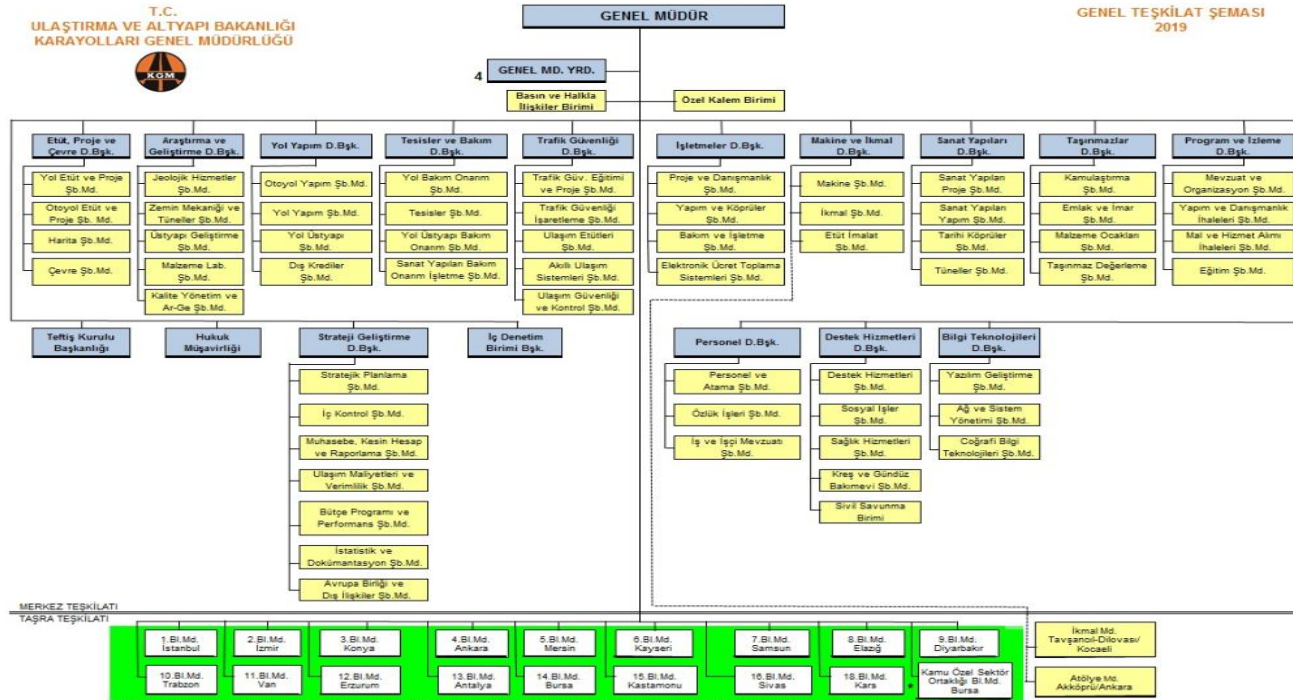




EKLER



EK-1 Karayolları Genel Müdürlüğü Teşkilat Şeması

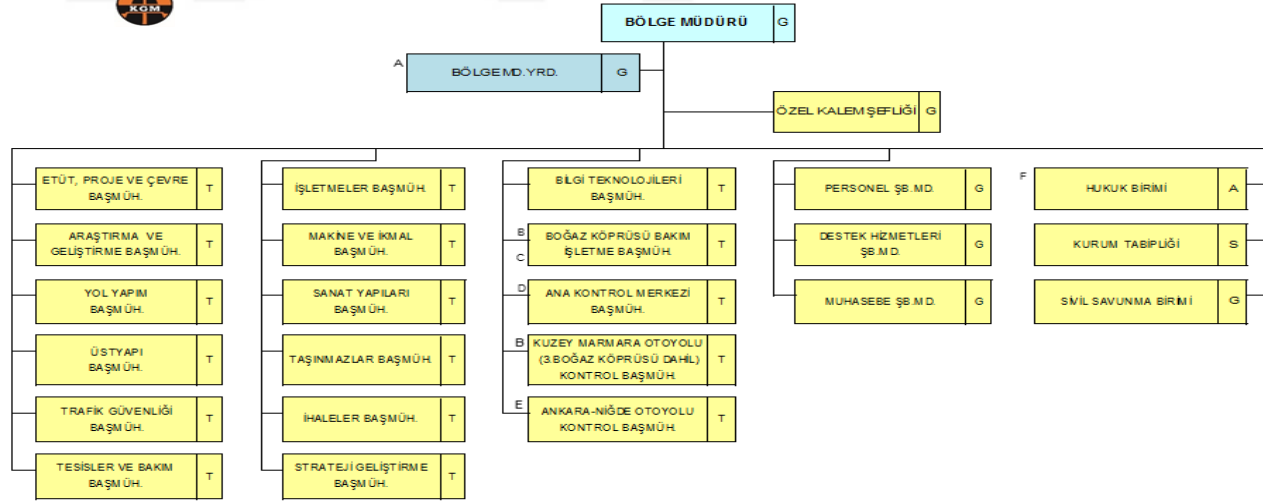


EK-2 KGM Bölge Müdürlüğü Teşkilat Şeması

T.C.
ULAŞTIRMA VE ALTYAPI BAKANLIĞI
KARAYOLLARI GENEL MÜDÜRLÜĞÜ



BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ
TEŞKİLAT ŞEMASI
2018



- A- Sayısı iş yoğunluğuna ve ihtiyaca göre belirlenir.
B- 1.Bölge Müdürlüğünde kurulur.
C- Her bir boğaz köprüsü için birer adettir.
D- 1. ve 4. Bölge Müdürlüklerinde kurulur.
E- 4.Bölge Müdürlüğünde kurulur.
F- Avukat sayısı ihtiyaca göre belirlenir.

EK-4. KGM Bölge Müdürlüklerine Ait Girdi Verileri

2013-2017 Yılları Arasında KGM Bölge Müdürlükleri Trafik Güvenliği Çalışmalarında Görevli Olan Personel Sayısı

KGM Bölge Müdürlüğü	2013 Yılı	2014 Yılı	2015 Yılı	2016 Yılı	2017 Yılı
1. Bölge Müdürlüğü	9	11	11	20	31
2. Bölge Müdürlüğü	23	23	28	45	44
3. Bölge Müdürlüğü	21	20	23	24	19
4. Bölge Müdürlüğü	9	7	8	25	25
5. Bölge Müdürlüğü	21	19	24	63	75
6. Bölge Müdürlüğü	15	12	15	29	27
7. Bölge Müdürlüğü	20	15	15	42	36
8. Bölge Müdürlüğü	18	21	23	34	28
9. Bölge Müdürlüğü	26	17	27	48	52
10. Bölge Müdürlüğü	19	17	26	26	27
11. Bölge Müdürlüğü	18	19	25	40	41
12. Bölge Müdürlüğü	14	14	14	15	14
13. Bölge Müdürlüğü	8	9	9	30	30
14. Bölge Müdürlüğü	13	16	16	35	43
15. Bölge Müdürlüğü	19	16	12	22	31
16. Bölge Müdürlüğü	10	15	15	23	26
18. Bölge Müdürlüğü	5	5	8	14	14

2013-2017 Yılları Arasında KGM Bölge Müdürlükleri Trafik Güvenliği Çalışmalarında Görevli Olan Personel Gideri (TL)

KGM Bölge Müdürlüğü	2013 Yılı	2014 Yılı	2015 Yılı	2016 Yılı	2017 Yılı
1. Bölge Müdürlüğü	482.419	561.511	747.972	1.328.237	2.437.959
2. Bölge Müdürlüğü	1.115.097	1.094.678	1.524.919	2.983.576	3.364.235
3. Bölge Müdürlüğü	991.597	1.004.442	1.485.651	1.459.601	1.442.980
4. Bölge Müdürlüğü	509.424	377.716	557.439	1.441.263	1.826.673
5. Bölge Müdürlüğü	1.089.451	1.032.977	1.631.178	4.026.885	5.936.981
6. Bölge Müdürlüğü	689.521	692.877	918.772	1.777.014	2.210.613
7. Bölge Müdürlüğü	998.676	733.762	945.830	2.666.781	2.755.201
8. Bölge Müdürlüğü	1.055.362	1.380.273	1.617.464	2.215.274	2.213.963
9. Bölge Müdürlüğü	1.336.866	928.740	1.628.560	3.251.039	4.149.331
10. Bölge Müdürlüğü	939.218	971.648	1.558.397	1.811.659	2.133.849
11. Bölge Müdürlüğü	1.340.331	1.405.454	1.745.301	2.786.368	3.128.489
12. Bölge Müdürlüğü	787.521	897.510	895.388	904.527	1.270.313
13. Bölge Müdürlüğü	407.315	495.888	608.547	1.849.573	2.092.066
14. Bölge Müdürlüğü	737.266	899.908	1.240.947	2.538.746	3.533.951
15. Bölge Müdürlüğü	884.301	750.867	631.724	1.438.628	2.257.567
16. Bölge Müdürlüğü	559.550	811.038	932.022	1.430.222	1.913.360
18. Bölge Müdürlüğü	260.703	191.411	342.363	972.041	1.203.962

EK-4 KGM Bölge Müdürlüklerine Ait Girdi Verileri (Devam)

2013-2017 Yılları Arasında KGM Bölge Müdürlükleri Trafik Güvenliği Çalışmaları ile İlgili Malzeme Gideri (TL)

KGM Bölge Müdürlüğü	2013 Yılı	2014 Yılı	2015 Yılı	2016 Yılı	2017 Yılı
1. Bölge Müdürlüğü	7.822.289	6.226.288	8.772.599	7.108.155	6.632.026
2. Bölge Müdürlüğü	3.720.054	9.062.092	10.673.553	10.796.922	11.085.417
3. Bölge Müdürlüğü	10.411.733	13.395.037	12.919.796	12.662.761	14.288.923
4. Bölge Müdürlüğü	3.816.925	4.861.641	2.245.520	2.981.726	3.827.630
5. Bölge Müdürlüğü	4.318.482	3.450.111	3.316.655	3.899.120	4.389.071
6. Bölge Müdürlüğü	2.706.621	3.218.156	3.600.484	3.831.477	7.570.751
7. Bölge Müdürlüğü	5.643.161	6.023.156	5.225.158	6.010.231	6.890.234
8. Bölge Müdürlüğü	962.438	1.168.445	2.763.536	2.777.312	5.129.208
9. Bölge Müdürlüğü	1.853.417	1.233.403	1.888.979	2.943.004	2.741.954
10. Bölge Müdürlüğü	2.309.840	4.238.832	4.280.625	4.660.773	4.506.629
11. Bölge Müdürlüğü	3.132.889	2.190.237	2.663.045	2.982.998	4.385.409
12. Bölge Müdürlüğü	1.230.766	1.126.956	995.735	974.664	1.345.101
13. Bölge Müdürlüğü	1.690.667	1.420.626	1.538.970	1.968.630	2.109.935
14. Bölge Müdürlüğü	7.782.594	6.883.745	8.494.449	9.233.557	8.773.035
15. Bölge Müdürlüğü	1.004.436	1.854.480	2.376.277	3.924.523	3.230.995
16. Bölge Müdürlüğü	755.054	638.754	1.088.559	1.982.010	2.551.908
18. Bölge Müdürlüğü	1.216.648	1.034.594	878.597	1.521.881	1.148.603

2013-2017 Yılları Arasında KGM Bölge Müdürlükleri Trafik Güvenliği Çalışmaları ile İlgili İhaleli Giderler (TL)

KGM Bölge Müdürlüğü	2013 Yılı	2014 Yılı	2015 Yılı	2016 Yılı	2017 Yılı
1. Bölge Müdürlüğü	20.323.564	16.674.106	33.432.150	38.999.303	46.918.248
2. Bölge Müdürlüğü	31.362.408	41.435.143	38.221.215	44.908.477	70.742.752
3. Bölge Müdürlüğü	10.677.021	13.204.192	23.837.952	46.715.996	58.793.161
4. Bölge Müdürlüğü	25.849.968	24.326.737	37.308.910	45.281.818	71.612.074
5. Bölge Müdürlüğü	18.581.955	17.105.031	18.975.255	20.105.340	34.765.238
6. Bölge Müdürlüğü	10.163.003	4.315.936	12.595.910	13.649.326	35.862.960
7. Bölge Müdürlüğü	29.584.154	31.474.323	32.663.640	31.972.963	70.283.143
8. Bölge Müdürlüğü	21.867.895	16.909.153	15.424.800	25.226.161	43.928.863
9. Bölge Müdürlüğü	19.053.220	7.776.693	16.493.176	18.875.600	41.774.606
10. Bölge Müdürlüğü	18.926.127	11.401.269	19.467.420	29.760.470	48.534.001
11. Bölge Müdürlüğü	31.542.015	25.748.682	20.206.044	18.563.651	48.968.393
12. Bölge Müdürlüğü	8.213.929	5.625.506	7.293.242	11.848.463	32.536.940
13. Bölge Müdürlüğü	24.302.745	17.247.776	28.879.910	35.003.426	69.584.807
14. Bölge Müdürlüğü	24.577.445	22.112.990	24.894.112	51.515.139	98.777.881
15. Bölge Müdürlüğü	23.633.965	15.313.211	30.582.769	38.272.510	39.590.402
16. Bölge Müdürlüğü	7.826.273	10.151.400	6.697.713	10.678.460	30.082.480
18. Bölge Müdürlüğü	6.758.488	9.953.862	12.625.742	14.467.296	16.964.501

EK-5 KGM Bölge Müdürlüklerine Ait Çıktı Verileri

2013-2017 Yılları Arasında KGM Bölge Müdürlükleri Trafik Güvenliği Çalışmaları Kapsamında Yapılan Yatay İşaretleme Miktarı (m²)

KGM Bölge Müdürlüğü	2013 Yılı	2014 Yılı	2015 Yılı	2016 Yılı	2017 Yılı
1. Bölge Müdürlüğü	1.457.714	1.287.473	1.374.777	1.648.550	1.575.969
2. Bölge Müdürlüğü	2.451.275	2.448.510	2.709.630	2.723.595	2.581.520
3. Bölge Müdürlüğü	1.696.042	2.320.540	2.480.254	2.447.545	2.084.300
4. Bölge Müdürlüğü	518.675	1.586.760	1.756.714	1.465.074	2.238.560
5. Bölge Müdürlüğü	1.709.042	2.430.870	1.951.015	2.565.000	2.508.732
6. Bölge Müdürlüğü	1.444.174	1.753.154	1.452.701	1.836.237	1.832.900
7. Bölge Müdürlüğü	1.611.864	1.905.715	2.306.015	1.847.340	2.442.738
8. Bölge Müdürlüğü	1.718.900	1.952.000	1.861.289	2.110.000	2.300.000
9. Bölge Müdürlüğü	2.264.082	1.555.055	1.455.000	1.778.296	1.980.000
10. Bölge Müdürlüğü	1.050.161	1.201.727	1.092.548	1.312.035	1.459.842
11. Bölge Müdürlüğü	1.887.835	1.774.950	1.692.341	1.540.000	2.475.613
12. Bölge Müdürlüğü	696.806	767.915	717.400	775.250	1.114.892
13. Bölge Müdürlüğü	2.411.572	2.212.364	2.414.675	2.796.550	2.758.844
14. Bölge Müdürlüğü	1.767.927	1.262.350	1.900.700	3.050.803	2.956.864
15. Bölge Müdürlüğü	806.556	835.000	934.378	987.140	1.202.476
16. Bölge Müdürlüğü	711.417	553.341	1.305.534	1.137.775	1.188.260
18. Bölge Müdürlüğü	730.050	631.200	3.257.558	720.627	1.197.630

2013-2017 Yılları Arasında KGM Bölge Müdürlükleri Trafik Güvenliği Çalışmaları Kapsamında Yapılan Düşey İşaretleme Miktarı (m²)

KGM Bölge Müdürlüğü	2013 Yılı	2014 Yılı	2015 Yılı	2016 Yılı	2017 Yılı
1. Bölge Müdürlüğü	3.249	4.888	5.613	9.059	6.335
2. Bölge Müdürlüğü	19.572	18.831	15.876	20.782	21.888
3. Bölge Müdürlüğü	7.920	10.066	27.370	15.893	12.145
4. Bölge Müdürlüğü	6.511	9.114	10.224	7.174	22.738
5. Bölge Müdürlüğü	16.936	10.714	6.150	9.301	4.500
6. Bölge Müdürlüğü	5.728	16.144	14.635	8.688	8.740
7. Bölge Müdürlüğü	9.916	10.871	10.499	13.023	15.262
8. Bölge Müdürlüğü	7.165	5.285	9.000	9.500	12.450
9. Bölge Müdürlüğü	7.497	5.653	9.371	16.750	10.933
10. Bölge Müdürlüğü	4.981	6.163	3.985	5.953	6.832
11. Bölge Müdürlüğü	13.500	11.200	11.350	9.710	13.415
12. Bölge Müdürlüğü	5.982	4.019	6.541	4.650	6.114
13. Bölge Müdürlüğü	8.600	14.000	11.450	9.200	13.830
14. Bölge Müdürlüğü	7.405	32.900	21.360	18.424	7.578
15. Bölge Müdürlüğü	5.135	17.811	8.584	11.534	8.504
16. Bölge Müdürlüğü	2.786	4.328	4.325	3.470	4.953
18. Bölge Müdürlüğü	3.722	3.675	20.157	1.968	1.128

EK-5 KGM Bölge Müdürlüklerine Ait Çıktı Verileri (Devam)

2013-2017 Yılları Arasında KGM Bölge Müdürlükleri Trafik Güvenliği Çalışmaları
Kapsamında Yapılan Oto korkuluk ve Telçit Miktarı (km)

KGM Bölge Müdürlüğü	2013 Yılı	2014 Yılı	2015 Yılı	2016 Yılı	2017 Yılı
1. Bölge Müdürlüğü	137	189	72	276	123
2. Bölge Müdürlüğü	169	399	289	278	347
3. Bölge Müdürlüğü	123	205	267	320	318
4. Bölge Müdürlüğü	102	82	149	115	250
5. Bölge Müdürlüğü	87	1	143	91	150
6. Bölge Müdürlüğü	101	9	114	88	188
7. Bölge Müdürlüğü	136	251	194	163	355
8. Bölge Müdürlüğü	120	58	97	156	171
9. Bölge Müdürlüğü	99	20	106	121	162
10. Bölge Müdürlüğü	86	32	94	111	69
11. Bölge Müdürlüğü	142	55	94	127	144
12. Bölge Müdürlüğü	100	18	58	76	164
13. Bölge Müdürlüğü	290	48	143	167	243
14. Bölge Müdürlüğü	104	122	193	160	388
15. Bölge Müdürlüğü	107	37	104	103	183
16. Bölge Müdürlüğü	110	61	100	46	156
18. Bölge Müdürlüğü	14	33	198	70	52

2013-2017 Yılları Arasında KGM Bölge Müdürlükleri Trafik Güvenliği Çalışmaları
Kapsamında Yapılan Sinyalizasyon ve Kaza Kara Noktası İyileştirme Miktarı (Adet)

KGM Bölge Müdürlüğü	2013 Yılı	2014 Yılı	2015 Yılı	2016 Yılı	2017 Yılı
1. Bölge Müdürlüğü	23	2	10	1	14
2. Bölge Müdürlüğü	58	42	47	79	40
3. Bölge Müdürlüğü	17	60	31	16	10
4. Bölge Müdürlüğü	21	12	19	24	10
5. Bölge Müdürlüğü	21	36	24	28	22
6. Bölge Müdürlüğü	8	9	38	6	18
7. Bölge Müdürlüğü	27	11	21	14	11
8. Bölge Müdürlüğü	20	21	23	9	19
9. Bölge Müdürlüğü	55	15	39	14	23
10. Bölge Müdürlüğü	20	10	17	11	16
11. Bölge Müdürlüğü	34	13	11	25	14
12. Bölge Müdürlüğü	15	7	3	10	11
13. Bölge Müdürlüğü	19	9	28	18	33
14. Bölge Müdürlüğü	20	38	25	13	28
15. Bölge Müdürlüğü	1	12	2	5	13
16. Bölge Müdürlüğü	23	3	4	8	10
18. Bölge Müdürlüğü	9	12	9	11	6

EK-6 Yıllara Göre Veriler Arasındaki Korelasyon Katsayıları

2013 Yılına Ait Verilerin Korelasyon Katsayı Değerleri

	Personel Sayısı	Personel Gideri	Malzeme Gideri	İhaleli Giderler	Yatay İşaretleme	Düşey İşaretleme	Oto Korkuluk Telçit vb.	Sinyalizasyon ve KKN İyileştirme
Personel Sayısı	1,000	0,929	0,117	0,314	0,477	0,550	-	0,516
Personel Gideri	0,929	1,000	0,063	0,414	0,487	0,591	0,002	0,565
Malzeme Gideri	0,117	0,063	1,000	0,149	0,252	0,146	0,065	0,051
İhaleli Giderler	0,314	0,414	0,149	1,000	0,498	0,568	0,482	0,464
Yatay İşaretleme	0,477	0,487	0,252	0,498	1,000	0,632	0,612	0,629
Düşey İşaretleme	0,550	0,591	0,146	0,568	0,632	1,000	0,299	0,575
Oto Korkuluk Telçit vb.	-	0,002	0,065	0,482	0,612	0,299	1,000	0,240
Sinyalizasyon ve KKN İyileştirme	0,516	0,565	0,051	0,464	0,629	0,575	0,240	1,000

2014 Yılına Ait Verilerin Korelasyon Katsayı Değerleri

	Personel Sayısı	Personel Gideri	Malzeme Gideri	İhaleli Giderler	Yatay İşaretleme	Düşey İşaretleme	Oto Korkuluk Telçit vb.	Sinyalizasyon ve KKN İyileştirme
Personel Sayısı	1,000	0,916	0,333	0,322	0,451	0,199	0,339	0,574
Personel Gideri	0,916	1,000	0,110	0,212	0,379	0,097	0,101	0,388
Malzeme Gideri	0,333	0,110	1,000	0,442	0,492	0,352	0,744	0,744
İhaleli Giderler	0,322	0,212	0,442	1,000	0,499	0,410	0,768	0,329
Yatay İşaretleme	0,451	0,379	0,492	0,499	1,000	0,237	0,410	0,588
Düşey İşaretleme	0,199	0,097	0,352	0,410	0,237	1,000	0,272	0,436
Oto Korkuluk Telçit vb.	0,339	0,101	0,744	0,768	0,410	0,272	1,000	0,451
Sinyalizasyon ve KKN İyileştirme	0,574	0,388	0,744	0,329	0,588	0,436	0,451	1,000

EK-6 Yıllara Göre Veriler Arasındaki Korelasyon Katsayıları (Devam)

2015 Yılına Ait Verilerin Korelasyon Katsayı Değerleri

	Personel Sayısı	Personel Gideri	Malzeme Gideri	İhaleli Giderler	Yatay İşaretleme	Düşey İşaretleme	Oto Korkuluk Telçit vb.	Sinyalizasyon ve KKN İyileştirme
Personel Sayısı	1,000	0,963	0,325	-	-	-	0,161	0,487
Personel Gideri	0,963	1,000	0,318	-	-	-	0,082	0,434
Malzeme Gideri	0,325	0,318	1,000	0,498	0,303	0,552	0,645	0,452
İhaleli Giderler	-	-	-	1,000	-	-	-	-
Yatay İşaretleme	0,029	0,069	0,303	0,272	1,000	0,661	0,800	0,415
Düşey İşaretleme	0,001	0,001	0,552	0,137	0,661	1,000	0,769	0,412
Oto Korkuluk Telçit vb.	0,161	0,082	0,645	0,439	0,800	0,769	1,000	0,554
Sinyalizasyon ve KKN İyileştirme	0,487	0,434	0,452	0,267	0,415	0,412	0,554	1,000

2016 Yılına Ait Verilerin Korelasyon Katsayı Değerleri

	Personel Sayısı	Personel Gideri	Malzeme Gideri	İhaleli Giderler	Yatay İşaretleme	Düşey İşaretleme	Oto Korkuluk Telçit vb.	Sinyalizasyon ve KKN İyileştirme
Personel Sayısı	1,000	0,991	0,167	0,020	0,600	0,530	0,073	0,486
Personel Gideri	0,991	1,000	0,185	0,031	0,594	0,559	0,076	0,478
Malzeme Gideri	0,167	0,185	1,000	0,736	0,591	0,751	0,841	0,404
İhaleli Giderler	0,020	0,031	0,736	1,000	0,546	0,627	0,705	0,298
Yatay İşaretleme	0,600	0,594	0,591	0,546	1,000	0,713	0,558	0,439
Düşey İşaretleme	0,530	0,559	0,751	0,627	0,713	1,000	0,644	0,511
Oto Korkuluk Telçit vb.	0,073	0,076	0,841	0,705	0,558	0,644	1,000	0,371
Sinyalizasyon ve KKN İyileştirme	0,486	0,478	0,404	0,298	0,439	0,511	0,371	1,000

EK-6 Yıllara Göre Veriler Arasındaki Korelasyon Katsayıları (Devam)

2017 Yılına Ait Verilerin Korelasyon Katsayı Değerleri

	Personel Sayısı	Personel Gideri	Malzeme Gideri	İhaleli Giderler	Yatay İşaretleme	Düşey İşaretleme	Oto Korkuluk Telçit vb.	Sinyalizasyon ve KKN İyileştirme
Personel Sayısı	1,000	0,995	0,084	0,179	0,550	0,068	0,149	0,515
Personel Gideri	0,995	1,000	0,086	0,155	0,528	0,014	0,129	0,498
Malzeme Gideri	0,084	0,086	1,000	0,512	0,426	0,360	0,658	0,262
İhaleli Giderler	0,179	0,155	0,512	1,000	0,759	0,614	0,836	0,504
Yatay İşaretleme	0,550	0,528	0,426	0,759	1,000	0,562	0,663	0,646
Düşey İşaretleme	0,068	0,014	0,360	0,614	0,562	1,000	0,598	0,369
Oto Korkuluk Telçit vb.	0,149	0,129	0,658	0,836	0,663	0,598	1,000	0,430
Sinyalizasyon ve KKN İyileştirme	0,515	0,498	0,262	0,504	0,646	0,369	0,430	1,000

EK-7 2017 yılı verilerinin CCR girdi modeline göre hesaplanmış referans sonuçları ve yoğunluk değerleri

No	Bölge Müdürlüğü	Etkinlik Değeri (2017)	Referans Kümesi								
1	1. Bölge	0,655	6. Bölge	0,305	13. Bölge	0,131	18. Bölge	0,316	8. Bölge	0,120	
2	2. Bölge	1,000	2. Bölge	1,000							
3	3. Bölge	1,000	3. Bölge	1,000							
4	4. Bölge	1,000	4. Bölge	1,000							
5	5. Bölge	1,000	5. Bölge	1,000							
6	6. Bölge	1,000	6. Bölge	1,000							
7	7. Bölge	0,997	2. Bölge	0,215	3. Bölge	0,170	6. Bölge	0,033	12. Bölge	1,342	
8	8. Bölge	1,000	8. Bölge	1,000							
9	9. Bölge	1,000	9. Bölge	1,000							
10	10. Bölge	0,682	13. Bölge	0,279	6. Bölge	0,254	18. Bölge	0,100	2. Bölge	0,040	
11	11. Bölge	1,000	11. Bölge	1,000							
12	12. Bölge	1,000	12. Bölge	1,000							
13	13. Bölge	1,000	13. Bölge	1,000							
14	14. Bölge	0,818	12. Bölge	1,320	6. Bölge	0,125	13. Bölge	0,241	3. Bölge	0,264	2. Bölge 0,016
15	15. Bölge	0,928	2. Bölge	0,181	12. Bölge	0,726	4. Bölge	0,005			
16	16. Bölge	1,000	16. Bölge	1,000							
17	18. Bölge	1,000	18. Bölge	1,000							

EK-8 Karar Verme Birimlerinin İlgili Yıllara Ait Girdilerdeki Fazla ve Çıktılardaki Eksik Değerler

2013 Yılına ait Girdilerdeki Fazla ve Çıktılardaki Eksik Değerler

No	Bölge Müdürlüğü	Etkinlik Değeri	Fazla Personel Sayısı (Kişi)	Fazla Personel Gideri (Bin TL)	Fazla Malzeme Gideri (Bin TL)	Fazla İhaleli Gider (Bin TL)	Eksik Yatay İşaretleme (Bin m ²)	Eksik Düşey İşaretleme (m ²)	Eksik Otokorkuluk, Telçit (Km)	Eksik Sinyalizasyon ve KKN (Adet)
1	1. Bölge	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2	2. Bölge	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
3	3. Bölge	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
4	4. Bölge	0,929	0,639	93,247	1.239,116	11.369,248	649,722	0,000	0,000	0,000
5	5. Bölge	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
6	6. Bölge	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
7	7. Bölge	0,610	7,803	403,114	2.970,402	11.541,529	0,000	0,000	0,000	0,000
8	8. Bölge	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
9	9. Bölge	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
10	10. Bölge	0,548	8,583	424,270	1.043,416	8.549,431	0,000	0,000	0,000	0,000
11	11. Bölge	0,830	3,054	606,432	531,528	5.351,439	387,579	0,000	69,155	2,862
12	12. Bölge	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
13	13. Bölge	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
14	14. Bölge	0,712	3,739	263,734	6.020,910	7.069,069	0,000	0,000	48,043	0,000
15	15. Bölge	0,763	8,057	251,580	237,645	8.241,501	475,465	0,000	0,000	12,613
16	16. Bölge	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
17	18. Bölge	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

EK-8 Karar Verme Birimlerinin İlgili Yıllara Ait Girdilerdeki Fazla ve Çıktılardaki Eksik Değerler (Devam)

2014 Yılına ait Girdilerdeki Fazla ve Çıktılardaki Eksik Değerler

No	Bölge Müdürlüğü	Etkinlik Değeri	Fazla Personel Sayısı (Kişi)	Fazla Personel Gideri (Bin TL)	Fazla Malzeme Gideri (Bin TL)	Fazla İhaleli Gider (Bin TL)	Eksik Yatay İşaretleme (Bin m ²)	Eksik Düşey İşaretleme (m ²)	Eksik Otokorkuluk , Telçit (Km)	Eksik Sinyalizasyon ve KKN (Adet)
1	1. Bölge	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2	2. Bölge	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
3	3. Bölge	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
4	4. Bölge	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5	5. Bölge	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
6	6. Bölge	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
7	7. Bölge	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
8	8. Bölge	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
9	9. Bölge	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
10	10. Bölge	0,532	7,948	1,434	0,732	0,024	0,000	2.435,786	0,000	0,000
11	11. Bölge	0,662	6,429	648,641	0,224	0,022	0,009	0,000	0,000	0,000
12	12. Bölge	0,795	5,596	16,210	3,064	0,842	0,000	0,000	0,000	0,000
13	13. Bölge	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
14	14. Bölge	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
15	15. Bölge	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
16	16. Bölge	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
17	18. Bölge	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

EK-8 Karar Verme Birimlerinin İlgili Yıllara Ait Girdilerdeki Fazla ve Çıktılardaki Eksik Değerler (Devam)

2015 Yılına ait Girdilerdeki Fazla ve Çıktılardaki Eksik Değerler

No	Bölge Müdürlüğü	Etkinlik Değeri	Fazla Personel Sayısı (Kişi)	Fazla Personel Gideri (Bin TL)	Fazla Malzeme Gideri (Bin TL)	Fazla İhaleli Gider (Bin TL)	Eksik Yatay İşaretleme (Bin m ²)	Eksik Düşey İşaretleme (m ²)	Eksik Otokorkuluk, Telçit (Km)	Eksik Sinyalizasyon ve KKN (Adet)
1	1. Bölge	0,388	6,731	500,329	8.143,688	22.427,601	0,000	1.878,589	10,466	0,000
2	2. Bölge	0,788	6,965	323,042	6.625,792	8.096,864	1.737,925	14.730,762	0,000	0,000
3	3. Bölge	0,843	6,238	609,179	9.956,248	3.750,674	1.669,455	1.552,716	0,000	0,000
4	4. Bölge	0,982	0,147	94,336	1,669	3,751	9,956	3.177,195	0,000	0,000
5	5. Bölge	0,647	11,768	0,609	1,738	8,097	6,626	9.672,488	0,000	0,000
6	6. Bölge	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
7	7. Bölge	0,669	4,960	0,323	22,428	8,144	0,500	8.023,426	0,000	0,000
8	8. Bölge	0,728	11,289	0,204	1,640	0,173	0,000	4.954,621	28,773	0,000
9	9. Bölge	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
10	10. Bölge	0,414	18,171	0,197	0,893	0,166	0,120	6.759,343	0,000	0,000
11	11. Bölge	0,390	18,624	10,954	1,716	0,801	0,000	129,145	13,576	0,000
12	12. Bölge	0,563	11,381	6,287	703,145	1,182	0,524	0,000	6,176	0,000
13	13. Bölge	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
14	14. Bölge	0,780	3,512	23,611	0,025	0,012	0,084	0,000	14,046	0,000
15	15. Bölge	0,350	7,798	451,897	2,838	0,232	0,718	2.003,515	0,000	2,727
16	16. Bölge	0,952	10,960	17,938	1,593	0,642	15,443	5.855,303	0,000	0,545
17	18. Bölge	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

EK-8 Karar Verme Birimlerinin İlgili Yıllara Ait Girdilerdeki Fazla ve Çıktılardaki Eksik Değerler (Devam)

2016 Yılına ait Girdilerdeki Fazla ve Çıktılardaki Eksik Değerler

No	Bölge Müdürlüğü	Etkinlik Değeri	Fazla Personel Sayısı (Kişi)	Fazla Personel Gideri (Bin TL)	Fazla Malzeme Gideri (Bin TL)	Fazla İhaleli Gider (Bin TL)	Eksik Yatay İşaretleme (Bin m ²)	Eksik Düşey İşaretleme (m ²)	Eksik Otokorkuluk, Telçit (Km)	Eksik Sinyalizasyon ve KKN (Adet)
1	1. Bölge	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2	2. Bölge	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
3	3. Bölge	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
4	4. Bölge	0,992	2,256	12,170	25,177	23.610,577	0,000	1.139,683	12,195	0,000
5	5. Bölge	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
6	6. Bölge	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
7	7. Bölge	0,803	9,124	524,423	1.181,912	6.287,484	0,000	0,000	0,000	0,000
8	8. Bölge	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
9	9. Bölge	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
10	10. Bölge	0,632	9,570	801,163	1.715,545	10.954,288	0,000	448,020	0,000	0,000
11	11. Bölge	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
12	12. Bölge	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
13	13. Bölge	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
14	14. Bölge	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
15	15. Bölge	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
16	16. Bölge	0,916	2,116	119,592	165,731	892,910	0,000	1.098,265	5,562	0,000
17	18. Bölge	0,887	1,587	197,145	172,566	1.640,448	203,862	2.317,152	0,000	0,000

EK-8 Karar Verme Birimlerinin İlgili Yıllara Ait Girdilerdeki Fazla ve Çıktılardaki Eksik Değerler (Devam)

2017 Yılına ait Girdilerdeki Fazla ve Çıktılardaki Eksik Değerler

No	Bölge Müdürlüğü	Etkinlik Değeri	Fazla Personel Sayısı (Kişi)	Fazla Personel Gideri (Bin TL)	Fazla Malzeme Gideri (Bin TL)	Fazla İhaleli Gider (Bin TL)	Eksik Yatay İşaretleme (Bin m ²)	Eksik Düşey İşaretleme (m ²)	Eksik Otokorkuluk, Telçit (Km)	Eksik Sinyalizasyon ve KKN (Adet)
1	1. Bölge	0,655	11,035	842,302	3.063,520	16.209,992	0,000	0,000	3,238	0,000
2	2. Bölge	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
3	3. Bölge	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
4	4. Bölge	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5	5. Bölge	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
6	6. Bölge	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
7	7. Bölge	0,997	3,632	8,791	21,986	224,262	23,658	0,000	0,000	14,651
8	8. Bölge	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
9	9. Bölge	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
10	10. Bölge	0,682	8,591	732,203	1.434,005	15.443,480	0,000	244,821	65,788	0,000
11	11. Bölge	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
12	12. Bölge	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
13	13. Bölge	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
14	14. Bölge	0,818	8,196	641,748	1.593,140	17.937,585	0,000	8.472,161	0,000	0,000
15	15. Bölge	0,928	12,761	718,255	231,579	2.837,612	84,352	0,000	0,000	2,268
16	16. Bölge	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
17	18. Bölge	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

EK-9 Karar Verme Birimlerinin 2013Yılına Ait Girdiye Yönelik Ağırlıklı CCR Modelleri

2. Bölge Müdürlüğünün Girdiye Yönelik Ağırlıklı CCR Modeli

$$E_2 = \text{Maks } (u_1 2.451.275 + u_2 19.572 + u_3 169 + u_4 58)$$

Aşağıdaki kısıtlar altında:

$$(v_1 23 + v_2 1.115.097 + v_3 3.720.054 + v_4 31.362.408) = 1$$

$$(u_1 1.457.414 + u_2 3.249 + u_3 137 + u_4 23) - (v_1 9 + v_2 482.419 + v_3 7.822.289 + v_4 20.323.564) \leq 0$$

$$(u_1 2.451.275 + u_2 19.572 + u_3 169 + u_4 58) - (v_1 23 + v_2 1.115.097 + v_3 3.720.054 + v_4 31.362.408) \leq 0$$

$$(u_1 1.696.042 + u_2 7.920 + u_3 123 + u_4 17) - (v_1 21 + v_2 991.597 + v_3 10.411.733 + v_4 10.677.021) \leq 0$$

$$(u_1 518.675 + u_2 6.511 + u_3 102 + u_4 21) - (v_1 9 + v_2 509.424 + v_3 3.816.925 + v_4 25.849.968) \leq 0$$

$$(u_1 1.709.042 + u_2 16.936 + u_3 87 + u_4 21) - (v_1 21 + v_2 1.089.451 + v_3 4.318.482 + v_4 18.581.955) \leq 0$$

$$(u_1 1.444.174 + u_2 5.728 + u_3 101 + u_4 8) - (v_1 15 + v_2 689.521 + v_3 2.706.621 + v_4 10.163.003) \leq 0$$

$$(u_1 1.611.864 + u_2 9.916 + u_3 136 + u_4 27) - (v_1 20 + v_2 998.676 + v_3 5.643.161 + v_4 29.584.154) \leq 0$$

$$(u_1 1.718.900 + u_2 7.165 + u_3 120 + u_4 20) - (v_1 18 + v_2 1.055.362 + v_3 962.438 + v_4 21.867.895) \leq 0$$

$$(u_1 2.264.082 + u_2 7.497 + u_3 99 + u_4 55) - (v_1 26 + v_2 1.336.866 + v_3 1.853.417 + v_4 19.053.220) \leq 0$$

$$(u_1 1.050.161 + u_2 4.981 + u_3 86 + u_4 20) - (v_1 19 + v_2 939.218 + v_3 2.309.840 + v_4 18.926.127) \leq 0$$

$$(u_1 1.887.835 + u_2 13.500 + u_3 142 + u_4 34) - (v_1 18 + v_2 1.340.331 + v_3 3.132.889 + v_4 31.542.015) \leq 0$$

$$(u_1 696.806 + u_2 5.982 + u_3 100 + u_4 15) - (v_1 14 + v_2 787.521 + v_3 1.230.766 + v_4 8.213.929) \leq 0$$

$$(u_1 2.411.572 + u_2 8.600 + u_3 290 + u_4 19) - (v_1 8 + v_2 407.315 + v_3 1.690.667 + v_4 24.302.745) \leq 0$$

$$(u_1 1.767.927 + u_2 7.405 + u_3 104 + u_4 20) - (v_1 13 + v_2 737.266 + v_3 7.782.594 + v_4 24.577.445) \leq 0$$

$$(u_1 806.556 + u_2 5.135 + u_3 107 + u_4 1) - (v_1 19 + v_2 884.301 + v_3 1.004.436 + v_4 23.633.965) \leq 0$$

$$(u_1 711.417 + u_2 2.786 + u_3 110 + u_4 23) - (v_1 10 + v_2 559.550 + v_3 755.054 + v_4 7.286.273) \leq 0$$

$$(u_1 730.050 + u_2 3.722 + u_3 14 + u_4 9) - (v_1 5 + v_2 260.703 + v_3 1.216.648 + v_4 6.758.488) \leq 0$$

$$u_1 \geq \varepsilon, u_2 \geq \varepsilon, u_3 \geq \varepsilon, u_4 \geq \varepsilon$$

$$v_1 \geq \varepsilon, v_2 \geq \varepsilon, v_3 \geq \varepsilon, v_4 \geq \varepsilon$$

EK-9 Karar Verme Birimlerinin 2013Yılına Ait Girdiye Yönelik Ağırlıklı CCR Modelleri (Devam)

3. Bölge Müdürlüğünün Girdiye Yönelik Ağırlıklı CCR Modeli

$$E_3 = \text{Maks } (u_1 1.696.042 + u_2 7.920 + u_3 123 + u_4 17)$$

Aşağıdaki kısıtlar altında:

$$(v_1 21 + v_2 991.597 + v_3 10.411.733 + v_4 10.677.021) = 1$$

$$(u_1 1.457.414 + u_2 3.249 + u_3 137 + u_4 23) - (v_1 9 + v_2 482.419 + v_3 7.822.289 + v_4 20.323.564) \leq 0$$

$$(u_1 2.451.275 + u_2 19.572 + u_3 169 + u_4 58) - (v_1 23 + v_2 1.115.097 + v_3 3.720.054 + v_4 31.362.408) \leq 0$$

$$(u_1 1.696.042 + u_2 7.920 + u_3 123 + u_4 17) - (v_1 21 + v_2 991.597 + v_3 10.411.733 + v_4 10.677.021) \leq 0$$

$$(u_1 518.675 + u_2 6.511 + u_3 102 + u_4 21) - (v_1 9 + v_2 509.424 + v_3 3.816.925 + v_4 25.849.968) \leq 0$$

$$(u_1 1.709.042 + u_2 16.936 + u_3 87 + u_4 21) - (v_1 21 + v_2 1.089.451 + v_3 4.318.482 + v_4 18.581.955) \leq 0$$

$$(u_1 1.444.174 + u_2 5.728 + u_3 101 + u_4 8) - (v_1 15 + v_2 689.521 + v_3 2.706.621 + v_4 10.163.003) \leq 0$$

$$(u_1 1.611.864 + u_2 9.916 + u_3 136 + u_4 27) - (v_1 20 + v_2 998.676 + v_3 5.643.161 + v_4 29.584.154) \leq 0$$

$$(u_1 1.718.900 + u_2 7.165 + u_3 120 + u_4 20) - (v_1 18 + v_2 1.055.362 + v_3 962.438 + v_4 21.867.895) \leq 0$$

$$(u_1 2.264.082 + u_2 7.497 + u_3 99 + u_4 55) - (v_1 26 + v_2 1.336.866 + v_3 1.853.417 + v_4 19.053.220) \leq 0$$

$$(u_1 1.050.161 + u_2 4.981 + u_3 86 + u_4 20) - (v_1 19 + v_2 939.218 + v_3 2.309.840 + v_4 18.926.127) \leq 0$$

$$(u_1 1.887.835 + u_2 13.500 + u_3 142 + u_4 34) - (v_1 18 + v_2 1.340.331 + v_3 3.132.889 + v_4 31.542.015) \leq 0$$

$$(u_1 696.806 + u_2 5.982 + u_3 100 + u_4 15) - (v_1 14 + v_2 787.521 + v_3 1.230.766 + v_4 8.213.929) \leq 0$$

$$(u_1 2.411.572 + u_2 8.600 + u_3 290 + u_4 19) - (v_1 8 + v_2 407.315 + v_3 1.690.667 + v_4 24.302.745) \leq 0$$

$$(u_1 1.767.927 + u_2 7.405 + u_3 104 + u_4 20) - (v_1 13 + v_2 737.266 + v_3 7.782.594 + v_4 24.577.445) \leq 0$$

$$(u_1 806.556 + u_2 5.135 + u_3 107 + u_4 1) - (v_1 19 + v_2 884.301 + v_3 1.004.436 + v_4 23.633.965) \leq 0$$

$$(u_1 711.417 + u_2 2.786 + u_3 110 + u_4 23) - (v_1 10 + v_2 559.550 + v_3 755.054 + v_4 7.286.273) \leq 0$$

$$(u_1 730.050 + u_2 3.722 + u_3 14 + u_4 9) - (v_1 5 + v_2 260.703 + v_3 1.216.648 + v_4 6.758.488) \leq 0$$

$$u_1 \geq \varepsilon, u_2 \geq \varepsilon, u_3 \geq \varepsilon, u_4 \geq \varepsilon$$

$$v_1 \geq \varepsilon, v_2 \geq \varepsilon, v_3 \geq \varepsilon, v_4 \geq \varepsilon$$

EK-9 Karar Verme Birimlerinin 2013Yılına Ait Girdiye Yönelik Ağırlıklı CCR Modelleri (Devam)

4. Bölge Müdürlüğünün Girdiye Yönelik Ağırlıklı CCR Modeli

$$E_4 = \text{Maks } (u_1 518.675 + u_2 6.511 + u_3 102 + u_4 21)$$

Aşağıdaki kısıtlar altında:

$$(v_1 9 + v_2 509.424 + v_3 3.816.925 + v_4 25.849.968) = 1$$

$$(u_1 1.457.414 + u_2 3.249 + u_3 137 + u_4 23) - (v_1 9 + v_2 482.419 + v_3 7.822.289 + v_4 20.323.564) \leq 0$$

$$(u_1 2.451.275 + u_2 19.572 + u_3 169 + u_4 58) - (v_1 23 + v_2 1.115.097 + v_3 3.720.054 + v_4 31.362.408) \leq 0$$

$$(u_1 1.696.042 + u_2 7.920 + u_3 123 + u_4 17) - (v_1 21 + v_2 991.597 + v_3 10.411.733 + v_4 10.677.021) \leq 0$$

$$(u_1 518.675 + u_2 6.511 + u_3 102 + u_4 21) - (v_1 9 + v_2 509.424 + v_3 3.816.925 + v_4 25.849.968) \leq 0$$

$$(u_1 1.709.042 + u_2 16.936 + u_3 87 + u_4 21) - (v_1 21 + v_2 1.089.451 + v_3 4.318.482 + v_4 18.581.955) \leq 0$$

$$(u_1 1.444.174 + u_2 5.728 + u_3 101 + u_4 8) - (v_1 15 + v_2 689.521 + v_3 2.706.621 + v_4 10.163.003) \leq 0$$

$$(u_1 1.611.864 + u_2 9.916 + u_3 136 + u_4 27) - (v_1 20 + v_2 998.676 + v_3 5.643.161 + v_4 29.584.154) \leq 0$$

$$(u_1 1.718.900 + u_2 7.165 + u_3 120 + u_4 20) - (v_1 18 + v_2 1.055.362 + v_3 962.438 + v_4 21.867.895) \leq 0$$

$$(u_1 2.264.082 + u_2 7.497 + u_3 99 + u_4 55) - (v_1 26 + v_2 1.336.866 + v_3 1.853.417 + v_4 19.053.220) \leq 0$$

$$(u_1 1.050.161 + u_2 4.981 + u_3 86 + u_4 20) - (v_1 19 + v_2 939.218 + v_3 2.309.840 + v_4 18.926.127) \leq 0$$

$$(u_1 1.887.835 + u_2 13.500 + u_3 142 + u_4 34) - (v_1 18 + v_2 1.340.331 + v_3 3.132.889 + v_4 31.542.015) \leq 0$$

$$(u_1 696.806 + u_2 5.982 + u_3 100 + u_4 15) - (v_1 14 + v_2 787.521 + v_3 1.230.766 + v_4 8.213.929) \leq 0$$

$$(u_1 2.411.572 + u_2 8.600 + u_3 290 + u_4 19) - (v_1 8 + v_2 407.315 + v_3 1.690.667 + v_4 24.302.745) \leq 0$$

$$(u_1 1.767.927 + u_2 7.405 + u_3 104 + u_4 20) - (v_1 13 + v_2 737.266 + v_3 7.782.594 + v_4 24.577.445) \leq 0$$

$$(u_1 806.556 + u_2 5.135 + u_3 107 + u_4 1) - (v_1 19 + v_2 884.301 + v_3 1.004.436 + v_4 23.633.965) \leq 0$$

$$(u_1 711.417 + u_2 2.786 + u_3 110 + u_4 23) - (v_1 10 + v_2 559.550 + v_3 755.054 + v_4 7.286.273) \leq 0$$

$$(u_1 730.050 + u_2 3.722 + u_3 14 + u_4 9) - (v_1 5 + v_2 260.703 + v_3 1.216.648 + v_4 6.758.488) \leq 0$$

$$u_1 \geq \varepsilon, u_2 \geq \varepsilon, u_3 \geq \varepsilon, u_4 \geq \varepsilon$$

$$v_1 \geq \varepsilon, v_2 \geq \varepsilon, v_3 \geq \varepsilon, v_4 \geq \varepsilon$$

EK-9 Karar Verme Birimlerinin 2013Yılına Ait Girdiye Yönelik Ağırlıklı CCR Modelleri (Devam)

5. Bölge Müdürlüğünün Girdiye Yönelik Ağırlıklı CCR Modeli

$$E_5 = \text{Maks } (u_1 1.709.042 + u_2 16.936 + u_3 87 + u_4 21)$$

Aşağıdaki kısıtlar altında:

$$(v_1 21 + v_2 1.089.451 + v_3 4.318.482 + v_4 18.581.955) = 1$$

$$(u_1 1.457.414 + u_2 3.249 + u_3 137 + u_4 23) - (v_1 9 + v_2 482.419 + v_3 7.822.289 + v_4 20.323.564) \leq 0$$

$$(u_1 2.451.275 + u_2 19.572 + u_3 169 + u_4 58) - (v_1 23 + v_2 1.115.097 + v_3 3.720.054 + v_4 31.362.408) \leq 0$$

$$(u_1 1.696.042 + u_2 7.920 + u_3 123 + u_4 17) - (v_1 21 + v_2 991.597 + v_3 10.411.733 + v_4 10.677.021) \leq 0$$

$$(u_1 518.675 + u_2 6.511 + u_3 102 + u_4 21) - (v_1 9 + v_2 509.424 + v_3 3.816.925 + v_4 25.849.968) \leq 0$$

$$(u_1 1.709.042 + u_2 16.936 + u_3 87 + u_4 21) - (v_1 21 + v_2 1.089.451 + v_3 4.318.482 + v_4 18.581.955) \leq 0$$

$$(u_1 1.444.174 + u_2 5.728 + u_3 101 + u_4 8) - (v_1 15 + v_2 689.521 + v_3 2.706.621 + v_4 10.163.003) \leq 0$$

$$(u_1 1.611.864 + u_2 9.916 + u_3 136 + u_4 27) - (v_1 20 + v_2 998.676 + v_3 5.643.161 + v_4 29.584.154) \leq 0$$

$$(u_1 1.718.900 + u_2 7.165 + u_3 120 + u_4 20) - (v_1 18 + v_2 1.055.362 + v_3 962.438 + v_4 21.867.895) \leq 0$$

$$(u_1 2.264.082 + u_2 7.497 + u_3 99 + u_4 55) - (v_1 26 + v_2 1.336.866 + v_3 1.853.417 + v_4 19.053.220) \leq 0$$

$$(u_1 1.050.161 + u_2 4.981 + u_3 86 + u_4 20) - (v_1 19 + v_2 939.218 + v_3 2.309.840 + v_4 18.926.127) \leq 0$$

$$(u_1 1.887.835 + u_2 13.500 + u_3 142 + u_4 34) - (v_1 18 + v_2 1.340.331 + v_3 3.132.889 + v_4 31.542.015) \leq 0$$

$$(u_1 696.806 + u_2 5.982 + u_3 100 + u_4 15) - (v_1 14 + v_2 787.521 + v_3 1.230.766 + v_4 8.213.929) \leq 0$$

$$(u_1 2.411.572 + u_2 8.600 + u_3 290 + u_4 19) - (v_1 8 + v_2 407.315 + v_3 1.690.667 + v_4 24.302.745) \leq 0$$

$$(u_1 1.767.927 + u_2 7.405 + u_3 104 + u_4 20) - (v_1 13 + v_2 737.266 + v_3 7.782.594 + v_4 24.577.445) \leq 0$$

$$(u_1 806.556 + u_2 5.135 + u_3 107 + u_4 1) - (v_1 19 + v_2 884.301 + v_3 1.004.436 + v_4 23.633.965) \leq 0$$

$$(u_1 711.417 + u_2 2.786 + u_3 110 + u_4 23) - (v_1 10 + v_2 559.550 + v_3 755.054 + v_4 7.286.273) \leq 0$$

$$(u_1 730.050 + u_2 3.722 + u_3 14 + u_4 9) - (v_1 5 + v_2 260.703 + v_3 1.216.648 + v_4 6.758.488) \leq 0$$

$$u_1 \geq \varepsilon, u_2 \geq \varepsilon, u_3 \geq \varepsilon, u_4 \geq \varepsilon$$

$$v_1 \geq \varepsilon, v_2 \geq \varepsilon, v_3 \geq \varepsilon, v_4 \geq \varepsilon$$

EK-9 Karar Verme Birimlerinin 2013Yılına Ait Girdiye Yönelik Ağırlıklı CCR Modelleri (Devam)

6. Bölge Müdürlüğünün Girdiye Yönelik Ağırlıklı CCR Modeli

$$E_6 = \text{Maks } (u_1 1.444.174 + u_2 5.728 + u_3 101 + u_4 8)$$

Aşağıdaki kısıtlar altında:

$$(v_1 15 + v_2 689.521 + v_3 2.706.621 + v_4 10.163.003) = 1$$

$$(u_1 1.457.414 + u_2 3.249 + u_3 137 + u_4 23) - (v_1 9 + v_2 482.419 + v_3 7.822.289 + v_4 20.323.564) \leq 0$$

$$(u_1 2.451.275 + u_2 19.572 + u_3 169 + u_4 58) - (v_1 23 + v_2 1.115.097 + v_3 3.720.054 + v_4 31.362.408) \leq 0$$

$$(u_1 1.696.042 + u_2 7.920 + u_3 123 + u_4 17) - (v_1 21 + v_2 991.597 + v_3 10.411.733 + v_4 10.677.021) \leq 0$$

$$(u_1 518.675 + u_2 6.511 + u_3 102 + u_4 21) - (v_1 9 + v_2 509.424 + v_3 3.816.925 + v_4 25.849.968) \leq 0$$

$$(u_1 1.709.042 + u_2 16.936 + u_3 87 + u_4 21) - (v_1 21 + v_2 1.089.451 + v_3 4.318.482 + v_4 18.581.955) \leq 0$$

$$(u_1 1.444.174 + u_2 5.728 + u_3 101 + u_4 8) - (v_1 15 + v_2 689.521 + v_3 2.706.621 + v_4 10.163.003) \leq 0$$

$$(u_1 1.611.864 + u_2 9.916 + u_3 136 + u_4 27) - (v_1 20 + v_2 998.676 + v_3 5.643.161 + v_4 29.584.154) \leq 0$$

$$(u_1 1.718.900 + u_2 7.165 + u_3 120 + u_4 20) - (v_1 18 + v_2 1.055.362 + v_3 962.438 + v_4 21.867.895) \leq 0$$

$$(u_1 2.264.082 + u_2 7.497 + u_3 99 + u_4 55) - (v_1 26 + v_2 1.336.866 + v_3 1.853.417 + v_4 19.053.220) \leq 0$$

$$(u_1 1.050.161 + u_2 4.981 + u_3 86 + u_4 20) - (v_1 19 + v_2 939.218 + v_3 2.309.840 + v_4 18.926.127) \leq 0$$

$$(u_1 1.887.835 + u_2 13.500 + u_3 142 + u_4 34) - (v_1 18 + v_2 1.340.331 + v_3 3.132.889 + v_4 31.542.015) \leq 0$$

$$(u_1 696.806 + u_2 5.982 + u_3 100 + u_4 15) - (v_1 14 + v_2 787.521 + v_3 1.230.766 + v_4 8.213.929) \leq 0$$

$$(u_1 2.411.572 + u_2 8.600 + u_3 290 + u_4 19) - (v_1 8 + v_2 407.315 + v_3 1.690.667 + v_4 24.302.745) \leq 0$$

$$(u_1 1.767.927 + u_2 7.405 + u_3 104 + u_4 20) - (v_1 13 + v_2 737.266 + v_3 7.782.594 + v_4 24.577.445) \leq 0$$

$$(u_1 806.556 + u_2 5.135 + u_3 107 + u_4 1) - (v_1 19 + v_2 884.301 + v_3 1.004.436 + v_4 23.633.965) \leq 0$$

$$(u_1 711.417 + u_2 2.786 + u_3 110 + u_4 23) - (v_1 10 + v_2 559.550 + v_3 755.054 + v_4 7.286.273) \leq 0$$

$$(u_1 730.050 + u_2 3.722 + u_3 14 + u_4 9) - (v_1 5 + v_2 260.703 + v_3 1.216.648 + v_4 6.758.488) \leq 0$$

$$u_1 \geq \varepsilon, u_2 \geq \varepsilon, u_3 \geq \varepsilon, u_4 \geq \varepsilon$$

$$v_1 \geq \varepsilon, v_2 \geq \varepsilon, v_3 \geq \varepsilon, v_4 \geq \varepsilon$$

EK-9 Karar Verme Birimlerinin 2013Yılına Ait Girdiye Yönelik Ağırlıklı CCR Modelleri (Devam)

7. Bölge Müdürlüğünün Girdiye Yönelik Ağırlıklı CCR Modeli

$$E_7 = \text{Maks } (u_1 1.611.864 + u_2 9.916 + u_3 136 + u_4 27)$$

Aşağıdaki kısıtlar altında:

$$(v_1 20 + v_2 998.676 + v_3 5.643.161 + v_4 29.584.154) = 1$$

$$(u_1 1.457.414 + u_2 3.249 + u_3 137 + u_4 23) - (v_1 9 + v_2 482.419 + v_3 7.822.289 + v_4 20.323.564) \leq 0$$

$$(u_1 2.451.275 + u_2 19.572 + u_3 169 + u_4 58) - (v_1 23 + v_2 1.115.097 + v_3 3.720.054 + v_4 31.362.408) \leq 0$$

$$(u_1 1.696.042 + u_2 7.920 + u_3 123 + u_4 17) - (v_1 21 + v_2 991.597 + v_3 10.411.733 + v_4 10.677.021) \leq 0$$

$$(u_1 518.675 + u_2 6.511 + u_3 102 + u_4 21) - (v_1 9 + v_2 509.424 + v_3 3.816.925 + v_4 25.849.968) \leq 0$$

$$(u_1 1.709.042 + u_2 16.936 + u_3 87 + u_4 21) - (v_1 21 + v_2 1.089.451 + v_3 4.318.482 + v_4 18.581.955) \leq 0$$

$$(u_1 1.444.174 + u_2 5.728 + u_3 101 + u_4 8) - (v_1 15 + v_2 689.521 + v_3 2.706.621 + v_4 10.163.003) \leq 0$$

$$(u_1 1.611.864 + u_2 9.916 + u_3 136 + u_4 27) - (v_1 20 + v_2 998.676 + v_3 5.643.161 + v_4 29.584.154) \leq 0$$

$$(u_1 1.718.900 + u_2 7.165 + u_3 120 + u_4 20) - (v_1 18 + v_2 1.055.362 + v_3 962.438 + v_4 21.867.895) \leq 0$$

$$(u_1 2.264.082 + u_2 7.497 + u_3 99 + u_4 55) - (v_1 26 + v_2 1.336.866 + v_3 1.853.417 + v_4 19.053.220) \leq 0$$

$$(u_1 1.050.161 + u_2 4.981 + u_3 86 + u_4 20) - (v_1 19 + v_2 939.218 + v_3 2.309.840 + v_4 18.926.127) \leq 0$$

$$(u_1 1.887.835 + u_2 13.500 + u_3 142 + u_4 34) - (v_1 18 + v_2 1.340.331 + v_3 3.132.889 + v_4 31.542.015) \leq 0$$

$$(u_1 696.806 + u_2 5.982 + u_3 100 + u_4 15) - (v_1 14 + v_2 787.521 + v_3 1.230.766 + v_4 8.213.929) \leq 0$$

$$(u_1 2.411.572 + u_2 8.600 + u_3 290 + u_4 19) - (v_1 8 + v_2 407.315 + v_3 1.690.667 + v_4 24.302.745) \leq 0$$

$$(u_1 1.767.927 + u_2 7.405 + u_3 104 + u_4 20) - (v_1 13 + v_2 737.266 + v_3 7.782.594 + v_4 24.577.445) \leq 0$$

$$(u_1 806.556 + u_2 5.135 + u_3 107 + u_4 1) - (v_1 19 + v_2 884.301 + v_3 1.004.436 + v_4 23.633.965) \leq 0$$

$$(u_1 711.417 + u_2 2.786 + u_3 110 + u_4 23) - (v_1 10 + v_2 559.550 + v_3 755.054 + v_4 7.286.273) \leq 0$$

$$(u_1 730.050 + u_2 3.722 + u_3 14 + u_4 9) - (v_1 5 + v_2 260.703 + v_3 1.216.648 + v_4 6.758.488) \leq 0$$

$$u_1 \geq \varepsilon, u_2 \geq \varepsilon, u_3 \geq \varepsilon, u_4 \geq \varepsilon$$

$$v_1 \geq \varepsilon, v_2 \geq \varepsilon, v_3 \geq \varepsilon, v_4 \geq \varepsilon$$

EK-9 Karar Verme Birimlerinin 2013Yılına Ait Girdiye Yönelik Ağırlıklı CCR Modelleri (Devam)

8. Bölge Müdürlüğünün Girdiye Yönelik Ağırlıklı CCR Modeli

$$E_8 = \text{Maks } (u_1 1.718.900 + u_2 7.165 + u_3 120 + u_4 20)$$

Aşağıdaki kısıtlar altında:

$$(v_1 18 + v_2 1.055.362 + v_3 962.438 + v_4 21.867.895) = 1$$

$$(u_1 1.457.414 + u_2 3.249 + u_3 137 + u_4 23) - (v_1 9 + v_2 482.419 + v_3 7.822.289 + v_4 20.323.564) \leq 0$$

$$(u_1 2.451.275 + u_2 19.572 + u_3 169 + u_4 58) - (v_1 23 + v_2 1.115.097 + v_3 3.720.054 + v_4 31.362.408) \leq 0$$

$$(u_1 1.696.042 + u_2 7.920 + u_3 123 + u_4 17) - (v_1 21 + v_2 991.597 + v_3 10.411.733 + v_4 10.677.021) \leq 0$$

$$(u_1 518.675 + u_2 6.511 + u_3 102 + u_4 21) - (v_1 9 + v_2 509.424 + v_3 3.816.925 + v_4 25.849.968) \leq 0$$

$$(u_1 1.709.042 + u_2 16.936 + u_3 87 + u_4 21) - (v_1 21 + v_2 1.089.451 + v_3 4.318.482 + v_4 18.581.955) \leq 0$$

$$(u_1 1.444.174 + u_2 5.728 + u_3 101 + u_4 8) - (v_1 15 + v_2 689.521 + v_3 2.706.621 + v_4 10.163.003) \leq 0$$

$$(u_1 1.611.864 + u_2 9.916 + u_3 136 + u_4 27) - (v_1 20 + v_2 998.676 + v_3 5.643.161 + v_4 29.584.154) \leq 0$$

$$(u_1 1.718.900 + u_2 7.165 + u_3 120 + u_4 20) - (v_1 18 + v_2 1.055.362 + v_3 962.438 + v_4 21.867.895) \leq 0$$

$$(u_1 2.264.082 + u_2 7.497 + u_3 99 + u_4 55) - (v_1 26 + v_2 1.336.866 + v_3 1.853.417 + v_4 19.053.220) \leq 0$$

$$(u_1 1.050.161 + u_2 4.981 + u_3 86 + u_4 20) - (v_1 19 + v_2 939.218 + v_3 2.309.840 + v_4 18.926.127) \leq 0$$

$$(u_1 1.887.835 + u_2 13.500 + u_3 142 + u_4 34) - (v_1 18 + v_2 1.340.331 + v_3 3.132.889 + v_4 31.542.015) \leq 0$$

$$(u_1 696.806 + u_2 5.982 + u_3 100 + u_4 15) - (v_1 14 + v_2 787.521 + v_3 1.230.766 + v_4 8.213.929) \leq 0$$

$$(u_1 2.411.572 + u_2 8.600 + u_3 290 + u_4 19) - (v_1 8 + v_2 407.315 + v_3 1.690.667 + v_4 24.302.745) \leq 0$$

$$(u_1 1.767.927 + u_2 7.405 + u_3 104 + u_4 20) - (v_1 13 + v_2 737.266 + v_3 7.782.594 + v_4 24.577.445) \leq 0$$

$$(u_1 806.556 + u_2 5.135 + u_3 107 + u_4 1) - (v_1 19 + v_2 884.301 + v_3 1.004.436 + v_4 23.633.965) \leq 0$$

$$(u_1 711.417 + u_2 2.786 + u_3 110 + u_4 23) - (v_1 10 + v_2 559.550 + v_3 755.054 + v_4 7.286.273) \leq 0$$

$$(u_1 730.050 + u_2 3.722 + u_3 14 + u_4 9) - (v_1 5 + v_2 260.703 + v_3 1.216.648 + v_4 6.758.488) \leq 0$$

$$u_1 \geq \varepsilon, u_2 \geq \varepsilon, u_3 \geq \varepsilon, u_4 \geq \varepsilon$$

$$v_1 \geq \varepsilon, v_2 \geq \varepsilon, v_3 \geq \varepsilon, v_4 \geq \varepsilon$$

EK-9 Karar Verme Birimlerinin 2013Yılına Ait Girdiye Yönelik Ağırlıklı CCR Modelleri (Devam)

9. Bölge Müdürlüğünün Girdiye Yönelik Ağırlıklı CCR Modeli

$$E_9 = \text{Maks } (u_1 2.264.082 + u_2 7.497 + u_3 99 + u_4 55)$$

Aşağıdaki kısıtlar altında:

$$(v_1 26 + v_2 1.336.866 + v_3 1.853.417 + v_4 19.053.220) = 1$$

$$(u_1 1.457.414 + u_2 3.249 + u_3 137 + u_4 23) - (v_1 9 + v_2 482.419 + v_3 7.822.289 + v_4 20.323.564) \leq 0$$

$$(u_1 2.451.275 + u_2 19.572 + u_3 169 + u_4 58) - (v_1 23 + v_2 1.115.097 + v_3 3.720.054 + v_4 31.362.408) \leq 0$$

$$(u_1 1.696.042 + u_2 7.920 + u_3 123 + u_4 17) - (v_1 21 + v_2 991.597 + v_3 10.411.733 + v_4 10.677.021) \leq 0$$

$$(u_1 518.675 + u_2 6.511 + u_3 102 + u_4 21) - (v_1 9 + v_2 509.424 + v_3 3.816.925 + v_4 25.849.968) \leq 0$$

$$(u_1 1.709.042 + u_2 16.936 + u_3 87 + u_4 21) - (v_1 21 + v_2 1.089.451 + v_3 4.318.482 + v_4 18.581.955) \leq 0$$

$$(u_1 1.444.174 + u_2 5.728 + u_3 101 + u_4 8) - (v_1 15 + v_2 689.521 + v_3 2.706.621 + v_4 10.163.003) \leq 0$$

$$(u_1 1.611.864 + u_2 9.916 + u_3 136 + u_4 27) - (v_1 20 + v_2 998.676 + v_3 5.643.161 + v_4 29.584.154) \leq 0$$

$$(u_1 1.718.900 + u_2 7.165 + u_3 120 + u_4 20) - (v_1 18 + v_2 1.055.362 + v_3 962.438 + v_4 21.867.895) \leq 0$$

$$(u_1 2.264.082 + u_2 7.497 + u_3 99 + u_4 55) - (v_1 26 + v_2 1.336.866 + v_3 1.853.417 + v_4 19.053.220) \leq 0$$

$$(u_1 1.050.161 + u_2 4.981 + u_3 86 + u_4 20) - (v_1 19 + v_2 939.218 + v_3 2.309.840 + v_4 18.926.127) \leq 0$$

$$(u_1 1.887.835 + u_2 13.500 + u_3 142 + u_4 34) - (v_1 18 + v_2 1.340.331 + v_3 3.132.889 + v_4 31.542.015) \leq 0$$

$$(u_1 696.806 + u_2 5.982 + u_3 100 + u_4 15) - (v_1 14 + v_2 787.521 + v_3 1.230.766 + v_4 8.213.929) \leq 0$$

$$(u_1 2.411.572 + u_2 8.600 + u_3 290 + u_4 19) - (v_1 8 + v_2 407.315 + v_3 1.690.667 + v_4 24.302.745) \leq 0$$

$$(u_1 1.767.927 + u_2 7.405 + u_3 104 + u_4 20) - (v_1 13 + v_2 737.266 + v_3 7.782.594 + v_4 24.577.445) \leq 0$$

$$(u_1 806.556 + u_2 5.135 + u_3 107 + u_4 1) - (v_1 19 + v_2 884.301 + v_3 1.004.436 + v_4 23.633.965) \leq 0$$

$$(u_1 711.417 + u_2 2.786 + u_3 110 + u_4 23) - (v_1 10 + v_2 559.550 + v_3 755.054 + v_4 7.286.273) \leq 0$$

$$(u_1 730.050 + u_2 3.722 + u_3 14 + u_4 9) - (v_1 5 + v_2 260.703 + v_3 1.216.648 + v_4 6.758.488) \leq 0$$

$$u_1 \geq \varepsilon, u_2 \geq \varepsilon, u_3 \geq \varepsilon, u_4 \geq \varepsilon$$

$$v_1 \geq \varepsilon, v_2 \geq \varepsilon, v_3 \geq \varepsilon, v_4 \geq \varepsilon$$

EK-9 Karar Verme Birimlerinin 2013Yılına Ait Girdiye Yönelik Ağırlıklı CCR Modelleri (Devam)

10. Bölge Müdürlüğünün Girdiye Yönelik Ağırlıklı CCR Modeli

$$E_{10} = \text{Maks } (u_1 1.050.161 + u_2 4.981 + u_3 86 + u_4 20)$$

Aşağıdaki kısıtlar altında:

$$(v_1 19 + v_2 939.218 + v_3 2.309.840 + v_4 18.926.127) = 1$$

$$(u_1 1.457.414 + u_2 3.249 + u_3 137 + u_4 23) - (v_1 9 + v_2 482.419 + v_3 7.822.289 + v_4 20.323.564) \leq 0$$

$$(u_1 2.451.275 + u_2 19.572 + u_3 169 + u_4 58) - (v_1 23 + v_2 1.115.097 + v_3 3.720.054 + v_4 31.362.408) \leq 0$$

$$(u_1 1.696.042 + u_2 7.920 + u_3 123 + u_4 17) - (v_1 21 + v_2 991.597 + v_3 10.411.733 + v_4 10.677.021) \leq 0$$

$$(u_1 518.675 + u_2 6.511 + u_3 102 + u_4 21) - (v_1 9 + v_2 509.424 + v_3 3.816.925 + v_4 25.849.968) \leq 0$$

$$(u_1 1.709.042 + u_2 16.936 + u_3 87 + u_4 21) - (v_1 21 + v_2 1.089.451 + v_3 4.318.482 + v_4 18.581.955) \leq 0$$

$$(u_1 1.444.174 + u_2 5.728 + u_3 101 + u_4 8) - (v_1 15 + v_2 689.521 + v_3 2.706.621 + v_4 10.163.003) \leq 0$$

$$(u_1 1.611.864 + u_2 9.916 + u_3 136 + u_4 27) - (v_1 20 + v_2 998.676 + v_3 5.643.161 + v_4 29.584.154) \leq 0$$

$$(u_1 1.718.900 + u_2 7.165 + u_3 120 + u_4 20) - (v_1 18 + v_2 1.055.362 + v_3 962.438 + v_4 21.867.895) \leq 0$$

$$(u_1 2.264.082 + u_2 7.497 + u_3 99 + u_4 55) - (v_1 26 + v_2 1.336.866 + v_3 1.853.417 + v_4 19.053.220) \leq 0$$

$$(u_1 1.050.161 + u_2 4.981 + u_3 86 + u_4 20) - (v_1 19 + v_2 939.218 + v_3 2.309.840 + v_4 18.926.127) \leq 0$$

$$(u_1 1.887.835 + u_2 13.500 + u_3 142 + u_4 34) - (v_1 18 + v_2 1.340.331 + v_3 3.132.889 + v_4 31.542.015) \leq 0$$

$$(u_1 696.806 + u_2 5.982 + u_3 100 + u_4 15) - (v_1 14 + v_2 787.521 + v_3 1.230.766 + v_4 8.213.929) \leq 0$$

$$(u_1 2.411.572 + u_2 8.600 + u_3 290 + u_4 19) - (v_1 8 + v_2 407.315 + v_3 1.690.667 + v_4 24.302.745) \leq 0$$

$$(u_1 1.767.927 + u_2 7.405 + u_3 104 + u_4 20) - (v_1 13 + v_2 737.266 + v_3 7.782.594 + v_4 24.577.445) \leq 0$$

$$(u_1 806.556 + u_2 5.135 + u_3 107 + u_4 1) - (v_1 19 + v_2 884.301 + v_3 1.004.436 + v_4 23.633.965) \leq 0$$

$$(u_1 711.417 + u_2 2.786 + u_3 110 + u_4 23) - (v_1 10 + v_2 559.550 + v_3 755.054 + v_4 7.286.273) \leq 0$$

$$(u_1 730.050 + u_2 3.722 + u_3 14 + u_4 9) - (v_1 5 + v_2 260.703 + v_3 1.216.648 + v_4 6.758.488) \leq 0$$

$$u_1 \geq \varepsilon, u_2 \geq \varepsilon, u_3 \geq \varepsilon, u_4 \geq \varepsilon$$

$$v_1 \geq \varepsilon, v_2 \geq \varepsilon, v_3 \geq \varepsilon, v_4 \geq \varepsilon$$

EK-9 Karar Verme Birimlerinin 2013Yılına Ait Girdiye Yönelik Ağırlıklı CCR Modelleri (Devam)

11. Bölge Müdürlüğünün Girdiye Yönelik Ağırlıklı CCR Modeli

$$E_{11} = \text{Maks } (u_1 1.887.835 + u_2 13.500 + u_3 142 + u_4 34)$$

Aşağıdaki kısıtlar altında:

$$(v_1 18 + v_2 1.340.331 + v_3 3.132.889 + v_4 31.542.015) = 1$$

$$(u_1 1.457.414 + u_2 3.249 + u_3 137 + u_4 23) - (v_1 9 + v_2 482.419 + v_3 7.822.289 + v_4 20.323.564) \leq 0$$

$$(u_1 2.451.275 + u_2 19.572 + u_3 169 + u_4 58) - (v_1 23 + v_2 1.115.097 + v_3 3.720.054 + v_4 31.362.408) \leq 0$$

$$(u_1 1.696.042 + u_2 7.920 + u_3 123 + u_4 17) - (v_1 21 + v_2 991.597 + v_3 10.411.733 + v_4 10.677.021) \leq 0$$

$$(u_1 518.675 + u_2 6.511 + u_3 102 + u_4 21) - (v_1 9 + v_2 509.424 + v_3 3.816.925 + v_4 25.849.968) \leq 0$$

$$(u_1 1.709.042 + u_2 16.936 + u_3 87 + u_4 21) - (v_1 21 + v_2 1.089.451 + v_3 4.318.482 + v_4 18.581.955) \leq 0$$

$$(u_1 1.444.174 + u_2 5.728 + u_3 101 + u_4 8) - (v_1 15 + v_2 689.521 + v_3 2.706.621 + v_4 10.163.003) \leq 0$$

$$(u_1 1.611.864 + u_2 9.916 + u_3 136 + u_4 27) - (v_1 20 + v_2 998.676 + v_3 5.643.161 + v_4 29.584.154) \leq 0$$

$$(u_1 1.718.900 + u_2 7.165 + u_3 120 + u_4 20) - (v_1 18 + v_2 1.055.362 + v_3 962.438 + v_4 21.867.895) \leq 0$$

$$(u_1 2.264.082 + u_2 7.497 + u_3 99 + u_4 55) - (v_1 26 + v_2 1.336.866 + v_3 1.853.417 + v_4 19.053.220) \leq 0$$

$$(u_1 1.050.161 + u_2 4.981 + u_3 86 + u_4 20) - (v_1 19 + v_2 939.218 + v_3 2.309.840 + v_4 18.926.127) \leq 0$$

$$(u_1 1.887.835 + u_2 13.500 + u_3 142 + u_4 34) - (v_1 18 + v_2 1.340.331 + v_3 3.132.889 + v_4 31.542.015) \leq 0$$

$$(u_1 696.806 + u_2 5.982 + u_3 100 + u_4 15) - (v_1 14 + v_2 787.521 + v_3 1.230.766 + v_4 8.213.929) \leq 0$$

$$(u_1 2.411.572 + u_2 8.600 + u_3 290 + u_4 19) - (v_1 8 + v_2 407.315 + v_3 1.690.667 + v_4 24.302.745) \leq 0$$

$$(u_1 1.767.927 + u_2 7.405 + u_3 104 + u_4 20) - (v_1 13 + v_2 737.266 + v_3 7.782.594 + v_4 24.577.445) \leq 0$$

$$(u_1 806.556 + u_2 5.135 + u_3 107 + u_4 1) - (v_1 19 + v_2 884.301 + v_3 1.004.436 + v_4 23.633.965) \leq 0$$

$$(u_1 711.417 + u_2 2.786 + u_3 110 + u_4 23) - (v_1 10 + v_2 559.550 + v_3 755.054 + v_4 7.286.273) \leq 0$$

$$(u_1 730.050 + u_2 3.722 + u_3 14 + u_4 9) - (v_1 5 + v_2 260.703 + v_3 1.216.648 + v_4 6.758.488) \leq 0$$

$$u_1 \geq \varepsilon, u_2 \geq \varepsilon, u_3 \geq \varepsilon, u_4 \geq \varepsilon$$

$$v_1 \geq \varepsilon, v_2 \geq \varepsilon, v_3 \geq \varepsilon, v_4 \geq \varepsilon$$

EK-9 Karar Verme Birimlerinin 2013Yılına Ait Girdiye Yönelik Ağırlıklı CCR Modelleri (Devam)

12. Bölge Müdürlüğünün Girdiye Yönelik Ağırlıklı CCR Modeli

$$E_{12} = \text{Maks } (u_1 696.806 + u_2 5.982 + u_3 100 + u_4 15)$$

Aşağıdaki kısıtlar altında:

$$(v_1 14 + v_2 787.521 + v_3 1.230.766 + v_4 8.213.929) = 1$$

$$(u_1 1.457.414 + u_2 3.249 + u_3 137 + u_4 23) - (v_1 9 + v_2 482.419 + v_3 7.822.289 + v_4 20.323.564) \leq 0$$

$$(u_1 2.451.275 + u_2 19.572 + u_3 169 + u_4 58) - (v_1 23 + v_2 1.115.097 + v_3 3.720.054 + v_4 31.362.408) \leq 0$$

$$(u_1 1.696.042 + u_2 7.920 + u_3 123 + u_4 17) - (v_1 21 + v_2 991.597 + v_3 10.411.733 + v_4 10.677.021) \leq 0$$

$$(u_1 518.675 + u_2 6.511 + u_3 102 + u_4 21) - (v_1 9 + v_2 509.424 + v_3 3.816.925 + v_4 25.849.968) \leq 0$$

$$(u_1 1.709.042 + u_2 16.936 + u_3 87 + u_4 21) - (v_1 21 + v_2 1.089.451 + v_3 4.318.482 + v_4 18.581.955) \leq 0$$

$$(u_1 1.444.174 + u_2 5.728 + u_3 101 + u_4 8) - (v_1 15 + v_2 689.521 + v_3 2.706.621 + v_4 10.163.003) \leq 0$$

$$(u_1 1.611.864 + u_2 9.916 + u_3 136 + u_4 27) - (v_1 20 + v_2 998.676 + v_3 5.643.161 + v_4 29.584.154) \leq 0$$

$$(u_1 1.718.900 + u_2 7.165 + u_3 120 + u_4 20) - (v_1 18 + v_2 1.055.362 + v_3 962.438 + v_4 21.867.895) \leq 0$$

$$(u_1 2.264.082 + u_2 7.497 + u_3 99 + u_4 55) - (v_1 26 + v_2 1.336.866 + v_3 1.853.417 + v_4 19.053.220) \leq 0$$

$$(u_1 1.050.161 + u_2 4.981 + u_3 86 + u_4 20) - (v_1 19 + v_2 939.218 + v_3 2.309.840 + v_4 18.926.127) \leq 0$$

$$(u_1 1.887.835 + u_2 13.500 + u_3 142 + u_4 34) - (v_1 18 + v_2 1.340.331 + v_3 3.132.889 + v_4 31.542.015) \leq 0$$

$$(u_1 696.806 + u_2 5.982 + u_3 100 + u_4 15) - (v_1 14 + v_2 787.521 + v_3 1.230.766 + v_4 8.213.929) \leq 0$$

$$(u_1 2.411.572 + u_2 8.600 + u_3 290 + u_4 19) - (v_1 8 + v_2 407.315 + v_3 1.690.667 + v_4 24.302.745) \leq 0$$

$$(u_1 1.767.927 + u_2 7.405 + u_3 104 + u_4 20) - (v_1 13 + v_2 737.266 + v_3 7.782.594 + v_4 24.577.445) \leq 0$$

$$(u_1 806.556 + u_2 5.135 + u_3 107 + u_4 1) - (v_1 19 + v_2 884.301 + v_3 1.004.436 + v_4 23.633.965) \leq 0$$

$$(u_1 711.417 + u_2 2.786 + u_3 110 + u_4 23) - (v_1 10 + v_2 559.550 + v_3 755.054 + v_4 7.286.273) \leq 0$$

$$(u_1 730.050 + u_2 3.722 + u_3 14 + u_4 9) - (v_1 5 + v_2 260.703 + v_3 1.216.648 + v_4 6.758.488) \leq 0$$

$$u_1 \geq \varepsilon, u_2 \geq \varepsilon, u_3 \geq \varepsilon, u_4 \geq \varepsilon$$

$$v_1 \geq \varepsilon, v_2 \geq \varepsilon, v_3 \geq \varepsilon, v_4 \geq \varepsilon$$

EK-9 Karar Verme Birimlerinin 2013Yılına Ait Girdiye Yönelik Ağırlıklı CCR Modelleri (Devam)

13. Bölge Müdürlüğünün Girdiye Yönelik Ağırlıklı CCR Modeli

$$E_{13} = \text{Maks } (u_1 2.411.572 + u_2 8.600 + u_3 290 + u_4 19)$$

Aşağıdaki kısıtlar altında:

$$(v_1 8 + v_2 407.315 + v_3 1.690.667 + v_4 24.302.745) = 1$$

$$(u_1 1.457.414 + u_2 3.249 + u_3 137 + u_4 23) - (v_1 9 + v_2 482.419 + v_3 7.822.289 + v_4 20.323.564) \leq 0$$

$$(u_1 2.451.275 + u_2 19.572 + u_3 169 + u_4 58) - (v_1 23 + v_2 1.115.097 + v_3 3.720.054 + v_4 31.362.408) \leq 0$$

$$(u_1 1.696.042 + u_2 7.920 + u_3 123 + u_4 17) - (v_1 21 + v_2 991.597 + v_3 10.411.733 + v_4 10.677.021) \leq 0$$

$$(u_1 518.675 + u_2 6.511 + u_3 102 + u_4 21) - (v_1 9 + v_2 509.424 + v_3 3.816.925 + v_4 25.849.968) \leq 0$$

$$(u_1 1.709.042 + u_2 16.936 + u_3 87 + u_4 21) - (v_1 21 + v_2 1.089.451 + v_3 4.318.482 + v_4 18.581.955) \leq 0$$

$$(u_1 1.444.174 + u_2 5.728 + u_3 101 + u_4 8) - (v_1 15 + v_2 689.521 + v_3 2.706.621 + v_4 10.163.003) \leq 0$$

$$(u_1 1.611.864 + u_2 9.916 + u_3 136 + u_4 27) - (v_1 20 + v_2 998.676 + v_3 5.643.161 + v_4 29.584.154) \leq 0$$

$$(u_1 1.718.900 + u_2 7.165 + u_3 120 + u_4 20) - (v_1 18 + v_2 1.055.362 + v_3 962.438 + v_4 21.867.895) \leq 0$$

$$(u_1 2.264.082 + u_2 7.497 + u_3 99 + u_4 55) - (v_1 26 + v_2 1.336.866 + v_3 1.853.417 + v_4 19.053.220) \leq 0$$

$$(u_1 1.050.161 + u_2 4.981 + u_3 86 + u_4 20) - (v_1 19 + v_2 939.218 + v_3 2.309.840 + v_4 18.926.127) \leq 0$$

$$(u_1 1.887.835 + u_2 13.500 + u_3 142 + u_4 34) - (v_1 18 + v_2 1.340.331 + v_3 3.132.889 + v_4 31.542.015) \leq 0$$

$$(u_1 696.806 + u_2 5.982 + u_3 100 + u_4 15) - (v_1 14 + v_2 787.521 + v_3 1.230.766 + v_4 8.213.929) \leq 0$$

$$(u_1 2.411.572 + u_2 8.600 + u_3 290 + u_4 19) - (v_1 8 + v_2 407.315 + v_3 1.690.667 + v_4 24.302.745) \leq 0$$

$$(u_1 1.767.927 + u_2 7.405 + u_3 104 + u_4 20) - (v_1 13 + v_2 737.266 + v_3 7.782.594 + v_4 24.577.445) \leq 0$$

$$(u_1 806.556 + u_2 5.135 + u_3 107 + u_4 1) - (v_1 19 + v_2 884.301 + v_3 1.004.436 + v_4 23.633.965) \leq 0$$

$$(u_1 711.417 + u_2 2.786 + u_3 110 + u_4 23) - (v_1 10 + v_2 559.550 + v_3 755.054 + v_4 7.286.273) \leq 0$$

$$(u_1 730.050 + u_2 3.722 + u_3 14 + u_4 9) - (v_1 5 + v_2 260.703 + v_3 1.216.648 + v_4 6.758.488) \leq 0$$

$$u_1 \geq \varepsilon, u_2 \geq \varepsilon, u_3 \geq \varepsilon, u_4 \geq \varepsilon$$

$$v_1 \geq \varepsilon, v_2 \geq \varepsilon, v_3 \geq \varepsilon, v_4 \geq \varepsilon$$

EK-9 Karar Verme Birimlerinin 2013Yılına Ait Girdiye Yönelik Ağırlıklı CCR Modelleri (Devam)

14. Bölge Müdürlüğünün Girdiye Yönelik Ağırlıklı CCR Modeli

$$E_{14} = \text{Maks } (u_1 1.767.927 + u_2 7.405 + u_3 104 + u_4 20)$$

Aşağıdaki kısıtlar altında:

$$(v_1 13 + v_2 737.266 + v_3 7.782.594 + v_4 24.577.445) = 1$$

$$(u_1 1.457.414 + u_2 3.249 + u_3 137 + u_4 23) - (v_1 9 + v_2 482.419 + v_3 7.822.289 + v_4 20.323.564) \leq 0$$

$$(u_1 2.451.275 + u_2 19.572 + u_3 169 + u_4 58) - (v_1 23 + v_2 1.115.097 + v_3 3.720.054 + v_4 31.362.408) \leq 0$$

$$(u_1 1.696.042 + u_2 7.920 + u_3 123 + u_4 17) - (v_1 21 + v_2 991.597 + v_3 10.411.733 + v_4 10.677.021) \leq 0$$

$$(u_1 518.675 + u_2 6.511 + u_3 102 + u_4 21) - (v_1 9 + v_2 509.424 + v_3 3.816.925 + v_4 25.849.968) \leq 0$$

$$(u_1 1.709.042 + u_2 16.936 + u_3 87 + u_4 21) - (v_1 21 + v_2 1.089.451 + v_3 4.318.482 + v_4 18.581.955) \leq 0$$

$$(u_1 1.444.174 + u_2 5.728 + u_3 101 + u_4 8) - (v_1 15 + v_2 689.521 + v_3 2.706.621 + v_4 10.163.003) \leq 0$$

$$(u_1 1.611.864 + u_2 9.916 + u_3 136 + u_4 27) - (v_1 20 + v_2 998.676 + v_3 5.643.161 + v_4 29.584.154) \leq 0$$

$$(u_1 1.718.900 + u_2 7.165 + u_3 120 + u_4 20) - (v_1 18 + v_2 1.055.362 + v_3 962.438 + v_4 21.867.895) \leq 0$$

$$(u_1 2.264.082 + u_2 7.497 + u_3 99 + u_4 55) - (v_1 26 + v_2 1.336.866 + v_3 1.853.417 + v_4 19.053.220) \leq 0$$

$$(u_1 1.050.161 + u_2 4.981 + u_3 86 + u_4 20) - (v_1 19 + v_2 939.218 + v_3 2.309.840 + v_4 18.926.127) \leq 0$$

$$(u_1 1.887.835 + u_2 13.500 + u_3 142 + u_4 34) - (v_1 18 + v_2 1.340.331 + v_3 3.132.889 + v_4 31.542.015) \leq 0$$

$$(u_1 696.806 + u_2 5.982 + u_3 100 + u_4 15) - (v_1 14 + v_2 787.521 + v_3 1.230.766 + v_4 8.213.929) \leq 0$$

$$(u_1 2.411.572 + u_2 8.600 + u_3 290 + u_4 19) - (v_1 8 + v_2 407.315 + v_3 1.690.667 + v_4 24.302.745) \leq 0$$

$$(u_1 1.767.927 + u_2 7.405 + u_3 104 + u_4 20) - (v_1 13 + v_2 737.266 + v_3 7.782.594 + v_4 24.577.445) \leq 0$$

$$(u_1 806.556 + u_2 5.135 + u_3 107 + u_4 1) - (v_1 19 + v_2 884.301 + v_3 1.004.436 + v_4 23.633.965) \leq 0$$

$$(u_1 711.417 + u_2 2.786 + u_3 110 + u_4 23) - (v_1 10 + v_2 559.550 + v_3 755.054 + v_4 7.286.273) \leq 0$$

$$(u_1 730.050 + u_2 3.722 + u_3 14 + u_4 9) - (v_1 5 + v_2 260.703 + v_3 1.216.648 + v_4 6.758.488) \leq 0$$

$$u_1 \geq \varepsilon, u_2 \geq \varepsilon, u_3 \geq \varepsilon, u_4 \geq \varepsilon$$

$$v_1 \geq \varepsilon, v_2 \geq \varepsilon, v_3 \geq \varepsilon, v_4 \geq \varepsilon$$

EK-9 Karar Verme Birimlerinin 2013Yılına Ait Girdiye Yönelik Ağırlıklı CCR Modelleri (Devam)

15. Bölge Müdürlüğünün Girdiye Yönelik Ağırlıklı CCR Modeli

$$E_{15} = \text{Maks } (u_1 806.556 + u_2 5.135 + u_3 107 + u_4 1)$$

Aşağıdaki kısıtlar altında:

$$(v_1 19 + v_2 884.301 + v_3 1.004.436 + v_4 23.633.965) = 1$$

$$(u_1 1.457.414 + u_2 3.249 + u_3 137 + u_4 23) - (v_1 9 + v_2 482.419 + v_3 7.822.289 + v_4 20.323.564) \leq 0$$

$$(u_1 2.451.275 + u_2 19.572 + u_3 169 + u_4 58) - (v_1 23 + v_2 1.115.097 + v_3 3.720.054 + v_4 31.362.408) \leq 0$$

$$(u_1 1.696.042 + u_2 7.920 + u_3 123 + u_4 17) - (v_1 21 + v_2 991.597 + v_3 10.411.733 + v_4 10.677.021) \leq 0$$

$$(u_1 518.675 + u_2 6.511 + u_3 102 + u_4 21) - (v_1 9 + v_2 509.424 + v_3 3.816.925 + v_4 25.849.968) \leq 0$$

$$(u_1 1.709.042 + u_2 16.936 + u_3 87 + u_4 21) - (v_1 21 + v_2 1.089.451 + v_3 4.318.482 + v_4 18.581.955) \leq 0$$

$$(u_1 1.444.174 + u_2 5.728 + u_3 101 + u_4 8) - (v_1 15 + v_2 689.521 + v_3 2.706.621 + v_4 10.163.003) \leq 0$$

$$(u_1 1.611.864 + u_2 9.916 + u_3 136 + u_4 27) - (v_1 20 + v_2 998.676 + v_3 5.643.161 + v_4 29.584.154) \leq 0$$

$$(u_1 1.718.900 + u_2 7.165 + u_3 120 + u_4 20) - (v_1 18 + v_2 1.055.362 + v_3 962.438 + v_4 21.867.895) \leq 0$$

$$(u_1 2.264.082 + u_2 7.497 + u_3 99 + u_4 55) - (v_1 26 + v_2 1.336.866 + v_3 1.853.417 + v_4 19.053.220) \leq 0$$

$$(u_1 1.050.161 + u_2 4.981 + u_3 86 + u_4 20) - (v_1 19 + v_2 939.218 + v_3 2.309.840 + v_4 18.926.127) \leq 0$$

$$(u_1 1.887.835 + u_2 13.500 + u_3 142 + u_4 34) - (v_1 18 + v_2 1.340.331 + v_3 3.132.889 + v_4 31.542.015) \leq 0$$

$$(u_1 696.806 + u_2 5.982 + u_3 100 + u_4 15) - (v_1 14 + v_2 787.521 + v_3 1.230.766 + v_4 8.213.929) \leq 0$$

$$(u_1 2.411.572 + u_2 8.600 + u_3 290 + u_4 19) - (v_1 8 + v_2 407.315 + v_3 1.690.667 + v_4 24.302.745) \leq 0$$

$$(u_1 1.767.927 + u_2 7.405 + u_3 104 + u_4 20) - (v_1 13 + v_2 737.266 + v_3 7.782.594 + v_4 24.577.445) \leq 0$$

$$(u_1 806.556 + u_2 5.135 + u_3 107 + u_4 1) - (v_1 19 + v_2 884.301 + v_3 1.004.436 + v_4 23.633.965) \leq 0$$

$$(u_1 711.417 + u_2 2.786 + u_3 110 + u_4 23) - (v_1 10 + v_2 559.550 + v_3 755.054 + v_4 7.286.273) \leq 0$$

$$(u_1 730.050 + u_2 3.722 + u_3 14 + u_4 9) - (v_1 5 + v_2 260.703 + v_3 1.216.648 + v_4 6.758.488) \leq 0$$

$$u_1 \geq \varepsilon, u_2 \geq \varepsilon, u_3 \geq \varepsilon, u_4 \geq \varepsilon$$

$$v_1 \geq \varepsilon, v_2 \geq \varepsilon, v_3 \geq \varepsilon, v_4 \geq \varepsilon$$

EK-9 Karar Verme Birimlerinin 2013Yılına Ait Girdiye Yönelik Ağırlıklı CCR Modelleri (Devam)

16. Bölge Müdürlüğünün Girdiye Yönelik Ağırlıklı CCR Modeli

$$E_{16} = \text{Maks } (u_1 711.417 + u_2 2.786 + u_3 110 + u_4 23)$$

Aşağıdaki kısıtlar altında:

$$(v_1 10 + v_2 559.550 + v_3 755.054 + v_4 7.286.273) = 1$$

$$(u_1 1.457.414 + u_2 3.249 + u_3 137 + u_4 23) - (v_1 9 + v_2 482.419 + v_3 7.822.289 + v_4 20.323.564) \leq 0$$

$$(u_1 2.451.275 + u_2 19.572 + u_3 169 + u_4 58) - (v_1 23 + v_2 1.115.097 + v_3 3.720.054 + v_4 31.362.408) \leq 0$$

$$(u_1 1.696.042 + u_2 7.920 + u_3 123 + u_4 17) - (v_1 21 + v_2 991.597 + v_3 10.411.733 + v_4 10.677.021) \leq 0$$

$$(u_1 518.675 + u_2 6.511 + u_3 102 + u_4 21) - (v_1 9 + v_2 509.424 + v_3 3.816.925 + v_4 25.849.968) \leq 0$$

$$(u_1 1.709.042 + u_2 16.936 + u_3 87 + u_4 21) - (v_1 21 + v_2 1.089.451 + v_3 4.318.482 + v_4 18.581.955) \leq 0$$

$$(u_1 1.444.174 + u_2 5.728 + u_3 101 + u_4 8) - (v_1 15 + v_2 689.521 + v_3 2.706.621 + v_4 10.163.003) \leq 0$$

$$(u_1 1.611.864 + u_2 9.916 + u_3 136 + u_4 27) - (v_1 20 + v_2 998.676 + v_3 5.643.161 + v_4 29.584.154) \leq 0$$

$$(u_1 1.718.900 + u_2 7.165 + u_3 120 + u_4 20) - (v_1 18 + v_2 1.055.362 + v_3 962.438 + v_4 21.867.895) \leq 0$$

$$(u_1 2.264.082 + u_2 7.497 + u_3 99 + u_4 55) - (v_1 26 + v_2 1.336.866 + v_3 1.853.417 + v_4 19.053.220) \leq 0$$

$$(u_1 1.050.161 + u_2 4.981 + u_3 86 + u_4 20) - (v_1 19 + v_2 939.218 + v_3 2.309.840 + v_4 18.926.127) \leq 0$$

$$(u_1 1.887.835 + u_2 13.500 + u_3 142 + u_4 34) - (v_1 18 + v_2 1.340.331 + v_3 3.132.889 + v_4 31.542.015) \leq 0$$

$$(u_1 696.806 + u_2 5.982 + u_3 100 + u_4 15) - (v_1 14 + v_2 787.521 + v_3 1.230.766 + v_4 8.213.929) \leq 0$$

$$(u_1 2.411.572 + u_2 8.600 + u_3 290 + u_4 19) - (v_1 8 + v_2 407.315 + v_3 1.690.667 + v_4 24.302.745) \leq 0$$

$$(u_1 1.767.927 + u_2 7.405 + u_3 104 + u_4 20) - (v_1 13 + v_2 737.266 + v_3 7.782.594 + v_4 24.577.445) \leq 0$$

$$(u_1 806.556 + u_2 5.135 + u_3 107 + u_4 1) - (v_1 19 + v_2 884.301 + v_3 1.004.436 + v_4 23.633.965) \leq 0$$

$$(u_1 711.417 + u_2 2.786 + u_3 110 + u_4 23) - (v_1 10 + v_2 559.550 + v_3 755.054 + v_4 7.286.273) \leq 0$$

$$(u_1 730.050 + u_2 3.722 + u_3 14 + u_4 9) - (v_1 5 + v_2 260.703 + v_3 1.216.648 + v_4 6.758.488) \leq 0$$

$$u_1 \geq \varepsilon, u_2 \geq \varepsilon, u_3 \geq \varepsilon, u_4 \geq \varepsilon$$

$$v_1 \geq \varepsilon, v_2 \geq \varepsilon, v_3 \geq \varepsilon, v_4 \geq \varepsilon$$

EK-9 Karar Verme Birimlerinin 2013Yılına Ait Girdiye Yönelik Ağırlıklı CCR Modelleri (Devam)

18. Bölge Müdürlüğünün Girdiye Yönelik Ağırlıklı CCR Modeli

$$E_{17}=\text{Maks } (u_1 730.050 + u_2 3.722 + u_3 14 + u_4 9)$$

Aşağıdaki kısıtlar altında:

$$(v_1 5 + v_2 260.703 + v_3 1.216.648 + v_4 6.758.488)=1$$

$$(u_1 1.457.414 + u_2 3.249 + u_3 137 + u_4 23) - (v_1 9 + v_2 482.419 + v_3 7.822.289 + v_4 20.323.564) \leq 0$$

$$(u_1 2.451.275 + u_2 19.572 + u_3 169 + u_4 58) - (v_1 23 + v_2 1.115.097 + v_3 3.720.054 + v_4 31.362.408) \leq 0$$

$$(u_1 1.696.042 + u_2 7.920 + u_3 123 + u_4 17) - (v_1 21 + v_2 991.597 + v_3 10.411.733 + v_4 10.677.021) \leq 0$$

$$(u_1 518.675 + u_2 6.511 + u_3 102 + u_4 21) - (v_1 9 + v_2 509.424 + v_3 3.816.925 + v_4 25.849.968) \leq 0$$

$$(u_1 1.709.042 + u_2 16.936 + u_3 87 + u_4 21) - (v_1 21 + v_2 1.089.451 + v_3 4.318.482 + v_4 18.581.955) \leq 0$$

$$(u_1 1.444.174 + u_2 5.728 + u_3 101 + u_4 8) - (v_1 15 + v_2 689.521 + v_3 2.706.621 + v_4 10.163.003) \leq 0$$

$$(u_1 1.611.864 + u_2 9.916 + u_3 136 + u_4 27) - (v_1 20 + v_2 998.676 + v_3 5.643.161 + v_4 29.584.154) \leq 0$$

$$(u_1 1.718.900 + u_2 7.165 + u_3 120 + u_4 20) - (v_1 18 + v_2 1.055.362 + v_3 962.438 + v_4 21.867.895) \leq 0$$

$$(u_1 2.264.082 + u_2 7.497 + u_3 99 + u_4 55) - (v_1 26 + v_2 1.336.866 + v_3 1.853.417 + v_4 19.053.220) \leq 0$$

$$(u_1 1.050.161 + u_2 4.981 + u_3 86 + u_4 20) - (v_1 19 + v_2 939.218 + v_3 2.309.840 + v_4 18.926.127) \leq 0$$

$$(u_1 1.887.835 + u_2 13.500 + u_3 142 + u_4 34) - (v_1 18 + v_2 1.340.331 + v_3 3.132.889 + v_4 31.542.015) \leq 0$$

$$(u_1 696.806 + u_2 5.982 + u_3 100 + u_4 15) - (v_1 14 + v_2 787.521 + v_3 1.230.766 + v_4 8.213.929) \leq 0$$

$$(u_1 2.411.572 + u_2 8.600 + u_3 290 + u_4 19) - (v_1 8 + v_2 407.315 + v_3 1.690.667 + v_4 24.302.745) \leq 0$$

$$(u_1 1.767.927 + u_2 7.405 + u_3 104 + u_4 20) - (v_1 13 + v_2 737.266 + v_3 7.782.594 + v_4 24.577.445) \leq 0$$

$$(u_1 806.556 + u_2 5.135 + u_3 107 + u_4 1) - (v_1 19 + v_2 884.301 + v_3 1.004.436 + v_4 23.633.965) \leq 0$$

$$(u_1 711.417 + u_2 2.786 + u_3 110 + u_4 23) - (v_1 10 + v_2 559.550 + v_3 755.054 + v_4 7.286.273) \leq 0$$

$$(u_1 730.050 + u_2 3.722 + u_3 14 + u_4 9) - (v_1 5 + v_2 260.703 + v_3 1.216.648 + v_4 6.758.488) \leq 0$$

$$u_1 \geq \varepsilon, u_2 \geq \varepsilon, u_3 \geq \varepsilon, u_4 \geq \varepsilon$$

$$v_1 \geq \varepsilon, v_2 \geq \varepsilon, v_3 \geq \varepsilon, v_4 \geq \varepsilon$$