# EMNİYET GÜÇLERİNİN PERFORMANSINI VERİ ZARFLAMA ANALİZİ İLE DEĞERLENDİRME

**Esra KARAKIŞ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**
**İSTATİSTİK**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ**
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**EYLÜL 2011**
**ANKARA**

Esra KARAKIŞ tarafından hazırlanan "EMNİYET GÜÇLERİNİN PERFORMANSINI VERİ ZARFLAMA ANALİZİ İLE DEĞERLENDİRME" adlı bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Prof. Dr. Hasan BAL …….…….
Tez Danışmanı, İstatistik Anabilim Dalı

Bu çalışma, jürimiz tarafından oy birliği ile İstatistik Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Hasan BAL …….…….
İstatistik Anabilim Dalı, G.Ü.

Prof. Dr. Salih ÇELEBİOĞLU …….…….
İstatistik Anabilim Dalı, G.Ü.

Prof. Dr. Mustafa KURT …….…….
Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, G.Ü.

Tarih: 22/09/2011

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

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

## TEZ BİLDİRİMİ

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

Esra KARAKIŞ

**EMNİYET GÜÇLERİNİN PERFORMANSINI**
**VERİ ZARFLAMA ANALİZİ İLE**
**DEĞERLENDİRME**
**(Yüksek Lisans Tezi)**

**Esra KARAKIŞ**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ**
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**
**Eylül 2011**

## ÖZET

**Polis etkinliği, geçmişte bazı araştırmaların dikkatini çeken bir konudur. Polis bölgelerinde incelenen etkinliğin önemi, polis birimlerinin etkili olmasını gerektirmesinden kaynaklanmaktadır. Bu bağlamda, etkinsiz birimin tanımı son derece önemlidir. Çünkü bu tanım performans arttırıcı yollar önerebilir ve en iyi örnek sınıra yakınsamayı sağlayabilir.**

**Bu çalışma, Veri Zarflama Analizi (VZA) tekniği ile ele alınan ülkelerin etkinlik skorlarını tahmin etmek için ülkelerdeki emniyet güçlerini birbirleri ile karşılaştıran iç kıyaslama çalışmasıdır. Çalışmamız bu alanda yapılan ilk araştırmaları detaylandırmıştır. Sun [1]'a benzer bir iç kıyaslama çalışmasını yürüterek detaylandırma yapılmıştır.**

**Çalışmada, Türkiye'nin de içinde bulunduğu 25 Avrupa kıtası ülkesindeki emniyet güçlerinin 2006 yılındaki performansı değerlendirilmeye çalışılmıştır. İdari amaçlar ile uyumlu olan bu çalışma sadece emniyet güçlerindeki polis memurunun performansına odaklanır. Teknik açıdan çalışmada VZA modeline bazı önemli ilâveler yapılmıştır. Ayrıca ülkelerin toplam, teknik ve ölçek etkinliğini ölçmek için VZA'nın temel modelleri olan CCR ve BCC modellerinin çıktı yönlü modelleri kullanılmıştır. Aynı zamanda çalışma, ülkelerin 2004-2006**

**yıllarındaki analizi için Malmquist Toplam Faktör Verimliliği (TFV) değişimlerini ortaya koyarak önceki araştırmaları genişletmiştir. Bu yöntemin amacı, tüm emniyet güçleri boyunca artan performansa yol açacak en iyi uygulamaları araştırmaktır.**

**VZA'nın uygulamasında Coelli tarafından oluşturulan DEAP 2.1 paket programından yararlanılmıştır.**

**Analiz sonucunda ele alınan ülkelerinin emniyet güçlerinin performans yönetim sistemleri incelenmiş, bu sistemlerin ortak noktaları ve farklılıkları ortaya konularak Türkiye ile karşılaştırması yapılmıştır.**

**Bu çalışmanın sonuçları topluma daha iyi hizmet verebilmek ve idari kaynakları en iyi şekilde kullanabilmek için emniyet müdürlüklerine yol göstermede kullanılabilir.**

**Bilim Kodu : 205.1.066**

**Anahtar Kelimeler :Veri zarflama analizi, Malmquist TFP endeksi**

**Sayfa Adedi : 106**

**Tez Yöneticisi : Prof. Dr. Hasan BAL**

**THE ASSESMENT OF THE PERFORMANCE OF THE POLICE FORCES WITH DATA ENVELOPMENT ANALYSIS**
**(M.Sc. Thesis)**

**Esra KARAKIŞ**

**GAZI UNIVERSITY**
**THE INSTITUTE OF SCIENCES**
**September, 2011**

## ABSTRACT

**Our study has expanded the first researches in this field. This paper is similar to that of Sun (2002) insofar as the analysis is benchmarked to police forces in the countries, it enlarges on previous research by applying a Malmquist index to the analysis of the countries.**

**In this study, the performances of the police forces in 25 EU countries are assessed in 2006. Consistent with managerial goals, this study focuses exclusively on the performance of police officers employed at the police forces. From a technical perspective, we use some important extensions to DEA models in this study. We used output-oriented CCR and BCC models to measure overall, technical, and scale efficiencies for the countries. Also, in this study, Malmquist Total Factor Productivitiy (TFP) change were calculated by using DEA methodology with data, collected from 25 countries between the years 2004-2006.**

**The aim of this procedure is to seek out those best practices that will lead to improved performance throughout the police forces.**

**Data Envelopement Analysis is provided by the DEAP 2.1 program designed by Coelli.**

**As a result of the analysis, the performance management systems of the police forces in the EU countries were analyzed; the common and separate features were remarked and also compared with the system in Turkey.**

**The results of this study can be used to show the way for the safety offices for better serve of the community and best use of administrative resources.**

**Science Code : 205.1.066**

**Key Words : Data envelopment analysis, Malmquist TFP index**

**Number of Pages : 106**

**Thesis Administrator: Prof. Dr. Hasan BAL**

# TEŞEKKÜR

Araştırmamın her aşamasında yakın ilgi ve desteğini gördüğüm değerli hocam ve tez danışmanım Prof. Dr. Hasan BAL'a teşekkürü bir borç bilirim.

Çalışmam boyunca değerli katkı ve yardımlarını esirgemeyen Yrd. Doç. Dr. H. Hasan ÖRKÇÜ ve Araş. Gör. Mehmet Güray ÜNSAL'a teşekkürlerimi sunuyorum.

Tecrübelerinden faydalandığım Yrd. Doç. Dr. İlker Murat AR'a teşekkür ederim.

Tez işlemleri ile ilgili açıklama ve yardımlarından dolayı başta Doğan KARA olmak üzere öğrenci işlerindeki tüm çalışanlara teşekkür ediyorum.

Daima yanımda olan, her zaman beni maddi manevi destekleyen değerli anneme, babama ve abime sonsuz teşekkürler.

Ayrıca her türlü yardımı ve desteği esirgemeyen arkadaşlarım Fatma KATAR, Şahika GÖKMEN ve Öznur KÜÇÜK'e teşekkür ediyorum.

# İÇİNDEKİLER

**Sayfa**

ÖZET .....iv

ABSTRACT .....vii

TEŞEKKÜR ..... viii

İÇİNDEKİLER .....ix

ŞEKİLLERİN LİSTESİ .....xii

ÇİZELGELERİN LİSTESİ .....xiii

SİMGELER VE KISALTMALAR .....xiv

1. GİRİŞ .....1

2. VERİ ZARFLAMA ANALİZİNİN (VZA) TARİHSEL GELİŞİMİ .....4

3. VERİ ZARLAMA ANALİZİ .....8

3.1. Veri Zarflama Analizinde Kullanılan Temel Kavramlar .....8

3.1.1. Girdi ve çıktı .....8

3.1.2. Karar verme birimi (KVB) .....8

3.1.3. Verimlilik .....8

3.1.4. Etkinlik .....8

3.1.5. Etkinlik türleri .....9

3.1.6. Etkin/Etkinlik sınırı .....10

3.1.7. Etkinlik skoru .....10

3.1.8. Performans .....10

3.1.9. Üretim imkânları kümesi, üretim sınırı .....11

3.1.10. Ölçeğe göre getiri .....11

**Sayfa**

3.1.11. Referans katkısı ..... 12

3.1.12. Referans kümesi ..... 12

3.1.13. Aylak (Slack) ..... 12

3.1.14. Hedef ..... 13

3.2. Temel Veri Zarflama Analizi Modelleri ..... 13

3.2.1. Charnes-Cooper-Rhodes (CCR) modelleri ..... 14

3.2.2. Banker Charnes Cooper (BCC) modeli ..... 20

3.3. VZA Uygulama Aşamaları ..... 24

3.3.1. Karar verme birimlerinin tanımlanması ve seçilmesi ..... 24

3.3.2. Girdi ve çıktıların seçilmesi ..... 25

3.3.3. Verilerin elde edilebilirliği ve güvenilirliği ..... 26

3.3.4. Model seçimi ve göreli etkinlik ölçümü ..... 27

3.3.5. Sonuçların değerlendirilmesi (etkinlik değerleri – referans kümelerinin tespiti) ..... 28

3.4. VZA'nın Güçlü ve Zayıf Yönleri ..... 30

3.4.1. VZA'nın güçlü yönleri ..... 30

3.4.2. VZA'nın zayıf yönleri ..... 31

4. MALMQUİST TOPLAM FAKTÖR VERİMLİLİK ENDEKSİ ..... 33

4.1. Uzaklık Fonksiyonu ve Malmquist TFP Endeksi ..... 33

5. UYGULAMA ..... 37

5.1. Karar Birimlerinin Seçimi ..... 37

5.2. Girdi ve Çıktı Değişkenlerinin Seçimi ..... 38

5.2.1. Korelasyon ve regresyon analizi ..... 40

**Sayfa**

5.3. Uygulanacak Modelin Seçimi ve Etkinlik Analizi .....42

5.4. Verilerin Analizi ve Değerlendirilmesi .....43

5.5. Bulgular .....44

5.5.1. Referans kümesi .....48

5.5.2. Girdi ve çıktı katkıları .....49

5.5.3. Aylak (Slack) analizi .....49

5.5.4. Çoklu regresyon analizi .....54

5.6. Malmquist Toplam Faktör Verimliliği Analizi .....56

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER .....64

KAYNAKLAR .....69

EKLER .....72
EK – 1. 2006 yılı için girdi-çıktı değişkenlerine ait ilk veriler .....73
EK – 2. 2006 yılı için analizde kullanılan veriler .....74
EK – 3. Çoklu regresyon analizinde kullanılan veriler .....75
EK – 4. Malmquist TFV analizinde kullanılan düzenlenmemiş veriler .....76
EK – 5. Değişkenler arasındaki korelasyon analizinin SPSS sonuçları .....78
EK – 6. Regresyon analizinin SPSS sonuçları .....79
EK – 7. Tanımlayıcı istatistikler için SPSS sonuçları .....80
EK – 8. Girdi değişkenleri ile teknik etkinlik arasındaki korelasyon analizinin SPSS sonuçları .....81
EK – 9. 2006 yılı için DEAP 2.1 paket program sonuçları .....82
EK – 10. 2004-2006 yılı için DEAP 2.1 paket program sonuçları .....100

ÖZGEÇMİŞ .....106

# ŞEKİLLERİN LİSTESİ

**Şekil** **Sayfa**

Şekil 3.1. VZA Modelleri ..... 14

Şekil 3.2. CCR ve BCC modelinin etkinlik sınırları ..... 23

# ÇİZELGELERİN LİSTESİ

**Çizelge** **Sayfa**

Çizelge 2.1. Literatürdeki polis güçlerinin performansı ile ilgili çalışmalar ..... 6

Çizelge 5.1. Karar verme birimleri ..... 37

Çizelge 5.2. Analizde kullanılan girdi ve çıktı ..... 39

Çizelge 5.3. İlgili 25 ülke için tanımlayıcı istatistikler ..... 40

Çizelge 5.4. Girdi ve çıktılar arasındaki korelasyon katsayıları ..... 41

Çizelge 5.5. 25 ülke için girdi ve çıktı değişkenleri hakkında regresyon sonuçları . 42

Çizelge 5.6. 2006 yılı için 25 ülkenin etkinliği ..... 45

Çizelge 5.7. 25 KVB için referans kümeleri ..... 48

Çizelge 5.8. Etkinsiz KVB'leri için her bir girdi ve çıktı aylakları ..... 50

Çizelge 5.9. Her bir KVB için hedef değerleri ..... 52

Çizelge 5.10. Demografik dış faktörler ile teknik etkinlik skorları arasındaki regresyon sonuçları ..... 54

Çizelge 5.11. Analiz sonuçları (ülkelere göre) ..... 58

Çizelge 5.12. Malmquist toplam faktör verimliliği endeks değerleri (yıllara göre) .....62

# HARİTALARIN LİSTESİ

**Harita** **Sayfa**

Harita 5.1. Çalışmada ele alınan ülkeler ..... 38

Harita 5.2. Toplam, teknik ve ölçek etkinliği bakımından etkin olan ülkeler .....47

Harita 5.3. Teknik etkin ülkelerin gösterimi ..... 47

# SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış bazı simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

| **Simgeler** | **Açıklama** |
|---|---|
| $D_0^t(x_t, y_t)$ | t dönemi gözleminden t dönemi teknolojiye olan uzaklık |
| $D_0^{t+1}(x_t, y_t)$ | t dönemi gözleminden t+1 dönemi teknolojiye olan uzaklık |
| $h_o$ | Çıktı/Girdi oranı |
| **m** | Girdi sayısı |
| **n** | Karar verme birimi sayısı |
| **s** | Çıktı sayısı |
| $s_i^-$ | i. Girdideki fazlalık miktarı |
| $s_r^+$ | r. Çıktıdaki azlık miktarı |
| $S^t$ | Çıktı kümesi |
| $u_r$ | r. Çıktı için çıktı ağırlığı |
| $v_i$ | i. Girdi için girdi ağırlığı |
| $x_{ij}$ | j. KVB'nin i. girdi değeri |
| $y_{rj}$ | j. KVB'nin r. çıktı değeri |

| **Kısaltmalar** | **Açıklama** |
|---|---|
| **BCC** | Banker, Charnes, Cooper Modeli |
| **CBS** | Coğrafi Bilgi Sistemleri |
| **CCR** | Charnes, Cooper, Rhodes Modeli |
| **CRS** | Constant Return to Scale Ölçeğe göre sabit getiri |
| **DEA** | Data Envelopment Analysis |
| **DP** | Doğrusal Programlama |

| Kısaltmalar | Açıklama |
|---|---|
| **DRS** | Decreasing Return to Scale Ölçeğe göre azalan getiri |
| **IRS** | Increasing Return to Scale Ölçeğe göre artan getiri |
| **KVB** | Karar Verme Birimi |
| **MOBESE** | Mobil Elektronik Sistem Entegrasyonu |
| **ÖED** | Ölçek Etkinliği Değişimi |
| **RTS** | Ölçeğe Göre Getiri |
| **STED** | Saf teknik Etkinlik Değişimi |
| **TD** | Teknolojik Etkinlik Değişimi |
| **TED** | Teknik Etkinlik Değişimi |
| **TDP** | Toplum Destekli Polis |
| **TFV** | Toplam Faktör Verimliliği |
| **TFVD** | Toplam faktör Verimliliği Değişimi |
| **VRS** | Variable Return to Scale Ölçeğe göre değişken getiri |
| **VZA** | Veri Zarflama Analizi |

# 1. GİRİŞ

Bir ülkenin polis sisteminin karakteri o ülkenin vatandaşlarının özgürlük düzeyini belirleyen bir unsurdur. Bir başka deyişle, bir ülkedeki demokrasi düzeyi büyük oranda polis faaliyetlerine bağlıdır; çünkü devletlerin kamu düzenini sağlamada ve bazen demokratik olmayan hedeflerini gerçekleştirmede temel araçları polis örgütüdür [2]. Günümüzde vatandaşlarına güvenlik sağlamak için her modern devlet bir polis örgütüne sahip olmak zorundadır.

Bu yüzden insanların ihtiyaç sıralamasında ilk sıralarda olan güvenlik ihtiyacının karşılanması Emniyet Teşkilatı'na verilmiştir. Emniyet Teşkilatları ülkelerde, şehirlerde asayişin sağlanmasından birinci derecede sorumlu olan kamu kuruluşlarıdır. Polisin işini iyi yapması, halkın da huzur ve mutluluğu demektir. Bu açıdan bakıldığında, polisin işini arzu edilen ve tatmin edici seviyede yapıp yapmadığının tespiti büyük önem kazanmaktadır. Kamu kurumları arasında en fazla personel sayısına sahip olan Emniyet Teşkilatının bu önemli görevi en iyi şekilde yerine getirebilmesi için insan kaynaklarını etkin ve verimli bir şekilde yönetmesi gerekmektedir. Bu yönetim sürecinde teşkilat mensuplarının performanslarının ölçülmesi ve değerlendirilmesi en önemli aşamalardandır.

Performans ölçümü, kamu sektöründeki yönetim ve sorumluluk konularını etkileyen son yılların tartışmalarına önemli ölçüde ışık tutmaktadır. Kurumlar yıllık raporlarındaki performans bilgilerini de çoğaltmaktadır [3].

Türkiye'de bu konuda yapılan performans ölçüm çalışmaları incelendiğinde daha çok "sosyal problemin varlığı", "suçun toplumsal ve ekonomik çevresi" gibi kavramlar ele alınmış, suç ve suçluların özelliklerini ortaya koyacak biçimde suç analizleri yapılmıştır. Çalışan performansları çeşitli yöntemler ile değerlendirilmiştir. Emniyet Teşkilatı açısından bu çalışmadaki metodolojiye benzer bir performans ölçümü için Türkiye'de sadece bir çalışmaya rastlanmıştır. Dünyada polislik hizmetlerinin etkililiği ise yıllardır sorgulanmaktadır. Polis örgütlerine tahsis edilen kaynakların kullanımı ve dağıtımıda birçok vatandaş ve araştırmacı tarafından tartışılmaktadır.

Emniyet güçlerinin performanslarını değerlendirecek bir sistem olmadığından her emniyet gücünün kaynaklarını ne kadar etkili kullandığı bilinmemektedir. Bu araştırma, performans ölçümüne ilişkin literatürün bir sentezini yapmakta, temel kavramları tanımlamakta ve veri zarflama analizi (VZA) kullanarak Avrupa ülkeleri emniyet güçlerinin karşılaştırmalı olarak performansını ölçerek ülkelerin (karar birimleri) ne derece etkin olduklarını göstermekte ve etkin olmayan ülkelerin etkili yönetilmesini sorgulamaktır.

Analizlerde, iki veya daha fazla sayıda ülke karşılaştırılabilir; tek ülkenin polis sistemi üzerinde yoğunlaşılabilir veya polisin sorumluluğu ya da işlevleri gibi belirli konular baz alınarak karşılaştırmalar yapılabilir. Bu çalışmanın ise temel amacı polis güçlerinin performansını VZA ile değerlendirerek polislik faaliyetlerinin en iyi şekilde yapılmasına katkı sağlamaktır.

Çalışmada kullanılan, performans ölçme yöntemi olan veri zarflama analizi, benzer işleri yapan, çoklu girdi ve çoklu çıktıya sahip organizasyonel birimlerin göreli etkinliklerini ölçmede kullanılan matematiksel programlama tabanlı bir tekniktir. VZA, ilk olarak Charnes, Cooper ve Rhodes (1978) tarafından geliştirilmiştir.

Yapılan çalışmalar, polislik faaliyetlerine yönelik yapılacak olan yenilikler konusunda daha geniş bir bakış açısı ortaya koyacaktır. “Bayley’in de belirttiği gibi, karşılaştırmalı çalışmalar olmaksızın yapılan çalışmalarda herhangi bir sorunun bir tür çözüm şekli kolaylıkla en iyi metot olarak gösterilebilir. Bir başka deyişle, başka ülkelerin deneyimlerinden yararlanılmazsa ülkedeki polis faaliyetlerinin çoğu sorgulanmalanmaksızın kabul edilir. Polisin performansını arttırmak ve reform gerektiren alanları ortaya koyabilmek için polisliğin dünya ölçeğinde ele alınması zorunludur” [2].

Böyle bir karşılaştırmalı çalışmanın bir takım güçlükleri de mevcuttur. En önemli güçlüğü çalışmada kullanılan verilerle ilgilidir. Bu verilere farklı farklı ülkelerde farklı farklı yöntemler kullanılarak ulaşılmıştır ve bu yöntemlerin doğruluklarının test edilmesi de son derece güçtür. Dahası, polislik konusunda performans

çalışmaları tatmin edici düzeyde olmamakta ve veriler de sınırlı bir düzeyde kalmaktadır. Bu ise analizlerin sınırlı kalması sonucunu ortaya koymaktadır. Ancak, bu güçlüklerin ortaya konulması, araştırmacının sorunlarının etkisini en azından azaltmasını sağlar.

Bu çalışmanın sonuçları, emniyet güçlerinin performansını arttırması için belirlenecek stratejilere ışık tutacaktır. Bilimsel ve somut verilere dayalı stratejiler esas alınarak daha kararlı adımlar atılması sağlanacak ve bu durumda başarıya önemli katkı sağlayacaktır. Dolayısıyla ürünler ve hizmetler, organizasyon yapısı, insan kaynakları stratejisi ve bilgi sistemleri üzerinde ciddi değişiklikler yaratılabilir. Aynı zamanda performans çalışmaları ile birlikte ele alınarak değerlendirildiğinde suçu ortadan kaldıran etmenlere ışık tutabilir.

Bu çalışmada, polis tarafından kaydedilen suç düzeyleri istatistikleri kullanılır. Çalışmada kullanılan veriler AB İstatistik Kurumu'nun (EUROSTAT) internet adresinden [4] ve "International statistics on crime and justice, 2010" [5] kaynağından derlenmiştir.

Emniyet güçlerinin performansını VZA ile ölçmeyi ve karar birimlerinin ne derece etkin olduklarını göstermeyi tartışma konusu yapan bu tez çalışması altı ana bölümden oluşmaktadır.

Birinci bölümde, çalışmanın genel içeriğinin anlatıldığı giriş bölümü yer alır. İkinci bölümde VZA'nın tarihsel gelişimi ve literatürdeki örnekleri ele alınır. Üçüncü bölümde, veri zarflama analizinin teori kısmı yer almaktadır. Bu bölümde öncelikle temel kavramlar tanımlanmakta ve VZA modelleri açıklanmaktadır. Daha sonra VZA'nın uygulama aşamaları ve güçlü/zayıf yönleri anlatılmaktadır. Dördüncü bölümde, malmquist toplam faktör verimliliği endeksi anlatılmıştır. Beşinci bölümde, ülkeler arası polis güçlerinin performansını VZA ile değerlendiren bir uygulama yapılmıştır. Çalışmanın son bölümünde ise elde edilen sonuçlar yorumlanmış ve bu kapsamda yapılabilecek önerilere yer verilmiştir.

## 2. VERİ ZARFLAMA ANALİZİNİN (VZA) TARİHSEL GELİŞİMİ

Çok boyutlu ve parametrik olmayan bir etkinlik ölçme tekniği olan VZA, Farrell tarafından ilk kez 1957 yılında Ortalama Performans ölçütüne karşılık ortaya atılan Sınır Analizi çalışması ile ortaya çıkmıştır. Çalışmada, birden fazla girdi ve tek çıktı kullanmasına rağmen, etkinlik ölçümü ile ilgili olarak kurulan doğrusal denklem sistemi, çoklu çıktılar için etkinliğin hesaplanmasına temel oluşturmaktadır. Farrell' in 1957 yılında ortaya koyduğu makaleden yola çıkarak 1978 yılında Charnes, Cooper ve Rhodes VZA çalışmalarının yeni bir dönemini başlattı. Yöntem, kamu kuruluşlarının teknik verimliliğini ölçmek ve karşılaştırmak amacıyla geliştirilmiştir. Charnes, Cooper ve Rhodes ölçeğe göre sabit getiri varsayımı (Constant Return to Scale – CRS) altında girdi yönlü bir model önerir. Bu model literatürde CCR modeli olarak bilinir. CCR modeli, Farrell' in önerisine göre daha kolay hesaplanabilir ve birden fazla girdi ve çıktı durumları için genellenebilir bir modeldir [6].

VZA'yı ilk duyuran çalışma 1978 yılında European Journal of Operations Research'de yayımlanan Edwardo Rhodes'in, Carnegie Mellon Üniversitesi'nde yaptığı doktora çalışması olmuştur.

Bu tarihten önce Boles (1966) ve Afriat (1972) etkinlik sınır tahmininde kullanılan parametrik olmayan matematiksel programlama tekniklerini önermişlerdir. Ancak bu çalışmalar, Charnes ve diğerlerinin 1978'de yaptığı çalışma sonucu VZA adını alıncaya kadar fazla dikkat çekmemiştir.

Daha sonra Banker, Charnes ve Cooper (1984) çalışmalarında ilk kez ölçeğe göre değişken getiri varsayımını (Variable Return to Scale – VRS) tanımlamışlardır. Bu model literatürde BCC modeli olarak bilinir. CCR modeli ile CRS varsayımı altında sadece kamu sektöründeki hizmet alanlarının teknik etkinliği ölçülmeye çalışılırken, BCC modeli ile VRS varsayımı altında ölçek ve teknik etkinliği ayrı ayrı ölçülmektedir. Bu sayede VZA etkinsiz kaynakların ölçülmesi ile beraber etkinsizliğin nedenlerini de irdeleyebilecek konuma gelmiştir [6].

1990'lı yıllarda Seiford ve Thrall [7]'ın çalışmaları ile CCR ve BCC modelleri için girdiye yönelik ve çıktıya yönelik olmak üzere iki ayrı formülasyon geliştirilmiştir. Böylece CCR ve BCC modellerinin ortaya çıkması ile birlikte VZA'nın teorik gelişimine katkıda bulunacak çalışmalar hız kazanmaya başlamıştır.

Dünyada yaygın olarak kullanılmaktadır. Türkiye'de ise daha çok turizm işletmelerinde, hastanelerde, bankacılık sisteminde, bölgeler arasında kaynak kullanımında etkinlik analizleri VZA kullanılarak yapılmıştır. Aynı zamanda VZA diğer yöntemlerle de ilişkilidir. Bu yöntemlerden bazıları; doğrusal olmayan programlama, simülasyon, çok değişkenli ve parametrik olmayan istatistik, sinir ağları, genetik algoritma, oyun teorisi, tamsayılı programlama, hedef programlama ve çok amaçlı lineer programlamadır.

Yukarıda belirtildiği gibi çok farklı alanlarda kullanılan VZA'nın, yazılım teknolojisindeki gelişmelere paralel olarak farklı modellerinin çözümü için farklı programlar (IDEAS, DEAP, DEA-Frontier, EMS) geliştirilmiştir. Bu gelişmenin, VZA'nın kullanımını daha kolay hale getirdiği söylenebilir.

Son yıllarda VZA esaslı polis performansını ölçen çeşitli çalışmalar bulunmaktadır. İlk çalışma İngiltere ve Avustralya'da uygulanmıştır. Polis hizmetleri için VZA'nın yayımlanmış uygulamaları Thanassoulis [8] ve Carrington ve arkadaşlarına [9] dayanır. Literatürdeki polis güçlerinin performansı ile ilgili çalışmalar aşağıdaki çizelgede verilmiştir.

Çizelge 2.1. Literatürdeki polis güçlerinin performansı ile ilgili çalışmalar

| Makale | Metod | Birimler | Girdiler | Çıktılar |
|---|---|---|---|---|
| Thanassoulis (1995) | VZA-CCR | İngiltere ve Galler için 41 polis gücü, 1992-93 | (1) Çalışan polis memur sayısı<br>(2) Şiddet suçları sayısı<br>(3) Hırsızlık<br>(4) Diğer suç kayıtları | (1) Şiddet suçunun yakalanma oranları<br>(2)Hırsızlık yakalanma oranları<br>(3) Diğer suçların yakalanma oranları |
| Carrington, Puthucheary & Rose (1997) | VZA-CCR ve VZA –BCC. Tobit model ile iki aşamalı | Güney Doğu Avustralya Bölgesi için 163 polis devriyeleri, 1994-95 | (1) Polis memur sayısı<br>(2) Sivil memur sayısı<br>(3) Polis arabaları sayısı | (1) Suçların sayısı<br>(2) Tutuklu sayısı<br>(3) Mahkemeye çağırılanlar<br>(4) Kayıtlı önemli araba kazaları<br>(5) Polis arabaları ile alınan kilometreler |
| Nyhan & Martin (1999) | VZA | 36 ülke ve belediye polisleri | (1) Toplam bölge maliyetleri<br>(2) Toplam personel(yeminli memurlar ve siviller) | (1) Her 1000 nüfus için şiddet ve mala karşı olan suçların toplamı<br>(2) Ortalama yanıt süresi (alınan çağrı ile varış süresi)<br>(3) Suç araştırmaları ile sonuçlanan yakalanma oranları<br>(4) Şiddet ve mala karşı olan toplam suçun yakalanma yüzdesi |
| Drake & Simper (2000) | VZA ve Çoklu Diskriminant Analizi | İngiltere ve Galler polis güçleri | (1) Çalışan maliyetleri<br>(2) Taşınmaz mülk ile ilgili giderler (günlük masraflar, onarım ve bakım dahil tüm ana giderlerin toplamı)<br>(3) Ulaşım giderleri<br>(4) Sermaye ve diğer maliyetler (sermaye finansman maliyeti ve kurum içi kullanılan satın alınmış ekipmanlar ile ilişkili tüm maliyetler, örneğin bilişim, iletişim, mobilya, sabit ve sabit olmayan ) | (1) Yakalanma oranları<br>(2) Trafik suçlarının toplam sayısı<br>(3) Alkolmetre ile uygulanan test sayısı |

Çizelge 2.1. (Devam) Literatürdeki polis güçlerinin performansı ile ilgili çalışmalar

| Makale | Metod | Birimler | Girdiler | Çıktılar |
|---|---|---|---|---|
| Drake & Simper (2001) | VZA-teknik ve tahsis skorları. İkinci adımda, üç harcama grupları halinde polis güçlerini ayırır ve tek-yönlü varyans analizi (ANOVA) ile gruplar arasındaki farklılıkları araştırır. Sonraki adımda, toplam etkinlik ve çıktı değişkenleri arasında Spearman korelasyonlarını tahmin eder. | İngiltere ve Galler polis güçleri | Drake & Simper (2000) ile aynı | Drake & Simper (2000) ile aynı |
| Sun (2002) | VZA. İkinci adımda, çoklu regresyon dış etkenleri (konum, görev bölgesi, nüfus ve bölgede yaşayan genç insanlar) analiz etmek için kullanılır. | 14 Taipei belediyesine ait polis bölgeleri, 1994-96 | (1) Polis memur sayısı<br>(2) Hırsızlar<br>(3) Suçlar (kasıtlı ve şiddet)<br>(4) Diğer suçlar | (1) Yakalanan hırsızlar<br>(2) Yakalanan suçlar<br>(3) Yakalanan diğer suçlar |
| Diez-Ticio & Mancebon (2003) | VZA, heterojenliği hesaba katar. İkinci adımda polis memurlarının nitelikleri ve yeminli ve yeminli olmayan polis memurlarının oranları ile skorlar indirgenir. | Bölgesel düzeyde İspanya polis güçleri, 1995 | (1) Polis memur sayısı<br>(2) Araçlar<br>(3) Nüfus | Yakalanma oranı |
| Drake & Simper (2003) | CCR-VZA ve Serbes atılabilir zarf (FDH) modeli. İkinci adımda, kavramsal değişkenlerdeki (nüfus, ceza gerektiren kayıtlı suçlar ve 6 coğrafi kuklalar) etkinlik skorlarını indirgemek için Tobit model kullanılır. | İngiltere ve Galler polis güçleri | Drake & Simper (2000) ile aynı | Drake & Simper (2000) ile aynı |
| Drake & Simper(2002) | VZA skorları ile ekonometrik maliyet sınır skorları karşılaştırılır. | İngiltere ve Galler polis güçleri | (1) Çalışan Ücreti<br>(2) Taşınmaz mülk ücretleri<br>(3) Ulaşım ücretleri<br>(4) Başlıca ücretler | (1) Yakalanan oranlar<br>(2) Trafik suçları sayısı<br>(3) Uygulanan alkolmetre testleri |

# 3. VERİ ZARLAMA ANALİZİ

## 3.1. Veri Zarflama Analizinde Kullanılan Temel Kavramlar

### 3.1.1. Girdi ve çıktı (Input, Output)

Bir birimde, çıktı üretmek için kullanılan yani hizmetlerin yerine getirilebilmesi için üretim sürecine giren faktörlerin her birine girdi denir. Bu üretim sürecinin sonunda elde edilen ürün veya hizmete ise çıktı denir [10].

### 3.1.2. Karar verme birimi (KVB) (Decision making unit)

Veri zarflama analizinde girdiyi çıktıya dönüştüren homojen yapıdaki işletme veya ekonomik kuruluşlar veya performansları karşılaştırılacak olan birimlerdir.

### 3.1.3. Verimlilik (Productivity)

Verimlilik, bir üretim ya da hizmet sisteminin ürettiği çıktı ile bu çıktıyı oluşturmak için kullanılan girdi arasındaki ilişkidir [11]. Yani, sabit miktardaki çıktının en az girdi ile elde edilmesi veya sabit miktardaki girdinin maksimum çıktı ile elde edilmesi anlamındadır. Genellikle bu ölçü, çıktının girdiye oranı olarak formüle edilir. Kaynakların ne kadar etkin kullanıldığını gösterir [10].

### 3.1.4. Etkinlik (Efficiency)

Hedefe ulaşma derecesini gösterir [6]. Etkinlik, kaynaklardan yararlanma düzeyini ya da bu kaynakların nasıl kullanıldığını ölçen bir göstergedir [11]. Başka bir deyişle gerçekleşen performans, önceden saptanan olması gereken performans ile karşılaştırıldığında gerçekleşen performansın olması gereken performansa ne ölçüde yaklaşıp yaklaşmadığını gösterir. İlk bakışta etkinlik ve verimlilik arasında bir fark yok gibi görünse de etkinlik verimliliğin tamamlayıcı bir unsurudur. Etkinlik çıktılarla verimlilik ise girdilerle ilgilenmektedir. Yani kısaca etkinlik amaç ve

hedeflerle, verimlilik ise minimum kaynak tüketimi ile ilgilenmektedir [10]. Ancak etkinlik kavramı, çoğu zaman literatürde verimlilik, kârlılık, kalite, performans ve etkililik ile eş anlamlarda kullanılmaktadır [12].

### 3.1.5. Etkinlik türleri

Burada teknik, ölçek ve toplam etkinlik tanımları açıklanmaktadır.

Teknik etkinlik (Technical efficiency):

Eldeki girdi bileşeninin en verimli şekilde kullanılarak mümkün olan maksimum çıktıyı üretme başarısıdır [10]. Teknik olarak etkinlik, üretim ya da değişim süreci verimliliğidir [13]. Teknik etkin olan, tüm mümkün üretim karışımlarının oluşturduğu küme, üretim sınırını başka bir deyişle etkinlik sınırı oluşturmaktadır. Üretim sınırının altında yer alan KVB'ler ise, kaynaklarını israf etmektedir başka bir deyişle; üretimin bu sınırın altında yer alması teknik etkinsizliği gösterecektir [12].

Ölçek etkinliği (Scale efficiency): göreli etkinlik (relative efficiency)

KVB'lerinin oluşturulan etkinlik sınırına olan uzaklıklarının radyal olarak ölçülmesi ile birimlerin göreli etkinliği hesaplanabilir. Çıktı/girdi oranının büyük olmasına dayanan bir etkinlik türüdür. Ölçek etkinliği kısaca uygun ölçekte üretim yapmadaki başarı olarak tanımlanır [10].

Ölçek olarak verimli olan bir birim optimal ölçek getirisinde çalışıyordur. Ölçek verimliliği toplam verimliliği (CCR modelinden) teknik verimliliğe (BCC modelinden) bölerek hesaplanır [13].

Ölçek Etkinliği = CCR skoru / BCC skoru = Teknik Etkinlik / Saf Teknik Etkinlik

Toplam etkinlik (Aggregate efficiency):

Teknik etkinlik ve ölçek etkinlik birlikte toplam etkinliği oluşturmaktadır ve aşağıdaki şekilde ifade edilmektedir.

Toplam Etkinlik = Teknik Etkinlik * Ölçek Etkinliği

Bir KVB'nin toplam etkin olabilmesi için, hem ölçek hem de teknik etkinliği sağlaması gerekmektedir.

### 3.1.6. Etkin/Etkinlik sınırı (Efficient/Efficiency frontier):

Etkinlik sınırı, en iyi performansı temsil eden ve girdi-çıktıları en verimli şekilde birbirine dönüştüren veri kümesindeki birimlerden oluşan sınırdır. Sınırı belirleyen birimler %100 verimliliğe sahiptirler. Sınırda olmayan herhangi bir birim %100'ün altında bir verimliliğe sahiptir.

### 3.1.7. Etkinlik skoru (Efficiency score):

VZA her birim içinde etkinlik skoru olarak sonuçlanır. Bu skor 0 ve 1 arasındadır. %100 skora sahip birim etkindir. %100'den aşağıda skora sahip birimler etkin değildir [13].

### 3.1.8. Performans (Performance):

Bir sistemin performansı belirli bir zaman sonucunda elde edilen çıktı veya önceden belirlenen bir amaç doğrultusunda gösterilen çabanın bir sonucudur. Bu sonuç amacın ne ölçüde gerçekleştiğinin bir derecesidir [10].

### 3.1.9. Üretim imkânları kümesi, üretim sınırı (Production possibility set, production frontier)

Mevcut girdilerle meydana gelen tüm girdi-çıktı bileşenlerinin kümesi üretim imkânları kümesi olarak tanımlanabilir. Üretim sınırı ise üretim imkânları kümesi içinde en iyi girdi-çıktı bileşenini veren KVB'lerinin oluşturduğu sınırdır. Hiçbir KVB'nin girdi-çıktı bileşeni bu sınırın dışına çıkamaz. Çünkü bu sınırın dışı üretim imkânları kümesinin dâhilinde değildir [10].

### 3.1.10. Ölçeğe göre getiri (Returns to scale)

Üretim ölçeği ancak iki farklı girdinin aynı oranda arttırılmaları veya sabit bir sayı ile çarpılmaları ile değiştirilebilir. Bu işlemler sonucunda ürün miktarında meydana gelen değişiklik, ölçeğe göre getiri olarak adlandırılır [10].

Ölçeğe göre getiri üç farklı şekilde olabilir.

<u>Ölçeğe göre sabit getiri (Constant returns to scale, CRS):</u>

Tüm girdi bileşenlerdeki (aynı) artış oranı, çıktılarda da aynı oranda artışa neden oluyor ise ölçeğe göre sabit getiridir [12]. Başka bir deyişle, bir KVB'nin teknik etkinliğini koruması şartıyla ölçeğindeki artma veya azalma toplam etkinliği değiştirmiyorsa bu KVB için ölçeğe göre sabit getiri vardır [10].

<u>Ölçeğe göre artan getiri (Increasing returns to scale, IRS):</u>

Tüm girdi bileşenlerdeki (aynı) artış oranı, çıktılarda daha fazla oranda artışa neden oluyor ise ölçeğe göre artan getiridir [12]. Yani bir KVB'nin teknik etkinliğini koruması şartıyla ölçeğindeki artış toplam etkinliği artırıyorsa bu KVB için ölçeğe göre artan getiri vardır.

Ölçeğe göre azalan getiri (Decreasing returns to scale, DRS):

Tüm girdi bileşenlerdeki (aynı) artış oranı, çıktılarda daha az oranda artışa neden oluyor ise ölçeğe göre azalan getiridir. Yani, bir KVB'nin teknik etkinliğini koruması şartıyla ölçeğindeki artış toplam etkinliği azaltıyorsa bu KVB için ölçeğe göre azalan getiri vardır [10].

Ölçeğe göre artan ve azalan getiri, Ölçeğe göre değişken getiri (Variable returns to scale, VRS) başlığı altında da incelenmektedir [10].

### 3.1.11. Referans katkısı (Reference contribution):

Referans katkısı, bir karar birimi için etkinlik skorunun hesaplanmasına, referans karar birimi katkısının derecesini belirtmesinde kullanılan bir terimdir [13].

### 3.1.12. Referans kümesi (Reference set)

Etkin olmayan KVB'lerin etkin hale getirilebilmesi için yol gösteren etkin KVB'lerinin oluşturduğu kümeye referans kümesi denir [14]. Çoklu en uygun çözümler için referans kümesi tek elemanlı olabileceği gibi birden fazla elemanlı da olabilir.

Referans kümesi üretim imkânları kümesi içinde en iyi girdi-çıktı bileşenini veren KVB'lerin oluşturduğu sınır üzerinde bulunur. Bu sınır daha öncede tanımlandığı gibi etkinlik sınırı olarak adlandırılır.

### 3.1.13. Aylak (Slack)

Az üretim çıktısını ya da fazla girdi kullanımını gösterir. Etkin olmayan karar birimini etkin hale getirmek için gerekli iyileştirmeyi gösterir. Bu iyileştirmeler girdi ve çıktıdaki artış ya da azalma şeklinde olabilir [15].

### 3.1.14. Hedef (Target)

Etkin olmayan karar biriminin etkin olabilmesi için girdi ve çıktı değerlerinin gerekli düzenlemelerini ifade etmektedir [15].

## 3.2. Temel Veri Zarflama Analizi Modelleri

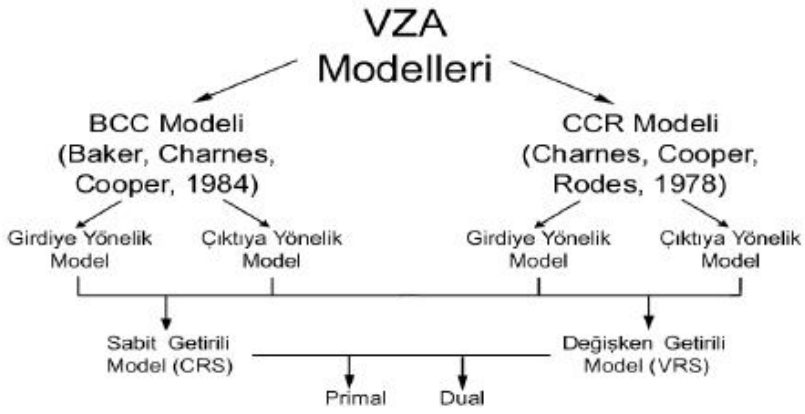
VZA, karar verme birimlerinin göreli performanslarını değerlendiren doğrusal programlamanın bir uygulamasıdır [16]. Her bir sistemin girdi ve çıktı ağırlıklarını, kendi etkinlik derecesini en çoklayacak şekilde seçeceğini varsayan VZA'da kullanılan birçok model vardır (Şekil 3.1). Genel olarak hangi tür modelin kullanılması gerektiği, araştırmanın kapsamına ve kullanılacak varsayımlara göre değişir. Temel VZA modelleri CCR modelleri ve CCR modellerine alternatif olarak geliştirilen BCC modelleridir (Ayrıca bunlara ek olarak toplamsal modeller ve çarpımsal modeller de vardır). Her iki yaklaşımda birer VZA modeli olmasına karşın varsayımları farklıdır. CCR modeli ölçeğe göre sabit getiri (constant return to scale-CRS) varsayımı altında toplam teknik etkinligi ölçerken, BCC modeli ölçeğe göre değişken getiri (variable return to scale- VRS) varsayımı altında benzer ölçekteki birimleri birbirleri arasında karşılaştırarak sadece teknik etkinliği ölçmektedir [12].

Ancak KVB'lerin etkinlikleriyle ilgili daha ayrıntılı bilgiler edinilmek isteniyorsa, yani toplam etkin olmayan KVB'lerin etkinsizliğinin teknik etkinlikten mi, yoksa ölçekten mi kaynaklandığı da belirlenmek isteniyorsa o zaman; toplam, teknik ve ölçek etkinliklerin hepsinin hesaplanması gerekmektedir [17].

Bununla birlikte VZA'da kullanılan CCR ve BCC modelleri; girdi yönlü ve çıktı yönlü olmak üzere iki farklı şekilde kurulabilir. Girdi yönlü modeller (input-oriented), belirli bir çıktı bileşimini en etkin bir şekilde üretebilmek için en az ne kadar girdi bileşimi kullanılacağını araştırır. Çıktı yönlü modeller (output-oriented) ise belirli bir girdi bileşimi ile en fazla ne kadar çıktı bileşimi elde edilebileceğini araştırır.

Veri zarflama analizinde tüm modellerin ortak yanı, hangi KVB'lerin etkinlik sınırını oluşturduklarını, böylece etkinlik sınırının oluşturulmasıyla, etkin ve etkin olmayan KVB'lerin tespit edilmesidir. Modeller arasındaki fark, kullanılan modele göre bu yüzeyin geometrisinde ortaya çıkmaktadır. Sınırın oluşturulmasıyla birlikte sınırın altında kalan etkin olmayan KVB'ler için kullanılmayan kaynaklar tanımlanabilir.

Çalışmada temel CCR ve BCC modelleri kullanıldığından yalnızca bu modeller anlatılacaktır. En çok kullanılan VZA modeli Charnes, Cooper, Rhodes (CCR) modelidir. Diğer modellerde verilmekle birlikte özellikle CCR modeli üzerinde durulacaktır.




Şekil 3.1. VZA modelleri [18]

### 3.2.1. Charnes-Cooper-Rhodes (CCR) modelleri

Veri zarflama analizinin ilk önerilen modeli olan CCR modeli, 1978 yılında Charnes, Cooper ve Rhodes tarafından önerilmiştir. Bu model ölçeğe göre sabit getiri varsayımına dayanmaktadır. Model ile teknik etkinlikle ölçek etkinliğinin çarpımı olan toplam teknik etkinlik ölçülmektedir [12]. Bu tip veri zarflama analizi modellerinde etkinlik sınırı orijinden başlayıp, etkin olan karar verme birim(ler)inden geçen bir doğru ile temsil edilmektedir.

Bu bölümde, CCR tarafından geliştirilmiş olan girdi ve çıktı odaklı VZA modelleri tanıtılmaktadır. Bu kapsamda, ilk olarak; girdi odaklı CCR oran modeli ile bu modelin denk primal ve dual doğrusal programlama modelleri, daha sonraki başlık altında ise çıktı odaklı CCR oran modeli ile bu modelin denk primal ve dual doğrusal programlama modellerine değinilmektedir [19].

Girdi yönlü CCR modelleri

Girdileri çıktılara dönüştüren $n$ tane karar verme birimi olsun. Her karar verme birimi için girdi ve çıktı çoklukları değişmekle birlikte, kullanılan girdi ve üretilen çıktı miktarları aynıdır. Matematiksel gösterimle $j$. karar verme birimi $s$ boyutlu çıktı vektörü $y_{rj}$ $(r = 1, 2, \ldots, s)$ üretmek üzere $m$ boyutlu girdi vektörü $x_{mi}$ $(i = 1, 2, \ldots, m)$ kullanır.

Girdi ve çıktı değişkenleriyle ilişkilendirilen etkinlik ölçüsü aşağıdaki eşitlikte verildiği gibi tanımlanabilir [20].

$$\text{Etkinlik} = \frac{\text{Çıktıların ağırlıklı toplamı}}{\text{Girdilerin ağırlıklı toplamı}} \tag{3.1}$$

Değerlendirilecek karar verme birimi o indisi ile diğerleri ise $j$ indisi ile gösterilsin. Etkinlik skorları oran formunda,

$$\max h_o = \sum_{r=1}^{s} u_r y_{ro} \Big/ \sum_{i=1}^{m} v_i x_{io}$$

Kısıtlar:

$$\sum_{r=1}^{s} u_r y_{rj} \Big/ \sum_{i=1}^{m} v_i x_{ij} \le 1 \tag{3.2}$$

$$v_i \ge 0 \quad i = 1, 2, \ldots, m$$

$$u_r \ge 0 \quad r = 1, 2, \ldots, s$$

$$j = 1, 2, \ldots, n$$

biçiminde tanımlanabilir.

Burada $v_i$ ve $u_r$ sırasıyla girdi ve çıktı ağırlıklarını göstermektedir. $\sum u_r y_{rj}$ çıktı toplamını, $\sum v_i x_{ij}$ girdi toplamını göstermektedir. Çıktı/Girdi oranı $h_o$, optimal girdi-çıktı ağırlıklarını seçerek maksimum yapılacak amaç fonksiyonudur. Eşitsizlik kısıtı aynı ağırlıklarla tüm karar verme birimlerinin etkinlik oranlarının birim büyüklükten fazla olmasını garanti eder. Çözüm sonunda elde edilen etkinlik dereceleri $h_o = 1$ ise o-uncu karar verme birimi $KVB_o$ tam etkindir. $h_o < 1$ ise bu KVB etkin değildir.

Kesirli formda verilen model yaklaşımı anlatım bakımından uygun olmakla birlikte hesaplama açısından zorluklar içerir. Bu nedenle, daha uygun bir yapıya dönüştürmek için Charnes ve Cooper tarafından gerçekleştirilen dönüşümle aşağıdaki model önerilir.

Girdi Yönlü CCR Primal Modeli

$$\max w_o = \sum_{r=1}^{s} u_r y_{ro}$$

Kısıtlar:

$$\begin{aligned} &\sum_{i=1}^{m} v_i x_{io} = 1 \\ &\sum_{r=1}^{s} u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^{m} v_i x_{ij} \le 0 \qquad j = 1, 2, \quad ,n \\ &v_i \ge 0 \qquad i = 1, 2, \ . \ . \ . \ , m \\ &\mathrm{u}_r \ge 0 \qquad r = 1, 2, \ . \ . \ . \ , s \end{aligned} \tag{3.3}$$

Böylece geleneksel doğrusal programlama modeli elde edilmiş ve hesaplama avantajları doğmuştur. Bu model bilgisayar yazılımları ile kolayca çözümlenecek durumdadır.

Girdi yönlü CCR modelinde sırasıyla her bir KVB'nin çıktılarının ağırlıklı ortalaması maksimum yapılmaya çalışılır. Kısıtlarda ise ilgilenilen KVB'nin girdilerinin ağırlıklı ortalaması 1'e eşitlenmiştir. Böylece girdilerin ağırlıklı

ortalaması her bir KVB için 1 olmaktadır. Daha sonraki kısıt, çıktıların ağırlıklı ortalamasının girdilerin ağırlıklı ortalamasından küçük olmasını sağlamaktadır. Bu sayede Çıktı/Girdi oranı her bir karar verici için en fazla 1 olabilir. Bu bilgilerin ışığında bir karar verici için bulunabilecek optimum çıktı ortalaması en fazla 1 olabilir ve bu ise karar vericinin etkin olduğu anlamına gelir. Etkin olmayan, yani etkinlik sınırının altında kalan KVB'leri için çıktıların ağırlıklı ortalaması, yani etkinlik değeri 1'den küçük olacaktır [18].

Ayrıca girdi yönlü CCR modelinin ek kullanım ve yorumlara imkan sağlayan dual biçimi de verilebilir.

Girdi Yönlü CCR Dual modeli

$$\min z_o = \theta$$

Kısıtlar:

$$\begin{aligned} &\theta_o x_{io} - \sum_{j=1}^{n} x_{ij}\lambda_j - s_i^- = 0 \\ &\sum_{j=1}^{n} \lambda_j y_{rj} - s_r^+ = 0 \\ &\lambda_j \geq 0\,,\ \ s_i^- \geq 0\,,\ \ s_r^+ \geq 0 \\ &i = 1,2,\ldots,m\ \ ,\ \ r = 1,2,\ldots,s\ \ ,\ \ j = 1,2,\ldots,n \end{aligned} \tag{3.4}$$

Bu modelde de o indisi etkinliği hesaplanacak karar verme birimini $x_{ij}$ ve $y_{rj}$ sırasıyla $j$. karar verme birimi $i$. girdi ve $r$. çıktısını $v_i$ ve $u_r$ her karar verme biriminin etkinlik değerini maksimum yapacak şekilde ve sırasıyla girdi-çıktı ağırlıklarını gösterir. Doğrusal programlama teorisine göre;

$$\min z_o = \theta_o^* = \max w_o = w^* \tag{3.5}$$

olur. Etkinlik için referans noktaları $\sum u_r y_{rj} \big/ \sum v_i x_{ij} = 1$ olan karar birimleridir. $\mathrm{KVB_o}$ 'ya atanan performans katsayısı $w_o$, tüm diğer karar vericilerin performansları

üzerinden hesaplanır ve $v_i^*$ , $u_r^*$ ağırlıkları bu değeri maksimum yapan ağırlıklardır. Başka $v_i$ , $u_r$ ağırlıkları bu sonucu daha iyi oluşturamaz. $w_o^* = 1$ olduğunda $KVB_o$ diğer karar verme birimlerine göre tam etkin sayılır.

Etkinlik şartları

$\theta_o^* = 1$

$\sum_{i=1}^{m} s_i^- + \sum_{r=1}^{s} s_r^+ = 0$ (Aylak değişkenlerin ( $s_i^-$ , $s_r^+$ ) tümü sıfır demektir)

olarak verilir.

Bu şartlarının aynı anda sağlanması durumunda $KVB_o$ tam etkindir ve bu $KVB_o$ için bir kısım girdi ve çıktıyı değiştirmeden diğerlerini iyileştirmek mümkün değildir. Tersine bu şartlardan biri veya her ikisi sağlanmadığında $KVB_o$ tam etkin değildir denir. $\theta^*$ ve aylak değişkenler üzerindeki şartlar performans azlığını ve kaynağını belirler. $\theta_o^* < 1$ olması diğer karar verme birimlerinin performanslarını göstermektedir ve $KVB_o$ girdilerini $(1-\theta_o^*)$ oranında azaltabilir. Eğer bir karar vericinin herhangi bir $s^{+*}$ değeri sıfırdan farklıysa ( $s_r^{+*} > 0$ ) KVB için ilgili çıktıyı artırarak etkin duruma ulaşabileceği, benzer olarak $s^{-*}$ değeri sıfırdan farklıysa ( $s_i^{-*} > 0$ ) KVB için ilgili girdiyi azaltarak etkin duruma gelebileceği söylenir.

Bazı durumlarda problemin çözümünde $\theta_o^* = 1$ olmasına rağmen, aylak değişkenlerin sıfır olması koşulu sağlanmayabilir. Bir ya da daha fazla aylak değişken sıfırdan farklı olabilir. Genellikle, incelenen karar verme biriminin bir ya da birkaç girdisinin çok az kullanılması veya birkaç çıktısının çok fazla üretilmesi nedeniyle ilgili girdi ya da çıktılara yüksek ağırlık atanması sonucunda ortaya çıkabilen bu gibi durumlardaki karar verme birimlerine zayıf etkin adı verilir.

Çıktı yönlü CCR modeli

Çıktı yönlü CCR modelinin yapısı ve yorumu da girdi yönlü modele benzemektedir. Çıktı yönlü CCR Primal ve Dual modeli aşağıdaki gibidir. Dual modelden de görüleceği üzere ağırlıklı girdi toplamı minimum yapılmaya çalışılmaktadır.

Çıktı yönlü CCR Primal Modeli

$$\max z_o = \phi$$

Kısıtlar:

$$\phi y_{ro} - \sum_{j=1}^{n} \lambda_j y_{rj} + s_r^+ = 0 \qquad r = 1, 2, \ldots, s \tag{3.6}$$

$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_j x_{ij} + s_i^- = x_{io} \qquad i = 1, 2, \ldots, m$$

$$\lambda\ , s^+, s^- \geq 0$$

Çıktı Yönlü CCR Dual Modeli

$$\min q_o = \sum_{i=1}^{m} v_i x_{io}$$

Kısıtlar:

$$\sum_{r=1}^{s} \mu_r y_{ro} = 1 \tag{3.7}$$

$$\sum_{r=1}^{s} \mu_r y_{rj} - \sum_{i=1}^{m} v_i x_{ij} \leq 0 \qquad j = 1, 2, \ldots, n$$

$$\mu\ , v \geq 0$$

Bu modellerde de $s$ tane çıktı, $m$ tane girdi ve $n$ tane karar verici sayılarını ifade eder.

Dual modelde etkinliği hesaplanmak istenilen KVB'nin girdilerinin ağırlıklı toplamının minimum yapılması amaçlanmaktadır. Kısıtlarda ise etkinliği hesaplanmak istenilen KVB'nin çıktılarının ağırlıklı toplamı 1'e eşitlenmektedir.

Ayrıca her KVB için ağırlıklı çıktı toplamlarının, ağırlıklı girdi toplamlarından küçük olması bir diğer şarttır. Bu şarta göre etkinlik değeri hesaplanmak istenen KVB'nin çıktı/girdi oranı minimum 1 olmaktadır. Böylece etkin bir karar verici için etkinlik değeri 1, etkin olmayan bir karar verici için bu değer 1'den büyük olmaktadır.

### 3.2.2. Banker Charnes Cooper (BCC) modeli

1984 yılında Banker ve diğerleri tarafından CCR modeline kısıt ekleyerek BCC modeli geliştirilmiştir. Bu modeller ölçeğe göre değişken getiri varsayımı üzerine kurulmuştur. Bu varsayım altında karar verme birimlerinin teknik etkinliğini ölçmektedir. Banker, Farrell tarafından tanımlanan ve CCR modeli ile bulunan teknik etkinliğin, ölçek etkinliği ile karışmış olduğunu belirlemiş, teknik etkinliğin ölçek etkinliği ve saf teknik etkinlik olarak ayrılması gerektiğini göstermiştir. Bu nedenle ölçeğe göre değişken getiri varsayımı altında BCC modeli ile saf teknik etkinlik bulunabilmektedir [20].

<u>Girdi yönlü BCC modeli</u>

Bu modelin dual ve primal durumundaki modelleri aşağıdaki gibidir.

Girdi yönlü BCC Primal Modeli

$$
\begin{aligned}
&\min\ z_0 = \theta \\
&\text{Kısıtlar:} \\
&\sum_{j=1}^{n} \lambda_j y_{rj} - s_r^+ = y_{ro} \qquad r = 1, 2, \ldots, s \\
&\theta x_{io} - \sum_{j=1}^{n} \lambda_j x_{ij} - s_i^- = 0 \qquad i = 1, 2, \ldots, m \\
&\sum_{j=1}^{n} \lambda_j = 1 \\
&\lambda,\ s^+,\ s^- \geq 0
\end{aligned}
\tag{3.8}
$$

Girdi yönlü BCC Dual Modeli

$$\max \ q_o = \sum_{r=1}^{s} \mu_r y_{ro} + u_0$$

Kısıtlar:

$$\sum_{i=1}^{m} v_i x_{io} = 1 \tag{3.9}$$

$$\sum_{r=1}^{s} \mu_r y_{rj} - \sum_{i=1}^{m} v_i x_{ij} + u_o \leq 0 \qquad j = 1, 2, \ . \ . \ . \ , n$$

$$\mu, \ v \geq 0 \ , \ u_o \ \text{serbest}$$

Girdi yönlü BCC modelinde, $\theta^* = 1$ ise ve artıklar sıfırsa bu KVB etkindir. $\theta^*$ <1 ise bu KVB etkin değildir [6].

Dikkat edilirse modeller CCR modellerine oldukça benzemektedir. Primal modeldeki fark, $\lambda$ ' ların toplamının 1'e eşit olması kısıtının eklenmesidir. Dual modele ise yeni bir değişken ($u_o$) eklenmiştir. Bu değişikliklerle etkin sınırın yapısı değişmiştir. CCR modelinde orijinden geçen etkinlik doğrusu BCC modelinde orijinden geçmek zorunda değildir. Bu yapısıyla BCC modeli CCR modelinden ayrılmaktadır. Modellerin diğer değişkenler açısından yorumunda bir farklılık yoktur.

<u>Çıktı yönlü BCC modeli</u>

Bu modelin dual ve primal durumundaki modelleri aşağıdaki gibidir.

Çıktı yönlü BCC Primal Modeli

$$\max\ z_0 = \phi$$

Kısıtlar:

$$\begin{aligned} &\phi y_{ro} - \sum_{j=1}^{n} \lambda_j y_{rj} + s_r^+ = 0 && r = 1, 2, \ldots, s \\ &\sum_{j=1}^{n} \lambda_j x_{ij} + s_i^- = x_{io} && i = 1, 2, \ldots, m \\ &\sum_{j=1}^{n} \lambda_j = 1 \\ &\lambda,\ s^+,\ s^- \geq 0 \end{aligned} \tag{3.10}$$

Çıktı yönlü BCC Dual Modeli

$$\min\ q_o = \sum_{i=1}^{m} v_i x_{io} - \mathrm{v}_0$$

Kısıtlar:

$$\begin{aligned} &\sum_{r=1}^{s} \mu_r y_{ro} = 1 \\ &\sum_{r=1}^{s} \mu_r y_{rj} - \sum_{i=1}^{m} v_i x_{ij} - \mathrm{v}_o \leq 0 \qquad j = 1, 2, \ldots, n \\ &\mu,\ v \geq 0\ , \quad \mathrm{v}_o \text{ serbest} \end{aligned} \tag{3.11}$$

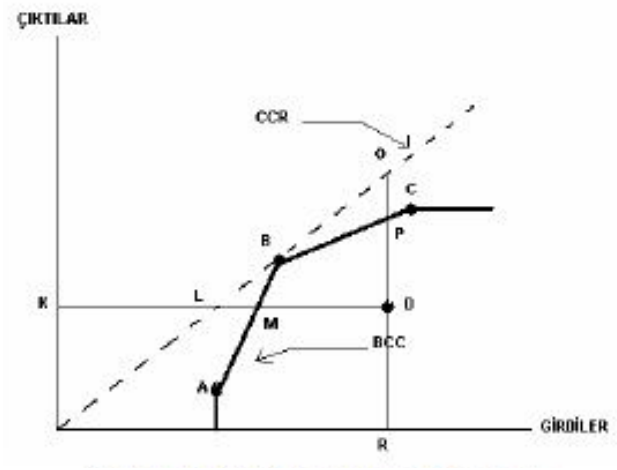
Çıktı yönlü BCC modelinde ise $\theta^* = 1$ ise ve artıklar sıfırsa bu KVB etkindir. $\theta^* > 1$ ise bu KVB etkin değildir [6].

Görüldüğü gibi girdi yönlü BCC modelinde olduğu gibi burada da model CCR modeline benzemektedir. Çıktı yönlü CCR modelinden farklı olarak primal modelde $\lambda$ 'ların toplamı 1'e eşittir. Dual modelde ise $v_o$ değişkeni kullanılmaktadır.

Buradaki amaç ölçeğe göre sabit olmayan getiri sağlamaktır. Modeldeki diğer değişkenler ise CCR modelindeki gibi yorumlanabilir.

CCR ve BCC modeli arasındaki fark sekil 1.8.' de görülmektedir. Sekil 1.8., tek girdi ve tek çıktı içeren, A, B, C ve D karar birimlerinden meydana gelmektedir. Kesikli çizgi CCR, kalın çizgi BCC modelin etkinlik sınırını göstermektedir. BCC etkinlik sınırı üzerinde yer alan A, B ve C karar birimleri BCC etkindir. CCR modeline göre ise yalnız B karar birimi etkindir. BCC modelini kullanarak karar birimlerinin ölçeğe göre getiri tipi de belirlenebilmektedir. AB doğrusu üzerinde ölçeğe göre artan getiri mevcuttur, yani girdilerdeki artışa oranla çıktılardaki artış daha fazladır. Bu tanıma göre A karar birimi teknik olarak etkindir ancak ölçek açısından etkin değildir. Çünkü ölçeğe göre getiri sabit değildir. B karar birimi ise hem teknik hem de ölçek açısından etkindir. BC doğrusu üzerinde ise ölçeğe göre azalan getiri mevcuttur, yani girdilerdeki artışa oranla çıktılardaki artış daha azdır. C karar birimi teknik açıdan etkindir ancak ölçek açısından etkin değildir. BCC modeline göre karar birimlerinin etkinlikleri sınıra olan uzaklıkları ile ölçülmektedir [6].

Örneğin;
D karar biriminin girdiye yönelik BCC etkinlik skoru = KM/KD
D karar biriminin çıktıya yönelik BCC etkinlik skoru = DR/PR




Şekil 3.2. CCR ve BCC modelinin etkinlik sınırları [12]

Şekilden de görüldüğü gibi, BCC modelinin etkinlik sınırı her zaman CCR modelinin etkinlik sınırının altında yer alacağından, bir karar biriminin CCR etkinlik skoru her zaman BCC etkinlik skorundan küçük veya ona eşit olacaktır.

CCR modeline göre etkinlik sınırının farklı olmasının nedeni de CCR modelleri ölçeğe göre sabit getiri varsayımı üzerine kurulurken, BCC modellerinin ölçeğe göre değişken getiri varsayımı üzerine kurulmasıdır [10].

### 3.3. VZA Uygulama Aşamaları

VZA ile etkinlik değerlendirmesinde gerekli adımlar aşağıdadır.

- Karar verme birimlerinin seçimi
- Modelde kullanılacak girdi ve çıktı seçimi
- Çalışmada kullanılacak verilerin ulaşılabilirliği ve güvenilirliği
- Veri zarflama analizi ile göreli etkinliğin ölçümü
- Etkinlik değerlerinin tespiti
- Referans kümelerinin tespiti
- Aylak analizi
- Etkin olmayan KVB'ler için hedef belirleme
- Analiz sonuçlarının değerlendirilmesi

#### 3.3.1. Karar verme birimlerinin tanımlanması ve seçilmesi

VZA'nın kullanılabilmesi için öncelikle aynı kararların uygulandığı ve benzer organizasyona sahip olan karar verme birimlerinin seçilmesi gerekmektedir. "Karar Verme Birimleri" aynı girdiyi aynı çıktıya dönüştüren homojen yapıdaki işletme veya ekonomik kuruluşların performanslarını birbirleriyle göreli olarak karşılaştırılacak olan birimlerdir. Bu birimlerin homojen olmaları yani gözlem kümesi içerisinde yer alan bütün karar birimlerinin aynı girdi-çıktı bileşimlerine sahip olması gereklidir.

Hangi karar biriminin uygun olduğu sorusu tamamen yapılacak çalışmanın amacına bağlıdır. Karar birimlerinin doğru seçimi, VZA'nın sonuçlarının geçerliliği açısından çok önemlidir. VZA karşılaştırmalı bir analiz olduğundan yanlış karar birimlerinin analize alınması durumunda tüm analiz sonuçları bundan etkilenecektir [6].

Ayrıca gözlem kümesinin homojen bir yapıya sahip olması kadar, gözlem kümesinin içerdiği karar birimi sayısı da önemlidir [11]. Araştırmanın güvenilirliği açısından toplam değişken sayısı (girdi+çıktı) karar verme birimi sayısının üçte birinden fazla olmamalıdır. Bunun nedeni, çok fazla girdi-çıktı dikkate alınırsa, bu çok boyutlu uzayda bir "porietron" denilen cisim oluşturur. Bu ise cismin köşe noktalarına göre (girdi-çıktı bakımından) karar verme birimlerinin etkin olmasını sağlıyor. Bunun yanı sıra bu sayının en az 20 olması gerektiğini savunanlar da vardır. Daha sistematik bir yaklaşımla KVB sayısı şöyle belirlenmelidir. Girdi sayısına m, çıktı sayısına s denildiğinde, KVB sayısı en az m + s + 1 olmalıdır.

Çalışmada kullanılacak KVB sayısının yeterli olması, etkinlik ölçümünün anlamlı sonuçlar vermesi açısından çok önemlidir. Yetersiz sayıda KVB'lerin kullanılması; yetersiz sayıda serbestlik derecesi olduğundan, bütün KVB'lerin %100 etkin olarak değerlendirilmesine neden olacaktır. Dolayısıyla, doğru bir performans sınırının belirlenmesi için uygun sayıda KVB gerekmektedir [19].

### 3.3.2. Girdi ve çıktıların seçilmesi

VZA uygulamasında ikinci aşama, girdi ve çıktı değişkenlerinin belirlenmesidir. Bu aşama etkili yorumların yapılabilmesi ve VZA sonuçlarının yöneticiler ve diğer ilgilenenler tarafından kabul görmesi açısından son derece önemlidir.

VZA oluşturulurken, hangi faktörlerin girdi hangi faktörlerin çıktı olacağı konusunda fonksiyonel bir varsayım bulunmamaktadır. Literatürde, analizde yer alacak girdi ve çıktıların seçilmesine çok az önem verilmiştir. Girdi ve çıktı seçiminde çoğu zaman konuyla ilgili uzman fikirleri, geçmiş deneyimler ve ekonomik teoriler yol gösterici olmaktadır [12].

Eğer önemli bir değişken göz ardı edilirse, bu değişkeni verimli kullanan karar biriminin verimliliği ters yönde etkilenecektir. Bu yüzden gerçekte etkin olan bir karar birimi için etkin değil veya tersi sonuçların elde edildiği durumlar ortaya çıkabilir. Yani farklı girdi ve çıktı değişkenlerinin kullanımı, tamamıyla farklı

sonuçlara yol açabilecektir. Modele yeni girdi ve çıktıların eklenmesi sonucunda da, daha önce etkin olmayan KVB'leri sonra etkin hale gelebilmektedir [6].

VZA'da, ihtiyaç duyulan kadar çok, ama mümkün olduğunca az girdi ve çıktı kullanımı esastır. Girdi ve çıktı sayısı artıkça, modelin boyutu büyümekte ve analizin ayrım gücü azalmaktadır.

Değişken sayısının azaltılmasında kullanılan bir yol, regresyon ve korelasyon analizidir. Bu yaklaşımda; eğer bir değişken modelde yer alan değişkenler ile yüksek korelasyona sahip ise, bu değişkene ihtiyaç duyulmayacaktır. Bu durumda model, girdi ve çıktılar arasında düşük korelasyonları gösterecektir [12].

VZA çalışmalarında girdiler ve çıktılar farklı birimlerle ifade edilebilmektedir. Bu durum, yöntemin en belirgin özelliklerindendir.

### 3.3.3. Verilerin elde edilebilirliği ve güvenilirliği

VZA analizi için girdi ve çıktılar tanımlandıktan sonra, tüm karar birimleri için bu girdi ve çıktı verilerinin elde edilmesi gerekmektedir. Herhangi bir birim için bu girdi ve çıktı verilerinin elde edilememesi durumunda söz konusu birim çalışmadan çıkarılmaktadır [21].

Böylece kalan KVB'lerin etkinlikleri olduğundan yüksek görülebilir. Bu sebeple, verilere ulaşılıp ulaşılamaması da dikkate alınarak girdi ve çıktı seçimi yapılmalıdır [10].

Verilerin toplanabilmesi kadar güvenilirlikleri de önemlidir. Doğru olmayan veriler ait oldukları birimin etkinlik değerini etkilemelerinin yanında, göreli verimlilikleri nedeniyle tüm birimlerin etkinlik değerini tartışmalı hale getirmektedir [11].

Araştırmalarda oluşturulan gözlem kümelerinin içerisinde yer alan girdi ve çıktıların aşırı küçük ya da büyük değerleri etkinliğin ölçümünde sorunlar oluşturabilmektedir.

Ele alınan veri setinin ve seti etkileyen nedenlerin, alınan zaman aralığına özgü durumların çok iyi bilinmesi ve eğer gerekiyorsa verilerin ayıklanması gerekmektedir.

Bütün girdi ve çıktı ölçüleri, her bir organizasyon tarafından düzenli bir şekilde rapor edilmeli ve her bir KVB için her periyotta pozitif miktarlarda olmalıdır [19]. Karar verici tarafından seçilen çıktı değişkeninin değeri negatif işaretli ise model doğru sonucu vermemektedir. Bu durumda iki alternatif ile çözüm yapılabilmektedir. Bunlardan birincisi, negatif çıktı değerine sahip olan karar biriminin veya negatif değerli çıktı değişkeninin model dışında bırakılmasıdır. İkincisi ise istatistiksel bir çözüm ile tüm girdi ve çıktıları pozitif değerli standart normal değişkenler haline dönüştürmektir. Modelin çözümü bu dönüştürülmüş değişkenlere göre yapılabilmektedir. Böylece karar birimi veya girdi-çıktı sayısı azaltılmamış olmaktadır [21].

### 3.3.4. Model seçimi ve göreli etkinlik ölçümü

Karar birimleri ile girdi ve çıktılar belirlendikten sonra sıra uygulamanın model seçimi ve göreli etkinlik değerlerinin hesaplanması aşamasına gelir. Bu aşamada öncelikle VZA modellerinden birinin seçimine karar verilerek işe başlanır. Kullanım alanlarına ve varsayımlara göre pek çok VZA modeli oluşturulabilir. Bu modellerden hangisinin kullanılacağına dair belirli bir kural yoktur. Hangi modelin seçileceği ya da çalışmada hangi modelin kullanılacağı girdi ve çıktıların kontrol edilebilirliğine bağlıdır. Bu kapsamda girdiye ve çıktıya yönelik olmak üzere iki yönlü VZA metodundan hangisinin seçileceği düşünülmelidir. Eğer çıktılar üzerinde kontrol az ise (girdileri değiştirmek analistin elinde değilse) ya da yoksa girdi odaklı bir model, eğer girdiler üzerinde kontrol azsa çıktı odaklı bir model tercih edilir. Eğer karar verici, karar noktalarının etkin olma durumuyla ilgileniyor ve etkinlik türünü önemsemiyorsa tüm modeller kullanılabilir [6].

Girdiye yönelik VZA modelleri; belirli bir çıktı bileşimini en etkin bir şekilde üretebilmek amacıyla, kullanılacak en uygun girdi bileşiminin nasıl olması

gerektiğini araştırır. Çıktıya yönelik VZA modelleri; belirli bir girdi bileşimi ile en fazla ne kadar çıktı bileşimi elde edilebileceğini araştırır. Ayrıca girdiye ve çıktıya yönelik, geliştirilmiş farklı VZA metotları da vardır (Örneğin, BCC, CCR, Toplamsal Model, Çarpımsal Model vb).

Sonuç olarak mevcut üretim oranı için en uygun VZA modeli seçilir. Her bir KVB için ilgili doğrusal program çözülerek çözüm kümelerine ulaşılır [10].

Göreli etkinlik ölçümü

Burada asıl amaç, diğer etkinlik ölçütlerinde kullanılan yaklaşım tarzı olan ortalama değere göre bir karşılaştırma veya ilişkinin belirlenmesi yerine var olan karar birimleri içinde en iyiye göre göreceli karşılaştırma yaparak etkinlik değerinin belirlenmesidir [11].

### 3.3.5. Sonuçların değerlendirilmesi (etkinlik değerleri – referans kümelerinin tespiti)

Veri zarflama analizi modellerinin çözümü için yazılmış çok sayıda paket program vardır. En sık kullanılanlar;

- Excel eklentisi olan DEA-Solver
- EMS (Efficiency Measurement System)
- University of Warwick tarafından hazırlanan Warwick DEA
- DEAP (ekonometrik etkinlik analizlerini de yapar.)

Veri zarflama analizinde yukarıda sayılan ve sadece bu amaç için hazırlanmış yazılımlar kullanılabileceği gibi DS for Windows, QS, QSB gibi doğrusal programlama modülü içeren çok amaçlı paket programlarda kullanılabilir.

Yapılan işlemler sonucunda VZA, verilerdeki hatalara karşı karar vericiyi uyarmaz. Veri toplama aşamasında doğru ve geçerli verileri toplamak için dikkat edilmelidir.

Yine bu paket programlar girdi/çıktı faktörlerinin yanlış seçilip seçilmediğini dolayısıyla yanlış model kullanılıp kullanılmadığı konusunda karar vericiye bir uyarı vermez. Bu tip konularda karar verici daha dikkatli olmak zorundadır.

Etkinlik değerleri

Son aşama olarak da seçilen VZA modeli çözüldükten sonra elde edilen çözüm kümelerindeki sonuçlar değerlendirilir. VZA' nde her bir karar verme birimi için 0 ve 1 arasında bir etkinlik değeri hesaplanır. Etkinlik değeri 1'e eşit olan karar birimleri "en iyi gözlem kümesini", aynı zamanda etkinlik sınırını oluştururlar ve etkinlik değeri 1'den küçük olan karar birimleri ise göreli olarak etkinsizdir. Bu karar birimlerinin göreli etkinlik değerleri, sınıra olan uzaklıklarını temsil etmektedir [21].

KVB'lere ait çeşitli tercihler nedeniyle belirlenen hedeflere ulaşılamasa bile, elde edilen bilginin daha sonraki çalışmalarda kullanılabilmesi ve iyileştirmelere açık olunması elde edilen önemli kazanımlar arasındadır [10].

Referans kümelerinin tespiti

Bu aşamada ise etkin olmayan her bir karar birimi ayrı ayrı incelenerek, bunların etkin hale gelebilmesi için ne gibi önlemlerin alınması gerektiği belirlenir. VZA; etkin olmayan KVB'lerin, göreli olarak etkin KVB'lerin uyguladığı yöntemleri uygulayarak, yani girdi-çıktı değerlerinde yapılabilecek değişiklikler ile etkin KVB'lerle aynı etkinlik düzeyine ulaşabilecekleri varsayımı üzerine kurulmuştur [10].

Bu kapsamda her bir etkin olmayan karar birimi için yetkili bir grup karar birimi "Referans Kümesi" olarak belirlenir. Referans Kümesi; analiz sonucunda etkin olmayan karar verme biriminin etkin konuma gelebilmesi için ölçüt olarak alınacak etkin karar birimlerinin oluşturduğu kümeye denir. Bu küme belirlendikten sonra da etkin olmayan karar birimlerinin nasıl etkin hale gelebilecekleri kapsamında karar alternatifleri oluşturulur [11].

## 3.4. VZA'nın Güçlü ve Zayıf Yönleri

### 3.4.1. VZA'nın güçlü yönleri

Regresyon teknikleri ile analiz yapılırken üretim fonksiyonu çoğunlukla bir tek çıktı ve çok girdiyi ilişkilendirerek tahmin yaparken, VZA ile çok sayıda girdi ve çıktı analiz edebilecek niteliktedir.

VZA, üretim sürecinde yer alan ve farklı birimlere sahip çoklu girdi ve çıktıları tek bir girdi ve çıktıya dönüştürerek etkinliğin hesaplanmasını sağlar. Bu özellik ile işletmenin değişik boyutlarının aynı anda ölçülmesi sağlanmaktadır.

VZA uygulanırken hiçbir önsel bilgiye ihtiyaç duyulmamaktadır [22].

Ayrıca, girdi ve çıktı ağırlıkları için herhangi bir varsayıma ihtiyaç duyulmamakta, ağırlıklar model tarafından belirlenmektedir. Girdi ve çıktıların belirlenmesi aşaması ile karar vericilerin sistemi daha iyi tanımalarına da yardımcı olmaktadır.

VZA, girdileri ve çıktıları ilişkilendiren fonksiyonel bir forma gerek duymaz. Bu açıdan, parametrik yöntemlere göre daha esnek bir yapıya sahiptir.

Girdiler ve çıktılar çok farklı birimlere sahip olabilirler ve böyle durumlarda onlar arasında zorunlu olarak bir dönüşüm yapmaya gerek yoktur.

VZA ile etkinlik ölçümünde, her bir KVB için göreli etkinlik hesaplanırken, KVB'lerin amaç fonksiyonlarını ayrı ayrı maksimize eder ve her bir KVB için en uygun çözüm kümesini belirler.

VZA'nın önemli avantajlarından birisi de, etkin olmayan karar birimleri için performans hedeflerini belirleme yeteneğinin olması ve etkinliğe ulaşmak için ne gibi iyileştirmelerin yapılabileceğini göstermesidir (referans kümesi kullanılır) [19].

Oysa, parametrik yöntemler (regresyon teknikleri) çalışılan alanın tümünü göz önünde bulundurmakta ve ortalama etkinliğe göre ölçüm yapmaktadır.

Ayrıca Farell yaklaşımındaki ölçeğe göre sabit getiri varsayımı hafifletilerek teknik etkinliğinin yanı sıra ölçek etkinliğinin de ölçülebilir duruma gelmesi sağlanmıştır [11].

VZA, gözlemlenen veriler üzerinden parametrik olmayan kısmî doğrusal bir yüzey veya sınır oluşturmak amacı ile lineer programlamayı içerir ve merkezi eğilimlerden ziyade, sınırlara yönelen bir yöntemdir. Veri merkezini, en iyi uyumu sağlayacak regresyon düzlemi yerine, gözlemlenen uç verileri kavrayacak doğrusal bir yüzeyin oluşturulmasını içermektedir. Etkinlik düzeyleri daha sonra bu düzeye göre ölçülmektedir [12].

### 3.4.2. VZA'nın zayıf yönleri

VZA, parametrik olmayan bir teknik olduğu için, sonuçlara istatistiksel hipotez testlerinin uygulanması zordur.

VZA, her ne kadar parametresiz bir yöntem olarak tanıtılsa da, her bir karar birimine göre ayrı ayrı en iyilendiğinden çok fazla sayıda karar değişkeninin hesaplanmasına yol açar. Bu durum serbestlik derecesini oldukça yükseltir [11]. Serbestlik derecelerinin sayısı, KVB'lerin sayısı ile artacak, girdi ve çıktıların sayısı ile azalacaktır [19].

VZA'nın standart formülasyonu her karar birimi için ayrı bir DP (doğrusal programlama) oluşturduğundan, büyük boyutlu problemlerin VZA ile çözümü, hesaplama açısından zor ve zaman alıcı olabilir.

VZA, esas olarak veri tabanlı bir yöntem olduğu için, araştırmacı verilerin hangi girdi-çıktı kümesinin gerekli olduğunu seçerken dikkatli davranmalıdır. Eksik ya da yanlış girdi-çıktı seçimi, sonuçlarda sapmalara yol açabilecektir.

VZA, ölçüm hatasına karsı çok duyarlıdır. Eğer bir KVB'nin girdisi çok düşük ve çıktısı da çok yüksek ise, KVB gözlem kümesi için bir aykırı birim olabilir, oluşturulan etkinlik sınırının şeklini bozabilir ve yakınındaki KVB'nin de etkinliğinin düşük çıkmasına neden olabilir. Regresyon analizinde, tahmindeki hata terimlerinin varlığı, aykırı birimlerin etkisini azaltırken, VZA'da böyle bir kontrol mekanizması yoktur. Bu yüzden veriler düzenlenirken, aykırı birimlerin analiz dışında tutulması önem arz etmektedir [12].

VZA, karar verme birimlerinin göreli etkinliğini ölçme konusunda iyidir, fakat mutlak etkinliği ölçmede yeterli değildir. Yani, analiz ile etkin bulunan KVB'leri, kendi başlarına değerlendirildiğinde gerçekten etkin olup olmadıkları hakkında yorum yapmak güçtür.

Bazı etkinsizlik durumları kontrol edilemeyen bileşenlere bağlı olabilir. Bu durumda belirlenen hedeflere ulaşmak mümkün olamayacaktır [6].

İstatistik tabanlı olmadığı için karar vericinin seçtiği modelin uygun olup olmadığı ile ilgili sonuçlar üretmemesidir.

VZA modelleri, statik ve tek zaman kesitinde değerlendirilen modellerdir [12]. Gerçek hayatta ise, KVB'lerin bazı girdilerini çıktılara dönüştürebilmesi için, bir periyottan daha uzun bir süre alacağından, üretim süreci dinamik bir özellik göstermektedir.

Soyut ve kategorik değişkenlere karşı duyarlı değildir.

Temel VZA modelleri, girdi ve çıktı ağırlıklarının önceden belirlenmesini gerekli bulmamaktadırlar. Teknik olarak etkin KVB'ler bu ağırlıkların serbest bir biçimde modelde çözülmesiyle belirlenmektedir. Ancak, uygulamada çarpanlar gerçeğe yakın olmayan sınır ve etkinliğin haddinden fazla iyimser ölçümler veren mantıklı olmayan değerler alabilmektedirler [19].

# 4. MALMQUİST TOPLAM FAKTÖR VERİMLİLİK ENDEKSİ

Önceki bölümde etkinlik ölçme yaklaşımlarının zaman boyutu bulunmamaktadır. Yani, analizleri herhangi belirli bir yıl için gerçekleştirilmiştir. Ancak etkinlik değerlendirme sürecinde zaman içinde etkinliğin nasıl değişmekte olduğunu görmek için Malmquist Toplam Faktör Verimlilik (Total Factor Productivity-TFP) endeksi ele alınacaktır.

Malmqusit Toplam Faktör Verimlilik (TFV) endeksinin oluşturulabilmesi için ilgili karar birimlerinin kâr maksimizasyonu veya maliyet minimizasyonu hedefledikleri varsayımına gerek bulunmamaktadır. Karar birimlerine ilişkin panel verinin derlenebilmesi halinde toplam faktör verimliliğindeki değişme incelenebilmektedir.

Böylece, kamu kuruluşları ve kâr amacı gütmeyen organizasyonların performansının ölçümünde zaman boyutunu dikkate alabilecek güçlü bir yöntem olarak değerlendirilmektedir.

Malmquist TFV endeksi bahsedilen avantajlarına ek olarak, endeksi oluşturan iki bileşeni açıkça tanımlayabilmektedir. Bunlar, karar birimlerinin etkin sınıra yaklaşma sürecinin bir değerlendirmesi olan etkinlik değişimi ve etkin sınırın zaman içinde değişimini belirlemeye yönelik olarak oluşturulan teknik değişmedir.
Bu çalışmada Malmquist TFV endeksi, VZA (parametrik olmayan yöntem) tekniği ile oluşturulmuştur.

## 4.1. Uzaklık Fonksiyonu ve Malmquist TFV Endeksi

Malmquist toplam faktör verimliliği endeksi iki gözlemin toplam faktör verimliliğindeki değişmeyi ortak bir teknolojiye olan uzaklıkların oranı olarak ölçer. Bu ölçüm için uzaklık fonksiyonu kullanılmaktadır. Caves ve diğerleri (1982) tarafından geliştirilen bu endekse, uzaklık fonksiyonları yardımıyla endeks kurma fikrini ilk ortaya atan Sten Malmquist'in ardından, Malmquist ismi verilmiştir. Uzaklık fonksiyonu çok-girdili çok-çıktılı üretim teknolojilerini, maliyet

minimizasyonu veya kâr maksimizasyonu gibi hedefleri belirtmeden tanımlamada kullanılmaktadır [21].

Girdi uzaklık fonksiyonu, çıktı vektörü veriyken, girdi vektörünün minimum oransal daralmasını dikkate alan üretim teknolojisini ifade ederken, çıktı eksenli uzaklık fonksiyonu, girdi vektörü veriyken, çıktı vektörünün maksimum oransal artışını ifade etmektedir [23].

VZA, girdi yönlü ya da çıktı yönlü uzaklık fonksiyonlarına dayanarak Malmquist Toplam Faktör Verimliliği endeksini kullanır. Bu çalışmada, en iyi üretim sınırını tanımlamak için çıktı yönlü uzaklık fonksiyonu incelenmiştir. Çünkü amacımız verilen polis girdi setleri ile performans üretiminde en fazla artışı ölçmektir.

Çıktı uzaklık fonksiyonunda üretim teknolojisi, çıktı kümesi $S^t$ kullanılarak tanımlanmaktadır. Bu küme $x_t = \{x_1,...,x_K\}$ girdileri kullanılarak üretilen $y_t = (y_1,...,y_M)$ çıktıların kümesini ifade etmektedir. Yani her bir zaman periyodu ($t = 1,...,T$) için üretim teknolojisi $S^t = \{(x_t, y_t) : x_t \ \textit{üretebilir}\ y_t\}$ olarak tanımlanır [24].

Çıktı uzaklık fonksiyonu , $S^t$ çıktı kümesine bağlı olarak şöyle tanımlanmaktadır:

$$D_0^t = (x_t, y_t) = \min\{\theta : (x_t, y_t / \theta) \in S^t\} \tag{4.1}$$

Burada $\theta$ maksimum çıktıyı ifade eder.

Eğer $(x_t, y_t)$ verileri $t$ dönemi üretim sınırının ($S$ sınırı) üzerinde ise uzaklık $D_0^t = (x_t, y_t) = 1$ olur. Bu durumda üretim teknik olarak etkindir. Eğer $D_0^t = (x_t, y_t) < 1$ ise üretimin $t$ döneminde etkin olmadığına karar verilir [23]. $D_0^t = (x_t, y_t) > 1$ ise de üretimin $t$ döneminde etkin olmadığına karar verilir. Yani >1 ile $(x_t, y_t)$ verileri $t$ dönemi üretim sınırının (S sınırı) içinde teknik etkin olmayan

bir noktayı tanımlar. <1 ile de üretim sınırı dışındaki mümkün olmayan bir noktayı tanımlar.

Benzer olarak t+1 zamanına göre çıktı uzaklık fonksiyonu da yazılabilir. Ve bu uzaklık fonksiyonlarından karma bir endeks elde edilebilir [23].

$$M_0^t = \frac{D_0(x_{t+1}, y_{t+1})}{D_0^t(x_t, y_t)} \tag{4.2}$$

Bu endeks, t dönemi teknolojisi altında, t+1 döneminden t dönemine olan teknik etkinlikteki değişmeden kaynaklanan verimlilik değişmelerini ölçer. Öte yandan, t+1 döneminden t dönemine olan teknik etkinlik değişmeleri, t+1 dönemi teknolojisi altında da ölçülebilir [25]. Malmquist verimlilik endeksi bu durumda şöyle yazılabilir:

$$M_0^{t+1} = \frac{D_0^{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1})}{D_0^{t+1}(x_t, y_t)} \tag{4.3}$$

t ve t+1 dönemi çıktıya yönelik Malmquist TFV değişim endeksi aşağıdaki gibi ifade edilmektedir.

$$M_0(x_t, y_t, x_{t+1}, y_{t+1}) = \left[ \left( \frac{D_0^{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1})}{D_0^t(x_t, y_t)} \right) \left( \frac{D_0^t(x_{t+1}, y_{t+1})}{D_0^{t+1}(x_t, y_t)} \right) \right]^{1/2} \tag{4.4}$$

Bu denklem t ve t+1 dönemi endekslerinin geometrik ortalamasıdır [23]. $D_0^t(x_t, y_t)$, t dönemi gözleminden t dönemi teknolojiye olan uzaklığı gösterirken $D_0^{t+1}(x_t, y_t)$, t dönemi gözleminden t+1 dönemi teknolojiye olan uzaklığı gösterir [24].

Malmquist TFV endeksi, teknik etkinlik değişimi ve teknolojik değişim olmak üzere iki bileşene sahiptir [25]. Bu ayrım, her iki faktörün TFV'ne olan katkısının belirlenmesine yardımcı olacaktır.

Yukarıdaki eşitlik aşağıdaki gibi yazılabilir:

$$\underbrace{M_0^{t,t+1}}_{\substack{\text{Toplam faktör}\\ \text{verimliliği değişimi}\\ \text{(TFVD)}}} = \underbrace{\frac{D_0^{t+1}(x_{t+1},y_{t+1})}{D_0^{t}(x_t,y_t)}}_{\substack{\text{Teknik etkinlik değişimi}\\ \text{(TED)}}} \cdot \underbrace{\left[\left(\frac{D_0^{t}(x_{t+1},y_{t+1})}{D_0^{t+1}(x_{t+1},y_{t+1})}\right)\left(\frac{D_0^{t}(x_t,y_t)}{D_0^{t+1}(x_t,y_t)}\right)\right]^{1/2}}_{\substack{\text{Teknolojik değişim}\\ \text{(TD)}}} \tag{4.5}$$

Toplam faktör verimliliği, $M_0^{t,t+1} = TED \times TD$ olarak ifade edilmektedir.

Etkinlikteki değişim; (t+1) dönemindeki teknik etkinliğin, (t) dönemindeki teknik etkinliğe olan oranıdır. Köşeli parantez içinde yer alan iki oranın geometrik ortalaması, iki dönem arasındaki teknolojide ($x_{t+1}$ ve $x_t$) meydana gelen değişmeyi açıklar [25].

Denklemdeki teknik etkinlik değişimi, saf teknik etkinlik değişimi ve ölçek etkinliği değişimi olmak üzere ikiye ayrılmıştır [27].

$$\begin{matrix}\text{Teknik}\\ \text{Etkinlik}\\ \text{Değişimi}\end{matrix} = \underbrace{\frac{D_0^{t+1}(x_{t+1},y_{t+1})VRS}{D_0^{t}(x_t,y_t)VRS}}_{\text{Saf Teknik Etkinlik Değişimi}} \cdot \underbrace{\left[\left(\frac{D_0^{t+1}(x_{t+1},y_{t+1})CRS}{D_0^{t+1}(x_{t+1},y_{t+1})VRS}\right)\left(\frac{D_0^{t}(x_t,y_t)VRS}{D_0^{t}(x_t,y_t)CRS}\right)\right]}_{\text{Ölçek Etkinliği Değişimi}} \tag{4.6}$$

Bu gösterimlerin yanı sıra Malmquist TFV endeksinin hesaplanmasında gerekli olan uzaklık fonksiyonlarını belirlemek için matematiksel programlama modelleri kullanılır. Hesaplamalar sonucu elde edilen endeks değerlerinin ifade ettiği anlam şu şekildedir [17].

Malmquist TFV endeksinin 1'den büyük olması, toplam faktör verimliliğinin (t) döneminden (t+1) dönemine arttığını veya iyileştiğini, bu değerin 1'den küçük olması, toplam faktör verimliliğinin (t) döneminden (t+1) dönemine azaldığını gösterir. Malmquist toplam faktör verimliliği endeksinin (M0) hesaplanmasında gerekli olan uzaklık fonksiyonlarını tahmin etmek için kullanılan en popüler metot VZA'dır [25].

# 5. UYGULAMA

Çalışmada Türkiye'nin de içinde bulunduğu 25 ülkenin emniyet güçlerinin 2006 yılındaki performansı çıktı yönlü VZA kullanılarak değerlendirilmeye çalışılmıştır. Ayrıca ele alınan ülkelerin 2004-2006 yılları boyunca etkinlik değişimleri Malmquist TFV endeksi yardımıyla saptanmaya çalışılmıştır. Bu değerlendirme işlemleri sırasıyla aşağıdaki gibidir.

## 5.1. Karar Birimlerinin Seçimi

Daha önce literatür kısmında, VZA'nın pek çok alanda kullanıldığından bahsedilmektedir. Ayrıca emniyet güçleri ile ilgili çeşitli çalışmalar da yabancı kaynaklarda yer almaktadır. Ancak ülkemizde bu alanda tek bir çalışmaya rastlanmıştır. Verilerin tam olarak elde edilememesi üzerine bu çalışmada Türkiye'nin de içinde bulunduğu 25 ülkenin emniyet güçleri incelenmiştir. Ele alınan ülkeler Avrupa ülkeleri olup aşağıdaki Çizelge 5.1'de ve Harita 5.1'de gösterilmiştir.

Çizelge 5.1. Karar verme birimleri

| **Sıra No** | **Ülke Adı** | **Sıra No** | **Ülke Adı** |
|---|---|---|---|
| 1 | Avusturya | 14 | Hollanda |
| 2 | Belçika | 15 | Polonya |
| 3 | Hırvatistan | 16 | Portekiz |
| 4 | Kıbrıs | 17 | Romanya |
| 5 | Çek Cumhuriyeti | 18 | Slovakya |
| 6 | Danimarka | 19 | Slovenya |
| 7 | Finlandiya | 20 | İsveç |
| 8 | Almanya | 21 | İsviçre |
| 9 | Macaristan | 22 | Türkiye |
| 10 | İzlanda | 23 | İngiltere&Galler |
| 11 | İtalya | 24 | Kuzey İrlanda |
| 12 | Letonya | 25 | İskoçya |
| 13 | Litvanya | | |

Harita 5.1. Çalışmada ele alınan ülkeler

## 5.2. Girdi ve Çıktı Değişkenlerinin Seçimi

VZA, verileri esas alan bir ölçüm tekniğidir. Bu yüzden VZA ile yapılacak analizlerin doğru olması için göz önüne alınan girdi ve çıktı değişkenlerinin anlamlı olması gerekmektedir. Bu aşamadaki amaç, süreci en iyi şekilde yansıtacak girdi ve çıktıların seçilmesidir. Emniyet güçleri alanında yapılan VZA ile ilgili çalışmaları incelediğimizde çok çeşitli değişkenlerin kullanıldığı görülmektedir. Bu değişkenlerden hangilerinin seçileceği analizi yapanın kullanacağı verilerin kalitesine ve emniyet güçleri değerlendirilecek ülkeye göre değişkenlik göstermektedir.

Bu amaçla, emniyet güçleri ile ilgili çalışmaların yer aldığı makaleler incelenmiş olup bu makalelerde kullanılan değişkenler değerlendirilmiştir.

Ülkelerdeki emniyet güçleri tarafından kullanılan sermaye donanımı oldukça homojen olduğu için bilgisayar, arabalar vb. yansıtan veriler ihmal edildi. Buna ek olarak bu veriler mevcut değildi.

Bir VZA çalışmasına dâhil edilecek girdi ve çıktı sayısı olabildiğince küçük olmalı, ancak çalışmada incelenen karar birimlerinin gerçekleştirdiği üretimi de doğru olarak

yansıtabilmelidir. VZA'da girdi ve çıktı sayılarını azaltabilmek için çiftli korelasyonlar incelenmektedir. Eğer iki girdi arasında mükemmel bir korelasyon mevcutsa içlerinden biri, etkinlik değerlerinde değişime yol açmadan modelden çıkarılabilir. Çıktılar için de aynı durum geçerlidir.

Seçilen girdi sayısı m, çıktı sayısı da p ise en az m+p+1 tane karar birimine ihtiyaç vardır. Çalışmaya alınan karar birimi sayısı 25 olduğundan çalışma sonuçlarının güvenilirliği sağlanmaktadır.

Çizelge 5.2'de analizde kullanılacak girdi ve çıktı değişkenleri yer almaktadır.

Çizelge 5.2. Analizde kullanılan girdi ve çıktı değişkenleri

| **Girdi Değişkenleri** | | **Çıktı Değişkenleri** | |
|---|---|---|---|
| Toplam suçlu sayısı | ($x_1$) | Toplam hükümlü suçlu sayısı | ($y_1$) |
| Hırsız sayısı (Kapkaç ve gasp) | ($x_2$) | Hükümlü hırsız sayısı | ($y_2$) |
| Polis memuru sayısı | ($x_3$) | | |

Ele alınan örnek büyüklüğüne bağlı olarak gerek verilerin eksikliği gerekse yapılan korelasyon analizleri sonucu değişken sayısı 3 girdi, 2 çıktı olmak üzere toplam 5 değişken olarak belirlenmiştir.

Çalışmada 2006 yılı için yıllık veri kullanıldı. Yakın tarihli veriler analizi gerçekleştirecek sayıda olmadığından kullanılmadı. Girdi ve çıktı verileri AB İstatistik Kurumu'nun (EUROSTAT) internet adresinden [4] ve "International statistics on crime and justice, 2010" kaynağından [5] derlenmiştir. Çıktı değişkenleri 100 000 nüfus başına düşen verilerden oluşmaktadır. Girdi değişkenleri ise ülkelerdeki toplam sayıyı veren verileri içermektedir. Nüfusu çok olan ilde fazla çıktı olması yanlış yorumlara yol açacağından girdi değişkenleri ülkelerin nüfusuna bölünüp 100 000 ile çarpılarak 100 000 nüfusa düşen veriler elde edilmiştir.

Çizelge 5.3, veri seti için tanımlayıcı istatistikleri göstermektedir.

Çizelge 5.3. İlgili 25 ülke için tanımlayıcı istatistikler

| | **Ortalama** | **Standart Sapma** | **Minimum** | **Maksimum** |
|---|---|---|---|---|
| **Girdiler** | | | | |
| Toplam suçlu sayısı ( $x_1$ ) | 5186,2871 | 3179,21492 | 1016,72 | 13441,50 |
| Hırsız sayısı ( $x_2$ ) | 76,3392 | 57,32972 | 8,48 | 215,13 |
| Polis memuru sayısı ( $x_3$ ) | 338,2497 | 126,91388 | 157,52 | 658,16 |
| **Çıktılar** | | | | |
| Toplam hükümlü sayısı ( $y_1$ ) | 1172,5600 | 977,73676 | 191,00 | 4158,00 |
| Hükümlü hırsız sayısı ( $y_2$ ) | 14,8400 | 10,06098 | 4,00 | 50,00 |

### 5.2.1. Korelasyon ve regresyon analizi

İlk olarak girdi-çıktı değişken grubu analizi ve yüksek ilişkili değişkenler olup olmadığını belirlemek için korelasyonlar hesaplanır. Değişkenler normal dağılım gösterdiğinden Pearson korelasyon katsayısı kullanılmıştır. Çizelge 5.4, çalışmadaki tüm girdi-çıktı değişkenleri arasındaki korelasyonları gösterir. Bazı önemli iç korelasyonlar aşağıdadır.

(1) R=0.471 “Kayıtlı toplam suçlu sayısı” ve “Kayıtlı hırsız sayısı”
(1) R=0.406 “Kayıtlı toplam suçlu sayısı” ve “polis memuru”
(2) R=0.488 “Kayıtlı toplam suçlu sayısı” ve “hükümlü toplam suçlu sayısı”
(3) R=0.465 “Kayıtlı hırsız sayısı” ve “hükümlü hırsız sayısı”
(4) R=0.491 “Polis memuru sayısı” ve “hükümlü toplam suçlu sayısı” arasındaki korelasyonları gösterir.

Çizelge 5.4. Girdi ve çıktılar arasındaki korelasyon katsayıları

| Girdi Değişkeni | | | Çıktı Değişkeni | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | $x_1$ | $x_2$ | $x_3$ | $y_1$ | $y_2$ |
| $x_1$ | 1 | 0.471 | -0.406 | 0.488 | -0.159 |
| $x_2$ | | 1 | 0.060 | 0.192 | 0.465 |
| $x_3$ | | | 1 | -0.491 | -0.210 |
| $y_1$ | | | | 1 | -0.140 |
| $y_2$ | | | | | 1 |

Yüksek ilişkili korelasyonlar olmadığından değişken azaltılması yapılmayacaktır.

Sonraki adım girdi ve çıktı arasındaki ilişkiyi ve bu ilişkinin yönünü (pozitif veya negatif) göstermektedir. Uygun modeli belirlemek için çoklu regresyon yönteminden yararlanılır. Çizelge 5.5, girdi ve çıktı ölçümleri arasında bulunan olası bir üretim ilişkisinin regresyon sonuçlarını gösterir. Ancak girdi ve çıktılar için bazı veriler elde edilemediğinden bu sonuçların kavramsal olarak eksik olduğu görülür.

Girdi değişkenleri, hükümlü toplam suçlu çıktısındaki değişimin % 34.5'ini, hükümlü hırsız çıktısındaki değişimin %49'unu açıklar. Yani hükümlü toplam suçlu sayısının %34.5'i buradaki girdi faktörlerine bağlı olarak değişmektedir. %65.5'i ise diğer faktörlere bağlı olarak değişir. Hükümlü hırsız sayısının %49'u buradaki girdi faktörlerine bağlı olarak değişmektedir. Kalan %51'i ise diğer faktörlere bağlı olarak değişir.

Çizelge 5.5'deki sonuçlarda, hırsız sayısı pozitif faktör olarak gösterilebilir. Yani, artan bir girdi faktörü genellikle bir çıktı faktöründeki artmaya neden olur. Diğer girdiler (toplam suçlu ve polis memur sayısı) için ilişkiler zayıftır.

Çizelge 5.5. 25 ülke için girdi ve çıktı değişkenleri hakkında regresyon sonuçları

| **Girdi Faktörleri** | **Çıktı Ölçümleri** | |
|---|---|---|
| | $y_1$ | $y_2$ |
| $x_1$ | 0.930 | -0.002 |
| $x_2$ | 1.223 | 0.141 |
| $x_3$ | -2.872 | -0.027 |
| Sabit | 1567.700 | 24.444 |
| $R^2$ | 0.345 | 0.490 |

0.01 anlamlılık düzeyinde değerlendirilmiştir.

Bu sonuçlar, yalnız 3 girdi ve 2 çıktı kullanılacak modelin performansının temsilini göstermektedir.

### 5.3. Uygulanacak Modelin Seçimi ve Etkinlik Analizi

İdari amaçlar ile uyumlu olan bu çalışmada sadece emniyet güçlerindeki polis memurunun performansına odaklanılmaktadır. Teknik açıdan çalışmada VZA modeline bazı önemli ilaveler yapılmaktadır.

Çalışmada ülkelerin toplam, teknik ve ölçek etkinliğini ölçmek için VZA'nın temeli olan CCR ve BCC modellerinin çıktı yönlü modelleri kullanıldı. Burada çıktı yönlü modellerin kullanılmasındaki amaç çıktıları arttırmaya odaklanılmak istenmesidir.

İki farklı model kullanılmasındaki amaç BCC modeli karar birimlerinin saf teknik etkinliğini ölçerken CCR modeli genel teknik etkinliği ölçmektedir. Bu noktadan hareketle, CCR modelinden elde edilen verimlilik değerinin BCC modelinden elde edilen verimlilik değerine oranı, ölçek verimliliği olarak adlandırılır. Ölçeğe göre getiriyi (RTS) incelemek ve ülkeleri etkileyen ölçek etkinliği türünü (artan, azalan) belirlemek için her bir ülkeye ait tüm lamdaların toplamı hesaplanır. Banker ve Thrall [26]'e göre eğer bir karar birimi için tüm lamdaların toplamı 1'den büyükse ölçeğe göre azalan getiri (DRS), 1'den küçükse ölçeğe göre artan getiri (IRS) vardır.

Ölçeğe göre sabit getiri (CRS) ise bir karar birimi için tüm lamdaların toplamı 1'e eşit olduğunda görülmektedir.

Çıktı yönlü modellerin uygulandığı bu çalışma, ülkelerdeki emniyet gücünün kontrolü dışında olan suç düzeyleri ile uyuşur. Etkinlik işlemlerinin, daha düşük suç düzeylerinden ziyade daha yüksek yakalananlarla sonuçlanması gerekir.

Bu çalışmada ülkelerin emniyet güçlerinin değerlendirilmesinde, yakalanan (hükümlü) suçlulara odaklanıldığı için Thanassoulis [8]'in çalışmasına benzerdir. Çalışmada, ölçeğe göre sabit getirinin suçu yakalanana dönüştürdüğü varsayılmaktadır.

Yukarıda ifade edildiği gibi, çıktı yönlü VZA modeli kullanıldı. Özellikle CCR modeli, göreli etkinliği incelemek için kullanılırken, BCC modeli teknik ve ölçek etkinlikleri tahmin etmek için kullanıldı. VZA uygulamasının çözümünde DEAP 2.1 paket programı kullanılmıştır.

Bunlara ek olarak çalışmada, idare kontrolünün dışındaki bazı dış faktörlerin, etkinliği ne kadar etkilediğini incelemek için çoklu regresyon analizi yapılmıştır.

### 5.4. Verilerin Analizi ve Değerlendirilmesi

Analizde ilk olarak emniyet güçlerinin 2006 yılındaki performansı değerlendirilmeye çalışılmış daha sonra 2004-2006 yılları için malmquist toplam faktör verimliliği ele alınarak değerlendirme yapılmıştır.

Çıktı dosyalarında öncelikle tüm birimlerin etkinlik değerleri bulunmaktadır. Analiz sonrası elde edilen sonuçlara göre etkin olan ülkeler ile etkin olmayan ülkeler karşılaştırılmıştır**.** Ayrıca etkin olmayan birimler için referans kümeleri, girdi ve çıktı fazlalıkları, girdi ve çıktılar için hedef değerler ile her birimin detaylı analizi yer almaktadır. BCC modeli için oluşturulan çıktı dosyasında ölçek etkinliği değerleri de

yer almaktadır. Çizelge 5.6'da her iki model için tüm karar birimlerine ait etkinlik değerleri ve aldıkları durumlar gösterilmektedir.

## 5.5. Bulgular

Çalışmada Türkiye'nin de içinde bulunduğu 25 ülkenin emniyet güçlerinin 2006 yılındaki performansı değerlendirilmeye çalışılmıştır. Çizelge 5.6, ele alınan 25 ülke için RTS sonuçlarının yanı sıra toplam, teknik ve ölçek etkinliklerini gösterir.

25 KVB'nin % 80'i, 0,630 ortalama toplam etkinlik skoru ile toplam etkinsizdir. %68'i, 0,709 ortalama teknik etkinlik skoru ile teknik olarak etkinsizdir. %80'i, 0,898 ortalama ölçek etkinlik skoru ile ölçek olarak etkinsizdir. IRS, CRS ve DRS için ölçeğe göre getiri kategorilerinin sayıları sırasıyla 4, 5 ve 16 KVB'dir.

Üç ayrı VZA değerlendirmesi için 1.000, 1.000 ve 1.000 etkinliğe sahip ülkeler Finlandiya, Litvanya, Polonya, Romanya ve Türkiye'dir. Bu ülkeler hem toplam, hem teknik, hem de ölçek etkindir. Etkin ülkeler Harita 5.2'de gösterilmiştir.

Toplamda, VZA değerlendirmesinde 25 KVB'nin 5'i %100 toplam etkinlik oranına sahip olarak bulundu. Bu 5 ülke şunlardır; Finlandiya, Litvanya, Polonya, Romanya ve Türkiye. Diğer ülkeler etkinlik oranları 1'den küçük olduğu için toplam etkinsizdir.

25 KVB'nin 8'i, %100 teknik etkinlik oranına sahiptir. Teknik etkin ülkeler şunlardır; Kıbrıs, Finlandiya, Macaristan, İzlanda, Litvanya, Polonya, Romanya ve Türkiye. Diğer ülkeler teknik olarak etkin bulunmamıştır. Teknik etkin ülkeler Harita 5.3'de gösterilmiştir.

Çizelge 5.6. 2006 yılı için 25 ülkenin etkinliği

| | | Etkinlik ölçümleri | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| KVB Kodu | Ülkeler | Toplam (CCR) | Teknik (BCC) | Ölçek (CCR/BCC) | RTS |
| 1 | Avusturya | 0.323 | 0.348 | 0.929 | DRS |
| 2 | Belçika | 0.570 | 0.824 | 0.691 | DRS |
| 3 | Hırvatistan | 0.447 | 0.476 | 0.940 | DRS |
| 4 | Kıbrıs | 0.749 | 1.000 | 0.749 | IRS |
| 5 | Çek Cumhuriyeti | 0.528 | 0.673 | 0.784 | DRS |
| 6 | Danimarka | 0.661 | 0.834 | 0.793 | DRS |
| 7 | Finlandiya | 1.000 | 1.000 | 1.000 | CRS |
| 8 | Almanya | 0.476 | 0.513 | 0.929 | DRS |
| 9 | Macaristan | 0.995 | 1.000 | 0.995 | DRS |
| 10 | İzlanda | 0.896 | 1.000 | 0.896 | IRS |
| 11 | İtalya | 0.238 | 0.298 | 0.800 | DRS |
| 12 | Letonya | 0.658 | 0.725 | 0.908 | DRS |
| 13 | Litvanya | 1.000 | 1.000 | 1.000 | CRS |
| 14 | Hollanda | 0.618 | 0.797 | 0.776 | IRS |
| 15 | Polonya | 1.000 | 1.000 | 1.000 | CRS |
| 16 | Portekiz | 0.362 | 0.452 | 0.801 | DRS |
| 17 | Romanya | 1.000 | 1.000 | 1.000 | CRS |
| 18 | Slovakya | 0.524 | 0.565 | 0.928 | DRS |
| 19 | Slovenya | 0.391 | 0.393 | 0.996 | DRS |
| 20 | İsveç | 0.500 | 0.594 | 0.842 | IRS |
| 21 | İsviçre | 0.549 | 0.552 | 0.994 | DRS |
| 22 | Türkiye | 1.000 | 1.000 | 1.000 | CRS |
| 23 | İngiltere&Galler | 0.606 | 0.800 | 0.758 | DRS |
| 24 | Kuzey İrlanda | 0.316 | 0.465 | 0.680 | DRS |
| 25 | İskoçya | 0.337 | 0.425 | 0.794 | DRS |
| Ortalama | | 0.630 | 0.709 | 0.879 | |

CRS: Ölçeğe göre sabit getiri

IRS: Ölçeğe göre artan getiri

DRS: Ölçeğe göre azalan getiri

Çizelge 5.6'dan ortalama ölçek etkinliğinin 0,879 yani %87.9 olduğu gözlemlenir. Eğer sabit ölçekli getiride çalışmak bir ülke için uygunsa, %12.1 potansiyel çıktı artışını önerir. Çizelge 5.6'dan incelenen ölçek dağılımı, 5 KVB'nin uygun düzeyde çalıştığını göstermektedir. Diğer bir deyişle 20 KVB ölçeğe göre değişken getiriyi denemektedir.

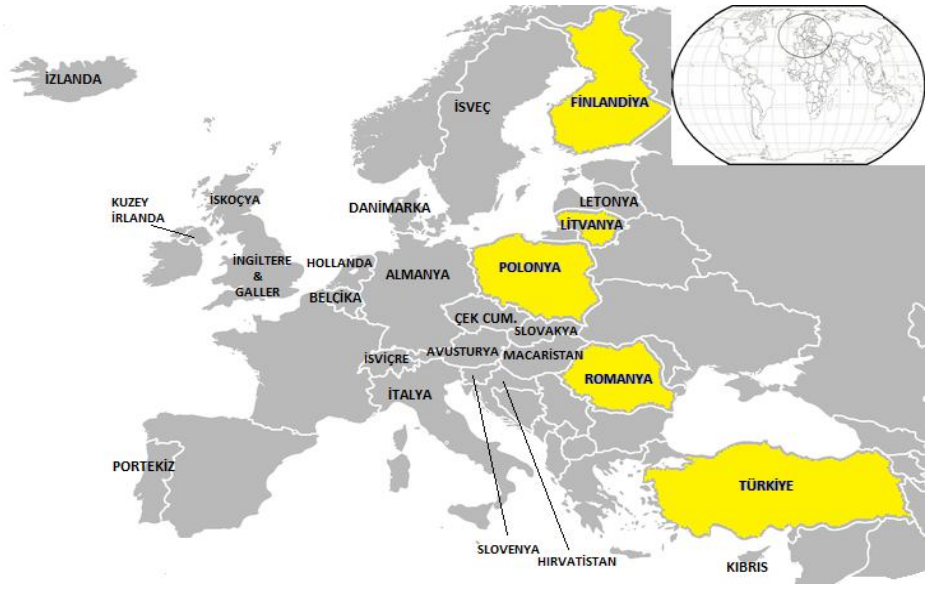
4 KVB'nin artan getirili olması, eğer mevcut çıktı düzeyleri arttırılırsa, bu ülkelerin performansının arttırabileceğini gösterir. 16 KVB'nin ise azalan getirili olması, eğer mevcut çıktı düzeyleri arttırılsa, bu ülkelerin performansını azaltacağını gösterir.

BCC modelinde etkinlik değerleri CCR modeline eşit ya da daha büyük çıkmaktadır. Bunun nedeni BCC modeli ile yerel teknik etkinlik, CCR modeli ile genel teknik etkinlik değerinin elde edilmesidir. Bir birimin BCC modeline göre tam verimli, CCR modeline göre verimsiz çıkması durumunda, söz konusu birimin yerel olarak verimli çalıştığı, ancak genel olarak verimli çalışmadığı söylenir.

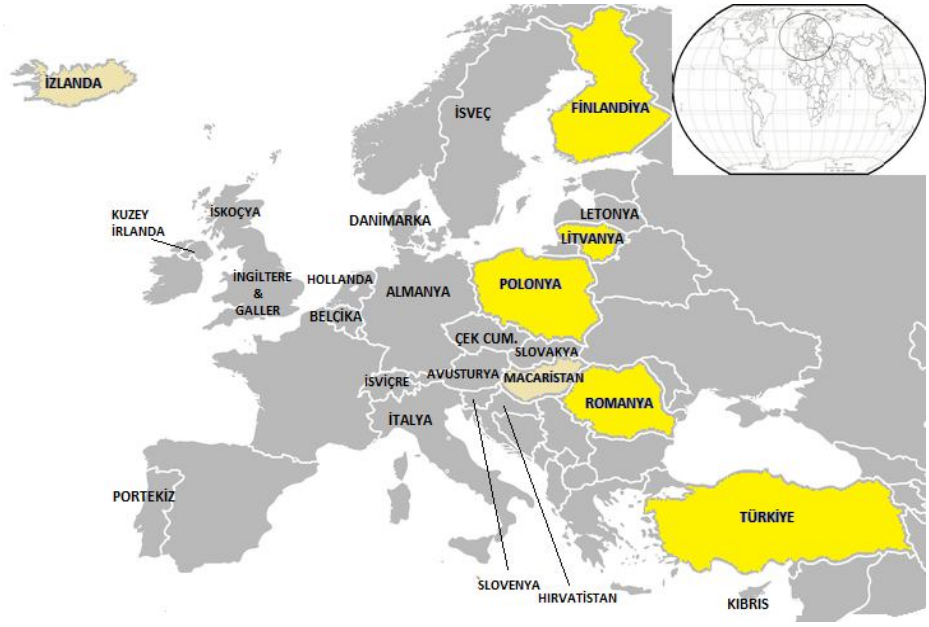
BCC modeli, değişken ölçek dönüşümlerini dikkate alarak yerel teknik verimliliği ifade etmektedir. Bu ayrıştırma, etkinsizliğin operasyonel sorunlardan mı, yoksa birimin içinde bulunduğu dezavantajlı şartlardan mı ya da her iki sebepten de mi kaynaklandığı konusunda bilgi sunabilmesinden dolayı büyük önem taşımaktadır.

Belirlenen etkin olmayan birimler kıyaslama çalışmasında kullanılacak birimleri oluştururken, etkin birimlerden oluşan referans kümeleri de potansiyel kıyaslama ortaklarını oluşturmaktadır.

Ülkeler için ölçek ve teknik etkinliği kullanılarak potansiyel denge eğilimleri analiz edilir.




Harita 5.2. Toplam, teknik ve ölçek etkinliği bakımından etkin olan ülkeler




Harita 5.3. Teknik  etkin ülkelerin gösterimi

### 5.5.1. Referans kümesi

Etkinsiz ülkeler için "benzer etkinlik" karşılaştırıcısı olarak kullanılan her etkin ülkenin ne kadar sıklıkla kullanıldığı araştırılır. Burada başvuru kümesinde görülen etkin ülkelerin katsayısına göre iyi performansı tanımlayan bir örneğini aranıldı. 25 KVB için başvuru kümeleri ve onların frekansları Çizelge 5.7'de verilmiştir.

Çizelge 5.7. 25 KVB için referans kümeleri

| KVB Kodu | BCC model Referans kümesi | Frekanslar |
|---|---|---|
| 1 | 7 (0.197), 13 ( 0.331), 9 (0.472) | |
| 2 | 13 (0.550), 7 (0.450) | |
| 3 | 22 (0.784), 9(0.146), 13 (0.028), 17 (0.043) | |
| 4 | 4 (1.000) | |
| 5 | 22 (0.197), 17 (0.010), 9 (0.607), 13 (0.186) | |
| 6 | 7 (1.000) | |
| 7 | 7 (1.000) | 14 |
| 8 | 13 (0.357), 7 (0.399), 9 (0.244) | |
| 9 | 9 (1.000) | 8 |
| 10 | 10 (1.000) | |
| 11 | 13 (0.846), 7 (0.154) | |
| 12 | 9 (0.266), 13 (0.708), 17 (0.026) | |
| 13 | 13 (1.000) | 15 |
| 14 | 13 (0.331), 7 (0.669) | |
| 15 | 15 (1.000) | |
| 16 | 13 (0.751), 7 (0.249) | |
| 17 | 17 (1.000) | 6 |
| 18 | 7 (0.067), 22 (0.149), 9 (0.191), 13 (0.059), 17 (0.534) | |
| 19 | 7 (0.047), 9 (0.823), 17 (0.130) | |
| 20 | 13 (0.191), 7 (0.809) | |
| 21 | 13 (0.246), 7 (0.593 ), 9 (0.025), 22 (0.041), 17 (0.095) | |
| 22 | 22 (1.000) | 4 |
| 23 | 13 (0.238), 7 (0.762) | |
| 24 | 13 (0.253), 7 (0.747) | |
| 25 | 13 (0.297), 7 (0.703) | |

En yaygın etkinlik benzerlikleri Finlandiya ve Litvanya olarak bulundu. Bu yüzden ikisi, en olağan suç düzeyi, polis memur gücü ve yakalananlar (hükümlüler) karışımına sahiptir. Yani, tüm girdi ve çıktı düzeyleri açısından iyi performanslıdırlar. Bölgelerin performanslarının iç yüzünü daha iyi anlamak için girdiler ve teknik etkinlik skorları arasındaki korelasyona bakıldı. En düşük korelasyon katsayıları aşağıdaki gibi bulunmuştur. Genelde ileri insan gücü düzeyleri, yüksek etkinlik skoru ile zayıf ilişkilidir. Toplam suç sayısı ile teknik etkinlik skorları arasında -0,261, hırsız sayısı ile teknik etkinlik skorları arasında -0,171 ve polis memuru ile teknik etkinlik skorları arasında -0,260 değerleri bulunmuştur.

### 5.5.2. Girdi ve çıktı katkıları

Her etkinsiz bölgenin performansına iyi bir bakış, girdi-çıktı katkıları etkin benzer kaynak birimi ile karşılaştırıldığında elde edilebilir (Çizelge 5.7). Bu katkı, tanımlanan etkinlikte kullanılan KVB'nin girdi/çıktısının ne kadar kullanıldığı bakımından ölçülebilir.

### 5.5.3. Aylak (Slack) analizi

Etkinsiz bir birimin hangi alanda ve ne kadar iyileşmeye ihtiyacı olduğunu gösteren bilgiyi bulmak için aylaklık analizi kullanılır. Bu tür analiz, ya özel çıktı miktarındaki ek artış ya da özel girdi miktarındaki ek azalış ile etkinlik oranlarındaki marjinal katkıları tanımlayabilir.

Çizelge 5.8, aylaklık analizi sonuçlarını gösterir.

Çıktı ölçümleri için sıfırdan farklı en yüksek aylak sayısı 5 iken, girdi ölçümleri arasında polis memur sayısı sıfırdan farklı en büyük aylak sayısına (14) sahiptir.

Polis hizmetleri, 12 KVB'nin ortalaması olarak 1496,648 ile toplam suç sayısını azaltabilir. 9 KVB'nin ortalaması olarak 21,307 ile hırsız sayısını azaltabilir. 14

KVB'nin ortalaması olarak 59,122 ile polis memur sayısını azaltabilir. Bunun dışında 5 KVB'nin ortalaması olarak 134,652 ile hükümlü (yakalanan) toplam suç sayısını ve 2 KVB'nin ortalaması olarak 0,024 ile hırsız sayısını arttırabilir. Sıfır aylaklığa sahip olanlar eğer etkinse, bu tür hiçbir eklemeyi gerektirmez.

Çizelge 5.8. Etkinsiz KVB'leri için her bir girdi ve çıktı aylakları

| DMU Kodu | Girdiler | | | Çıktılar | |
|---|---|---|---|---|---|
| | $x_1$ | $x_2$ | $x_3$ | $y_1$ | $y_2$ |
| 1 | 3170.327 | 0 | 45.574 | 0 | 0 |
| 2 | 5569.780 | 130.096 | 113.668 | 0 | 0 |
| 3 | 0 | 0 | 19.612 | 0 | 0 |
| 5 | 0 | 0 | 118.586 | 0 | 0 |
| 6 | 1653.250 | 60.450 | 41.110 | 0 | 0.602 |
| 8 | 3376.361 | 0 | 52.587 | 0 | 0 |
| 11 | 1852.171 | 7.879 | 241.856 | 0 | 0 |
| 12 | 0 | 0 | 101.867 | 94.838 | 0 |
| 14 | 2596.920 | 19.794 | 0 | 2015.199 | 0 |
| 16 | 558.062 | 92.515 | 163.681 | 0 | 0 |
| 18 | 0 | 0 | 0 | 367.917* | 6.927* |
| 19 | 586.287 | 0 | 122.052 | 0 | 0 |
| 20 | 8039.294 | 43.625 | 0 | 1256.264 | 0 |
| 21 | 0 | 0 | 1215.756* | 8.939* | 0 |
| 23 | 4882.940 | 133.621 | 63.712 | 0 | 0 |
| 24 | 1922.533 | 35.546 | 286.406 | 0 | 0 |
| 25 | 3208.269 | 9.148 | 107.329 | 0 | 0 |
| Aylaklı KVB'lerinin sayısı | 12 | 9 | 14 | 5 | 2 |
| Ortalama | 1496.648 | 21.307 | 59.122 | 134.652 | 0.024 |

* Değişkenlerin radyal sonuçları

Girdiler içi tahmin edilen bu azalmalar dışında, etkinsiz bir bölgenin %100 etkinliği başarması için başka bir değerlendirme daha yapıldı. VZA modellerin çözümü, etkinsiz bölgeleri etkine dönüştüren hedef girdi ve çıktı düzeylerini verir. Hedef değerleri Çizelge 5.9'da verilir. Bu çizelge etkinsiz birimlerin performansını arttırması için önerdiği bilgi ile Emniyet Müdürlüğü çalışmalarına katkı sağlar. Çizelge 5.9'daki hedef sütunu, etkin olmak için üretilmesi ya da kullanılması gereken etkinsiz bölgenin girdi ve çıktı düzeylerini gösterir. Bu değerlerden yola çıkarak % değişim (olası artma) değerleri bulunabilir. % değişim (olası artma) değerleri, etkin olmak için etkinsiz bölgelerin girdi kullanımının veya çıktı üretiminin ne kadarlık bir değişime ihtiyaç duyduğunu yüzde olarak gösterir.

Örneğin 1. KVB benzer kaynaklar kadar etkin olmak için, hükümlü (yakalanan) toplam suçlu sayısını 524'den 1506.455'e (%1,87 artış), hükümlü (yakalanan) hırsız sayısını 9'dan 25.874'e (%1,87 artış) arttırabilirdi. Hedef suç düzeylerini yorumlarken dikkat edilmelidir. Suç düzeylerinin büyük bir kısmının herhangi bir ülkenin kontrolünün ötesinde olduğunun farkına varılmalıdır. Hedef suç düzeyleri, etkin polis bölgesindeki yakalanan düzeylerdeki benzer azalmalardan önce gerçekleşmek zorunda olan suç düzeylerindeki azalmaları gösterir.

Çizelge 5.9. Her bir KVB için hedef değerleri

| KVB Kodu | Hedef | | | | | Potansiyel İyileştirme (% Değişim) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $x_1$ | $x_2$ | $x_3$ | $y_1$ | $y_2$ | $x_1$ | $x_2$ | $x_3$ | $y_1$ | $y_2$ |
| 1 | 3946,613 | 61,510 | 275,846 | 1506,455 | 25,874 | -44,546 | 0 | -14,178 | 187,491 | 187,489 |
| 2 | 3995,680 | 85,034 | 254,442 | 2189,236 | 31,535 | -58,228 | -60,474 | -30,879 | 21,287 | 21,289 |
| 3 | 1824,920 | 32,530 | 425,988 | 1191,730 | 16,815 | 0 | 0 | -4,401 | 110,182 | 110,188 |
| 4 | 1016,720 | 8,470 | 658,160 | 191,000 | 4,000 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | 3270,530 | 46,490 | 328,884 | 1003,362 | 22,297 | 0 | 0 | -26,501 | 48,646 | 48,647 |
| 6 | 6150,800 | 32,220 | 157,510 | 4158,000 | 9,000 | -21,184 | -65,233 | -20,698 | 19,965 | 28,571 |
| 7 | 6150,800 | 32,220 | 157,510 | 4158,000 | 9,000 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 8 | 4282,299 | 65,230 | 251,473 | 2121,342 | 25,347 | -44,086 | 0 | -17,294 | 94,976 | 94,977 |
| 9 | 4231,420 | 26,910 | 284,480 | 1054,000 | 16,000 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 10 | 4382,260 | 16,250 | 223,610 | 1051,000 | 7,000 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 11 | 2834,839 | 113,481 | 306,654 | 1128,776 | 43,673 | -39,517 | -6,493 | -44,093 | 235,945 | 235,946 |
| 12 | 2732,120 | 98,540 | 317,543 | 694,985 | 40,010 | 0 | 0 | -24,288 | 59,767 | 37,966 |
| 13 | 2229,740 | 128,310 | 333,870 | 576,000 | 50,000 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 14 | 4851,710 | 64,056 | 215,940 | 2971,244 | 22,584 | -34,864 | -23,605 | 0 | 289,927 | 25,467 |
| 15 | 3378,100 | 77,300 | 259,890 | 1214,000 | 31,000 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 16 | 3206,028 | 104,385 | 289,959 | 1467,867 | 39,792 | -14,826 | -46,987 | -36,082 | 121,064 | 121,067 |
| 17 | 1078,860 | 18,910 | 209,690 | 263,000 | 13,000 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Çizelge 5.9. ()Devam) Her bir KVB için hedef değerleri

| KVB Kodu | Hedef | | | | | Potansiyel İyileştirme (% Değişim) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $x_1$ | $x_2$ | $x_3$ | $y_1$ | $y_2$ | $x_1$ | $x_2$ | $x_3$ | $y_1$ | $y_2$ |
| 18 | 2134,960 | 29,550 | 266,260 | 845,917 | 15,927 | 0 | 0 | 0 | 76,970 | 76,967 |
| 19 | 3908,093 | 26,110 | 268,768 | 1095,127 | 15,281 | -13,045 | 0 | -31,230 | 154,681 | 154,683 |
| 20 | 5402,206 | 50,565 | 191,180 | 3474,138 | 16,828 | -59,809 | -46,317 | 0 | 163,592 | 68,280 |
| 21 | 4463,560 | 54,440 | 221,730 | 2711,756 | 19,939 | 0 | 0 | 0 | 81,267 | 81,264 |
| 22 | 1403,920 | 30,930 | 467,410 | 1290,000 | 16,000 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 23 | 5218,830 | 55,059 | 199,428 | 3306,619 | 18,745 | -48,337 | -70,819 | -24,212 | 24,967 | 24,967 |
| 24 | 5160,667 | 56,484 | 202,044 | 3253,485 | 19,353 | -27,142 | -38,625 | -58,636 | 115,035 | 115,033 |
| 25 | 4985,301 | 60,782 | 209,931 | 3093,283 | 21,187 | -39,156 | -13,076 | -33,831 | 135,410 | 135,411 |

### 5.5.4. Çoklu regresyon analizi

VZA modelleri için doğrusal programlama problemlerinin çözülmesinden elde edilen etkinlik skorları çalışmanın uygun ölçeğinde girdinin çıktıya dönüşmesi için idarenin (emniyet güçlerinin) yeteneğini temsil etmesine rağmen bazı diğer dış faktörlerin (idare kontrolünün dışında olan) etkinliği etkileyebilmesi mümkündür. Bu yüzden emniyet güçleri için (polis bölgeleri boyunca) teknik etkinlik değişiminde etkisi olan dış faktörleri ve bu dış faktörlerin hangi yönde olduğunu belirlemekle ilgilenilmektedir.

Çoklu regresyon analizi, teknik etkinlik skoru ve çalışma ortamı faktörleri arasındaki ilişkiyi tahmin etmek için kullanıldı. Özellikle aşağıdaki model tahmin edildi.

$$TE = \alpha + Z\beta + u \tag{5.1}$$

$TE$ polis bölgeleri $(J)$ için teknik etkinliğin bir vektörüdür $(J \times 1)$. $\alpha$ skaleri ve $\beta$ vektörü $(R \times 1)$ bilinmeyen parametreler (tahmin edilen), $Z$ çevresel faktörlerin bir matrisi $(J \times R)$ ve $u$ artıkların bir vektörüdür $(J \times 1)$.

Çizelge 5.10. Demografik dış faktörler ile teknik etkinlik skorları arasındaki regresyon sonuçları

| Model | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Regresyon Katsayıları | Standart hata | T | Sig. |
| (Constant) | ,756 | ,070 | 10,801 | ,000 |
| Nüfus | -1,06E-008 | ,000 | -,292 | ,773 |
| Genç nüfus | 5,61E-008 | ,000 | ,753 | ,461 |
| Çalışan nüfus | -1,48E-009 | ,000 | -,024 | ,981 |
| $R^2$ | 0,148 | | | |

Bağımlı Değişken: teknik etkinlik

Regresyon ilk başta ele alındığı gibi, VZA teknik etkinlik skorundaki değişimi açıklamak için ikinci bir adım olarak kullanılır. Polis raporlarında, polis bölgesinin etkinliğini etkileyen çeşitli çevresel değişkenler ve kontrol edilemeyen girdiler vardır (sokak uzunluğu, duvar uzunluğu, demir parmaklık uzunluğu, karakol noktalarına olan uzaklık, aktivite alanlarının varlığı gibi). Böylece suça neden olan faktörler dört ana başlık altında gruplandırılabilir: (1) sosyal ve kültürel, (2) ekonomik, (3) demografik, (4) mekansal faktörler. Bu faktörlerin sayısal açıdan nasıl ölçüldüğü geçmiş çalışmalarda ortaya konmaktadır. Bu değişkenlerden verisine ulaşılması mümkün olanlar belirlenerek analiz yapılmaktadır. Bu çalışmada, çevresel değişkenlerden demografik değişken incelenmektedir.

Polis bölgesindeki genç nüfusun çoğunlukta olması, daha fazla olaylara yol açması olasıdır. Ayrıca polis bölgesindeki oturan sakinlerin yüksek nüfusu, düşük nüfusa sahip benzer bölgelere nazaran daha fazla suça karşılık gelmesi de olasıdır. Nüfusu (oturan sakinler), çalışan nüfusu ve genç nüfusu yüksek olan bölgelerin, bu sosyo-ekonomik koşullara sahip düşük popülasyonlu bölgelerden daha etkin olduğu beklenir (çünkü onlar daha fazla suça karşılık gelir).

Polis bölgesinin yetki alanlarında çalışan nüfus, genç nüfus ve nüfus (oturan sakinler) eurostat internet adresinde yayınlanan 2006 istatistiksel verilerden elde edildi [4].

Polis bölgelerinin etkinliğini çevresel faktörlerin etkileyip etkilemediğini belirlemek için teknik etkinlik skorları ile polis bölgelerinde yaşayan genç nüfus, nüfus ve çalışan nüfus arasında regresyon analizi yapılır.

Çizelge 5.10'daki regresyon sonuçları teknik skorlardaki değişimin yaklaşık % 15'ini açıklar ve açıklayıcı değişkenlerin hiçbir katsayısı anlamlı değildir ( $p > \alpha$ =0.05).

Sonuç olarak, ele alınan ülkelerin etkinliğinin bu çevresel değişkenlerden etkilenmediği kararına varırız. Bulgularımız Carrington ve diğerleri [9] ile uyumludur.

## 5.6. Malmquist Toplam Faktör Verimliliği Analizi

Daha önceden belirtildiği gibi VZA ile yapılan etkinlik ölçümlerinde zaman boyutunun dikkate alınmamasından kaynaklanan eksiklik, Malmquist-TFV (malmquist toplam faktör verimliliği) endeksi yaklaşımından yararlanılarak giderilmektedir. Malmquist-TFV endeksinin diğer avantajı da verimlilikteki değişimi teknik etkinlikteki değişim ve teknolojik değişim olmak üzere iki bileşene ayırmasıdır. Bu iki bileşenin çarpımı malmquist toplam faktör verimliliğini vermektedir. Malmquist-TFV endeks değerinin 1'den büyük olması toplam faktör verimliliğinin arttığını, 1'den küçük olması ise azaldığını göstermektedir. Teknik etkinlik daha önceki bölümlerde ifade edildiği gibi saf teknik etkinlik ve ölçek etkinliğinden oluşmakta ve bu iki endeksin çarpılmasıyla elde edilmektedir. Saf teknik etkinlik yönetsel etkinliği, ölçek etkinliği ise ülkelerin kendilerine uygun ölçekte çalışıp çalışmadığını sorgulamaktadır. Teknolojideki değişme aracılığıyla ise aynı girdiyle üretilen çıktı miktarındaki değişmenin yönü araştırılmaktadır. Örneğin, teknolojik değişme endeksinin birden büyük olması (Malmquist-TFV endeksine olumlu katkıda bulunması) aynı girdi miktarıyla daha fazla çıktı üretildiği anlamına gelmektedir [27]. Malmquist-TFV endeksi, 4 endeksin çarpımından oluşur. Malmquist-TFV endeksi, 4 endeksin çarpımından oluştuğu için, ortalama hesaplamalarında da elde edilen endekslerin geometrik ortalamaları alınmıştır.

Bu çalışmada Türkiye ve Avrupa ülkelerinin etkinliklerinin zaman içindeki değişimleri Malmquist TFV endeksi kullanılarak ölçülmüştür ve toplam verimlilik değişimi tahmin edilmiştir. Çalışma teknik etkinlik değişimi ve teknolojik değişimi de ayrıştırmaktadır. Uygulanan karşılaştırma yöntemi ülkeleri birbirleri ile kıyaslar. Bu yöntemin amacı tüm emniyet güçleri boyunca iyileştirilen performansa yol açacak en iyi uygulamaları araştırmaktır. 2004-2006 yılları için ülkelerin toplam verimlilik değişimi ele alındı. Bazı ülkeler verimlilik artışı yaşarken bazıları verimlilik azalması yaşadı. Çalışmadan kaynaklanan ekonomik çıkarımlar dikkate alınır.

Analizde her üç yılda da faaliyet gösteren 25 ülke yer almakta olup Belçika ve Litvanya analiz kapsamı dışında tutulmuştur. Bu noktadan hareketle, analize dahil edilen 23 ülkenin 2004-2006 yılları arasındaki etkinlik değişimlerini ve bu değişimlerin kaynağını ortaya koymak amacıyla her ülke için Malmquist-TFV endeksi değerleri hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlar Çizelge 5.11 ve 5.10'da görülmektedir.

Çalışmadaki analizler için Coelli (1996) tarafından geliştirilen DEAP 2.1 bilgisayar paket programından yararlanılmıştır.

Sonuçların ülkelere göre belirtildiği Çizelge 5.11'de sırasıyla, teknik etkinlik değişimi (TED), teknolojik etkinlik değişimi (TD), saf etkinlik değişimi (STED), ölçek etkinliği değişimi (ÖED) ve toplam faktör verimliliği değişimi (TFVD) değerleri görülmektedir. Ayrıca çizelgenin alt kısmında her bir etkinlik türüne ilişkin ortalama değerler ile etkinlik değeri 1'in altında, 1'e eşit ve 1'in üstünde olan ülke sayısı verilmiştir.

Aşağıda etkinlik değişim açıklamaları yer almaktadır.

Teknik etkinlik değişimi, CCR etkinlik değişimi olup etkin sınıra yaklaşma etkisidir. Girdiler sabitken çıktıları maksimum yapmada bir önceki yıla göre etkinlik (performans) değişimini göstermektedir.

Teknolojik etkinlik değişimi, teknoloji düzeyindeki değişim veya etkin sınır değişimidir [28]. Girdileri çıktılara dönüştürme sürecindeki teknolojik yatırımların bir önceki yıla göre ne kadar değiştiğini göstermektedir.

Saf etkinlik değişimi, BCC etkinlik değişimi olup yönetim uygulamalarındaki gelişmeyi göstermektedir. Girdileri çıktılara dönüştürme sürecindeki yönetim gibi organizasyonel faaliyetlerin bir önceki yıla göre ne kadar değiştiğini göstermektedir.

Ölçek etkinliği değişimi, optimal ölçeğe (kapasiteye) doğru gelişmedir [28]. Ölçek etkinliği bakımından girdileri çıktılara dönüştürmede bir önceki yıla göre ne kadarlık bir değişim olduğunu göstermektedir.

Toplam faktör verimliliği, faktörlerin tümü dikkate alındığında bir önceki yıla göre ne kadarlık bir etkinlik değişimi sağladığını göstermektedir.

Çizelge 5.11. Analiz sonuçları (ülkelere göre)

| | Teknik Etkinlik Değişimi (TED) [A=C*D] | Teknolojik Değişim (TD) [B] | Saf Teknik Etkinlik Değişimi (STED) [C] | Ölçek Etkinliği Değişimi (ÖED) [D=A/C] | Toplam Faktör Verimliliği Değişimi (TFVD) [E=A*B] |
|---|---|---|---|---|---|
| Avusturya | 1.009 | 0.981 | 0.999 | 1.010 | 0.989 |
| Hırvatistan | 1.229 | 0.935 | 1.215 | 1.011 | 1.149 |
| Kıbrıs | 1.634 | 0.859 | 1.000 | 1.634 | 1.404 |
| Çek Cumhuriyeti | 0.991 | 1.017 | 1.039 | 0.953 | 1.008 |
| Danimarka | 1.023 | 1.024 | 1.036 | 0.988 | 1.048 |
| Finlandiya | 1.000 | 1.035 | 1.000 | 1.000 | 1.035 |
| Almanya | 1.007 | 0.988 | 1.016 | 0.991 | 0.995 |
| Macaristan | 1.089 | 0.995 | 1.077 | 1.012 | 1.084 |
| İzlanda | 0.946 | 0.841 | 1.000 | 0.946 | 0.796 |
| İtalya | 1.021 | 0.943 | 1.164 | 0.877 | 0.963 |
| Letonya | 0.980 | 0.863 | 1.000 | 0.980 | 0.846 |
| Hollanda | 1.015 | 0.872 | 0.998 | 1.017 | 0.855 |
| Polonya | 1.000 | 0.922 | 1.000 | 1.000 | 0.922 |
| Portekiz | 1.144 | 0.914 | 1.157 | 0.988 | 1.045 |
| Romanya | 1.000 | 1.004 | 1.000 | 1.000 | 1.004 |
| Slovakya | 0.974 | 1.007 | 1.002 | 0.972 | 0.981 |
| Slovenya | 1.203 | 0.846 | 1.146 | 1.050 | 1.018 |
| İsveç | 1.112 | 0.925 | 1.119 | 0.994 | 1.029 |
| İsviçre | 1.057 | 1.008 | 1.055 | 1.002 | 1.066 |
| Türkiye | 1.000 | 0.775 | 1.000 | 1.000 | 0.775 |
| İngiltere&Galler | 1.056 | 0.950 | 1.021 | 1.035 | 1.003 |
| Kuzey İrlanda | 0.972 | 0.991 | 1.021 | 0.952 | 0.963 |
| İskoçya | 0.898 | 1.004 | 0.981 | 0.916 | 0.902 |
| **Ortalama** | 1.051 | 0.941 | 1.043 | 1.007 | 0.989 |
| **<1** | 6 | 16 | 3 | 11 | 11 |
| **=1** | 4 | - | 7 | 4 | - |
| **>1** | 13 | 7 | 13 | 8 | 12 |

2004-2006 dönemi için toplam 23 ülkenin ortalama TED endeksi değeri 1.051 olarak ölçülmüştür. Genel olarak TE'te bir ilerleme söz konusudur. Bu ilerlemenin nedeni SED'nin ÖED'den daha büyük olmasından kaynaklandığı söylenebilir. Aynı dönemde tüm ülkeler için TD endeks değerleri %5,9 oaranında ve TFV endeks değeri de %1,1 oranında azalmıştır. TFV'deki bu azalışın temelinde teknolojik değişmedeki azalışların etkili olduğu ifade edilebilir.

Teknik etkinlikteki ve teknolojideki değişmeler (ilerlemeler), firma düzeyinde yüksek ekonomik performans seviyesine ulaşabilmenin ve böylece yüksek rekabet gücüne sahip olabilmenin ana unsurunu oluşturmaktadır [23]. Bu nedenle, TFV'deki değişime geçmeden önce bu iki etkinlik türündeki değişmeyi incelemek faydalı olacaktır.

Teknik etkinlik değişimi [A]

Teknik etkinlikteki değişimi 1'den büyük olan ülkeler referans ülkeler tarafından tayin edilen en iyi üretim sınırını yakalamada (catching-up) başarılı, 1'den küçük olan ülkeler ise başarılı olamayan ülkelerdir. Burada üretim sınırının yakalanması ile referans[1] ülkelerin oluşturduğu en iyi üretim sınırında üretim yapılması kastedilmektedir. Bu durumda yıllık ortalama teknik etkinlik düzeyinde değişme olmayan ülkeler ise referans ülkeler ile TED endeksi 1'e eşit olan ülkelerdir. Yani teknik etkinliği 1'e eşit olan ülkeler teknik etkinlik bakımından en iyi üretim sınırına sahip ülkelerdir.

[1][Referans ülke, tüm karar birimleri (ülkeler) içinde belirli bir girdi bileşimini kullanarak en çok çıktı bileşimi üreten karar birimleridir. Bir başka ifadeyle etkinlik sınırını oluşturan karar birimleridir].

Bu durumda Çizelge 5.11'de görülüğü gibi ülkeler tek tek ele alınarak teknik etkinlikteki değişim (TED) değeri incelendiğinde ülkelerin 6'sının (%26) belirlenen dönem itibariyle teknik etkinlikteki değişim değeri 1'in altındadır. Yani bu ülkeler, referans ülkelerin oluşturduğu en iyi üretim sınırının altında faaliyet göstermektedirler. 4 ülkenin ise teknik etkinlik değerlerinde herhangi bir değişim olmamıştır. Bununla birlikte ülkelerin 13'ü (%57) 1'in üzerinde teknik etkinlik değişimi değerine sahip olarak en iyi üretim sınırını yakalama başarısı göstermişlerdir. Teknik etkinlik değeri en çok artan ülke %63,4 ile Kıbrıs iken en çok azalan ülke %10,2 ile İskoçya ülkesidir. Teknik etkinlik değeri değişen (artan veya azalan) ülkeler için bu değişimlerin kaynağı ayrı ayrı incelendiğinde ise şu bulgulara ulaşılmıştır: Ülkelerin ortalama teknik artışı hem saf teknik etkinlikteki hem de ölçek etkinliğindeki değişimden kaynaklanmaktadır. Kıbrıs'daki artışa sadece ölçek etkinliğindeki değişim etki ederken İskoçya'daki azalışa hem saf teknik etkinlikteki hem de ölçek etkinliğindeki değişim etki etmektedir.

Teknolojik değişim [B]

Teknolojik etkinlikteki değişme değerinin 1'den büyük olması, ilgili dönemde en iyi üretim sınırının yer değiştirmesini yani referans ülkelerin oluşturduğu bu sınırın yukarı kaymasını ifade etmektedir. Bir başka ifadeyle, teknolojik değişim değeri 1'den büyük olan karar birimlerinin ilgili dönemde teknolojik gelişme kaydederek üretim yeteneklerini arttırdıkları ve aynı girdi miktarıyla daha fazla çıktı ürettikleri söylenebilir. Buna göre; ilgili dönemde ülkelerin sadece 7'si (%30) teknolojik ilerleme göstermiştir. Bu dönemde en fazla teknolojik gelişme (değişme) sağlayan ülke %3,5 ile Finlandiya olmuş ve onu sırasıyla %2,4 ile Danimarka ve %1,7 ile Çek Cumhuriyeti izlemiştir. Ülkelerin 16'sı (%70) teknolojik değişimde azalış (gerileme) göstermişlerdir. Teknolojik değişim değerindeki azalışı en çok olan ülkeler (en fazla teknolojik gerilemenin görüldüğü ülkeler) sırasıyla; Türkiye (%22,5), İzlanda (%15,9) ve Slovenya (%15,4)'dır.

2004-2006 döneminde bölgelerin ortalama yıllık teknolojik değişme endeksi 0,941 olup, ortalama olarak % 5,9 azalmıştır.

Toplam faktör verimliliği değişimi [E]

Toplam faktör verimliliğindeki değişim (TFVD) değerinin 1'den büyük olması; ilgili karar biriminin ilgili dönemde toplam faktör verimliliğinde (TFV) bir önceki döneme göre artış kaydedildiğini, bu endeksin 1'den küçük olması ise TFV'deki azalmayı ifade etmektedir. Analiz sonucu elde edilen TFVD değerleri karar verme birimleri (ülkeler) açısından incelendiğinde; ülkelerin yaklaşık olarak yarısı (%52) belirlenen dönem itibariyle 1'in üzerinde TFVD değerine sahiptir. Bu ülkeler arasında en fazla artışı gösteren ülke % 40,4 ile Kıbrıs olurken onu %14,9 ile Hırvatistan izlemiştir. TFV'de en düşük artışı gösteren ülkeler İngiltere&Galler (%0,3), Romanya (%0,4) ve Çek Cumhuriyeti (%0,8) ülkeleridir. Bununla birlikte TFV'si azalan 11 ülke bulunmaktadır. İlgili dönemde TFV'de en fazla azalış gösteren ülkeler Türkiye (%22,5) ve İzlanda (%20,4) ülkeleridir.

Ülkelerin toplam faktör üretkenliğindeki azalışın ölçek büyüklükleri itibarıyla gelişimi analiz döneminin tümü için değerlendirildiğinde toplam faktör verimliliğindeki değişme endeksi ise 0,989 olarak ölçülmüştür. Yani ortalama 1,1 azalış olduğu görülmektedir. Söz konusu ortalama azalışın % 5,9'u teknolojik değişmedeki olumsuz etkiden kaynaklanmıştır. Ortalama ölçek etkinliğindeki %0,7'lik artış, bu gruptaki ülkelerin ölçek sorunu yaşamadıklarını göstermektedir.

Genel olarak TFVD' deki gelişmenin olumsuz etkisi teknolojik kaynaklıdır. Çizelge 5.11'de görüldüğü gibi teknik etkinlikteki iyi yönlü gelişmeden kaynaklanmadığını da ifade etmek mümkündür.

Türkiye'nin toplam faktör verimliliği bileşenlerine ayrı ayrı bakıldığında TED endeksi (1.000) genel ortalamanın (1.051) altındadır. Diğer bir deyişle, Türkiye referans ülkeler tarafından tayin edilen en iyi üretim sınırını yakalamada başarılı olamamıştır. TED'deki artış ölçek etkinliğinden kaynaklanmaktadır. Türkiye'nin teknolojik değişme endeksindeki azalmaya (0,775) karşın teknik etkinlik değişme endeksinin değişmemiş olması sonucu Türkiye'nin toplam faktör verimliliği (0.775) azalmıştır.

Yıllar bazındaki değişim

2004-2006 yılları arasında TFV ve bileşenlerindeki yıllar bazındaki değişim Çizelge 5.12'de görülmektedir. Çizelge 5.12 sektör genelinde malmquist endeksinin gelişimini vermektedir. 2004-2006 yılları arasındaki teknik etkinlik değişimi 1.051'dir.

Çizelge 5.12. Malmquist toplam faktör verimliliği endeks değerleri (yıllara göre)

| Yıl | Teknik Etkinlik Değişimi (TED) [A=C*D] | Teknolojik Değişim (TD) [B] | Saf Teknik Etkinlik Değişimi (STED) [C] | Ölçek Etkinliği Değişimi (ÖED) [D=A/C] | Toplam Faktör Verimliliği Değişimi (TFVD) [E=A*B] |
|---|---|---|---|---|---|
| 2004-2005 | 1.052 | 0.955 | 1.053 | 0.999 | 1.005 |
| 2005-2006 | 1.050 | 0.927 | 1.034 | 1.016 | 0.973 |
| Ortalama | 1.051 | 0.941 | 1.043 | 1.007 | 0.989 |

2005 ve 2006 yıllarında bir önceki yıla göre TED değerinin arttığı görülmektedir (sırasıyla %5,2 ve %5 artmıştır). TFV'deki değişim yıllar itibariyle incelendiğinde, 2005 yıllında bir önceki yıla göre bir artış (%0,5 oranında), 2006 yılında ise bir önceki yıla göre bir azalış (%2,7 oranında) olduğu görülmektedir.

Çizelgenin son sütununa göre, TFV'deki 2005 yılında bir önceki yıla göre ortalama %0,5 artışa teknik etkinlik % 5,2 olumlu katkı sağlarken, teknolojik değişmenin % 4,5'lik olumsuz katkısı olmuştur. Teknik etkinlikteki artışın bileşenleri incelendiğinde ise ölçek etkinliğinin katkısı %0,1 olumsuz katkı sağlarken, saf teknik etkinliğin %5,3 olumlu katkı sağladığı görülmektedir. Ölçek etkinliğinde önemsiz sayılacak oranda (%1) azalış olmuştur. Buradan, ülkelerin kendilerine uygun ölçekte çalışma sağladıkları söylenebilir. Bu yılda saf teknik etkinlikte sağlanan olumlu gelişme ise ülkelerin yönetsel etkinliklerinin arttığını göstermektedir. Bu artış ülkelerin performans yönetimine ilişkin iyileşmeyi ifade etmektedir [29].

Teknolojideki negatif yönlü gelişme ise, ülkelerin girdi-çıktı kompozisyonlarının olumsuz yönde değiştiğini göstermektedir.

TFV, 2006 yılında ise bir önceki yıla göre %2 ,7 azalmıştır. Bu azalışta teknolojinin %7 ,3'lük olumsuz katkısı, teknik değişmenin ise %5'lik olumlu katkısı söz konusudur. Bu yılda ülkelerin hem yönetsel etkinlik hem de ölçek etkinliği anlamında performanslarında artma görülmektedir. Teknolojik değişmede sağlanan belirgin azalış, ülkelerin etkinlik sınırlarını aşağı yönlü hareket ettirmede etkili olduklarını göstermektedir.

# 6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Polislik hizmetlerini yerine getiren Emniyet Teşkilatı mensupları için en ideal performansı bulmayı amaçlayan bu tez çalışmasında bir takım sonuçlar elde edilmiş ve bazı tavsiyelerde bulunulmuştur.
Çalışmada, 25 ülkenin emniyet gücünü değerlendirebilmek için VZA analizi kullanılmıştır. Analiz için önce 2006 yılı verileri ele alınmıştır. Polis istatistiksel verileri kullanılarak 2006 yılı için toplam, teknik ve ölçek etkinlik bakımından en etkin ülkeler Finlandiya, Litvanya, Polonya, Romanya ve Türkiye olarak bulunmuştur.

Elde edilen sonuçlara bakıldığında etkin olduğu düşünülen bazı ülkelerin göreli olarak etkin olmadığı görülmektedir. Ülkelerin, onların göreli etkinliği bakımından araştırılabilir olduğu gösterilmiştir.

Analiz sonucunda etkinlik sınırına ulaşamayan ülkeler belirlenmiş ve bu ülkeler için referans kümeleri oluşturularak etkin olabilmeleri için gereken potansiyel iyileştirme oranları elde edilmiştir. En yaygın etkinlik benzerlikleri Finlandiya ve Litvanya olarak bulunmuştur.

Ayrıca etkinsiz bir birimin hangi alanda ve ne kadar iyileşmeye ihtiyacı olduğunu gösteren bilgiyi bulmak için aylak analizi uygulanmıştır ve çıkan sonuçlar yorumlanmıştır.

Türkiye ve ele alınan Avrupa ülkeleri ile 23 ülkenin (Belçika ve Litvanya analiz kapsamı dışında tutulmuştur) emniyet güçlerinin etkinliğini yıllar itibariyle de ölçmeye çalıştığımız bu araştırma sonucunda aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

Malmquist TFV yöntemine göre 2005 yılına ait etkinlik değişimi bakımından CCR ve BCC etkinlik değişimleri ve toplam faktör verimliliği ortalama değerlerin üzerindedir. 2006 yılına ait etkinlik değişimi bakımından CCR ve BCC etkinlik değişimi ve toplam faktör verimliliği ortalama değerlerin altındadır.

Analizin yapıldığı yılların ortalaması dikkate alındığında ülkelerin teknik etkinliklerinin 2004-2006 yılları arasında %5,1 arttığı görülmektedir. TFV'nin %1,1 oranında azaldığı görülmektedir. Teknolojik değişme %5,9 azalmıştır. Teknik etkinliğin bileşenlerine bakıldığında ölçek etkinliğinde %0,7 artma olurken, saf teknik etkinlikte ise %4,3 artış sağlanmıştır. Burada TFVD'de meydana gelen azalışın teknoloji kaynaklı olduğunu söylemek mümkündür. TED'deki artmanın ise ölçek etkinliğinden kaynaklandığı açıkça görülmektedir.

Sonuç olarak ülkelerin ortalama toplam faktör verimliliğindeki azalıştan, ülkelerin aynı miktar girdi ile daha az çıktı ürettikleri yani etkin üretim sınırlarını aşağı doğru hareket ettirdikleri düşünülmektedir. Ölçek etkinliğinde gözlenen artıştan, analizdeki ülkelerin ölçek sorunu yaşamadıkları anlaşılmaktadır.

2004-2006 dönemi için TFV değerini en çok arttıran ülke Kıbrıs'tır. Bir başka deyişle tüm faktörler göz önüne alındığında bir önceki yıla göre kendi içinde %40,4 gelişim sağlamıştır.

Türkiye'yi ele aldığımızda CCR ve BCC etkin çıkmaktadır. Etkinlik değişimi bakımından değerlendirildiğine CCR ve BCC etkinlik değişimleri sabit kalmaktadır. Toplam faktör verimliliği ortalama değerlerin altındadır. Bunun sebebi de teknolojik değişimdeki azalmadan kaynaklanmaktadır.

Kayıtlar incelendiğinde Finlandiya, Litvanya, Kıbrıs, İzlanda ve Türkiye ülkelerinin güvenli ülkeler arasında yer alması bu çalışma sonuçlarını desteklemektedir.

Bunlara ek olarak çıkan sonuçlar üzerinde inceleme yapıldığında aşağıdaki bulgulara ulaşılmıştır.

En çok referans gösterilen ülkelerden Finlandiya'nın etkinliği incelendiğinde, nüfus olarak küçük bir ülke olmasına rağmen refah seviyesinin yüksek olduğu görülmektedir. İç güvenlik hizmetleri merkezi yönetime bağlı merkez ve taşra teşkilatı tarafından sunulmaktadır. Finlandiya'da organize suçların azlığı

nedeniyle polislik hizmetleri daha çok suç önleme ve küçük suçlarla mücadeleye odaklanmıştır. Genel kamu yönetiminde olduğu gibi polis teşkilatında da performansa dayalı yönetim anlayışı yaygın olarak uygulanmaktadır. Fin polisinin en büyük stratejik amacı Finlandiya'nın kısa zamanda dünyanın en güvenli ülkesi olmasını sağlamaktır [30].

Etkin ülkeler arasında yer alan Türkiye'nin etkinliği incelendiğinde, toplum destekli polislik hizmetlerinin etkili olduğu görülmektedir. Toplum Destekli Polis (TDP) anlayışı, genel güvenlik hizmetlerini toplumun katılımı ile daha etkin bir şekilde yürütmek, toplumsal yapı ile bütünleşmek ve toplumsal taleplere duyarlılığı artırmak amacı ile hayata geçirilmiştir. TDP ile polisin sokak hâkimiyeti arttırılabilir, suça anında müdahalede artış sağlanabilir [31].

Bunun dışında simitçi, boyacı, baloncu, seyyar satıcı kılığına bürünen polis, hırsızlık, kapkaç, yankesicilik, gasp, dolandırıcılık gibi suçların azalmasında etkin rol oynamaktadır.

Malmquist analizindeki teknolojik değişimde (azalmada) görüldüğü gibi Türkiye'nin Emniyet Teşkilatı'nın performans değerlendirmesinde 2004-2006 dönemleri için bilimsel yaklaşıma uygun bir gelişme gerçekleştirilmediği görülmüştür [32].

Ancak Türk Polis Teşkilatı'nın taşra (il) örgütlenmelerinde, son zamanlarda CBS (coğrafi bilgi sistemleri) ve MOBESE (mobil elektronik sistem entegrasyonu) uygulamaları hızla yaygınlaşmaktadır. MOBESE sayesinde bilgi teknolojisini kullanabilen polis teşkilatı suç analizi yapmakta ve bunları sayısal haritalar yardımıyla gösterebilmektedir. CBS kullanılarak meydana gelen suçlar ve yapılan faaliyetler harita üzerinde gösterilmektedir [32]. Suç haritaları daha önce de kullanılıyordu fakat bilgisayar teknolojisinin gelişmesiyle daha etkin kullanılmaya başlanmıştır. Bu şekilde, suç bilgileri ve polis müdahalesi en kısa zamanda harita yardımı ile görsel boyutta ilişkilendirilmeye, coğrafi özellikler esas alınarak kent ve bölge çapında analiz yapılmaya başlanmıştır.

Etkinsiz ülkeler arasında yer alan İngiltere için kayıtlar incelendiğinde ise İngiltere'de genelde insanların en çok korktuğu şey saldırıya uğramaktır. Avrupa'da soygun olaylarının en çok yaşandığı ülke İngiltere'dir. Ayrıca Avrupa'nın en çok hapis cezası uygulanan ülkesidir. Ve yine Avrupa'nın en çok ömür boyu hapis cezası uygulanan ülkesidir. Halk anketleri incelendiğinde halkın büyük bir çoğunluğu polis teşkilatından şikâyetçidir [33]. Bu bilgiler analizde İngiltere'nin etkinsiz çıkma sebeplerindendir.

Ülkelerin etkinsiz çıkma sebeplerinden biri de büyük ve nitelikli suçlarla mücadeleye kilitlenmiş polis yapısı olabilir. Bu durum karşısında insanlar yankesicilik, hırsızlık gibi küçük ve orta ölçekli suçlarla karşı karşıya kalmaktadır. Gerçekten de, gerek bizim toplumumuzda, gerekse Avrupa ülkelerinde, küçük ve orta düzey suçların yaygınlaşması önemli bir olaydır.

Çalışmada, etkinsiz bölgeler için strateji ve taktikler geliştirilerek problemin çözüm yoluna gidilmesi amaçlanmaktadır. Bunun için etkin ülke yaklaşımlardan yararlanılabilir. Ancak bu yaklaşımlar ele alınırken göz önünde bulundurulması gereken konular vardır.

Herhangi bir ülkenin polis sisteminin karakteri o ülkenin sosyo-ekonomik ve politik yapısıyla yakından ilgilidir. "Bayley'e (1985) göre polisin yaptığı işler ülkeler arasında o kadar farklılık arz eder ki, bu anlamda polis ancak üstlendiği rol, örgütsel yapısı, kültürü ve benzeri özellikleri itibariyle ifade edilebilir. Polisi tam anlamıyla tanımlamak bu özelliklerin hepsini dikkate almayı gerektirir" [2].

Emniyet Teşkilatı kendi içerisinde de terör, istihbarat, kaçakçılık, asayiş, çevik kuvvet, pasaport, trafik, ikmal ve bakım onarım gibi birbirinden çok farklı görevleri yerine getirmektedir. Performans değerlendirmesi yapılırken bu ayrımın da göz önünde tutulması gerekmektedir [34].

Sonuç olarak, suç ve suçlularla ilgili mevcut durum ve boyutları hakkında gerekli tüm bilgiler ve veriler toplanıp değerlendirilerek yeni polislik stratejileri

geliştirilmelidir. Ve performans değerlendirmesinde, insan kaynaklarının verimliliği yükseltilmeli ve buna bağlı olarak örgütsel verimliliği arttırılmalıdır. Ayrıca teknolojiden de yararlanılarak performans yönetim anlayışı geliştirilmeli ve vatandaşa daha etkili güvenlik hizmeti sunulmalıdır.

Son olarak, yaptığımız bu çalışma ülkelerin polislik faaliyetlerine yön vermesi bakımından katkı sağlamaktadır.

# KAYNAKLAR


1. Sun, S., "Measuring the relative efficiency of police precincts using data envelopment analysis", ***Socio-Ecoomic Planning Sciences***, 36: 51-71 (2002).

2. Yılmaz, A., "Avrupa polis modelleri ve türk polis sistemi ", Yüksek Lisans Tezi, ***Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü***, Ankara (2004).

3. Sayıştay, "Performans ölçümü ve performans denetimi", ***Sayıştay 15***, ***135. Kuruluş Yıldönümü Yayınları***, Ankara, 1-63 (1997).

4. İnternet : AB İstatistik Kurumu "2006 Suç İstatistikleri" http://epp.eurostat.ec.europa.eu (2006).

5. Harrendorf, S., Heiskanen, M., Malby, S., "International statistics on crime and justice", ***The European Institute for Crime Prevention and Control*** ,the United Nations Office on Drugs and Crime (UNODC), Helsinki (2010).

6. Güzhan, G., "Mesleki ve teknik eğitim sisteminin performansının değerlendirilmesinde bir veri zarflama analizi uygulaması", Yüksek Lisans Tezi, ***Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü***, İzmir (2007).

7. Seiford, L.M., Thrall, R.M., "Recent Developments in DEA: The Mathematical Programming Approach to Frontier Analysis", ***Journal of Econometrics***, 46:7 – 38 (1990).

8. Thanassoulis, E. "Assessing Police Forces in England and Wales Using Data Envelopment Analysis," ***European Journal of Operational Research***, 87:641-57 (1995).

9. Carrington, R.; Puthucheary, N.; Rose, D. "Performance measurement service provision: the case of police services in New South Wales", ***Journal of Productivity Analysis***, 8(4): 415-30 (1997).

10. Karaca, C., "Veri zarflama analizi ile Antalya bölgesindeki ziraat bankası şubelerinin performans değerlendirmesi", Yüksek Lisans Tezi, ***Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü***, Ankara (2010).

11. Bektaş, B., "Türkiye'de faaliyet gösteren bankaların farklı yöntemlerle sınıflandırılması ve etkinliklerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma", Yüksek Lisans Tezi, ***Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü***, Ankara (2007).

12. Lorcu, F., "Veri zarflama analizi (DEA) ile Türkiye ve Avrupa birliği ülkelerinin sağlık alanındaki etkinliklerinin değerlendirilmesi", Doktora Tezi, ***İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü***, İstanbul (2008).

13. Tepe, M., "Kıyaslama çalışmasında veri zarflama analizi kullanımı", Yüksek Lisans Tezi, ***İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü***, İstanbul (2006).

14. Yoluk, M., "Hastane performansının veri zarflama analizi (vza) yöntemi ilde değerlendirilmesi", Yüksek Lisans Tezi, ***Atılım Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü***, Ankara (2010).

15. Ulutaş, B.B., "Türkiye'deki havaalanı etkinliklerinin veri zarflama analizi ile değerlendirilmesi", Yüksek Lisans Tezi, ***Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü***, Eskişehir (2006).

16. Wu, T.H., Chen, M.S., Yeh, J.Y., "Measuring the performance of police forces in Taiwan using data envelopment analysis", ***Evaluation and Program Planning***, 33: 246-254 (2010).

17. Özden, Ü.H., "Veri zarflama analizi (VZA) ile Türkiye'deki vakıf üniversitelerinin etkinliğinin ölçülmesi ", ***İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi***, 37 (2): 167-185 (2008).

18. İnternet : Atan, M., "Üretim ve verimlilik arttırma teknikleri" http://www.umitkenanbingol.com/ekitaplar/ekonemi/verimlilik_art_rma_teknikleri.pdf (2005).

19. Doğan, N.Ö., "Veri zarflama analizi ile belediyelerde performans ölçümü: Kapadokya bölgesi örneği", Yüksek Lisans Tezi ***, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü***, Kayseri (2006).

20. Cooper, W.W., L.M., K.Tone Seiford, "Data Envelopment Analysis A Comprehensive Text With Models,Applications, Referances And Dea Solver, Kluwer Academic Publishers, Dordreccht" (2000).

21. Özgür, E., "Katılım bankalarının finansal etkinliği ve mevduat bankaları ile rekabet edebilirliği", Doktora Tezi, ***Afyonkarahisar Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü***, Afyonkarahisar (2007).

22. Bal, H., Örkcü, H.H., "Çok kriterli veri zarflama analizi modeli ile Türkiye ve Avrupa birliği ülkelerinin ekonomik Etkinliklerinin Karşılaştırması" , ***16.İstatistik Araştırma Sempozyumu,*** TUİK, 1-10 (2007).

23. Avcı, M.A., Kaya, A.A., "Geçiş ekonomileri ve Türk tarım sektöründe etkinlik ve toplam faktör verimliliği analizi (1992-2004)", ***Ege Akademik Bakış***, 8(2): 843-860 (2008).

24. Candemir, M., Özcan, M., Güneş, M., Deliktaş, E., "Technical efficiency and total factor productivity growth in the hazelnut agricultural sales cooperatives unions in Turkey", ***Mathematical and Computational Applications***, 16 (1): 66-76 (2011).

25. Tunalıoğlu, R., Armağan, G., Atıcı, C., Özden, A., "Türkiye'de meyve suyu sanayinde verimlilik ve rekabet gücünün incelenmesi", ***Türkiye IX. Tarım Ekonomisi Kongresi***, Şanlıurfa, 699-706 (2010).

26. Banker RD, Thrall RM. "Estimation of returns to scale using data envelopment analysis", ***European Journal of Operational Research***, 62:74–84 (1992).

27. Türker Kaya, Y., Doğan, E., "Dezenflasyon sürecinde Türk bankacılık sektöründe etkinliğin gelişimi", ***BDDK,*** Ankara, 1-16 (2005).

28. Baki, B., Ar, İ.M., "Çaykur'a bağlı fabrikaların etkinlik analizi: Malmquist-TFV endeksi uygulaması", ***İktisat İşletme Ve Finans***, 24 (284): 77-108 (2009).

29. Işık, İ., Hassan, M.K., "Financial disruption and bank productivity: the 1994 experience of Turkish banks", ***The Quarterly Review of Economics and Finance***, 43:291–320 (2003).

30. Şimşek, Y., Köseli, M., "Finlandiya polis teşkilatı", ***Polis Bilimleri Dergisi***, 9 (1-4): 133-150 (2007).

31. İnternet : Emniyet Genel Müdürlüğü "Toplum Destekli Polislik Hizmet Standartı ve Uygulamaları" http://www.asayis.pol.tr/belge/TDP_Hizmet_Standardi_ve_Uygulamalari.pdf

32. Çevik, H.H., Ulutürk, B., Karakaya, M., "Polis teşkilatında performansa dayalı yönetim: compstat", ***Polis Bilimleri Dergisi***, 12 (3): 41-65 (2010)

33. İnternet : İngiltere Polis Teşkilatı http://www.gocmenrehberi.com/uk/sucvepolis.asp (2011).

34. Arpacı, İ., "Performans yönetimi ve Türk emniyat teşkilatı üzerine bir değerlendirme", Yüksek Lisans Tezi, ***Yıldız Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü***, İstanbul (2008).

# EKLER

EK – 1. 2006 yılı için girdi-çıktı değişkenlerine ait ilk veriler

| | | x1 | x2 | x3 | y1 | y2 | Nüfus |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Avusturya | 589495 | 5095 | 26623 | 524 | 9 | 8282984 |
| 2 | Belçika | 1012459 | 22771 | 38963 | 1805 | 26 | 10584534 |
| 3 | Hırvatistan | 81049 | 1445 | 19790 | 567 | 8 | 4441238 |
| 4 | Kıbrıs | 7917 | 66 | 5125 | 191 | 4 | 778684 |
| 5 | Çek Cumhuriyeti | 336446 | 4783 | 46032 | 675 | 15 | 10287189 |
| 6 | Danimarka | 425093 | 5048 | 10819 | 3466 | 7 | 5447084 |
| 7 | Finlandiya | 324575 | 1700 | 8312 | 4158 | 9 | 5276955 |
| 8 | Almanya | 6304223 | 53696 | 250284 | 1088 | 13 | 82314906 |
| 9 | Macaristan | 425941 | 2709 | 28636 | 1054 | 16 | 10066158 |
| 10 | İzlanda | 13483 | 50 | 688 | 1051 | 7 | 307672 |
| 11 | İtalya | 2771490 | 71762 | 324339 | 336 | 13 | 59131287 |
| 12 | Letonya | 62328 | 2248 | 9568 | 435 | 29 | 2281305 |
| 13 | Litvanya | 75474 | 4343 | 11301 | 576 | 50 | 3384879 |
| 14 | Hollanda | 1218447 | 13716 | 35324 | 762 | 18 | 16357992 |
| 15 | Polonya | 1287918 | 29472 | 99083 | 1214 | 31 | 38125479 |
| 16 | Portekiz | 398959 | 20870 | 48082 | 664 | 18 | 10599095 |
| 17 | Romanya | 232658 | 4078 | 45219 | 263 | 13 | 21565119 |
| 18 | Slovakya | 115152 | 1594 | 14361 | 478 | 9 | 5393637 |
| 19 | Slovenya | 90354 | 525 | 7857 | 430 | 6 | 2010377 |
| 20 | İsveç | 1224958 | 8584 | 17423 | 1318 | 10 | 9113257 |
| 21 | İsviçre | 335157 | 4088 | 16649 | 1496 | 11 | 7508739 |
| 22 | Türkiye | 978383 | 21555 | 325738 | 1290 | 16 | 69689256 |
| 23 | İngiltere&Galler | 5427558 | 101376 | 141381 | 2646 | 15 | 53728800 |
| 24 | Kuzey İrlanda | 121144 | 1574 | 8354 | 1513 | 9 | 1710300 |
| 25 | İskoçya | 419257 | 3578 | 16234 | 1314 | 9 | 5116900 |

EK – 2. 2006 yılı için analizde kullanılan veriler

| | | Analizde kullanılan veriler | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Nüfusa bölünüp 100 000 ile çarpılmış girdi değerleri | | | | |
| | | x1 | x2 | x3 | y1 | y2 |
| 1 | Avusturya | 7116,94 | 61,51 | 321,42 | 524 | 9 |
| 2 | Belçika | 9565,46 | 215,1 | 368,11 | 1805 | 26 |
| 3 | Hırvatistan | 1824,92 | 32,54 | 445,6 | 567 | 8 |
| 4 | Kıbrıs | 1016,72 | 8,476 | 658,16 | 191 | 4 |
| 5 | Çek Cumhuriyeti | 3270,53 | 46,49 | 447,47 | 675 | 15 |
| 6 | Danimarka | 7804,05 | 92,67 | 198,62 | 3466 | 7 |
| 7 | Finlandiya | 6150,8 | 32,22 | 157,52 | 4158 | 9 |
| 8 | Almanya | 7658,67 | 65,23 | 304,06 | 1088 | 13 |
| 9 | Macaristan | 4231,42 | 26,91 | 284,48 | 1054 | 16 |
| 10 | İzlanda | 4382,26 | 16,25 | 223,61 | 1051 | 7 |
| 11 | İtalya | 4687,01 | 121,4 | 548,51 | 336 | 13 |
| 12 | Letonya | 2732,12 | 98,54 | 419,41 | 435 | 29 |
| 13 | Litvanya | 2229,74 | 128,3 | 333,87 | 576 | 50 |
| 14 | Hollanda | 7448,63 | 83,85 | 215,94 | 762 | 18 |
| 15 | Polonya | 3378,1 | 77,3 | 259,89 | 1214 | 31 |
| 16 | Portekiz | 3764,09 | 196,9 | 453,64 | 664 | 18 |
| 17 | Romanya | 1078,86 | 18,91 | 209,69 | 263 | 13 |
| 18 | Slovakya | 2134,96 | 29,55 | 266,26 | 478 | 9 |
| 19 | Slovenya | 4494,38 | 26,11 | 390,82 | 430 | 6 |
| 20 | İsveç | 13441,5 | 94,19 | 191,18 | 1318 | 10 |
| 21 | İsviçre | 4463,56 | 54,44 | 221,73 | 1496 | 11 |
| 22 | Türkiye | 1403,92 | 30,93 | 467,41 | 1290 | 16 |
| 23 | İngiltere&Galler | 10101,8 | 188,7 | 263,14 | 2646 | 15 |
| 24 | Kuzey İrlanda | 7083,2 | 92,03 | 488,45 | 1513 | 9 |
| 25 | İskoçya | 8193,57 | 69,93 | 317,26 | 1314 | 9 |

EK – 3. Çoklu regresyon analizinde kullanılan veriler

| | Nüfus | Genç nüfus (15yaş altı) | Çalışan nüfus | Teknik etkinlik |
|---|---|---|---|---|
| Avusturya | 8282984 | 1295308 | 3928200 | 0,348 |
| Belçika | 10584534 | 1797729 | 4264000 | 0,824 |
| Hırvatistan | 4441238 | 689897 | 1586300 | 0,476 |
| Kıbrıs | 778684 | 139739 | 357300 | 1 |
| Çek Cumhuriyeti | 10287189 | 1479514 | 4828100 | 0,673 |
| Danimarka | 5447084 | 1014153 | 2805400 | 0,834 |
| Finlandiya | 5276955 | 901181 | 2443500 | 1 |
| Almanya | 82314906 | 11441366 | 37379300 | 0,513 |
| Macaristan | 10066158 | 1529654 | 3930000 | 1 |
| İzlanda | 307672 | 65467 | 167800 | 1 |
| İtalya | 59131287 | 8321900 | 22988200 | 0,298 |
| Letonya | 2281305 | 318463 | 1087100 | 0,725 |
| Litvanya | 3384879 | 538123 | 1499000 | 1 |
| Hollanda | 16357992 | 2958615 | 8260900 | 0,797 |
| Polonya | 38125479 | 6022360 | 14593600 | 1 |
| Portekiz | 10599095 | 1637637 | 5159500 | 0,452 |
| Romanya | 21565119 | 3318388 | 9291200 | 1 |
| Slovakya | 5393637 | 870622 | 2302300 | 0,565 |
| Slovenya | 2010377 | 281079 | 961200 | 0,393 |
| İsveç | 9113257 | 1549587 | 4429400 | 0,594 |
| İsviçre | 7508739 | 1182670 | 4051400 | 0,552 |
| Türkiye | 69689256 | 18642391 | 20433200 | 1 |

EK – 4. Malmquist TFV analizinde kullanılan düzenlenmemiş veriler

| | | x1 | | | x2 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Yıllar | 2006 | 2005 | 2004 | 2006 | 2005 | 2004 |
| 1 | Avusturya | 589495 | 605272 | 643648 | 5095 | 4770 | 4798 |
| 2 | Hırvatistan | 81049 | 79946 | 85416 | 1445 | 1560 | 1622 |
| 3 | Kıbrıs | 7917 | 7212 | 7615 | 66 | 73 | 100 |
| 4 | Çek Cumhuriyeti | 336446 | 344060 | 351629 | 4783 | 5550 | 6107 |
| 5 | Danimarka | 425093 | 432704 | 474419 | 5048 | 5199 | 5733 |
| 6 | Finlandiya | 324575 | 339715 | 354453 | 1700 | 1814 | 2017 |
| 7 | Almanya | 6304223 | 6391715 | 6633156 | 53696 | 54841 | 59732 |
| 8 | Macaristan | 425941 | 436522 | 418833 | 2709 | 2982 | 3227 |
| 9 | İzlanda | 13483 | 12028 | 16565 | 50 | 49 | 35 |
| 10 | İtalya | 2771490 | 2579124 | 2417716 | 71762 | 65724 | 66643 |
| 11 | Litvanya | 62328 | 51435 | 62173 | 2248 | 2163 | 2467 |
| 12 | Hollanda | 1218447 | 1255079 | 1319482 | 13716 | 15463 | 17683 |
| 13 | Polonya | 1287918 | 1379962 | 1461217 | 29472 | 36347 | 41287 |
| 14 | Portekiz | 398959 | 392174 | 416420 | 20870 | 20183 | 21051 |
| 15 | Romanya | 232658 | 208239 | 231637 | 4078 | 3326 | 3087 |
| 16 | Slovakya | 115152 | 123563 | 131244 | 1594 | 1919 | 2156 |
| 17 | Slovenya | 90354 | 84379 | 86568 | 525 | 429 | 398 |
| 18 | İsveç | 1224958 | 1241843 | 1248743 | 8584 | 9398 | 8590 |
| 19 | İsviçre | 335157 | 352723 | 389415 | 40881 | 3977 | 4749 |
| 20 | Türkiye | 978383 | 668559 | 528576 | 21555 | 15083 | 10825 |
| 21 | İngiltere&Galler | 5427558 | 5555172 | 5637511 | 101376 | 98198 | 91010 |
| 22 | Kuzey İrlanda | 121144 | 123194 | 118124 | 1574 | 1744 | 1487 |
| 23 | İskoçya | 419257 | 417785 | 438121 | 3578 | 3553 | 3736 |

EK – 4. (Devam) Malmquist TFV analizinde kullanılan düzenlenmemiş veriler

| x3 | | | y1 | | | y2 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2006 | 2005 | 2004 | 2006 | 2005 | 2004 | 2006 | 2005 | 2004 |
| 26623 | 27111 | 27111 | 524 | 555 | 553 | 9 | 9 | 9 |
| 19790 | 19898 | 19634 | 567 | 508 | 559 | 8 | 7 | 5 |
| 5125 | 4999 | 4903 | 191 | 221 | 210 | 4 | 4 | 3 |
| 46032 | 45498 | 47232 | 675 | 660 | 671 | 15 | 16 | 17 |
| 10819 | 10728 | 10483 | 3466 | 3768 | 3242 | 7 | 7 | 6 |
| 8312 | 8237 | 8247 | 4158 | 4225 | 4172 | 9 | 10 | 9 |
| 250284 | 248188 | 246756 | 1088 | 1130 | 1123 | 13 | 13 | 14 |
| 28636 | 28627 | 29516 | 1054 | 1084 | 1077 | 16 | 17 | 15 |
| 688 | 679 | 671 | 1051 | 1066 | 1051 | 7 | 7 | 11 |
| 324339 | 329012 | 325632 | 336 | 378 | 411 | 13 | 13 | 13 |
| 9568 | 9920 | 9902 | 435 | 488 | 572 | 29 | 31 | 42 |
| 35324 | 35284 | 35996 | 762 | 762 | 775 | 18 | 21 | 24 |
| 99083 | 100654 | 100770 | 1214 | 1321 | 1345 | 31 | 36 | 42 |
| 48082 | 47174 | 47949 | 664 | 635 | 665 | 18 | 15 | 17 |
| 45219 | 46875 | 45770 | 263 | 304 | 190 | 13 | 13 | 11 |
| 14361 | 14345 | 14079 | 478 | 515 | 498 | 9 | 10 | 11 |
| 7857 | 7881 | 7618 | 430 | 411 | 430 | 6 | 6 | 4 |
| 17423 | 17073 | 16891 | 1318 | 1278 | 1278 | 10 | 10 | 9 |
| 16649 | 16444 | 15473 | 1496 | 1466 | 1515 | 11 | 12 | 11 |
| 325738 | 330310 | 327371 | 1290 | 1212 | 1534 | 16 | 13* | 12* |
| 141381 | 141230 | 139200 | 2646 | 2780 | 2919 | 15 | 13 | 14 |
| 8354 | 8579 | 8936 | 1513 | 1523 | 1633 | 9 | 8 | 9 |
| 16234 | 16221 | 16001 | 1314 | 1320 | 1385 | 9 | 9 | 12 |

Yukarıdaki çizelgede verilen girdi değişkenleri ülke nüfuslarına bölünüp 100 000 ile çarpıldıktan sonra analizde kullanılmıştır.

*Türkiye'nin 2004-2005 yıllarına ait hırsız sayısı (kapkaç ve gasp) değişken verisi http://www.milliyet.com.tr/2007/07/02/yasam/yas06.html http://www.atonet.org.tr/turkce/bulten/bulten.php3?sira=251 adreslerindeki bilgiden yararlanılarak hesaplamalar sonucu elde edilmiştir.

EK –5. Değişkenler arasındaki korelasyon analizinin SPSS sonuçları

**Correlations**

| | | x1 | x2 | x3 | y1 | y2 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| x1 | Pearson Correlation | 1 | ,471(*) | -,406(*) | ,488(*) | -,159 |
| | Sig. (2-tailed) | | ,018 | ,044 | ,013 | ,447 |
| | N | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 |
| x2 | Pearson Correlation | ,471(*) | 1 | ,060 | ,192 | ,465(*) |
| | Sig. (2-tailed) | ,018 | | ,775 | ,358 | ,019 |
| | N | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 |
| x3 | Pearson Correlation | -,406(*) | ,060 | 1 | -,491(*) | -,021 |
| | Sig. (2-tailed) | ,044 | ,775 | | ,013 | ,920 |
| | N | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 |
| y1 | Pearson Correlation | ,488(*) | ,192 | -,491(*) | 1 | -,140 |
| | Sig. (2-tailed) | ,013 | ,358 | ,013 | | ,504 |
| | N | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 |
| y2 | Pearson Correlation | -,159 | ,465(*) | -,021 | -,140 | 1 |
| | Sig. (2-tailed) | ,447 | ,019 | ,920 | ,504 | |
| | N | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 |

* Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

EK – 6. Regresyon analizinin SPSS sonuçları

**Model Summary**

| Model | R | R Square | Adjusted R Square | Std. Error of the Estimate | Change Statistics | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | R Square Change | F Change | df1 | df2 | Sig. F Change | R Square Change | F Change | df1 | df2 |
| 1 | ,587(a) | ,345 | ,251 | 846,12133 | ,345 | 3,682 | 3 | 21 | ,028 |

a Predictors: (Constant), x3, x2, x1

**Coefficients(a)**

| Model | | Unstandardized Coefficients | | Standardized Coefficients | t | Sig. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | B | Std. Error | Beta | B | Std. Error |
| 1 | (Constant) | 1567,700 | 715,268 | | 2,192 | ,040 |
| | x1 | ,093 | ,071 | ,303 | 1,316 | ,202 |
| | x2 | 1,223 | 3,594 | ,072 | ,340 | ,737 |
| | x3 | -2,872 | 1,567 | -,373 | -1,833 | ,081 |

a Dependent Variable: y1

**Model Summary**

| Model | R | R Square | Adjusted R Square | Std. Error of the Estimate | Change Statistics | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | R Square Change | F Change | df1 | df2 | Sig. F Change | R Square Change | F Change | df1 | df2 |
| 1 | ,700(a) | ,490 | ,417 | 7,67965 | ,490 | 6,731 | 3 | 21 | ,002 |

a Predictors: (Constant), x3, x2, x1

**Coefficients(a)**

| Model | | Unstandardized Coefficients | | Standardized Coefficients | t | Sig. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | B | Std. Error | Beta | B | Std. Error |
| 1 | (Constant) | 24,444 | 6,492 | | 3,765 | ,001 |
| | x1 | -,002 | ,001 | -,679 | -3,343 | ,003 |
| | x2 | ,141 | ,033 | ,805 | 4,334 | ,000 |
| | x3 | -,027 | ,014 | -,345 | -1,924 | ,068 |

a Dependent Variable: y2

EK – 7. Tanımlayıcı istatistikler için SPSS sonuçları

**Statistics**

| | | x1 | x2 | x3 | y1 | y2 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| N | Valid | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 |
| | Missing | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Mean | | 5186,2871 | 76,3392 | 338,2497 | 1172,5600 | 14,8400 |
| Std. Deviation | | 3179,21492 | 57,32972 | 126,91388 | 977,73676 | 10,06098 |
| Minimum | | 1016,72 | 8,48 | 157,52 | 191,00 | 4,00 |
| Maximum | | 13441,50 | 215,13 | 658,16 | 4158,00 | 50,00 |

EK – 8. Girdi değişkenleri ile teknik etkinlik arasındaki korelasyon analizinin SPSS sonuçları

**Correlations**

| | | x1 | x2 | x3 | teknik |
|---|---|---|---|---|---|
| x1 | Pearson Correlation | 1 | ,471(*) | -,406(*) | -,261 |
| | Sig. (2-tailed) | | ,018 | ,044 | ,208 |
| | N | 25 | 25 | 25 | 25 |
| x2 | Pearson Correlation | ,471(*) | 1 | ,060 | -,171 |
| | Sig. (2-tailed) | ,018 | | ,775 | ,414 |
| | N | 25 | 25 | 25 | 25 |
| x3 | Pearson Correlation | -,406(*) | ,060 | 1 | -,260 |
| | Sig. (2-tailed) | ,044 | ,775 | | ,209 |
| | N | 25 | 25 | 25 | 25 |
| Teknik | Pearson Correlation | -,261 | -,171 | -,260 | 1 |
| | Sig. (2-tailed) | ,208 | ,414 | ,209 | |
| | N | 25 | 25 | 25 | 25 |

* Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

EK – 9. 2006 yılı için DEAP 2.1 paket program sonuçları

Results from DEAP Version 2.1

Instruction file = $$TEMP$$.INS
Data file = $$TEMP$$.DTA

Output orientated DEA

Scale assumption: VRS

Slacks calculated using multi-stage method

EFFICIENCY SUMMARY:

| firm | crste | vrste | scale | |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 0.323 | 0.348 | 0.929 | drs |
| 2 | 0.570 | 0.824 | 0.691 | drs |
| 3 | 0.447 | 0.476 | 0.940 | drs |
| 4 | 0.749 | 1.000 | 0.749 | irs |
| 5 | 0.528 | 0.673 | 0.784 | drs |
| 6 | 0.661 | 0.834 | 0.793 | drs |
| 7 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | - |
| 8 | 0.476 | 0.513 | 0.929 | drs |
| 9 | 0.995 | 1.000 | 0.995 | drs |
| 10 | 0.896 | 1.000 | 0.896 | irs |
| 11 | 0.238 | 0.298 | 0.800 | drs |
| 12 | 0.658 | 0.725 | 0.908 | drs |
| 13 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | - |
| 14 | 0.618 | 0.797 | 0.776 | irs |
| 15 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | - |
| 16 | 0.362 | 0.452 | 0.801 | drs |
| 17 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | - |
| 18 | 0.524 | 0.565 | 0.928 | drs |
| 19 | 0.391 | 0.393 | 0.996 | drs |
| 20 | 0.500 | 0.594 | 0.842 | irs |
| 21 | 0.549 | 0.552 | 0.994 | drs |
| 22 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | - |
| 23 | 0.606 | 0.800 | 0.758 | drs |
| 24 | 0.316 | 0.465 | 0.680 | drs |
| 25 | 0.337 | 0.425 | 0.794 | drs |
| mean | 0.630 | 0.709 | 0.879 | |

EK – 9. (Devam) 2006 yılı için DEAP 2.1 paket program sonuçları

SUMMARY OF OUTPUT SLACKS:

| firm | output: 1 | 2 |
|---|---|---|
| 1 | 0.000 | 0.000 |
| 2 | 0.000 | 0.000 |
| 3 | 0.000 | 0.000 |
| 4 | 0.000 | 0.000 |
| 5 | 0.000 | 0.000 |
| 6 | 0.000 | 0.602 |
| 7 | 0.000 | 0.000 |
| 8 | 0.000 | 0.000 |
| 9 | 0.000 | 0.000 |
| 10 | 0.000 | 0.000 |
| 11 | 0.000 | 0.000 |
| 12 | 94.838 | 0.000 |
| 13 | 0.000 | 0.000 |
| 14 | 2015.199 | 0.000 |
| 15 | 0.000 | 0.000 |
| 16 | 0.000 | 0.000 |
| 17 | 0.000 | 0.000 |
| 18 | 0.000 | 0.000 |
| 19 | 0.000 | 0.000 |
| 20 | 1256.264 | 0.000 |
| 21 | 0.000 | 0.000 |
| 22 | 0.000 | 0.000 |
| 23 | 0.000 | 0.000 |
| 24 | 0.000 | 0.000 |
| 25 | 0.000 | 0.000 |
| mean | 134.652 | 0.024 |

EK – 9. (Devam) 2006 yılı için DEAP 2.1 paket program sonuçları

SUMMARY OF INPUT SLACKS:

| firm input: | 1 | 2 | 3 |
|---|---|---|---|
| 1 | 3170.327 | 0.000 | 45.574 |
| 2 | 5569.780 | 130.096 | 113.668 |
| 3 | 0.000 | 0.000 | 19.612 |
| 4 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 5 | 0.000 | 0.000 | 118.586 |
| 6 | 1653.250 | 60.450 | 41.110 |
| 7 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 8 | 3376.361 | 0.000 | 52.587 |
| 9 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 10 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 11 | 1852.171 | 7.879 | 241.856 |
| 12 | 0.000 | 0.000 | 101.867 |
| 13 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 14 | 2596.920 | 19.794 | 0.000 |
| 15 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 16 | 558.062 | 92.515 | 163.681 |
| 17 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 18 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 19 | 586.287 | 0.000 | 122.052 |
| 20 | 8039.294 | 43.625 | 0.000 |
| 21 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 22 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 23 | 4882.940 | 133.621 | 63.712 |
| 24 | 1922.533 | 35.546 | 286.406 |
| 25 | 3208.269 | 9.148 | 107.329 |
| mean | 1496.648 | 21.307 | 59.122 |

EK – 9. (Devam) 2006 yılı için DEAP 2.1 paket program sonuçları

SUMMARY OF PEERS:

firm peers:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 7 | 13 | 9 | | |
| 2 | 13 | 7 | | | |
| 3 | 22 | 9 | 13 | 17 | |
| 4 | 4 | | | | |
| 5 | 22 | 17 | 9 | 13 | |
| 6 | 7 | | | | |
| 7 | 7 | | | | |
| 8 | 13 | 7 | 9 | | |
| 9 | 9 | | | | |
| 10 | 10 | | | | |
| 11 | 13 | 7 | | | |
| 12 | 9 | 13 | 17 | | |
| 13 | 13 | | | | |
| 14 | 13 | 7 | | | |
| 15 | 15 | | | | |
| 16 | 13 | 7 | | | |
| 17 | 17 | | | | |
| 18 | 7 | 22 | 9 | 13 | 17 |
| 19 | 7 | 9 | 17 | | |
| 20 | 13 | 7 | | | |
| 21 | 13 | 7 | 9 | 22 | 17 |
| 22 | 22 | | | | |
| 23 | 13 | 7 | | | |
| 24 | 13 | 7 | | | |
| 25 | 13 | 7 | | | |

EK – 9. (Devam) 2006 yılı için DEAP 2.1 paket program sonuçları

SUMMARY OF PEER WEIGHTS:
(in same order as above)

firm peer weights:
1 0.197 0.331 0.472
2 0.550 0.450
3 0.784 0.146 0.028 0.043
4 1.000
5 0.197 0.010 0.607 0.186
6 1.000
7 1.000
8 0.357 0.399 0.244
9 1.000
10 1.000
11 0.846 0.154
12 0.266 0.708 0.026
13 1.000
14 0.331 0.669
15 1.000
16 0.751 0.249
17 1.000
18 0.067 0.149 0.191 0.059 0.534
19 0.047 0.822 0.131
20 0.191 0.809
21 0.246 0.593 0.026 0.041 0.095
22 1.000
23 0.238 0.762
24 0.253 0.747
25 0.297 0.703

EK – 9. (Devam) 2006 yılı için DEAP 2.1 paket program sonuçları

PEER COUNT SUMMARY:
(i.e., no. times each firm is a peer for another)

| firm | peer count: |
|---|---|
| 1 | 0 |
| 2 | 0 |
| 3 | 0 |
| 4 | 0 |
| 5 | 0 |
| 6 | 0 |
| 7 | 14 |
| 8 | 0 |
| 9 | 8 |
| 10 | 0 |
| 11 | 0 |
| 12 | 0 |
| 13 | 15 |
| 14 | 0 |
| 15 | 0 |
| 16 | 0 |
| 17 | 6 |
| 18 | 0 |
| 19 | 0 |
| 20 | 0 |
| 21 | 0 |
| 22 | 4 |
| 23 | 0 |
| 24 | 0 |
| 25 | 0 |

EK – 9. (Devam) 2006 yılı için DEAP 2.1 paket program sonuçları

SUMMARY OF OUTPUT TARGETS:

| firm | output: 1 | 2 |
|---|---|---|
| 1 | 1506.455 | 25.874 |
| 2 | 2189.236 | 31.535 |
| 3 | 1191.730 | 16.815 |
| 4 | 191.000 | 4.000 |
| 5 | 1003.362 | 22.297 |
| 6 | 4158.000 | 9.000 |
| 7 | 4158.000 | 9.000 |
| 8 | 2121.342 | 25.347 |
| 9 | 1054.000 | 16.000 |
| 10 | 1051.000 | 7.000 |
| 11 | 1128.776 | 43.673 |
| 12 | 694.985 | 40.010 |
| 13 | 576.000 | 50.000 |
| 14 | 2971.244 | 22.584 |
| 15 | 1214.000 | 31.000 |
| 16 | 1467.867 | 39.792 |
| 17 | 263.000 | 13.000 |
| 18 | 845.917 | 15.927 |
| 19 | 1095.127 | 15.281 |
| 20 | 3474.138 | 16.828 |
| 21 | 2711.756 | 19.939 |
| 22 | 1290.000 | 16.000 |
| 23 | 3306.619 | 18.745 |
| 24 | 3253.485 | 19.353 |
| 25 | 3093.283 | 21.187 |

EK – 9. (Devam) 2006 yılı için DEAP 2.1 paket program sonuçları

SUMMARY OF INPUT TARGETS:

| firm | input: 1 | 2 | 3 |
|---|---|---|---|
| 1 | 3946.613 | 61.510 | 275.846 |
| 2 | 3995.680 | 85.034 | 254.442 |
| 3 | 1824.920 | 32.530 | 425.988 |
| 4 | 1016.720 | 8.470 | 658.160 |
| 5 | 3270.530 | 46.490 | 328.884 |
| 6 | 6150.800 | 32.220 | 157.510 |
| 7 | 6150.800 | 32.220 | 157.510 |
| 8 | 4282.299 | 65.230 | 251.473 |
| 9 | 4231.420 | 26.910 | 284.480 |
| 10 | 4382.260 | 16.250 | 223.610 |
| 11 | 2834.839 | 113.481 | 306.654 |
| 12 | 2732.120 | 98.540 | 317.543 |
| 13 | 2229.740 | 128.310 | 333.870 |
| 14 | 4851.710 | 64.056 | 215.940 |
| 15 | 3378.100 | 77.300 | 259.890 |
| 16 | 3206.028 | 104.385 | 289.959 |
| 17 | 1078.860 | 18.910 | 209.690 |
| 18 | 2134.960 | 29.550 | 266.260 |
| 19 | 3908.093 | 26.110 | 268.768 |
| 20 | 5402.206 | 50.565 | 191.180 |
| 21 | 4463.560 | 54.440 | 221.730 |
| 22 | 1403.920 | 30.930 | 467.410 |
| 23 | 5218.830 | 55.059 | 199.428 |
| 24 | 5160.667 | 56.484 | 202.044 |
| 25 | 4985.301 | 60.782 | 209.931 |

EK – 9. (Devam) 2006 yılı için DEAP 2.1 paket program sonuçları

FIRM BY FIRM RESULTS:

Results for firm: 1
Technical efficiency = 0.348
Scale efficiency = 0.929 (drs)
PROJECTION SUMMARY:

| variable | | original value | radial movement | slack movement | projected value |
|---|---|---|---|---|---|
| output | 1 | 524.000 | 982.455 | 0.000 | 1506.455 |
| output | 2 | 9.000 | 16.874 | 0.000 | 25.874 |
| input | 1 | 7116.940 | 0.000 | -3170.327 | 3946.613 |
| input | 2 | 61.510 | 0.000 | 0.000 | 61.510 |
| input | 3 | 321.420 | 0.000 | -45.574 | 275.846 |

LISTING OF PEERS:

| peer | lambda weight |
|---|---|
| 7 | 0.197 |
| 13 | 0.331 |
| 9 | 0.472 |

Results for firm: 2
Technical efficiency = 0.824
Scale efficiency = 0.691 (drs)
PROJECTION SUMMARY:

| variable | | original value | radial movement | slack movement | projected value |
|---|---|---|---|---|---|
| output | 1 | 1805.000 | 384.236 | 0.000 | 2189.236 |
| output | 2 | 26.000 | 5.535 | 0.000 | 31.535 |
| input | 1 | 9565.460 | 0.000 | -5569.780 | 3995.680 |
| input | 2 | 215.130 | 0.000 | -130.096 | 85.034 |
| input | 3 | 368.110 | 0.000 | -113.668 | 254.442 |

LISTING OF PEERS:

| peer | lambda weight |
|---|---|
| 13 | 0.550 |
| 7 | 0.450 |

EK – 9. (Devam) 2006 yılı için DEAP 2.1 paket program sonuçları

Results for firm: 3
Technical efficiency = 0.476
Scale efficiency = 0.940 (drs)
PROJECTION SUMMARY:

| variable | | original value | radial movement | slack movement | projected value |
|---|---|---|---|---|---|
| output | 1 | 567.000 | 624.730 | 0.000 | 1191.730 |
| output | 2 | 8.000 | 8.815 | 0.000 | 16.815 |
| input | 1 | 1824.920 | 0.000 | 0.000 | 1824.920 |
| input | 2 | 32.530 | 0.000 | 0.000 | 32.530 |
| input | 3 | 445.600 | 0.000 | -19.612 | 425.988 |

LISTING OF PEERS:

| peer | lambda weight |
|---|---|
| 22 | 0.784 |
| 9 | 0.146 |
| 13 | 0.028 |
| 17 | 0.043 |

Results for firm: 4
Technical efficiency = 1.000
Scale efficiency = 0.749 (irs)
PROJECTION SUMMARY:

| variable | | original value | radial movement | slack movement | projected value |
|---|---|---|---|---|---|
| output | 1 | 191.000 | 0.000 | 0.000 | 191.000 |
| output | 2 | 4.000 | 0.000 | 0.000 | 4.000 |
| input | 1 | 1016.720 | 0.000 | 0.000 | 1016.720 |
| input | 2 | 8.470 | 0.000 | 0.000 | 8.470 |
| input | 3 | 658.160 | 0.000 | 0.000 | 658.160 |

LISTING OF PEERS:

| peer | lambda weight |
|---|---|
| 4 | 1.000 |

EK – 9. (Devam) 2006 yılı için DEAP 2.1 paket program sonuçları

Results for firm: 5
Technical efficiency = 0.673
Scale efficiency = 0.784 (drs)
PROJECTION SUMMARY:

| variable value | original movement | radial movement | slack value | projected |
|---|---|---|---|---|
| output 1 | 675.000 | 328.362 | 0.000 | 1003.362 |
| output 2 | 15.000 | 7.297 | 0.000 | 22.297 |
| input 1 | 3270.530 | 0.000 | 0.000 | 3270.530 |
| input 2 | 46.490 | 0.000 | 0.000 | 46.490 |
| input 3 | 447.470 | 0.000 | -118.586 | 328.884 |

LISTING OF PEERS:

| peer | lambda weight |
|---|---|
| 22 | 0.197 |
| 17 | 0.010 |
| 9 | 0.607 |
| 13 | 0.186 |

Results for firm: 6
Technical efficiency = 0.834
Scale efficiency = 0.793 (drs)
PROJECTION SUMMARY:

| variable value | original movement | radial movement | slack value | projected |
|---|---|---|---|---|
| output 1 | 3466.000 | 692.000 | 0.000 | 4158.000 |
| output 2 | 7.000 | 1.398 | 0.602 | 9.000 |
| input 1 | 7804.050 | 0.000 | -1653.250 | 6150.800 |
| input 2 | 92.670 | 0.000 | -60.450 | 32.220 |
| input 3 | 198.620 | 0.000 | -41.110 | 157.510 |

LISTING OF PEERS:

| peer | lambda weight |
|---|---|
| 7 | 1.000 |

Results for firm: 7
Technical efficiency = 1.000
Scale efficiency = 1.000 (crs)
PROJECTION SUMMARY:

| variable value | original movement | radial movement | slack value | projected |
|---|---|---|---|---|
| output 1 | 4158.000 | 0.000 | 0.000 | 4158.000 |
| output 2 | 9.000 | 0.000 | 0.000 | 9.000 |
| input 1 | 6150.800 | 0.000 | 0.000 | 6150.800 |
| input 2 | 32.220 | 0.000 | 0.000 | 32.220 |
| input 3 | 157.510 | 0.000 | 0.000 | 157.510 |

LISTING OF PEERS:

| peer | lambda weight |
|---|---|
| 7 | 1.000 |

EK –9. (Devam) 2006 yılı için DEAP 2.1 paket program sonuçları

Results for firm: 8
Technical efficiency = 0.513
Scale efficiency = 0.929 (drs)
PROJECTION SUMMARY:

| variable | | original value | radial movement | slack movement | projected value |
|---|---|---|---|---|---|
| output | 1 | 1088.000 | 1033.342 | 0.000 | 2121.342 |
| output | 2 | 13.000 | 12.347 | 0.000 | 25.347 |
| input | 1 | 7658.660 | 0.000 | -3376.361 | 4282.299 |
| input | 2 | 65.230 | 0.000 | 0.000 | 65.230 |
| input | 3 | 304.060 | 0.000 | -52.587 | 251.473 |

LISTING OF PEERS:

| peer | lambda weight |
|---|---|
| 13 | 0.357 |
| 7 | 0.399 |
| 9 | 0.244 |

Results for firm: 9
Technical efficiency = 1.000
Scale efficiency = 0.995 (drs)
PROJECTION SUMMARY:

| variable | | original value | radial movement | slack movement | projected value |
|---|---|---|---|---|---|
| output | 1 | 1054.000 | 0.000 | 0.000 | 1054.000 |
| output | 2 | 16.000 | 0.000 | 0.000 | 16.000 |
| input | 1 | 4231.420 | 0.000 | 0.000 | 4231.420 |
| input | 2 | 26.910 | 0.000 | 0.000 | 26.910 |
| input | 3 | 284.480 | 0.000 | 0.000 | 284.480 |

LISTING OF PEERS:

| peer | lambda weight |
|---|---|
| 9 | 1.000 |

Results for firm: 10
Technical efficiency = 1.000
Scale efficiency = 0.896 (irs)
PROJECTION SUMMARY:

| variable | | original value | radial movement | slack movement | projected value |
|---|---|---|---|---|---|
| output | 1 | 1051.000 | 0.000 | 0.000 | 1051.000 |
| output | 2 | 7.000 | 0.000 | 0.000 | 7.000 |
| input | 1 | 4382.260 | 0.000 | 0.000 | 4382.260 |
| input | 2 | 16.250 | 0.000 | 0.000 | 16.250 |
| input | 3 | 223.610 | 0.000 | 0.000 | 223.610 |

LISTING OF PEERS:

| peer | lambda weight |
|---|---|
| 10 | 1.000 |

EK – 9. (Devam) 2006 yılı için DEAP 2.1 paket program sonuçları

Results for firm: 11
Technical efficiency = 0.298
Scale efficiency = 0.800 (drs)
PROJECTION SUMMARY:

| variable value | | original movement | radial movement | slack value | projected |
|---|---|---|---|---|---|
| output | 1 | 336.000 | 792.776 | 0.000 | 1128.776 |
| output | 2 | 13.000 | 30.673 | 0.000 | 43.673 |
| input | 1 | 4687.010 | 0.000 | -1852.171 | 2834.839 |
| input | 2 | 121.360 | 0.000 | -7.879 | 113.481 |
| input | 3 | 548.510 | 0.000 | -241.856 | 306.654 |

LISTING OF PEERS:

| peer | lambda weight |
|---|---|
| 13 | 0.846 |
| 7 | 0.154 |

Results for firm: 12
Technical efficiency = 0.725
Scale efficiency = 0.908 (drs)
PROJECTION SUMMARY:

| variable value | | original movement | radial movement | slack value | projected |
|---|---|---|---|---|---|
| output | 1 | 435.000 | 165.147 | 94.838 | 694.985 |
| output | 2 | 29.000 | 11.010 | 0.000 | 40.010 |
| input | 1 | 2732.120 | 0.000 | 0.000 | 2732.120 |
| input | 2 | 98.540 | 0.000 | 0.000 | 98.540 |
| input | 3 | 419.410 | 0.000 | -101.867 | 317.543 |

LISTING OF PEERS:

| peer | lambda weight |
|---|---|
| 9 | 0.266 |
| 13 | 0.708 |
| 17 | 0.026 |

Results for firm: 13
Technical efficiency = 1.000
Scale efficiency = 1.000 (crs)
PROJECTION SUMMARY:

| variable value | | original movement | radial movement | slack value | projected |
|---|---|---|---|---|---|
| output | 1 | 576.000 | 0.000 | 0.000 | 576.000 |
| output | 2 | 50.000 | 0.000 | 0.000 | 50.000 |
| input | 1 | 2229.740 | 0.000 | 0.000 | 2229.740 |
| input | 2 | 128.310 | 0.000 | 0.000 | 128.310 |
| input | 3 | 333.870 | 0.000 | 0.000 | 333.870 |

LISTING OF PEERS:

| peer | lambda weight |
|---|---|
| 13 | 1.000 |

EK – 9. (Devam) 2006 yılı için DEAP 2.1 paket program sonuçları

Results for firm: 14
Technical efficiency = 0.797
Scale efficiency = 0.776 (irs)
PROJECTION SUMMARY:

| variable | | original value | radial movement | slack movement | projected value |
|---|---|---|---|---|---|
| output | 1 | 762.000 | 194.045 | 2015.199 | 2971.244 |
| output | 2 | 18.000 | 4.584 | 0.000 | 22.584 |
| input | 1 | 7448.630 | 0.000 | -2596.920 | 4851.710 |
| input | 2 | 83.850 | 0.000 | -19.794 | 64.056 |
| input | 3 | 215.940 | 0.000 | 0.000 | 215.940 |

LISTING OF PEERS:

| peer | lambda weight |
|---|---|
| 13 | 0.331 |
| 7 | 0.669 |

Results for firm: 15
Technical efficiency = 1.000
Scale efficiency = 1.000 (crs)
PROJECTION SUMMARY:

| variable | | original value | radial movement | slack movement | projected value |
|---|---|---|---|---|---|
| output | 1 | 1214.000 | 0.000 | 0.000 | 1214.000 |
| output | 2 | 31.000 | 0.000 | 0.000 | 31.000 |
| input | 1 | 3378.100 | 0.000 | 0.000 | 3378.100 |
| input | 2 | 77.300 | 0.000 | 0.000 | 77.300 |
| input | 3 | 259.890 | 0.000 | 0.000 | 259.890 |

LISTING OF PEERS:

| peer | lambda weight |
|---|---|
| 15 | 1.000 |

Results for firm: 16
Technical efficiency = 0.452
Scale efficiency = 0.801 (drs)
PROJECTION SUMMARY:

| variable | | original value | radial movement | slack movement | projected value |
|---|---|---|---|---|---|
| output | 1 | 664.000 | 803.867 | 0.000 | 1467.867 |
| output | 2 | 18.000 | 21.792 | 0.000 | 39.792 |
| input | 1 | 3764.090 | 0.000 | -558.062 | 3206.028 |
| input | 2 | 196.900 | 0.000 | -92.515 | 104.385 |
| input | 3 | 453.640 | 0.000 | -163.681 | 289.959 |

LISTING OF PEERS:

| peer | lambda weight |
|---|---|
| 13 | 0.751 |
| 7 | 0.249 |

EK – 9. (Devam) 2006 yılı için DEAP 2.1 paket program sonuçları

Results for firm: 17
Technical efficiency = 1.000
Scale efficiency = 1.000 (crs)
PROJECTION SUMMARY:

| variable | | original value | radial movement | slack movement | projected value |
|---|---|---|---|---|---|
| output | 1 | 263.000 | 0.000 | 0.000 | 263.000 |
| output | 2 | 13.000 | 0.000 | 0.000 | 13.000 |
| input | 1 | 1078.860 | 0.000 | 0.000 | 1078.860 |
| input | 2 | 18.910 | 0.000 | 0.000 | 18.910 |
| input | 3 | 209.690 | 0.000 | 0.000 | 209.690 |

LISTING OF PEERS:

| peer | lambda weight |
|---|---|
| 17 | 1.000 |

Results for firm: 18
Technical efficiency = 0.565
Scale efficiency = 0.928 (drs)
PROJECTION SUMMARY:

| variable | | original value | radial movement | slack movement | projected value |
|---|---|---|---|---|---|
| output | 1 | 478.000 | 367.917 | 0.000 | 845.917 |
| output | 2 | 9.000 | 6.927 | 0.000 | 15.927 |
| input | 1 | 2134.960 | 0.000 | 0.000 | 2134.960 |
| input | 2 | 29.550 | 0.000 | 0.000 | 29.550 |
| input | 3 | 266.260 | 0.000 | 0.000 | 266.260 |

LISTING OF PEERS:

| peer | lambda weight |
|---|---|
| 7 | 0.067 |
| 22 | 0.149 |
| 9 | 0.191 |
| 13 | 0.059 |
| 17 | 0.534 |

EK – 9. (Devam) 2006 yılı için DEAP 2.1 paket program sonuçları

Results for firm: 19
Technical efficiency = 0.393
Scale efficiency = 0.996 (drs)
PROJECTION SUMMARY:

| variable value | original movement | radial movement | slack value | projected |
|---|---|---|---|---|
| output 1 | 430.000 | 665.127 | 0.000 | 1095.127 |
| output 2 | 6.000 | 9.281 | 0.000 | 15.281 |
| input 1 | 4494.380 | 0.000 | -586.287 | 3908.093 |
| input 2 | 26.110 | 0.000 | 0.000 | 26.110 |
| input 3 | 390.820 | 0.000 | -122.052 | 268.768 |

LISTING OF PEERS:

| peer | lambda weight |
|---|---|
| 7 | 0.047 |
| 9 | 0.822 |
| 17 | 0.131 |

Results for firm: 20
Technical efficiency = 0.594
Scale efficiency = 0.842 (irs)
PROJECTION SUMMARY:

| variable value | original movement | radial movement | slack value | projected |
|---|---|---|---|---|
| output 1 | 1318.000 | 899.874 | 1256.264 | 3474.138 |
| output 2 | 10.000 | 6.828 | 0.000 | 16.828 |
| input 1 | 13441.500 | 0.000 | -8039.294 | 5402.206 |
| input 2 | 94.190 | 0.000 | -43.625 | 50.565 |
| input 3 | 191.180 | 0.000 | 0.000 | 191.180 |

LISTING OF PEERS:

| peer | lambda weight |
|---|---|
| 13 | 0.191 |
| 7 | 0.809 |

EK – 9. (Devam) 2006 yılı için DEAP 2.1 paket program sonuçları

Results for firm: 21
Technical efficiency = 0.552
Scale efficiency = 0.994 (drs)
PROJECTION SUMMARY:

| variable value | original movement | radial movement | slack value | projected |
|---|---|---|---|---|
| output 1 | 1496.000 | 1215.756 | 0.000 | 2711.756 |
| output 2 | 11.000 | 8.939 | 0.000 | 19.939 |
| input 1 | 4463.560 | 0.000 | 0.000 | 4463.560 |
| input 2 | 54.440 | 0.000 | 0.000 | 54.440 |
| input 3 | 221.730 | 0.000 | 0.000 | 221.730 |

LISTING OF PEERS:

| peer | lambda weight |
|---|---|
| 13 | 0.246 |
| 7 | 0.593 |
| 9 | 0.026 |
| 22 | 0.041 |
| 17 | 0.095 |

Results for firm: 22
Technical efficiency = 1.000
Scale efficiency = 1.000 (crs)
PROJECTION SUMMARY:

| variable value | original movement | radial movement | slack value | projected |
|---|---|---|---|---|
| output 1 | 1290.000 | 0.000 | 0.000 | 1290.000 |
| output 2 | 16.000 | 0.000 | 0.000 | 16.000 |
| input 1 | 1403.920 | 0.000 | 0.000 | 1403.920 |
| input 2 | 30.930 | 0.000 | 0.000 | 30.930 |
| input 3 | 467.410 | 0.000 | 0.000 | 467.410 |

LISTING OF PEERS:

| peer | lambda weight |
|---|---|
| 22 | 1.000 |

Results for firm: 23
Technical efficiency = 0.800
Scale efficiency = 0.758 (drs)
PROJECTION SUMMARY:

| variable value | original movement | radial movement | slack value | projected |
|---|---|---|---|---|
| output 1 | 2646.000 | 660.619 | 0.000 | 3306.619 |
| output 2 | 15.000 | 3.745 | 0.000 | 18.745 |
| input 1 | 10101.770 | 0.000 | -4882.940 | 5218.830 |
| input 2 | 188.680 | 0.000 | -133.621 | 55.059 |
| input 3 | 263.140 | 0.000 | -63.712 | 199.428 |

LISTING OF PEERS:

| peer | lambda weight |
|---|---|
| 13 | 0.238 |
| 7 | 0.762 |

EK – 9. (Devam) 2006 yılı için DEAP 2.1 paket program sonuçları

Results for firm: 24
Technical efficiency = 0.465
Scale efficiency = 0.680 (drs)
PROJECTION SUMMARY:

| variable | | original value | radial movement | slack movement | projected value |
|---|---|---|---|---|---|
| output | 1 | 1513.000 | 1740.485 | 0.000 | 3253.485 |
| output | 2 | 9.000 | 10.353 | 0.000 | 19.353 |
| input | 1 | 7083.200 | 0.000 | -1922.533 | 5160.667 |
| input | 2 | 92.030 | 0.000 | -35.546 | 56.484 |
| input | 3 | 488.450 | 0.000 | -286.406 | 202.044 |

LISTING OF PEERS:

| peer | lambda weight |
|---|---|
| 13 | 0.253 |
| 7 | 0.747 |

Results for firm: 25
Technical efficiency = 0.425
Scale efficiency = 0.794 (drs)
PROJECTION SUMMARY:

| variable | | original value | radial movement | slack movement | projected value |
|---|---|---|---|---|---|
| output | 1 | 1314.000 | 1779.283 | 0.000 | 3093.283 |
| output | 2 | 9.000 | 12.187 | 0.000 | 21.187 |
| input | 1 | 8193.570 | 0.000 | -3208.269 | 4985.301 |
| input | 2 | 69.930 | 0.000 | -9.148 | 60.782 |
| input | 3 | 317.260 | 0.000 | -107.329 | 209.931 |

LISTING OF PEERS:

| peer | lambda weight |
|---|---|
| 13 | 0.297 |
| 7 | 0.703 |

EK – 10. 2004-2006 yılı için DEAP 2.1 paket program sonuçları

Results from DEAP Version 2.1

Instruction file = $$TEMP$$.INS
Data file = $$TEMP$$.DTA

Output orientated Malmquist DEA

DISTANCES SUMMARY

year = 1

| firm no. | crs te rel to tech in yr t-1 | t | t+1 | vrs te |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 0.000 | 0.318 | 0.323 | 0.355 |
| 2 | 0.000 | 0.288 | 0.325 | 0.308 |
| 3 | 0.000 | 0.280 | 0.327 | 1.000 |
| 4 | 0.000 | 0.540 | 0.496 | 0.640 |
| 5 | 0.000 | 0.632 | 0.621 | 0.777 |
| 6 | 0.000 | 1.000 | 0.983 | 1.000 |
| 7 | 0.000 | 0.469 | 0.475 | 0.511 |
| 8 | 0.000 | 0.839 | 0.780 | 0.863 |
| 9 | 0.000 | 1.000 | 1.471 | 1.000 |
| 10 | 0.000 | 0.262 | 0.276 | 0.310 |
| 11 | 0.000 | 1.000 | 1.223 | 1.000 |
| 12 | 0.000 | 0.684 | 0.797 | 0.839 |
| 13 | 0.000 | 1.000 | 1.166 | 1.000 |
| 14 | 0.000 | 0.366 | 0.404 | 0.434 |
| 15 | 0.000 | 1.000 | 0.914 | 1.000 |
| 16 | 0.000 | 0.557 | 0.527 | 0.564 |
| 17 | 0.000 | 0.270 | 0.334 | 0.299 |
| 18 | 0.000 | 0.439 | 0.461 | 0.492 |
| 19 | 0.000 | 0.520 | 0.509 | 0.524 |
| 20 | 0.000 | 1.000 | 1.683 | 1.000 |
| 21 | 0.000 | 0.580 | 0.589 | 0.833 |
| 22 | 0.000 | 0.348 | 0.352 | 0.486 |
| 23 | 0.000 | 0.418 | 0.414 | 0.488 |
| mean | 0.000 | 0.600 | 0.672 | 0.684 |

EK – 10. (Devam) 2004-2006 yılı için DEAP 2.1 paket program sonuçları

year = 2

| firm no. | crs te rel to tech in yr t-1 | t | t+1 | vrs te |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 0.321 | 0.326 | 0.334 | 0.370 |
| 2 | 0.350 | 0.367 | 0.386 | 0.402 |
| 3 | 0.519 | 0.574 | 0.682 | 1.000 |
| 4 | 0.548 | 0.501 | 0.526 | 0.663 |
| 5 | 0.762 | 0.722 | 0.722 | 0.892 |
| 6 | 1.138 | 1.000 | 1.062 | 1.000 |
| 7 | 0.465 | 0.468 | 0.474 | 0.518 |
| 8 | 0.973 | 0.918 | 0.965 | 1.000 |
| 9 | 0.719 | 0.821 | 0.895 | 1.000 |
| 10 | 0.258 | 0.261 | 0.284 | 0.361 |
| 11 | 0.885 | 1.000 | 1.151 | 1.000 |
| 12 | 0.622 | 0.712 | 0.815 | 0.861 |
| 13 | 0.962 | 1.000 | 1.144 | 1.000 |
| 14 | 0.347 | 0.382 | 0.414 | 0.436 |
| 15 | 1.210 | 1.000 | 1.242 | 1.000 |
| 16 | 0.553 | 0.508 | 0.536 | 0.549 |
| 17 | 0.350 | 0.404 | 0.473 | 0.432 |
| 18 | 0.465 | 0.493 | 0.546 | 0.563 |
| 19 | 0.606 | 0.584 | 0.591 | 0.594 |
| 20 | 0.916 | 1.000 | 1.431 | 1.000 |
| 21 | 0.541 | 0.548 | 0.597 | 0.792 |
| 22 | 0.313 | 0.315 | 0.317 | 0.452 |
| 23 | 0.346 | 0.332 | 0.338 | 0.435 |
| mean | 0.616 | 0.619 | 0.692 | 0.710 |

EK – 10. (Devam) 2004-2006 yılı için DEAP 2.1 paket program sonuçları

year = 3

| firm no. | crs te rel to tech in yr t-1 | t | t+1 | vrs te |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 0.317 | 0.323 | 0.000 | 0.354 |
| 2 | 0.413 | 0.435 | 0.000 | 0.454 |
| 3 | 0.624 | 0.749 | 0.000 | 1.000 |
| 4 | 0.502 | 0.530 | 0.000 | 0.691 |
| 5 | 0.678 | 0.661 | 0.000 | 0.834 |
| 6 | 1.054 | 1.000 | 0.000 | 1.000 |
| 7 | 0.469 | 0.476 | 0.000 | 0.527 |
| 8 | 0.899 | 0.995 | 0.000 | 1.000 |
| 9 | 0.820 | 0.896 | 0.000 | 1.000 |
| 10 | 0.250 | 0.273 | 0.000 | 0.419 |
| 11 | 0.848 | 0.961 | 0.000 | 1.000 |
| 12 | 0.621 | 0.705 | 0.000 | 0.835 |
| 13 | 1.002 | 1.000 | 0.000 | 1.000 |
| 14 | 0.439 | 0.479 | 0.000 | 0.581 |
| 15 | 0.954 | 1.000 | 0.000 | 1.000 |
| 16 | 0.498 | 0.529 | 0.000 | 0.567 |
| 17 | 0.335 | 0.391 | 0.000 | 0.393 |
| 18 | 0.491 | 0.543 | 0.000 | 0.616 |
| 19 | 0.573 | 0.581 | 0.000 | 0.583 |
| 20 | 0.951 | 1.000 | 0.000 | 1.000 |
| 21 | 0.590 | 0.647 | 0.000 | 0.868 |
| 22 | 0.325 | 0.328 | 0.000 | 0.507 |
| 23 | 0.332 | 0.337 | 0.000 | 0.470 |
| mean | 0.608 | 0.645 | 0.000 | 0.726 |

[Note that t-1 in year 1 and t+1 in the final year are not defined]

EK – 10. (Devam) 2004-2006 yılı için DEAP 2.1 paket program sonuçları

MALMQUIST INDEX SUMMARY

year = 2

| firm | effch | techch | pech | sech | tfpch |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1.028 | 0.983 | 1.043 | 0.985 | 1.010 |
| 2 | 1.274 | 0.919 | 1.305 | 0.977 | 1.171 |
| 3 | 2.047 | 0.881 | 1.000 | 2.047 | 1.804 |
| 4 | 0.927 | 1.091 | 1.037 | 0.894 | 1.012 |
| 5 | 1.143 | 1.036 | 1.148 | 0.996 | 1.185 |
| 6 | 1.000 | 1.076 | 1.000 | 1.000 | 1.076 |
| 7 | 0.996 | 0.991 | 1.014 | 0.982 | 0.987 |
| 8 | 1.094 | 1.068 | 1.159 | 0.944 | 1.168 |
| 9 | 0.821 | 0.772 | 1.000 | 0.821 | 0.633 |
| 10 | 0.996 | 0.970 | 1.167 | 0.853 | 0.966 |
| 11 | 1.000 | 0.851 | 1.000 | 1.000 | 0.851 |
| 12 | 1.041 | 0.866 | 1.026 | 1.015 | 0.902 |
| 13 | 1.000 | 0.909 | 1.000 | 1.000 | 0.909 |
| 14 | 1.044 | 0.908 | 1.005 | 1.039 | 0.948 |
| 15 | 1.000 | 1.151 | 1.000 | 1.000 | 1.151 |
| 16 | 0.912 | 1.073 | 0.973 | 0.937 | 0.979 |
| 17 | 1.494 | 0.838 | 1.444 | 1.034 | 1.251 |
| 18 | 1.122 | 0.948 | 1.143 | 0.982 | 1.064 |
| 19 | 1.124 | 1.030 | 1.133 | 0.992 | 1.157 |
| 20 | 1.000 | 0.738 | 1.000 | 1.000 | 0.738 |
| 21 | 0.946 | 0.985 | 0.951 | 0.994 | 0.932 |
| 22 | 0.905 | 0.990 | 0.930 | 0.973 | 0.896 |
| 23 | 0.794 | 1.025 | 0.892 | 0.891 | 0.814 |
| mean | 1.052 | 0.955 | 1.053 | 0.999 | 1.005 |

EK – 10. (Devam) 2004-2006 yılı için DEAP 2.1 paket program sonuçları

year = 3

| firm | effch | techch | pech | sech | tfpch |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0.990 | 0.979 | 0.956 | 1.035 | 0.969 |
| 2 | 1.185 | 0.951 | 1.132 | 1.047 | 1.127 |
| 3 | 1.305 | 0.837 | 1.000 | 1.305 | 1.093 |
| 4 | 1.059 | 0.949 | 1.042 | 1.016 | 1.005 |
| 5 | 0.915 | 1.013 | 0.935 | 0.979 | 0.927 |
| 6 | 1.000 | 0.996 | 1.000 | 1.000 | 0.996 |
| 7 | 1.019 | 0.985 | 1.018 | 1.001 | 1.004 |
| 8 | 1.084 | 0.927 | 1.000 | 1.084 | 1.005 |
| 9 | 1.091 | 0.916 | 1.000 | 1.091 | 1.000 |
| 10 | 1.047 | 0.916 | 1.161 | 0.902 | 0.959 |
| 11 | 0.961 | 0.876 | 1.000 | 0.961 | 0.841 |
| 12 | 0.989 | 0.878 | 0.970 | 1.019 | 0.868 |
| 13 | 1.000 | 0.936 | 1.000 | 1.000 | 0.936 |
| 14 | 1.253 | 0.920 | 1.332 | 0.941 | 1.153 |
| 15 | 1.000 | 0.876 | 1.000 | 1.000 | 0.876 |
| 16 | 1.040 | 0.945 | 1.032 | 1.008 | 0.983 |
| 17 | 0.969 | 0.855 | 0.910 | 1.065 | 0.829 |
| 18 | 1.102 | 0.904 | 1.094 | 1.007 | 0.996 |
| 19 | 0.995 | 0.987 | 0.982 | 1.013 | 0.982 |
| 20 | 1.000 | 0.815 | 1.000 | 1.000 | 0.815 |
| 21 | 1.179 | 0.915 | 1.095 | 1.076 | 1.079 |
| 22 | 1.043 | 0.991 | 1.120 | 0.931 | 1.034 |
| 23 | 1.016 | 0.983 | 1.079 | 0.942 | 0.999 |
| mean | 1.050 | 0.927 | 1.034 | 1.016 | 0.973 |

MALMQUIST INDEX SUMMARY OF ANNUAL MEANS

| year | effch | techch | pech | sech | tfpch |
|---|---|---|---|---|---|
| 2 | 1.052 | 0.955 | 1.053 | 0.999 | 1.005 |
| 3 | 1.050 | 0.927 | 1.034 | 1.016 | 0.973 |
| mean | 1.051 | 0.941 | 1.043 | 1.007 | 0.989 |

EK – 10. (Devam) 2004-2006 yılı için DEAP 2.1 paket program sonuçları

MALMQUIST INDEX SUMMARY OF FIRM MEANS

| firm | effch | techch | pech | sech | tfpch |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1.009 | 0.981 | 0.999 | 1.010 | 0.989 |
| 2 | 1.229 | 0.935 | 1.215 | 1.011 | 1.149 |
| 3 | 1.634 | 0.859 | 1.000 | 1.634 | 1.404 |
| 4 | 0.991 | 1.017 | 1.039 | 0.953 | 1.008 |
| 5 | 1.023 | 1.024 | 1.036 | 0.988 | 1.048 |
| 6 | 1.000 | 1.035 | 1.000 | 1.000 | 1.035 |
| 7 | 1.007 | 0.988 | 1.016 | 0.991 | 0.995 |
| 8 | 1.089 | 0.995 | 1.077 | 1.012 | 1.084 |
| 9 | 0.946 | 0.841 | 1.000 | 0.946 | 0.796 |
| 10 | 1.021 | 0.943 | 1.164 | 0.877 | 0.963 |
| 11 | 0.980 | 0.863 | 1.000 | 0.980 | 0.846 |
| 12 | 1.015 | 0.872 | 0.998 | 1.017 | 0.885 |
| 13 | 1.000 | 0.922 | 1.000 | 1.000 | 0.922 |
| 14 | 1.144 | 0.914 | 1.157 | 0.988 | 1.045 |
| 15 | 1.000 | 1.004 | 1.000 | 1.000 | 1.004 |
| 16 | 0.974 | 1.007 | 1.002 | 0.972 | 0.981 |
| 17 | 1.203 | 0.846 | 1.146 | 1.050 | 1.018 |
| 18 | 1.112 | 0.925 | 1.119 | 0.994 | 1.029 |
| 19 | 1.057 | 1.008 | 1.055 | 1.002 | 1.066 |
| 20 | 1.000 | 0.775 | 1.000 | 1.000 | 0.775 |
| 21 | 1.056 | 0.950 | 1.021 | 1.035 | 1.003 |
| 22 | 0.972 | 0.991 | 1.021 | 0.952 | 0.963 |
| 23 | 0.898 | 1.004 | 0.981 | 0.916 | 0.902 |
| mean | 1.051 | 0.941 | 1.043 | 1.007 | 0.989 |

[Note that all Malmquist index averages are geometric means]

# ÖZGEÇMİŞ

**Kişisel Bilgiler**


| | |
|---|---|
| Soyadı, adı | : Esra KARAKIŞ |
| Uyruğu | : T.C. |
| Doğum tarihi ve yeri | : 23.01.1985 |
| Medeni hali | : Bekar |
| Telefon | : 0 (533) 4126600 |
| Faks | : - |
| e-mail | : karakisresra@gmail.com |


**Eğitim**

| **Derece** | **Eğitim Birimi** | **Mezuniyet tarihi** |
|---|---|---|
| Lisans | Gazi Üniversitesi/ İstatistik Bölümü | 2008 |
| Lisans (Çift Anadal) | Gazi Üniversitesi/ Ekonometri Bölümü | 2008 |
| Lise | Kılıçarslan Lisesi (Y.D.A) | 2003 |

**Yabancı Dil**

İngilizce

**Hobiler**

Araştırma yapmak, Bilgisayar teknolojileri, Kitap okumak