

FAKTÖR ANALİZİ VE VERİ ZARFLAMA ANALİZİ İLE AVRUPA BİRLİĞİ'NE ÜYE VE SEÇİLMİŞ BAZI ÜLKELERİN KARŞILAŞTIRMALI ANALİZİ

Ünal H. ÖZDEN*

ÖZET

Çalışmada, Avrupa Birliği'ne (AB) üye ve seçilmiş bazı ülkelerin gelişmişlik düzeylerinin faktör analizi ve veri zarflama analizi (VZA) ile belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaca yönelik olarak analizde 2008 yılı makro ekonomik göstergeleri kullanılmıştır. Veri zarflama analizi homojen birimlerin performans göstergelerinden birisi olan etkinliklerin ölçülmesinde kullanılan bir yöntemdir. Analizde VZA ile elde edilen etkinlik skorları ülkelerin gelişmişlik düzeyleri olarak kabul edilmiş ve bu ülkeler sıralanmıştır. VZA' da değişken sayısının çok olması etkin ve etkin olmayan ülkelerin ayrıştırma gücünü azaltmaktadır. Bu nedenle, faktör analizinde kullanılan değişkenlerin tamamı kullanılamamıştır. Diğer taraftan bu çalışmada, Faktör analizi ile ülkelerin faktör skorlarına göre sıralaması yapılmış ve VZA ile yapılan sıralama ile karşılaştırılarak elde edilen farklılıklar belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: AB ülkeleri, Veri zarflama Analizi, Faktör Analizi.

EUROPEAN UNION CANDIDATE COUNTRY AND SOME COUNTRIES COMPARATIVE ANALYSIS WITH FACTOR ANALYSIS AND DATA ENVELOPMENT ANALYSIS

ABSTRACT

In this conducted study, socio-economical developmental index of European Union Candidate country and some selected countries is calculated with factor analysis and data envelopment analysis (DEA). For calculating this index 2008 year macro economical indicators are used. Data envelopment analysis is an approach of measuring efficiency of homogeneous units. In the analysis, the efficiency scores which are calculated with DEA are accepted development index of countries. DEA's decomposition power of efficient and nonefficient countries are decreased if the variable number is too much. For this reason all the variables in factor analysis couldn't use in the analysis. On the other hand, countries are ranked

* Doç. Dr. İstanbul Ticaret Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi İstatistik Bölümü.

with factor analysis according to factor loadings and compared with DEA ranking and are determined dissimilarities.

Key Words: *European Union Countries, Data Envelopment Analysis, Factor Analysis.*

Giriş

Bu çalışmanın amacı AB ülkeleri ve seçilmiş bazı ülkelerin performanslarını faktör analizi ve veri zarflama analizi ile ölçmek ve performanslarına göre bu ülkeleri sıralamaktır.

Araştırma iki aşamadan oluşmaktadır. Birinci aşamada, temel ekonomik göstergeler kullanılarak faktör analizi (FA) yapılmış ve faktör analizi sonucunda faktör skorlarına göre ülkeler sıralanmıştır. Faktör analizinde kullanılan temel ekonomik göstergeler, İstanbul Sanayi Odası'nın 2008 yılında yayınlamış olduğu bir araştırmada kullandığı Avrupa Birliği göstergeleridir. Bu göstergeler; Nüfus (Bin Kişi), Nüfus Artış Hızı (%), Satınalma Gücü Paritesine Göre Kişi Başına Düşen GYİH (AB-27=100), GSYİH Reel Artışı (%) (2000 Yılı Piyasa Fiyatlarıyla), Özel Nihai Tüketim Harcamaları / GSYİH (%), Gayri Safi Sabit Sermaye Oluşumu / GSYİH (%), Tüketici Fiyatları Endeksi Yıllık Ortalama Artışı (%), Mal ve Hizmet İhracatı / GSYİH (%), Mal ve Hizmet İthalatı / GSYİH (%), Sosyal Güvenlik Gelirleri Hariç Vergi Yüğü (Vergi Gelirleri / GSYİH) (%), Sosyal Güvenlik Gelirleri (Gerçek) Dahil Vergi Yüğü (Vergi Gelirleri / GSYİH) (%), Toplam Kamu Gelirleri / GSYİH) (%), Toplam Kamu Giderleri / GSYİH) (%), Cari İşlemler Dengesi / GSYİH) (%), Genel Yönetim Nominal Borç Stoku / GSYİH) (%), Kamu Kesimi Genel Dengesi / GSYİH) (%), İşsizlik Oranı (%) olarak belirlenmiştir.

Çalışmanın ikinci aşamasında ise, veri zarflama analizi ile ülkeler sıralanmıştır. VZA ile yapılan sıralamada FA'da kullanılan değişkenlerin tamamı kullanılamamıştır. Çünkü VZA' da kullanılabilir değişken sayısı, karar verme birimlerinin (KVB) sayısı ile ilişkilidir. Literatürde, karar verme birimlerinin sayısının (n), girdi(m) ve çıktı (s) değişkenleri sayısının en az üç katı olması ' $n \geq 3(m+s)$ ' önerilmektedir¹. Diğer taraftan VZA' da çok sayıda girdi ve çıktı değişkeninin olması, VZA' nın etkinliğe ilişkin ayırım gücünü azaltmakta ve bazı karar birimlerini etkin olmadıkları halde etkin olarak

¹ M. Vassiloglou, D. Giokas, A Study of The Relative Efficiency of Bank Branches: An Application of Data Envelopment Analysis. *Journal of Operational Research Society*. 41, 7, 591-597, (1990).

gösterebilmektedir. Literatürde bu sorunları gidermek amacıyla özellikle Zhu'nun çalışmalarında temel bileşenlerden yararlanılmış ve ayırım gücü artırılmıştır. Premachandra tarafından yayınlanan çalışmada ise, bu durumun sadece belirli veri setlerine uyarlanabileceği sunulmuştur². Bu çalışmada da temel bileşenler analizi yerine faktör analizi ile yapılan sıralamanın VZA ile yapılan sıralama ile benzerliklerini karşılaştırmak amaçlanmıştır. Ancak bu amaç için, faktör analizinde kullanılan değişkenler ile VZA' da kullanılan değişkenlerin aynı olması gerekmektedir. Bu durum karar verme birimlerinin sayısından dolayı mümkün olmamaktadır. Bu sorunu ortadan kaldırmak için faktör analizinde oluşmuş faktörler VZA' inde kullanılmıştır. Bu aşamada VZA' da kullanılacak girdi ve çıktı değişkenlerinin belirlenmesi bu değişkenlere ayrı ayrı faktör analizinin uygulanması gerekmektedir. Bu nedenle uzman görüşlerine bağlı kalınarak, Toplam Kamu Giderleri / GSYİH (%), Mal ve Hizmet İthalatı / GSYİH (%) ve Nüfus, girdi değişkenleri olarak, Mal ve Hizmet İhracatı / GSYİH (%), Özel Nihai Tüketim Harcamaları / GSYİH (%) ve Satınalma Gücü Paritesine Göre Kişi Başına Düşen GYİH (AB-27=100) ise çıktı değişkenleri olarak tanımlanmıştır. Çalışmanın ikinci aşamasında öncelikle bu değişkenlerle VZA kullanılarak sıralama yapılmıştır. Daha sonra ise girdi ve çıktı değişkenlerine ayrı ayrı faktör analizi yapılmış ve girdi değişkenleri tek bir faktörde çıktı değişkenleri yine tek bir faktörde toplanmıştır. Bu girdi faktörü girdi değişkeni, çıktı faktörü de çıktı değişkeni olarak kullanılarak VZA uygulanmıştır ve ülkeler etkinliklerine göre sıralanmıştır.

Faktör Analizi Tekniği İle Ülkelerin Sıralanması

Faktör analizi, birbirleriyle ilişkili çok sayıda değişkeni az sayıda, anlamlı ve birbirinden bağımsız faktörler haline getiren ve yaygın olarak kullanılan çok değişkenli tekniklerden biridir³. Faktör analizi boyut indirgeme ve bağımsızlığı yok etme amacı ile kullanımı yanında farklı amaçlarla da kullanılır⁴. Diğer taraftan regresyon ve diskriminant analizi tekniklerinde ilişkili değişkenleri belirlemek, değişkenler arasında

² E. Zeren, Veri Zarflama Analizi Sürecinde Temel Bileşenler Analizinin Ayırım Gücünü Artırıcı Etkisi, *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi*, Cilt: 38, Sayı 1, 66-83, (2009).

³ Ş. Kalaycı, (Ed.). *SPSS Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistik Teknikleri*. Ankara: Asil Yayın Dağıtım, (2006).

⁴ D. Altaş, *Türk Bankacılık Sektörünün İstatistik Tekniklerle Analizi*: İstanbul: Derin Yayınları, (2006).

gözlemlenemeyen gizli boyutları ortaya çıkarmak, değişkenler arasındaki ilişkileri ortaya koymak, bu ilişkileri açıklayan faktörleri belirlemek, en az bilgi kaybıyla çok sayıdaki verinin içerdiği bilgiyi az sayıdaki faktörle özetlemek, diğer istatistiksel analizlere veri hazırlamak, çeşitli istatistiksel modeller için gerekli varsayımların geçerliliğini sağlamak amacıyla da kullanılmaktadır⁵.

Çalışmada, ilk adım veri setinin faktör analizine uygun olup olmadığının belirlenmesidir. Bu amaç için öncelikle korelasyon matrisi incelenmiş ve 0,05 anlam düzeyinde anlamlı korelasyonlar saptanmış, ayrıca KMO ve Bartlett küresellik testi uygulanmıştır. Bu testin sonucunda, KMO uygunluk ölçüsü 0,610 ve Bartlett testi 0,05 anlam düzeyinde anlamlı çıktığından, veri setinin faktör analizine uygun olduğu görülmüştür. İkinci adım olarak, açıklanan toplam varyans elde edilmiştir. Bu değerler Tablo 1’de görülmektedir. Tablo 1’e göre, 5 faktör oluşmuş ve oluşan 5 faktör birlikte, toplam varyansın %78,81’ini açıklamaktadır.

Tablo 1: Açıklanan Toplam Varyans

Faktör (2008)	İlk Özdeğerler			Türetilen Kareli Ağırlıklar Toplamı			Çevrilmiş Kareli Ağırlıklar Toplamı		
	Toplam	Varyans (%)	Kümülatif (%)	Toplam	Varyans (%)	Kümülatif (%)	Toplam	Varyans (%)	Kümülatif (%)
1	6.106	35.916	35.916	5.923	34.842	34.842	3.355	19.734	19.734
2	3.239	19.052	54.968	3.076	18.094	52.936	3.079	18.109	37.844
3	2.274	13.376	68.344	2.021	11.888	64.824	2.823	16.607	54.451
4	1.539	9.050	77.394	1.279	7.525	72.350	2.085	12.264	66.715
5	1.298	7.633	85.027	1.098	6.461	78.811	2.056	12.096	78.811

Açıklanan toplam varyans elde edildikten sonra, faktörler ağırlıklandırılmamış en küçük kareler tekniği ile tahmin edilmiş ve kavramsal anlamlılık sağlamak adına, bütün teknikler ile döndürme gerçekleştirilmiş ve en uygun sonuçlar Tablo 2’de görülen equamax tekniği ile elde edilmiştir⁶.

Çalışmada faktör analizini uygulamanın amacı, ülkelerin ekonomik göstergelere göre bir indeksinin bulunup, sıralama yapılması olduğundan, incelenen değişkenlerin işaretlerinin ve yüklerinin iktisadi olarak anlamlı olması gerekmektedir. Örneğin; “GSYİH Reel Artışı”nın pozitif olması

⁵ H. Tathdil, *Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistiksel Analiz*. Ankara: Akademi Matbaası, (2002).

⁶ M. Turanlı, Finansal Krizin Ülkeler Üzerindeki Etkilerinin İstatistiksel Olarak İncelenmesi, *Trakya Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, Cilt 12 Sayı 1, 218-230, (2010).

ülkenin endeksini pozitif yönde etkileyeceği, aynı zamanda “Genel Yönetim Nominal Borç Stoku / GSYİH (%)” ile aralarında negatif yönlü bir ilişkinin olduğu anlamını taşır. Bütün değişkenler bu amaca yönelik olarak incelenmiş ve en anlamlı sonuçları veren tekniğin equamax tekniği olduğu görülmüştür. Faktör analizinde önemli bir nokta olan döndürülmüş faktör matrisleri içerisindeki değişkenlerin, sadece tek bir faktörle yüksek derecede ilişkili olması da bu teknikle sağlanmıştır.

Tablo 2: Döndürülmüş Faktör Matrisi

Değişkenler	Faktör				
	1	2	3	4	5
Sosyal Güvenlik Gelirleri (Gerçek) Dahil Vergi Yüku (Vergi Gelirleri / GSYİH) (%)	0.870				
Sosyal Güvenlik Gelirleri Hariç Vergi Yüku	0.846				
Toplam Kamu Giderleri / GSYİH (%)	0.735				
Toplam Kamu Gelirleri / GSYİH (%)	0.697				
Kamu Kesimi Genel Dengesi / GSYİH (%)	0.470				
Genel Yönetim Nominal Borç Stoku / GSYİH (%)		-0.771			
Tüketici Fiyatları Endeksi Yıllık Ortalama Artış (%)		0.724			
GSYİH Reel Artışı (%) (2000 Yılı Piyasa Fiyatlarıyla)		0.691			
Cari İşlemler Dengesi / GSYİH (%)		-0.651			
Gayri Safi Sabit Sermaye Oluşumu / GSYİH (%)		0.598			
Mal ve Hizmet İhracatı / GSYİH (%)			0.973		
Mal ve Hizmet İthalatı / GSYİH (%)			0.864		
Özel Nihai Tüketim Harcamaları / GSYİH (%)			-0.673		

Tablo 2: Döndürülmüş Faktör Matrisi (Devam)

Değişkenler	Faktör				
	1	2	3	4	5
Nüfus Artış Hızı (%)				0.835	
Nüfus (Bin Kişi)				0.706	
Satınalma Gücü Paritesine Göre Kişi Başına Düşen GSYİH (AB- 27=100)				0.548	
İşsizlik Oranı (%)					-0.909

Faktör skorlarına göre ülkelerin endekslerinin belirlenebilmesi için, döndürülmüş faktör skorları matrisini kullanarak her ülkenin her faktördeki skorunun hesaplanması gerekir⁷. Hesaplanan bu skorların en önemli özelliği normal dağılım şartını taşımaları ve çoklu doğrusal bağlantı problemi taşıyor olmalarıdır. Elde edilen faktör skorları, her bir ülke için özdeğerleri ile çarpılıp toplanarak her bir ülke için tek skor elde edilmiştir. Bu şekilde elde edilen ağırlıklandırılmış her bir skor, ülkelere ait ele alınan değişkenlerden oluşan endeks olarak değerlendirilmiştir. Ülkelere göre sıralanmış endeks değerleri Tablo 3.'de görüldüğü gibi verilmiştir.

Tablo 3: Ülkelerin Endeks Değerleri

Sıra Sayısı	Ülkeler	2008 Endeksleri
1	İsveç	17,09
2	Danimarka	16,68
3	Finlandiya	9,51
4	Lüksemburg	8,1
5	Kıbrıs Rum Kesimi	7,54
6	Belçika	5,7
7	Avusturya	4,92
8	İspanya	3,06

⁷ H. Tatlıdıl, *Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistiksel Analiz*. Ankara: Akademi Matbaası, (2002).

Tablo 3: Ülkelerin Endeks Değerleri (Devam)

Sıra Sayısı	Ülkeler	2008 Endeksleri
9	Bulgaristan	2,93
10	İrlanda	2,1
11	Fransa	1,44
12	Litvanya	1,42
13	Hırvatistan	1,37
14	İngiltere	1,24
15	Estonya	0,93
16	Slovenya	0,04
17	İtalya	-0,73
18	Malta 4	-0,92
19	Almanya	-1,39
20	Polonya	-2,35
21	Macaristan	-2,65
22	Yunanistan	-2,91
23	Hollanda	-3,26
24	Çek Cum	-3,51
25	Slovakya	-3,82
26	Letonya	-3,88
27	Portekiz	-4,07
28	Makedonya	-4,8
29	Türkiye	-6,15
30	Romanya	-7,45
31	ABD	-12,26
32	Japonya	-23,93

Veri Zarflama Analizi ile Ülkelerin Sıralanması

VZA, ilk olarak Charnes, Cooper ve Rhodes (1978) tarafından benzer mal veya hizmet üreten ve karar verme birimi (KVB) olarak isimlendirilen sistemlerin görece etkinliklerinin ölçülmesi amacı ile geliştirilmiştir. Bu yöntem; farklı ölçü birimlerine sahip, çok sayıda girdi ile çıktı değişkeninin olduğu ve bunların ortak bir ölçüt temeline indirgenemediği durumlarda, KVB'lerin görece toplam faktör etkinliğini ölçmeye imkan veren, doğrusal programlama (DP) esaslı bir yaklaşımdır⁸.

VZA, her bir KVB'yi yalnızca en iyi KVB'lerle karşılaştırmaktadır. En iyi olarak belirlenen bu KVB'ler etkinlik sınırını oluştururken herhangi bir KVB'nin etkinliği bu sınıra göre ölçülmektedir. Yöntem, etkinlik sınırı üzerinde yer alan en iyi KVB'leri görece etkin olarak değerlendirir ve bu

⁸ Z. Aydemir, *Bölgesel Rekabet Edebilirlik Kapsamında İllerin*. DPT Uzmanlık Tezi, Ankara, s. 45, 89, 91-92, (2002).

birimler referans kümesi olarak ifade edilir⁹. Etkinlik sınırı üzerinde yer almayan diğer KVB' ler ise görece etkin olmayan birimlerdir.

Her bir sistemin girdi ve çıktı ağırlıklarını, kendi etkinlik derecesini en çoklayacak şekilde seçeceğini varsayan VZA' da kullanılan bir çok model vardır. Genel olarak hangi tür modelin kullanılması gerektiği, araştırmanın kapsamına ve kullanılacak varsayımlara göre değişir. KVB' lerin ölçeğe göre sabit getiriye sahip oldukları varsayılıyorsa ve birimlerin toplam etkinlikleri belirlenmek isteniyorsa, CCR modelleri kullanılabilir. Eğer, KVB' ler için ölçeğe göre değişken getiri varsayımı geçerli ise ve yalnızca birimlerin teknik etkinlikleri hesaplanmak isteniyorsa, BCC veya toplamsal modellerinin kullanılması yeterlidir. 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. Bununla birlikte VZA' da kullanılan CCR ve BCC modelleri; girdi yönelimli ve çıktı yönelimli olmak üzere iki farklı şekilde kurulabilir. Eğer girdiler üzerinde kontrol azsa (ya da yoksa) çıktı yönelimli bir model; eğer çıktılar üzerinde kontrol azsa (ya da yoksa) girdi yönelimli bir model kurulmalıdır. Girdi yönelimli modellerde; mevcut çıktının üretilmesi için en az girdinin kullanılmasına, çıktı yönelimli modellerde ise mevcut girdi ile en fazla çıktının üretilmesine çalışılır¹⁰. Çıktı ve girdi yönelimli CCR modelleriyle hesaplanan etkinlik sonuçları birbirine eşittir. Çalışmada CCR ve modeli kullanıldığından yalnızca bu model kısaca anlatılacaktır.

VZA' da n adet karar verme biriminin her birisine ait m adet girdi ve s adet çıktı varsa, j' inci karar verme biriminin i' inci girdi miktarı $X_{ij} \geq 0$ ve j' inci karar verme birimi tarafından üretilen r' inci çıktı miktarı $Y_{rj} \geq 0$ olmak üzere, girdi yönelimli kesirli VZA modeli

$$Enb \frac{u_1 \cdot Y_{1k} + u_2 \cdot Y_{2k} + \dots + u_s \cdot Y_{sk}}{v_1 \cdot X_{1k} + v_2 \cdot X_{2k} + \dots + v_m \cdot X_{mk}} = Enb \frac{\sum_{r=1}^s u_r \cdot Y_{rk}}{\sum_{i=1}^m v_i \cdot X_{ik}}$$

⁹ E. Thanassoulis, M. C. Portela, R. Allen, Incorporating Value Judgment In DEA, in *Handbook on Data Envelopment Analysis* (W. W. Cooper, L. M. Seifort ve J. Zhu), Kluwer Academic Publisher, New York, 4, pp.132,216, (2004).

¹⁰ M. Dinç, K. E. Haynes, Sources of Regional Inefficiency: An Integrated Shift-Share, Data Envelopment Analysis and Input-Output Approach. *The Annals of Regional Science*. 33, 469-489, (1999).

$$\frac{u_1 \cdot Y_{1j} + u_2 \cdot Y_{2j} + \dots + u_s \cdot Y_{sj}}{v_1 \cdot X_{1j} + v_2 \cdot X_{2j} + \dots + v_m \cdot X_{mj}} \leq 1 \Rightarrow \frac{\sum_{r=1}^s u_r Y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i X_{ij}} \leq 1 \quad ; \quad j = 1, \dots, n$$

$$u_r \geq \varepsilon > 0 \quad ; \quad r = 1, \dots, s$$

$$v_i \geq \varepsilon > 0 \quad ; \quad i = 1, \dots, m$$

biçiminde gösterilir. Modelde

Enb : Enbüyükleme

u_r : k karar birimi tarafından r' inci çıktıya verilen ağırlık,

v_i : k karar birimi tarafından i' inci girdiye verilen ağırlık,

Y_{rk} : k karar birimi tarafından üretilen r' inci çıktı,

X_{ik} : k karar birimi tarafından kullanılan i' inci girdi,

Y_{rj} : j' inci KVB tarafından üretilen r' inci çıktı,

X_{ij} : j' inci KVB tarafından kullanılan i' inci girdi,

ε : Pozitif çok küçük bir değer

olarak ifade edilir. VZA' da n tane KVB varsa, n tane model oluşturulur ve her bir KVB' nin görece etkinliğinin ölçülebilmesi için n tane en iyileme modelinin çözülmesi gerekir. Modellerin amaç fonksiyonu, k karar verme birimi için toplam ağırlıklandırılmış çıktıların (sanal çıktıların), toplam ağırlıklandırılmış girdilere (sanal girdilere) oranının enbüyüklenmesidir ¹¹. Modeldeki kısıtlar, her bir KVB için sanal çıktının sanal girdiye oranının 1' i geçmemesi gerektiğini ve en iyi amaç fonksiyonu değerinin (θk^*) en fazla 1 olacağını gösterir. Yukarıda tanımlanan kesirli modelin DP çözüm

$$\sum_{i=1}^m v_i X_{ik} = 1$$

yöntemleri ile çözülebilmesi için Charnes ve Cooper 1962' de dönüşümünü yapmışlar ve modeli;

$$Enb \quad u_1 Y_{1k} + u_2 Y_{2k} + \dots + u_s Y_{sk} = Enb \sum_{r=1}^s u_r Y_{rk}$$

¹¹ S. Sharma, *Applied Multivariate Techniques*. New Jersey: John Wiley, (1996).

$$v_1 X_{1k} + v_2 X_{2k} + \dots + v_m X_{mk} = 1 \Rightarrow \sum_{i=1}^m v_i X_{ik} = 1$$

$$u_1 Y_{1j} + u_2 Y_{2j} + \dots + u_s Y_{sj} \leq v_1 X_{1j} + v_2 X_{2j} + \dots + v_m X_{mj} \Rightarrow \sum_{r=1}^s u_r Y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i X_{ij} \leq 0$$

$$u_1, u_2, \dots, u_s \geq 0; v_1, v_2, \dots, v_m \geq 0 \Rightarrow u_r \geq 0; v_i \geq 0$$

şeklinde ifade ederek DP modelini geliştirmişlerdir. Girdi yönelimli CCR modeli denilen bu model; ölçüğe göre sabit getiri varsayımı altında, görece toplam etkinliği ölçmekte ve kesirli modelle aynı en iyi çözümü vermektedir.

CCR modelleri ile elde edilen görece etkinsizlik değerlerinden yola çıkarak KVB'lerin etkinsizliği (1-etkinlik) en az olandan en çok olana doğru etkinlik sıralaması yapılabilir. Ancak etkin olan KVB'lerin etkinlik değerleri 1'e eşit olduğundan, bu şekilde sıralamak mümkün değildir. Bu sıralamanın yapılabilmesi için Andersen ve Petersen'in 1993 yılında geliştirdikleri süper etkinlik modelleri kullanılmaktadır. Süper etkinlik modelleri; etkin olan bir KVB'yi etkinlik sınırından çıkarıp, bu KVB'nin etkin sınıra uzaklığını ölçmektedir. Süper etkinlik modellerinden elde edilen bu değerler arasından en yüksek değere sahip olan KVB en etkin birim olacaktır. Etkin olan birimlere ilişkin hesaplanan süper etkinlik değerleri en büyükten en küçüğe doğru sıralanarak etkin olan birimler arasında da bir etkinlik sırası elde edilmiş olur. Etkin olmayan KVB'lerin süper etkinlik değerleri ile görece etkinlik değerleri birbirine eşit olacağından, bunların etkinlik sıra numarası değişmeyecektir¹².

Veri Zarflama analizi ile ilk aşamada üç girdi (Toplam Kamu Giderleri / GSYİH (%), Mal ve Hizmet İthalatı / GSYİH (%) ve Nüfus) ve üç çıktı (Mal ve Hizmet İhracatı / GSYİH (%), Satın Alma Gücü Paritesine Göre Kişi Başına Düşen GSYİH (AB-27=100)) değişkenleri ile DEA Excel Solver paket programı kullanılarak çözülmüştür. Ülkelerin belirlenen bu değişkenlere göre sıralanması amacıyla çıktı yönelimli CCR modeli kullanılmıştır. Bu analiz sonucunda elde edilen etkinlik skorları Tablo4'te verilmiştir. Tablo 4'deki sonuçlara göre 9 ülkenin görece toplam etkinliği 1 çıkmıştır. Yani bu ülkeler görece etkindir. Ancak, bu çalışmadaki asıl amaç sadece etkin olmayan ülkelerin sıralanması değil, etkin olan ülkelerin de sıralanmasıdır. Bu amaçla aynı veri seti ile süper etkinlik skorları hesaplanmış ve etkin olan ülkeler de süper etkinlik skorlarına göre

¹² T. R. Anderson, Benchmarking in Sports, in *Handbook on Data Envelopment Analysis* (W. W. Cooper, L. M. Seifort ve J. Zhu), Kluwer Academic Publisher, New York, 15, pp.444-446, (2004).

sıralanmıştır. Süper etkinlik skorları etkin olmayan ülkelerin sıralamalarını değiştirmemekte sadece etkin olan ülkeleri sıralamaya sokmaktadır. Süper etkinlik skorları ve ülkelerin bu skorlara göre sıralanmış hali Tablo 5'te görülmektedir. Tablo 5'teki sonuçlar incelendiğinde Lüksemburg ilk sırada ve Kıbrıs Rum Kesimi son sırada yer almaktadır.

Tablo 4: Görece Toplam Etkinlik Değerleri ve Sıralaması

Ülkeler	Görece Toplam Etkinlik	Görece Toplam Etkinlik Sıralaması
İsveç	1	1
Finlandiya	1	1
Lüksemburg	1	1
İrlanda	1	1
Estonya	1	1
Slovenya	1	1
Yunanistan	1	1
Slovakya	1	1
Letonya	1	1
Makedonya	1	1
Türkiye	1	1
ABD	1	1
Japonya	1	1
Almanya	0,995819	14
Avusturya	0,987503	15
Romanya	0,976031	16
İtalya	0,971149	17
Litvanya	0,970057	18
İngiltere	0,967628	19
Portekiz	0,962233	20
İspanya	0,956028	21
Polonya	0,939549	22
Hollanda	0,929911	23

Bulgaristan	0,928621	24
Fransa	0,926698	25
Malta 4	0,918567	26
Hırvatistan	0,90405	27
Danimarka	0,899225	28
Macaristan	0,898484	29
Çek Cum	0,897894	30
Belçika	0,881389	31
Kıbrıs Rum Kesimi	0,868087	32

Tablo 5: Super Etkinlik Modeli Sonuçları

Ülkeler	Görece Toplam Etkinlik	Görece Toplam Etkinlik Sıralaması
Lüksemburg	2,096371	1
İrlanda	1,613183	2
Estonya	1,484525	3
Yunanistan	1,438651	4
ABD	1,417643	5
Makedonya	1,368113	6
Japonya	1,229543	7
Finlandiya	1,204142	8
Slovakya	1,186278	9
Letonya	1,14381	10
Türkiye	1,042105	11
Slovenya	1,038369	12
İsveç	1,022571	13
Almanya	0,995819	14
Avusturya	0,987503	15
Romanya	0,976031	16
İtalya	0,971149	17
Litvanya	0,970057	18
İngiltere	0,967628	19
Portekiz	0,962233	20
İspanya	0,956028	21

Polonya	0,939549	22
Hollanda	0,929911	23
Bulgaristan	0,928621	24
Fransa	0,926698	25
Malta 4	0,918567	26
Hırvatistan	0,90405	27
Danimarka	0,899225	28
Macaristan	0,898484	29
Çek Cum	0,897894	30
Belçika	0,881389	31
Kıbrıs Rum Kesimi	0,868087	32

Çalışmanın bu aşamasından sonra, VZA' nın girdi ve çıktı değişkenlerine ayrı ayrı faktör analizi uygulanmış ve üç girdi değişkeni bir faktörle % 45 oranında açıklanmış, üç çıktı değişkeni ise bir faktörle %73 oranında açıklanmıştır. Faktör analizi sonucunda elde edilen girdi ve çıktı faktörleri veri zarflama analizinde kullanılmıştır. Ancak burada çok önemli bir sorunla karşılaşmaktadır. Faktör skorları negatif olabilmekte fakat veri zarflama analizi negatif değerleri kabul etmemektedir. Bu amaçla faktör skorlarına sabit bir sayı eklenmiş ve bu sorun ortadan kaldırılmıştır. Faktör skorları ile yapılan çıktı yönelimli CCR modeli sonuçlarına göre sadece Fransa etkin çıkmıştır. Bu sebeple süper etkinliklerin hesaplanmasına gerek kalmamıştır. Etkinlik sonuçları ve bu sonuçlara göre ülkelerin sıralaması Tablo 6'da gösterilmiştir. Bu sonuçlara göre ilk analizde birinci sırada alan Lüksemburg 13. sırada görülmektedir.

Tablo 6: Girdi ve Çıktı Faktörlerine Uygulanan Super Etkinlik Modeli Sonuçları

Ülkeler	Görece Toplam Etkinlik	Görece Toplam Etkinlik Sıralaması
Fransa	1	1
İsveç	0,814202	2
Danimarka	0,51626	3
Finlandiya	0,408713	4
İtalya	0,37889	5
Avusturya	0,341395	6

Tablo 6: Girdi ve Çıktı Faktörlerine Uygulanan Super Etkinlik Modeli Sonuçları (Devam)

Ülkeler	Görece Toplam Etkinlik	Görece Toplam Etkinlik Sıralaması
Hollanda	0,300435	7
Belçika	0,24253	8
Macaristan	0,223738	9
Almanya	0,221791	10
İngiltere	0,213307	11
Japonya	0,20581	12
Lüksemburg	0,199305	13
İrlanda	0,196517	14
Slovenya	0,185276	15
Çek Cum	0,184392	16
Portekiz	0,180091	17
İspanya	0,165779	18
Yunanistan	0,151271	19
Hırvatistan	0,139232	20
Polonya	0,132071	21
Türkiye	0,131915	22
Estonya	0,119128	23
Slovakya	0,11342	24
ABD	0,107337	25
Malta 4	0,103315	26
Kıbrıs Rum Kesimi	0,094409	27
Letonya	0,0819	28
Litvanya	0,0773	29
Bulgaristan	0,0607	30
Romanya	0,0548	31
Makedonya	0,0277	32

Sonuç

AB ülkeleri ve seçilmiş bazı ülkelerin performanslarını faktör analizi ve veri zarflama analizi ile ölçmeyi, performanslarına göre bu ülkeleri

sıralamayı ve elde edilen bulguların karşılaştırılmasını amaçlayan bu çalışmada aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

- Üç girdi ve üç çıktı değişkeni ile yapılan VZA ile faktör analizi ile indirgenmiş VZA sonuçları arasında bir ilişki olup olmadığını analiz etmek için spearman sıra korelasyonu kullanılmış ve korelasyon katsayısı -0.135 bulunmuştur. Ancak bu katsayısı 0,05 anlamlılık düzeyine göre önemli bulunmamıştır.($p=0,462$) Yani bu iki sıralama arasında anlamlı bir ilişki bulunmamıştır.

- Faktör analizi ile yapılan ilk sıralama ile, 3 girdi ve 3 çıktı değişken kullanılarak yapılan veri zarflama analizi sonuçları arasındaki ilişki spearman korelasyon katsayısı ile araştırılmış ve bu katsayı -0,233 bulunmuş, ancak bu katsayısı 0,05 anlamlılık düzeyine göre önemli bulunmamıştır.($p=0,200$) Yani bu iki sıralama arasında anlamlı bir ilişki bulunmamıştır.

- Faktör analizi ile yapılan ilk sıralama ile girdi ve çıktı değişkenlerine faktör analizi uygulandıktan sonra yapılan veri zarflama analizi sonuçları arasındaki ilişki spearman korelasyon katsayısı ile araştırılmış ve bu katsayı 0,448 olarak bulunmuş ve 0,05 anlamlılık düzeyinde anlamlı bulunmuştur($p=0,01$) . Yani bu iki sıralama arasında pozitif yönlü anlamlı bir ilişki vardır denilir.

Bu sonuçlara göre girdi ve çıktı değişkenlerine ayrı ayrı faktör analizi yaptıktan sonra veri zarflama analizi yapmak çok daha anlamlı sonuçlar vermektedir. Bir taraftan 17 değişken ile yapılan sıralama öbür taraftan 3 değişken girdi ve 3 çıktı değişkeni ile yapılan sıralamanın birbirleri ile ilişkili olması az değişkenle benzer sonuçların elde edilebileceğinin göstergesidir.

Kaynakça

Altaş, D., *Türk Bankacılık Sektörünün İstatistik Tekniklerle Analizi*, İstanbul: Derin Yayınları, (2006).

Anderson, T. R., Benchmarking in Sports, in Handbook on Data Envelopment Analysis (W. W. Cooper, L. M. Seifort ve J. Zhu), Kluwer Academic Publisher, New York, 15, (2004), 444-446.

Aydemir, Z., '*Bölgesel Rekabet Edebilirlik Kapsamında İllerin*', DPT Uzmanlık Tezi, Ankara, (2002).

Babacan, A., Kartal, M., Bircan M. H., '*Cumhuriyet Üniversitesi'nin Etkinliğinin Kamu Üniversiteleri ile Karşılaştırılması: Bir VZA Tekniği*

Uygulaması”, *C.U. İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 8,(2), (2007), 97-114.

Cinemre, N., *Doğrusal Programlama*. Beta Basım Yayım, İstanbul, (2004).

Cooper, W. W., Seiford, L. M., Zhu, J. *Data Envelopment Analysis: History, Models and Interpretations, in Handbook on Data Envelopment Analysis* (W. W. Cooper, L. M. Seifort ve J. Zhu), Kluwer Academic Publisher, New York, (2004).

Cooper, W. W., Seiford, L. M., & Tone, K., *Data Envelopment Analysis: A Comprehensive Text whith Models, Application, References and DEA-Solver Software*, Second Edition, Springer Science, New York, (2007).

Diñç, M., K., & Haynes, E., “Sources of Regional Inefficiency: An Integrated Shift-Share, Data Envelopment Analysis and Input-Output Approach”, *The Annals of Regional Science*, 33, (1999), 469-489.

Kalaycı, Ş., *SPSS Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistik Teknikleri*, Ankara: Asil Yayın Dağıtım, (2006).

Sharma, S., *Applied Multivariate Techniques*, New Jersey: John Wiley, (1996).

Tatlıdil, H., *Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistiksel Analiz*, Ankara: Akademi Matbaası, (2002).

Thanassoulis, E., Portela, M. C., Allen, R., *Incorporating Value Judgment In DEA, in Handbook on Data Envelopment Analysis* (W. Cooper, W., L. M. Seifort ve J. Zhu), Kluwer Academic Publisher, New York, (2004).

Turanlı, M., “Finansal Krizin Ülkeler Üzerindeki Etkilerinin İstatistiksel Olarak İncelenmesi”, *Trakya Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 12(1), (2010), 218-230.

Vassiloglou, M., & Giokas, D., “A Study of The Relative Efficiency of Bank Branches: An Application of Data Envelopment Analysis, *Journal of Operational Research Society*, 41(7), (1990), 591-597.

Zeren E., “Veri Zarflama Analizi Sürecinde Temel Bileşenler Analizinin Ayırım Gücünü Artırıcı Etkisi”, *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi*, 38(1), (2009), 66-83.