

Süleyman Demirel Üniversitesi
İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi
Y.2005, C.10, S.2 s.23-38.

BÖLGESEL REKABET YAPISININ BULANIK VZA İLE ARAŞTIRILMASI

THE SEARCH OF REGIONAL COMPETITIVENESS WITH FUZZY DEA (DATA ENVELOPMENT ANALYSIS)

Doç.Dr.İbrahim GÜNGÖR¹
Arş.Gör.Hakan DEMİRGİL²

ÖZET

Girdi-çıkı değerlerinin kesin rakamlar olmak yerine (bulanık) rakamlardan oluşması durumunda, bu bulanık yapının dikkate alınarak bulanık VZA uygulanması daha uygun bir yaklaşım olacaktır.

Bu çalışmada, denizlere sınırı olmayan Batı Anadolu'daki 24 ilden oluşan karar birimleri kümesi dikkate alınarak, bulanık VZA uygulaması yapılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre; Kütahya ve Yozgat illeri için "kesin olarak verimsizdir", Bolu ve Isparta illeri için "kesin olarak verimlidir" denemeyecektir. Bununla birlikte, Çankırı, K.Maraş, Karabük ve Kayseri illerinin verimsiz, diğer illerin ise verimli oldukları sonucu ortaya çıkmıştır.

ABSTRACT

In case the input-output values are fuzzy, instead of not definite, considering this fuzzy structure, application of fuzzy DEA will be more appropriate approach.

In this study, we apply fuzzy DEA method by considering decision making group in 24 landlocked counties on West Anatolia. According to our results, we conclude that it would not be correct to say 'absolutely inefficient' for Kütahya and Yozgat and that 'absolutely efficient' for Bolu and Isparta. However, it appears that Çankırı, K.Maraş, Karabük and Kayseri are clearly inefficient, other cities are efficient.

Bölgesel Rekabet, Veri Zarflama Analizi (VZA), Bulanık mantık.
Regional Competitiveness, Data envelopment Analysis (DEA), Fuzzy logic.

1. GİRİŞ

Bir bölgenin ya da ilin performansının ve sektörel yapısının değerlendirilmesinde ekonomik kalkınma politikalarının doğru belirlenmesi

¹ Süleyman Demirel Üniversitesi, İİBF İşletme Bölümü

² Süleyman Demirel Üniversitesi, İİBF İktisat Bölümü

ve sektörlerde verimlilik artışının araştırılması, ölçülmesi ve açıklanması bölgesel ekonomiler için son derece önemlidir. Bu analizler yapılırken dikkatli olmak gerekir. Büyük yada büyüyen bir sektör, diğer sektörler kadar etkin olmasa bile, bir bölge için uygun ve yeterli görülebilir. Bölgedeki bir endüstriyel sektör kısa dönemde dikkat çekecek yeterlilikte büyüme gösterebilir. Fakat, diğer bölgelerdeki benzer sektörlerle karşılaştırıldığında etkin bir yapı gösteremiyorsa, er yada geç rekabet edebilirlik gücünü kaybeder ve dışarıdan gelecek rekabetçi baskı nedeniyle küçülebilir. Diğer taraftan, daha az baskın olan bir sektör uzun dönemde rekabetçi etkinliği sebebiyle büyüme ve kalkınma için daha iyi bir aday olabilir. Verimlilik artışı, ekonomik kalkınmanın önemli kaynaklarından birisi olması nedeniyle kritik ve önemli bir kavramdır.

Ekonomi politikalarının temelini oluşturan kamu yatırımları, teşvikler, KOBİ destekleri, krediler gibi argümanların paylaşılması ve bölgelerin bu kaynakları nasıl değerlendirdikleri yani kullandıkları, bu girdilerle ne kadar çıktı elde ettiklerinin araştırılması önemlidir. Ayrıca, bölgesel ekonomilerde hangi girdilerin daha etkin kullanıldığı ve hangi alanlarda daha verimli olduğunun belirlenmesi ve diğer bölgelerle kıyaslandığında etkinliklerinin net olarak ortaya konulması; ileriki yıllar için bölgesel ekonomi politikalarının belirlenmesinde çok önemli bir veri olacaktır.

Birden çok girdi ve çıktının birlikte dikkate alınmasını gerektiren bu tür etkinlik ölçümlerinde genellikle Veri Zarflama Analizi (VZA) Tekniği kullanılmaktadır. Bölgesel kalkınma konusunda yapılan VZA çalışmaları genellikle kaynakların dağılımı, yeniden dağılımı yada bölgelerdeki spesifik sektörler üzerinde yoğunlaşmaktadır. Örneğin, yatırım kararlarının ve kriterlerinin hali hazırda gelişmiş bölgeler için yanlı olarak kullanıldığı Bangladeş için, bölgesel ekonomik kalkınmada ulaştırma yatırımları üzerine Alam, Sikder ve Goulias (2003) yaptıkları çalışmada, ülkedeki her bölge için ulaştırma altyapı gelişiminde yatırımların ekonomik etkinliğini VZA kullanarak araştırmışlar ve bölgelerin ulaşılabilirliklerinin artırılması ve mekansal dağılımı için gereken yatırım planlarını ortaya koyan ve değerlendiren sonuçlar elde etmişlerdir. Bölge düzeyinde sektörlerin incelendiği bir diğer çalışmada Hu ve Wang (2005) enerjinin, girdi olarak bölgesel hedeflemelerini VZA kullanarak ele almışlardır. Çalışmada enerji etkinlik derecesini ölçmede kullanılan Toplam Faktör Enerji Etkinliği (TFEE) endeksinin gelişmiş Doğu Çin'de yüksek, az gelişmiş Batı Çin'de ise düşük olduğu, bununla birlikte gelişmekte olan Orta Çin'de ise TFEE endeksinin en düşük değeri aldığı ortaya çıkmıştır. Dinç ve Haynes (1999) ise Shift-Share Analizi ile Virginia eyaletinin öncü sektörlerini belirledikten sonra VZA ile bu sektörlerin etkinliklerini araştırmışlar ve bu sektörlerin gelecekteki rekabet güçlerini değerlendirmişlerdir. Vennesland (2005) Norveç'te Kırsal Kalkınmayı Destekleme Projesi (RDSS) nin bölgesel düzeyde ne kadar verimli olduğunu ve verimsiz bölgelerden verimli olan bölgelere projenin kaynağının yeniden ne oranda dağıtılması gerektiğini VZA ile belirlemektedir. Japonya'da politik nedenlerle açılan küçük bölgesel havaalanlarının etkinliğini ölçmek için Yoshida ve Fujimoto (2004) VZA

kullanmışlardır. Sırbistan için doğrudan bölgelerin gelişmişlik sıralamalarını yaptıktan sonra etkin bölgelerin kaynaklarını nasıl kullandığını, Maric ve Savic (2000) çıktıya yönelik VZA kullanarak belirlemişlerdir. Bu çalışmada, Sırbistan'daki 30 bölgeden 17'sinin ülke içinde etkin olduğu görülmüş ve geri kalan verimsiz bölgelerin her girdi ve çıktı için verimsizlik düzeyleri belirlenmiştir. Byrnes ve Storbeck (2004) tarafından Çin'de bölgesel ekonomik kalkınma politikalarının VZA ile analiz edildiği çalışmada, bölge içerisindeki şehirler arasında, işbirliğinin verimliliğin artmasına katkı sağladığı ortaya konulmuştur. Karkazis ve Thanassoulis (1998) Kuzey Yunanistan'ın bölgesel gelişiminde kamu altyapı yatırımlarının ve özel sermayeyi cezbeden teşvik yatırımlarının karşılaştırmalı etkinliklerini VZA ile araştırmışlardır.

Bu çalışmada ise, VZA tekniği ile bölgesel ekonomilerdeki etkinlik ölçümü araştırılmıştır. Ancak, benzer çalışmalardan farklı olarak, kullanılan girdi ve çıktılar kesin rakamlar olmayıp yaklaşık değerler olduğu düşüncesi ile bu değerlerin bulanık bir yapı gösterdikleri dikkate alınarak bulanık VZA modeli kullanılmış ve Batı Anadolu'nun sahilde yer almayan illeri için bir uygulama yapılmıştır.

2. VERİ ZARFLAMA ANALİZİ

VZA ilk defa Charnes, Cooper ve Rhodes (1978) tarafından geliştirilmiştir. VZA bir organizasyondaki karar birimlerinin nispi verimliliklerini ölçebilen bir performans ölçüm tekniğidir. Akıllıca kullanıldığında VZA çok güçlü bir etkinlik ölçme aracı olabilmektedir. VZA'yı güçlü kılan karakteristiklerden bir kaçısı şunlardır:

- VZA ile birden fazla girdi ve birden fazla çıktıyı birlikte dikkate alan bir doğrusal programlama modeli kullanılabilir.
- Girdi ve çıktılara ilişkin fonksiyonel bir varsayım ihtiyacı duymamaktadır.
- Karar birimleri doğrudan benzer bir karar birimi yada karar birimi bileşimi ile karşılaştırılabilir.
- Girdi ve çıktılar çok farklı birimlere sahip olabilirler.

VZA tüm modelin datasını kuşatmak amacıyla bir doğrusal bölünmeyi ifade eder ve etkinlik ölçümüne yoğunlaşır (Amin, Raisi; 2004). Etkin olmayan her karar birimini etkin hale getirebilmek için neler yapılması gerektiği konusunda dikkate alınması gereken referans karar birimleri setini ortaya koyar (Talluri; 2000). VZA'nın en çok kullanılan iki modeli; CCR (Charnes, Cooper, Rhodes; 1978) ve BCC (Banker, Charnes, Cooper; 1984) modelleridir. VZA- CCR modeli ölçeğe göre sabit getiri varsayımına dayanır ve böylece gözlemlenen tüm üretim kombinasyonları oransal olarak artırılabilir yada azaltılabilir. VZA-BCC modeli ise, tüm değişkenler için ölçeğe göre değişken getiri kabul eder ve grafikte parça parça doğrusal dışbükey sınır ile gösterilir (Cullinane, Wang, Song, Ji; 2005). Bu modellerin

girdiye yönelik ve çıktıya yönelik olmak üzere ikişer farklı durumu sözkonusudur.

VZA ile ilgili söylenmesi gereken en önemli nokta, verimlilik sonuçlarının sadece göreceli verimlilik değerlerini yansıttığıdır. Örneğin, karar birimlerinden birisinin verimli olması, sadece karşılaştırıldığı diğer karar birimlerine göre ve analizde kullanılan girdi ve çıktılar çerçevesinde bir verimliliği ifade etmektedir.

Bu çalışmada çıktıya yönelik VZA-CCR modeli kullanılmıştır. Bu model aşağıdaki şekilde formüle edilebilir:

$$F_k = \text{Max}\beta$$

$$\sum_{j=1}^n (X_{ij} \cdot \phi_j) - X_{ik} \leq 0 \quad ; i = 1, \dots, m$$

$$\sum_{j=1}^n (Y_{rj} \cdot \phi_j) - (Y_{rk} \cdot \beta) \geq 0 \quad ; r = 1, \dots, k$$

$$\phi \geq 0$$

- F_k : k karar biriminin göreceli etkinlik değeri,
 β : Çıktıya ait genişleme katsayısı,
 X_{ik} : k karar birimi tarafından kullanılan i'inci girdi miktarı,
 X_{ij} : j'inci karar birimi tarafından kullanılan i'inci girdi miktarı,
 Y_{ik} : k karar birimi tarafından üretilen r'inci çıktı ,
 Y_{ij} : j'inci karar birimi tarafından üretilen i'inci çıktı,
 ϕ_j : j'inci karar biriminin aldığı yoğunluk değeri,
 n : karar birimi sayısı.
 m : Kullanılan girdi sayısı
 k : Kullanılan çıktı sayısı

3. BULANIK VZA

Bulanık VZA modeli olasılık modeli ile gösterilmektedir. Bu modelde Rastlantısal Kısıtlı Programlama (CCP) kavramı bulanık VZA modellerinin çözümlemesinde bir teknik olarak kullanılmaktadır (Garcia, Schirru, Melo; 2005). CCP modeli kısıtlamaların istenildiği gibi düzenlenebilir ve belli bir güven seviyesinin dikkate alınmasını gerektirir. CCP ve bulanık durumlar için olasılık yaklaşımının kullanılmasıyla bulanık CCR modeli olasılık CCR (PCCR) modeli şekline dönüşmektedir.

Bulanık CCR modelleri standart lineer programlama çözümleyicileriyle direk olarak çözülemez. Çünkü, bulanık CCR modellerindeki katsayılar bulanık setlerdir. Bulanık girdileri ve bulanık çıktıları ile, düzenli VZA modeli için gereken optimizasyon koşulları

oluşturulabilir ve benzer durumdaki bulanık doğrusal programlama problemlerinde olduğu gibi bulanık veri setleri için bazı sıralama yöntemleri ile çözüm elde edilebilir (Lertworasilikul vd.; 2003).

Bulanık VZA problemlerinin çözülmesiyle ilgili yayınlanmış çalışmalar, tolerans yaklaşımı, bulanıklıktan kurtarma (defuzzification) yaklaşımı, α -düzeyine dayalı yaklaşım ve bulanık sıralama yaklaşımı olmak üzere dört farklı grupta kategorize edilebilir. Bulanık VZA problemlerinin çözümüne yönelik önerilen yaklaşımlardan her birisinin olumlu ve olumsuz yönleri vardır. Örneğin, *tolerans yaklaşımı* eşitlik veya eşitsizlik işaretlerini bulanıklaştırır fakat bulanık katsayıları doğrudan etkilemez. Bununla birlikte girdiler ve çıktılar genellikle kesin değildir. *Bulanıklıktan kurtarma yaklaşımı* basittir fakat girdi ve çıktılardaki belirsizlik uygulamada yok sayılmıştır. α -düzeyine dayalı yaklaşım bulanık etkinliklerini verir fakat bulanık etkinlik serilerinin sıralanmasına ihtiyaç duyar. *Bulanık sıralama yaklaşımı*, belirli bir α düzeyinde değerlendirilmiş karar birimi için bulanık etkinliğini verir. Ancak bu yaklaşımda yalnızca belirli bir α düzeyinde kıyaslama yapılabilir. Son zamanlardaki çalışmalarda olasılıklı programlama tekniklerinin etkinlik ölçümü problemlerinin çözümünde kullanıldığı görülmektedir (Leon vd.; 2003).

Bu çalışmada kurulan çıktıya yönelik bulanık VZA-CCR modelinin çözümleri, α -düzeyine dayalı yaklaşım kullanılarak elde edilmiştir. Çıktıya yönelik bulanık VZA-CCR modeli aşağıdaki gibi formüle edilmektedir:

$$F_k = \text{Max}\beta$$

$$\sum_{j=1}^n (\tilde{X}_{ij} \cdot \phi_j) - \tilde{X}_k \leq 0 \quad ; i = 1, \dots, m$$

$$\sum_{j=1}^n (\tilde{Y}_r \cdot \phi_j) - (\tilde{Y}_k \cdot \beta) \geq 0 \quad ; r = 1, \dots, k$$

$$\phi \geq 0$$

F_k : k karar biriminin göreceli etkinlik değeri,

β : Göreceli etkinliği ölçülen k karar biriminin çıktılarının ne kadar artırılabilirliğini belirleyen genişleme katsayısı,

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

X_{ij} : j'inci karar birimi tarafından kullanılan i'inci bulanık girdi miktarı,

Y_{ik} : k karar birimi tarafından üretilen r'inci bulanık çıktı miktarı,

Y_{ij} : j'inci karar birimi tarafından üretilen i'inci bulanık çıktı miktarı,

ϕ_j : j'inci karar biriminin aldığı yoğunluk değeri,

n : karar birimi sayısı.

m : Kullanılan girdi sayısı

k : Kullanılan çıktı sayısı

4. UYGULAMA

Bu çalışmada kullanılan veriler, Z. C. AYDEMİR tarafından hazırlanan “*Bölgesel Rekabet Edebilirlik Kapsamında İllerin Kaynak Kullanım Göreceli Verimlilikleri: Veri Zarflama Analizi Uygulaması*” adlı uzmanlık tezinden alınmıştır. Bunun nedeni, söz konusu çalışmanın DPT yayını olmasıyla verilerin elde edilmesinde DPT imkanlarının kullanıldığı ve daha güvenilir veriler olduğu düşüncesidir. Ancak bölgesel yapılara ilişkin verilerin toplanmasında yine de bir miktar hata yapılabileceği düşünülerek, bu verilerin kesin rakamlar olmayıp yaklaşık rakamlar olduğu kabul edilmiş ve bu nedenle AYDEMİR’in yaptığı çalışmadan farklı olarak, bulanık VZA uygulaması yapılmıştır. Ayrıca, AYDEMİR yaptığı uzmanlık tezi çalışmasında Türkiye’deki illerin tamamını dikkate almıştır. Bu çalışmada ise, denize kıyısı olmayan ve Batı Anadolu’da yer alan iller dikkate alınmıştır. Bu illerin dikkate alınmasının nedeni, bu çalışmanın yapıldığı yer olan ve bu nedenle çalışmada özel önem verilen Isparta ilinin bölgesel ekonomi açısından bu illerle benzerlik gösterdiği varsayımdır. VZA, uygulanan karar birimlerini bir birlerine kıyaslayarak verimliliklerini ölçmektedir. Bu nedenle Isparta ilinin bölgesel verimliliğinin ölçümünde benzer durumdaki illerden oluşan bir karar birimleri kümesi dikkate alınmıştır. Benzer durumda olmayan (eşit şartlarda yer almayan) illeri aynı kefedeyerek yapılan verimlilik ölçümleri farklı sonuçlar vermektedir. AYDEMİR’in yaptığı çalışmada Türkiye’deki tüm iller dikkate alınmış ve bu çalışmada ise denize kıyısı olmayan Batı Anadolu’da yer alan 24 il dikkate alınmıştır. AYDEMİR’in yaptığı çalışmada verimsiz olan Nevşehir, Konya, Karaman ve Afyon gibi iller verimsiz görünürken, benzer şartlarda olan 24 ilin dikkate alındığı bu çalışmada ise bu iller bulanık ortamda dahi verimli görünmektedir. Bunun nedeni, dikkate alınan karar birimlerinin benzer şartlarda yer alanlardan oluşması veya oluşmamasıdır.

Bu çalışmada dikkate alınan iller ve girdi-çıktı veri kümesi Tablo 1’de verilmiştir. VZA modelinde kullanılan girdi ve çıktılarının açık halde yazılımları aşağıdaki şekildedir (Aydemir; 2002):

Girdiler:

1. İllerdeki rekabetçi yapı (İl bazında 1995-1999 yıllarında açılan ve kapanan toplam şirket sayısı / il nüfusu)
2. İllerdeki nitelikli insan gücü (İl bazında 2000 yılı tahmini fakülte, yüksek okul, yüksek lisans ve doktora mezunu insan sayısı / il nüfusu)
3. İl bazında 1986-1999 yılları arası toplam demiryolu, denizyolu, havayolu ve karayolu ulaştırma altyapısı yatırım gerçekleştirmeleri toplamı / il nüfusu
4. İl bazında 1986-1999 yılları arası toplam esnaf, sanatkar ve küçük sanayi yatırım gerçekleştirmeleri / il nüfusu
5. İl bazında 1990-1999 yılları arası tarım sektöründe gerçekleşen teşvik belgeli yatırımlar toplamı / il nüfusu
6. İl bazında 1990-1999 yılları arası imalat ve madencilik sektörlerinde gerçekleşen teşvik belgeli yatırımlar toplamı / il nüfusu

7. İl bazında 1990-1999 yılları arası enerji ve diğer hizmetler sektörlerinde gerçekleşen teşvik belgeli yatırımlar toplamı / il nüfusu

8. İl bazında, 1997-1999 yılları arasında tarım ve imalat sektörlerinde hizmet veren kobilere verilen toplam yatırım ve işletme kredileri / il nüfusu

Çıktı:

1. İl bazında üretilen katma değer (İl bazında 2000 yılı için kişi başına düşen GSYİH)

Tablo 1: Veri Seti

İLLER (Karar Birimleri)	GİRDİLER						ÇIKTI		
	ULAŞT. Y.	KOBİ Y.	ENER. TEŞ.	SAN. TEŞ.	TAR. TEŞ.	KREDİLER	İNSAN KAY.	REKA BET	GSYİH
Afyon	9.929	14.898	188.782	319.439	18.805	2313.384	0.029	0.002	908.914
Aksaray	3.440	9.496	101.224	456.809	4.570	4265.823	0.030	0.002	750.060
Bilecik	3.581	9.649	515.206	8536.054	34.757	2071.620	0.011	0.002	1914.946
Bolu	146.975	5.133	871.277	6863.357	246.877	6212.350	0.044	0.005	3186.923
Burdur	24.566	5.074	35.312	848.610	0.491	9178.291	0.029	0.003	1456.793
Çankırı	3.405	2.555	78.897	2594.704	379.335	3631.935	0.061	0.002	803.177
Çorum	0.594	14.771	114.997	873.048	84.590	12951.976	0.027	0.002	1244.538
Denizli	18.354	1.532	328.992	5339.940	24.922	1196.144	0.036	0.004	1900.798
Edirne	22.227	2.839	132.533	1448.079	13.926	375.074	0.039	0.004	1933.827
Eskişehir	8.691	1.843	544.717	5975.433	22.733	1681.248	0.028	0.003	1646.869
Isparta	22.967	6.848	261.946	1702.343	2.302	4168.674	0.019	0.002	1030.955
K.Maraş	5.149	7.174	2757.409	5975.260	6.098	6274.110	0.088	0.002	1019.689
Karabük	27.980	7.332	187.299	2831.567	10.690	4515.245	0.029	0.001	1275.951
Karaman	9.205	2.429	189.970	1606.297	68.769	1863.013	0.039	0.004	1545.660
Kastamonu	48.718	12.263	73.314	613.612	21.407	7715.972	0.012	0.002	1164.657
Kayseri	5.154	6.166	659.991	3047.167	12.185	3533.815	0.036	0.002	1107.321
Kırıkkale	12.635	11.482	123.685	1255.942	11.580	2020.295	0.029	0.001	1817.564
Kırşehir	0.873	6.010	94.298	321.061	59.478	7039.889	0.025	0.002	992.014
Konya	15.659	1.809	204.124	767.467	43.869	582.217	0.024	0.002	1156.407
Kütahya	26.158	3.082	115.956	879.772	11.181	1200.354	0.041	0.002	1218.177
Manisa	9.902	4.874	161.055	906.897	16.472	1134.288	0.038	0.003	1853.130
Nevşehir	82.028	3.260	537.324	494.735	8.545	9214.805	0.026	0.003	1624.466
Niğde	1.414	3.524	58.787	2752.513	5.671	2795.965	0.037	0.001	1349.268
Yozgat	1.431	12.283	64.710	469.048	40.025	7924.890	0.040	0.001	654.862

VZA uygulamasında her karar birimi için ayrı bir doğrusal programlama modelinin kurulması ve çözülmesi gerekmektedir. Bulanık VZA uygulamasının çözümünde ise, her karar birimi (bu çalışmada karar birimleri illerdir) için önceden belirlenen farklı α -düzeylerinin sayısı kadar doğrusal programlama modellerinin kurulması ve çözülmesi gerekir (α -düzeyine dayalı yaklaşım). Bu çalışmada kullanılan 5 farklı α -düzeyi Tablo 2'nin birinci satırında verilmiştir. Ayrıca, her bir iyimserlik-kötümserlik

yaklaşımı için de ayrı bir çözüm yapılması gerekir (Lertworasilikul vd.; 2003). Bu çalışmada üç farklı yaklaşım kullanılmıştır: *İyimser-Kötümser*, *Kötümser-İyimser*, *İyimser-İyimser* veya *Kötümser-Kötümser*. Bu nedenle, her il için $(3)(5)=15$ sefer model kurulmuş ve çözümü alınmıştır. 24 il için toplam $(3)(5)(24)=360$ sefer çözüm yapılmış olup elde edilen çözümler Tablo 3, 4 ve 5’de verilmiştir. Bu çözümlerin yapıldığı doğrusal programlama modellerinden her birinin açık hallerinin bu çalışma metninde verilmesi mümkün olmadığından, sadece Isparta ili için yazılmış 3. Bölümde verilen çıktıya yönelik bulanık VZA modelinin açık haline ilişkin iki farklı durumu örnek olarak aşağıda verilmiştir:

Modelin Isparta ili için açık hali (Bulanık aralığın %0 oranında kullanıldığı ve iyi-kötü yaklaşımının dikkate alındığı durum);

$$F_{isp} = Max \beta$$

$$9.929\phi_1 + 3.440\phi_2 + 3.581\phi_3 + 146.975\phi_4 + 24.566\phi_5 + 3.405\phi_6 + 0.594\phi_7 +$$

$$18.354\phi_8 + 22.227\phi_9 + 8.691\phi_{10} + \mathbf{22.967}\phi_{11} + 5.149\phi_{12} + 27.980\phi_{13} +$$

$$9.205\phi_{14} + 48.718\phi_{15} + 5.154\phi_{16} + 12.635\phi_{17} + 0.873\phi_{18} + 15.659\phi_{19} +$$

$$26.158\phi_{20} + 9.902\phi_{21} + 82.028\phi_{22} + 1.414\phi_{23} + 1.431\phi_{24} - \mathbf{22.967} \leq 0$$

$$\vdots$$

$$\vdots$$

$$\vdots$$

$$908.914\phi_1 + 750.060\phi_2 + 1914.946\phi_3 + 3186.923\phi_4 + 1456.793\phi_5 +$$

$$803.177\phi_6 + 1244.538\phi_7 + 1900.798\phi_8 + 1933.827\phi_9 + 1646.869\phi_{10} +$$

$$\mathbf{1030.955}\phi_{11} + 1019.689\phi_{12} + 1275.951\phi_{13} + 1545.660\phi_{14} + 1164.657\phi_{15} +$$

$$1107.321\phi_{16} + 1817.564\phi_{17} + 992.014\phi_{18} + 1156.407\phi_{19} + 1218.177\phi_{20} +$$

$$1853.130\phi_{21} + 1624.466\phi_{22} + 1349.268\phi_{23} + 654.862\phi_{24} - \mathbf{1030.955}\beta \geq 0$$

$$\beta, \phi_j \geq 0$$

Modelin Isparta ili için açık hali (Bulanık aralığın %50 oranında kullanıldığı ve iyi-kötü yaklaşımının dikkate alındığı durum);

$$F_{isp} = Max \beta$$

$$10.028\phi_1 + 3.474\phi_2 + 3.616\phi_3 + 148.444\phi_4 + 24.811\phi_5 + 3.439\phi_6 + 0.600\phi_7 +$$

$$18.537\phi_8 + 22.449\phi_9 + 8.778\phi_{10} + \mathbf{22.736}\phi_{11} + 5.200\phi_{12} + 28.259\phi_{13} +$$

$$9.297\phi_{14} + 48.204\phi_{15} + 5.205\phi_{16} + 12.761\phi_{17} + 0.881\phi_{18} + 15.815\phi_{19} +$$

$$26.419\phi_{20} + 10.001\phi_{21} + 82.847\phi_{22} + 1.428\phi_{23} + 1.445\phi_{24} - \mathbf{22.736} \leq 0$$

$$\vdots$$

$$\vdots$$

$$\vdots$$

$$931.637\phi_1 + 768.811\phi_2 + 1962.819\phi_3 + 3266.595\phi_4 + 1493.212\phi_5 +$$

$$823.256\phi_6 + 1275.651\phi_7 + 1948.318\phi_8 + 1982.172\phi_9 + 1688.041\phi_{10} +$$

$$\mathbf{1005.180}\phi_{11} + 1045.181\phi_{12} + 1307.849\phi_{13} + 1584.301\phi_{14} + 1193.773\phi_{15} +$$

$$1135.004\phi_{16} + 1863.003\phi_{17} + 1016.814\phi_{18} + 1185.317\phi_{19} + 1248.631\phi_{20} +$$

$$1899.458\phi_{21} + 1665.077\phi_{22} + 1382.999\phi_{23} + 671.233\phi_{24} - \mathbf{1005.180}\beta \geq 0$$

$$\beta, \phi_j \geq 0$$

Tablo 1’de verilen girdi-çıkı değerlerinin kesin olarak doğru olduğunu söylemek oldukça zordur. Bu değerler ortaya çıkarılırken az da olsa

hataların olmaması mümkün görünmemektedir. Örneğin; nüfus sayımı yapılırken o yerleşim merkezinin veya ilin tüm nüfusu, yaşadığı yerde bulunmayabilir, açılan ve kapanan toplam şirketlerin bir kısmı gerçek anlamda olmayabilir, fakülte, yüksek okul, yüksek lisans ve doktora mezunu insan sayısının belirlenmesinde bir miktar hata yapılabilir, vs. Bu nedenle, Tablo 1’de verilen girdi-çıkıtı değerlerinin kesin değil bulanık değerler olarak dikkate alınması daha uygun olacaktır. Bu çalışmada, Tablo 1’deki girdi-çıkıtı değerlerinin tablodaki sırasıyla %2, %2, %2, %2, %2, %5, %5, %7 ve %5 oranlarında pozitif veya negatif yönde bir sapma (bulanık miktar) gösterebileceği varsayılmıştır. Bu sapma oranlarının belirlenmesinde, ilgili değerlerin hesaplama yöntemleri, hesaplama zorlukları ve ulaşılabilecek belgelerin güvenilirlik seviyeleri vs. dikkate alınmaya çalışılmıştır. Tablo 1’deki girdi-çıkıtı değerlerinin (yukarıda verilen oranlar dikkate alınarak) hesaplanan pozitif-negatif sapma miktarları Tablo 2’de verilmiştir. Tablo 3, 4 ve 5’de verilen çözümler, Tablo 2’de verilen bulanık aralık miktarlarının farklı oranlarda kullanımı yapılarak elde edilmiştir.

Tablo 2: Bulanık aralık miktarları

	ULAŞ T,Y.	KOB İ Y.	ENER ,TEŞ.	SAN, TEŞ.	TAR , TEŞ.	KREDİ.	İNSAN KAYNAĞI	REKA BET	GSYİH
Afyon	0,199	0,298	3,776	6,389	0,376	115,669	0,001	0,0001	45,446
Aksaray	0,069	0,190	2,024	9,136	0,091	213,291	0,002	0,0002	37,503
Bilecik	0,072	0,193	10,304	170,721	0,695	103,581	0,001	0,0002	95,747
Bolu	2,939	0,103	17,426	137,267	4,938	310,617	0,002	0,0003	159,346
Burdur	0,491	0,101	0,706	16,972	0,010	458,915	0,001	0,0002	72,840
Çankırı	0,068	0,051	1,578	51,894	7,587	181,597	0,003	0,0001	40,159
Çorum	0,012	0,295	2,300	17,461	1,692	647,599	0,001	0,0002	62,227
Denizli	0,367	0,031	6,580	106,799	0,498	59,807	0,002	0,0002	95,040
Edirne	0,445	0,057	2,651	28,962	0,279	18,754	0,002	0,0003	96,691
Eskişehir	0,174	0,037	10,894	119,509	0,455	84,062	0,001	0,0002	82,343
Isparta	0,459	0,137	5,239	34,047	0,046	208,434	0,001	0,0001	51,548
K.,Maraş	0,103	0,143	55,148	119,505	0,122	313,705	0,004	0,0002	50,984
Karabük	0,560	0,147	3,746	56,631	0,214	225,762	0,001	0,0001	63,798
Karaman	0,184	0,049	3,799	32,126	1,375	93,151	0,002	0,0003	77,283
Kastamonu	0,974	0,245	1,466	12,272	0,428	385,799	0,001	0,0001	58,233
Kayseri	0,103	0,123	13,200	60,943	0,244	176,691	0,002	0,0002	55,366
Kırıkkale	0,253	0,230	2,474	25,119	0,232	101,015	0,001	0,0000	90,878
Kırşehir	0,017	0,120	1,886	6,421	1,190	351,994	0,001	0,0002	49,601
Konya	0,313	0,036	4,082	15,349	0,877	29,111	0,001	0,0002	57,820
Kütahya	0,523	0,062	2,319	17,595	0,224	60,018	0,002	0,0001	60,909
Manisa	0,198	0,097	3,221	18,138	0,329	56,714	0,002	0,0002	92,657
Nevşehir	1,641	0,065	10,746	9,895	0,171	460,740	0,001	0,0002	81,223
Niğde	0,028	0,070	1,176	55,050	0,113	139,798	0,002	0,0001	67,463
Yozgat	0,029	0,246	1,294	9,381	0,800	396,245	0,002	0,0001	32,743

Tablo 3, 4 ve 5’de verilen çözüm değerlerinde; 1,000 olan değerler ilgili illerin verimli olduğunu, 1,000’den büyük değerler ise ilgili illerin verimsiz olduğunu göstermektedir. Bu tabloların ilk sütunlarındaki (bulanık aralık kullanım oranının %0 olarak alındığı sütunlar) çözümler, bulanık yapının dikkate alınmadığı duruma ilişkin çözümler olarak değerlendirilmelidir.

Tablo 3’deki çözümlerde, iyi-kötü yaklaşımı (ilgili karar birimi girdi değerlerinde negatif sapma, çıktı değerinde pozitif sapma, diğer karar birimlerinin girdi değerlerinde pozitif sapma ve çıktı değerlerinde negatif sapma olduğu) dikkate alınmıştır. Bu durumda sapmaların ilgili karar biriminin lehine, diğer birimlerin aleyhine olduğu şekli dikkate alınmakta yani, ilgili kara birimi (il) için iyimser, diğer iller için kötümser bir yaklaşım söz konusudur. Çünkü, bu durumda verimli olmayan bir karar biriminin verimlilik değeri verimli olmaya (1,000’e) doğru yaklaşıp. Tablo 3’e bakıldığında, Kütahya ve Yozgat illeri için böyle bir değişme olduğu görülmektedir. Bu nedenle, bu iller için kesin olarak verimsizdir demek zordur.

Tablo 3: İyi-Kötü Yaklaşımına Göre Çözüm Sonuçları

Bulanık Aralıkların Kullanım Oranları						
	İLLER	%0	%25	%50	%75	%100
1	Afyon	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
2	Aksaray	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
3	Bilecik	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
4	Bolu	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
5	Burdur	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
6	Çankırı	1,423	1,374	1,327	1,281	1,237
7	Çorum	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
8	Denizli	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
9	Edirne	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
10	Eskişehir	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
11	Isparta	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
12	K, Maraş	1,618	1,562	1,508	1,456	1,406
13	Karabük	1,228	1,176	1,125	1,077	1,03
14	Karaman	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
15	Kastamonu	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
16	Kayseri	1,515	1,451	1,39	1,331	1,275
17	Kırıkkale	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
18	Kırşehir	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
19	Konya	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
20	Kütahya	1,08	1,027	1,000	1,000	1,000
21	Manisa	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
22	Nevşehir	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
23	Niğde	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
24	Yozgat	1,147	1,103	1,061	1,021	1,000

Tablo 4'deki çözümlerde, kötü-iyi yaklaşımı (ilgili karar birimi girdi değerlerinde pozitif sapma, çıktı değerinde negatif sapma, diğer karar birimlerinin girdi değerlerinde negatif sapma ve çıktı değerlerinde pozitif sapma olduğu) dikkate alınmıştır. Bu durumda ilgili karar birimi (il) için kötümser, diğer iller için iyimser bir yaklaşım vardır. Çünkü, bu durumda verimli olan bir karar biriminin verimlilik değeri verimli olmamaya (1,000'den daha büyük bir sayı olmaya) doğru yaklaşabilir. Tablo 4'e bakıldığında, Bolu ve Isparta illeri için böyle bir değişme olduğu görülmektedir. Bu nedenle, bu iller için kesin olarak verimlidir demek zordur.

Tablo 4: Kötü-İyi Yaklaşımına Göre Çözüm Sonuçları

	İLLER	Bulanık Aralıkların Kullanım Oranları				
		%0	%25	%50	%75	%100
1	Afyon	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
2	Aksaray	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
3	Bilecik	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
4	Bolu	1,000	1,000	1,000	1,000	1,042
5	Burdur	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
6	Çankırı	1,423	1,474	1,526	1,58	1,637
7	Çorum	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
8	Denizli	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
9	Edirne	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
10	Eskişehir	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
11	Isparta	1,000	1,000	1,018	1,066	1,117
12	K,Maraş	1,618	1,675	1,735	1,797	1,861
13	Karabük	1,228	1,284	1,342	1,402	1,455
14	Karaman	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
15	Kastamonu	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
16	Kayseri	1,515	1,58	1,649	1,721	1,795
17	Kırıkkale	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
18	Kırşehir	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
19	Konya	1,000	1,000	1,026	1,063	1,101
20	Kütahya	1,08	1,136	1,195	1,256	1,321
21	Manisa	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
22	Nevşehir	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
23	Niğde	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
24	Yozgat	1,147	1,21	1,261	1,309	1,358

Tablo 5'deki çözümlerde, iyi-iyi yaklaşımı (ilgili karar birimi ve diğer karar birimlerinin girdi değerlerinde negatif sapma, çıktı değerlerinde pozitif sapma olduğu) durumu dikkate alınmıştır. Kötü-kötü yaklaşımında (ilgili karar birimi ve diğer karar birimlerinin girdi değerlerinde pozitif sapma ve çıktı değerlerinde negatif sapma olduğu durumda) elde edilen çözüm değerleri ile iyi-iyi yaklaşımına göre elde edilen değerler aynı olduğundan

Tablo 5'deki sonuçlar hem iyi-iyi hem de kötü-kötü yaklaşımlarının sonuçlarını göstermektedir. Bu iki yaklaşıma ilişkin çözüm değerlerinin aynı olmasının nedeni; bulanık miktarların normal değerini belli bir oranı olarak alınmış olması ve ilgili karar birimi ve diğer karar birimleri için aynı yönde olan bir yaklaşımın dikkate alınmasıdır. Ayrıca yine bu nedenlerden dolayı; ilgili karar birimlerinin verimlilik değerleri, bulanık aralığın her türlü kullanım oranı (bulanıklık seviyesi) için de aynı çıkmıştır.

Tablo 5: İyi-İyi ve Kötü-Kötü Yaklaşımlarına Göre Çözüm Sonuçları

Bulanık Aralıkların Kullanım Oranları						
	İLLER	%0	%25	%50	%75	%100
1	Afyon	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
2	Aksaray	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
3	Bilecik	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
4	Bolu-	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
5	Burdur	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
6	Çankırı	1,423	1,423	1,423	1,423	1,423
7	Çorum	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
8	Denizli	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
9	Edirne	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
10	Eskişehir	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
11	Isparta	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
12	K,Maraş	1,618	1,618	1,618	1,618	1,618
13	Karabük	1,228	1,228	1,228	1,228	1,228
14	Karaman	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
15	Kastamonu	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
16	Kayseri	1,515	1,515	1,515	1,515	1,515
17	Kırıkkale	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
18	Kırşehir	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
19	Konya	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
20	Kütahya	1,08	1,081	1,081	1,081	1,081
21	Manisa	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
22	Nevşehir	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
23	Niğde	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
24	Yozgat	1,147	1,162	1,162	1,162	1,162

Tablo 3 ve 4 incelendiğinde aşağıdaki sonuçlar çıkmaktadır:

- Bir ilin verimli olup olmadığı, bulanık yapının dikkate alınmadığı duruma göre farklılık gösterebilmektedir.
- Bu durumdan dolayı, illerin verimliliklerinin analizinde bulanık yapının mutlaka dikkate alınması gerekmektedir.
- Kütahya ve Yozgat illeri için kesin olarak verimsizdir demek zordur.

- Bolu ve Isparta illeri için kesin olarak verimlidir demek zordur.
- Çankırı, K.Maraş, Karabük ve Kayseri illerinin verimsiz oldukları söylenebilir.
- Diğer illerin verimli olduğu söylenebilir.
- Verimsiz olan illerin verimli olabilmeleri için girdi ve çıktılarında ne yönde değişikliklerin yapılması gerektiğine ilişkin hesaplamalar yapılabilmektedir. Bu çalışmada örnek olarak sadece Isparta iline ilişkin hesaplamalar yapılmıştır. Çeşitli bulanıklık seviyelerinde verimsiz olduğu görülen Isparta ilinin, en verimsiz olduğu durum dikkate alınarak yapılan hesaplamalar aşağıdadır;

Tablo 4'e bakıldığında kötü-iyi yaklaşımında bulanık aralığın %100 oranında kullanımı durumunda etkinlik katsayısının 1,1166 olduğu ve bu değer için en kötü durum olduğu görülmektedir. Bu duruma ilişkin doğrusal modelin çözüm değerlerinden, Isparta ili için referans durumunda olan illerin Burdur, K. Kale, Niğde olduğu ve yoğunluk değerlerinin sırasıyla 0,4287, 0,1098, 0,1612 olduğu görülmüştür. Bu değerler dikkate alındığında Isparta ili için yapılması gereken iyileştirmeler Tablo 6'da verilmiştir. Tablo 6'daki değerlerin hesaplanması şöyle yapılmıştır. Örneğin, ulaştırma yatırımları için hedeflenen değer;

$$(0,4287)(24,566)+(0,1098)(12,635)+(0,1612)(1,414)=12,146$$

olarak hesaplanır.

Tablo 6: Isparta İli için Yapılması Gereken İyileştirmeler

1 (%100)	Gerçekleşen	Hedef	Potansiyel İyileştirme
ULAŞT,Y,	22,9665402	12,1465113	-%47,1
KOBİ Y,	6,8482364	4,003943802	-%41,5
ENER,TEŞ,	261,9462044	38,19513361	-%85,4
SAN,TEŞ,	1702,3433810	945,4067147	-%44,5
TAR,TEŞ,	2,3018119	2,396113163	%4
KREDİLER	4168,6739560	4607,271471	%10
İNSAN KAYNAĞI	0,0194679	0,021517997	%10
REKABET	0,0017555	0,001360048	%22
GSYİH	1030,9548350	1041,597816	%1

Tablo 6 incelendiğinde; en dikkat çeken nokta, enerji teşviklerinde yaklaşık %85 oranında azama yapılması gerektiğidir. Enerji teşviklerindeki bu azaltma ile birlikte KOBİ destekleri ve sanayi teşviklerinin yaklaşık %40 oranlarında azaltılması gereğinin ortaya çıkması, Isparta ilinde sanayi sektörünün kendisine verilen yardım ve teşvikleri verimli kullanmadığını gösterdiği söylenebilir. Ayrıca bu durum sanayi sektörünün Isparta'da katma değer üretme sürecine katkısı olmadığına da işaret ettiği de söylenebilir. Bununla birlikte tarım teşviklerinde yapılması öngörülen %4 oranındaki iyileştirme gereği, ilin tarım bölgesi olduğu gerçeği ile örtüştüğü ve bu sektöre verilecek desteklerin katma değer üretimine katkı sağlayacağı sonucunu ortaya çıkardığı söylenebilir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Girdi-çıktı değerlerinin kesin rakamlar olmayıp yaklaşık (bulanık) rakamlardan oluşması durumunda, bu bulanık yapının dikkate alınarak bulanık VZA uygulamasının yapılması daha uygun bir yaklaşım olacaktır. Çünkü bu durumda, verimli gibi gözükken bir karar biriminin verimsiz olması ve verimsiz gibi gözükken bir karar biriminin verimli olması sonuçları ortaya çıkabilmektedir.

VZA, bir karar birimleri kümesi içinde yer alan bir karar biriminin diğer karar birimlerine göre göreceli olarak verimli olup olmadığını analiz eder. Bu nedenle, karar birimleri kümesinin aynı şartlara sahip olan birimlerden oluşmasına dikkat etmek gerekir. Örneğin, karar birimleri kümesi Türkiye ve AB'deki tarım işletmeleri olarak alındığında, bu birimler benzer şartlar altında çalışmadığından, Türkiye'deki tarım işletmelerinden çoğunun verimsiz çıkacağı (AB'dekilere göreceli olarak bakılmasından dolayı) ve AB'dekilerin çoğunun verimli çıkacağı bellidir. Böyle bir analizin yanında, sadece Türkiye'dekilerden oluşan bir küme dikkate alınarak VZA yapılması da gereklidir. Hatta, sadece Harran ovasındakiler dikkate alınarak bir VZA yapılması da uygun olur. Bir karar biriminin kendine benzer şartlara sahip olanların içinde göreceli olarak verimsiz olması, diğer durumdakilere göre daha anlamlıdır ve mutlaka bu durumun nedenlerinin araştırılması gereklidir.

Denizlere sınırı olmayan Batı Anadolu illerinden oluşan karar birimleri kümesini dikkate alarak yapılan uygulama çalışması sonucunda; Kütahya ve Yozgat illeri için kesin olarak verimsizdir, Bolu ve Isparta illeri için kesin olarak verimlidir denemeyeceği ve Çankırı, K.Maraş, Karabük ve Kayseri illerinin verimsiz, diğer illerin verimli oldukları ortaya çıkmıştır.

AYDEMİR'in yaptığı çalışmada Türkiye'deki tüm iller dikkate alınmış ve bu çalışmada ise denize kıyısı olmayan Batı Anadolu'da yer alan 24 il dikkate alınmıştır. AYDEMİR'in yaptığı çalışmada verimsiz olan Nevşehir, Konya, Karaman ve Afyon gibi iller verimsiz görünürken, benzer şartlarda olan 24 ilin dikkate alındığı bu çalışmada ise bu iller bulanık ortamda dahi verimli görünmektedir. Bunun nedeni, dikkate alınan karar birimlerinin AYDEMİR'in çalışmasında benzer şartlarda yer alanlardan oluşmamasıdır, Buna karşılık bu çalışmada dikkate alınan kümedeki karar birimlerinin benzer yapıda olanlardan oluşmasıdır.

Verimsiz olanları ortaya çıkarmak, verimsizliğin nedenlerini araştırmak ve verimliliği artırmak için ilgililere önerilerde bulunmak amacıyla hemen her alanda bulanık VZA uygulamalarının yapılması hem birimler için hem ülke için çok olumlu gelişmelere neden olabilir.

KAYNAKÇA

1. Alam, J., S. H. Sikder, K. G. Goulias, "On the Role of Transportation in Regional Economic Efficiency in Bangladesh: A Data Envelopment Analysis", **A MAUTC Technical Communication**, February 2003, TEC2003-01, University Park, PA, 16802.

2. Amin, G. R., S. Raissi, “A New Approach To Determine Efficient Dm Us in DEA Models With Using Inverse Optimization”, in **Data Envelopment Analysis and Performance Management**, Edited by: Emrouznejad A, V. Podinovski, 4th International Symposium of DEA, September 2004, s.30
3. Aydemir, Z. C., “**Bölgesel Rekabet Edebilirlik Kapsamında İllerin Kaynak Kullanım Görece Verimlilikleri Veri Zarflama Analizi Uygulaması**”, DPT-Uzmanlık Tezleri, Yayın No: DPT: 2664, Aralık 2002.
4. Banker, R.D., Charnes, A., Cooper, W.W., “Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis”, **Management Science** 30, 1078–1092, 1984.
5. Byrnes, P. E., J. E. Storbeck, “Efficiency Gains From Regionalization: Economic Development in China Revisited”, **Socio-Economic Planning Sciences**, Vol. 34, 2000, 141-154.
6. Charnes, A., Cooper, W.W. ve Rhodes, E., “Measuring The Efficiency of Decision Making Units”, **European Journal of Operational Research**, 2, 429-444, 1978.
7. Cullinane, K., T. F. Wang, D. W. Song, P. Ji, “The Technical Efficiency of Container Ports: Comparing Data Envelopment Analysis and Stochastic Frontier Analysis”, **Transportation Research Part A**, Article In Pres (2005)
8. Dinç, M., K. E. Haynes, “Sources of Regional İnefficiency: An Integrated Shift-Share, Data Envelopment and Input-Output Approach”, **The Annals of Regional Science**, Vol. 33, 1999, 469-489.
9. Garcia, P. A. A., P. Schirru, P. F. R. Melo, “A Fuzzy Envelopment Analysis Approach for FMEA”, **Progress in Nuclear Energy**, Vol. 46, 3-4, 2005, 359-373.
10. Hu, J. L., S. C. Wang, “Total-factor Energy Efficiency of Regions in China”, **Energy Policy**, Article In Pres (2005).
11. Karkazis J., E. Thanassoulis, “Assessing the Effectiveness of Regional Development Policies in Northern Greece Using Data Envelopment Analysis”, **Socio-Economic Planning Sciences**, Vol. 32(2), 1998, 123-137.
12. Leon, T., V. Liern, J. L. Ruiz, I. Sirvent, “A Fuzzy Mathematical Programming Approach to the Assessment of Efficiency with DEA Models”, **Fuzzy Sets and Systems**, Vol. 139, 2003, 407-419.
13. Lertworasirikul, S., S. C. Fang, J. A. Joines, H. L. W. Nuttle, “Fuzzy Data Envelopment Analysis (DEA): A Possibility Approach”, **Fuzzy Sets and Systems**, Vol. 139, 2003, 379-394.
14. Martić, M., G. Savić, “An Application of DEA for Comparative Analysis and Ranking of Regions in Serbia with Regards to Social-economic

- Development”, **European Journal of Operational Research**, Vol. 132, 2001, 343-356.
15. Talluri, S., “Data Envelopment Analysis: Models and Extensions”, **Decision Line**, Vol. 31(3), May 2000, 8-11
 16. Vennesland, B., “Measuring Rural Development in Norway Using Data Envelopment Analysis”, **Forest Policy and Economics**, Vol. 7, 2005, 109-119.
 17. Yoshida, Y., H. Fujimoto, “Japanese-airport Benchmarking with the DEA and Endogenous-weight TFP Methods: Testing the Criticism of Overinvestment in Japanese Regional Airports”, **Transportation Research Part E**, Vol. 40, 2004, 533-546.