



SEÇİLMİŞ AVRUPA ÜLKELERİNDE MAKROEKONOMİK PERFORMANS ÖLÇÜMÜ:  
ŞANS KISITLI VERİ ZARFLAMA ANALİZİ İLE BİR UYGULAMA

**Erhan DEMİRELİ**

Doç. Dr. Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi İşletme Bölümü

**Ash Yüksek ÖZDEMİR**

Yrd. Doç. Dr. Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi İşletme Bölümü

**ÖZET:** Ülkelerin etkinliklerinin ölçülmesinde de kullanılan veri zarflama analizi (VZA), aynı girdileri kullanarak aynı çıktıları üreten ve homojen olan karar verme birimlerinin (KVB) etkinliklerinin ölçülmesinde faydalanılabilen çok kriterli bir karar verme yöntemidir. VZA modelleri ilk çıkışı itibarıyla deterministik olmasına karşın sonraki yıllarda, üretim sürecindeki çeşitli belirsizliklerin ya da modelde kullanılan değişkenlerin ölçümünde ortaya çıkabilecek hataların da analizlere dahil edilmesini olanak sağlayacak şekilde stokastik VZA modelleri de ortaya konmuştur. Çalışmada literatürde yer alan stokastik VZA modellerinden biri olan şans kısıtlı VZA (CCDEA) modeli kullanılarak 13 Avrupa ülkesinin makroekonomik performanslarını ortaya koyan etkinlik değerleri hesaplanmış ve elde edilen sonuçlar deterministik VZA modelinin sonuçlarıyla karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar, stokastik değişkenlik arttıkça etkinlik skorlarının da arttığını ve etkin olan ülke sayısının da buna bağlı olarak artış gösterdiğini ortaya koymuştur. Deterministik model ve şans kısıtlı VZA modeliyle elde edilen sonuçlar arasında istatistiksel olarak da anlamlı farklılık olduğu belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Makroekonomik Performans, Veri Zarflama Analizi, Şans Kısıtlı Veri Zarflama Analizi, Etkinlik

MACROECONOMIC PERFORMANCE MEASURING IN SELECTED EUROPEAN COUNTRIES:  
AN EXAMINATION WITH CHANCE CONSTRAINED DATA ENVELOPMENT ANALYSIS

303

**ABSTRACT:** Data envelopment analysis (DEA) that can also be used to measure the efficiency of countries, is a multi-criteria decision making method which can be utilized to measure the efficiency of homogenous decision making units (DMUs) producing same outputs using same inputs. Although the DEA models had been deterministic in nature, in the subsequent years after the origin of the method stochastic DEA models were introduced, which enable the inclusion of a variety of uncertainties in the production process and possible measurement errors related to the variables used in the model. In this study the efficiency scores presenting the macroeconomic performance of 13 European countries had been calculated by using the chance constrained DEA (CCDEA) model, is one of the stochastic DEA models in the literature, and the results had been compared with the results of the deterministic DEA model. The obtained results had indicated that the efficiency scores had been increasing as the stochastic variability increased and depending on this the number of efficient countries had showed increase. It is determined that there was also statistically significant difference among the results obtained through the deterministic and chance constrained DEA models.

**Keywords:** Macroeconomic Performance, Data Envelopment Analysis, Chance Constrained Data Envelopment Analysis, Efficiency

**GİRİŞ**

Ülke ekonomilerinde meydana gelen iyileşmelerin temel göstergeleri makro ekonomik verilerdir. Bu temel göstergelerin oluşum etkenlerinden birisi ise serbest piyasa ekonomileri ve küreselleşmedir. Makro ekonomik veriler aracılığıyla yerel yatırımcılar içinde buldukları ekonomik süreçleri daha iyi algılayabilmekte, yabancı yatırımcılar ise sözkonusu ülke hakkında kaynakların etkin kullanımından, çeşitli yatırım fırsatlarının değerlendirilmesine kadar birçok bilgi edinmektedirler. Bu anlamda etkin kaynak kullanımı ve bunun ülkenin ekonomik ve sosyal yaşantısına yansımalarının ölçümü önem arz etmektedir.



Ülkelerin makroekonomik performanslarının değerlendirilmesinde uygulanan yöntemlerden biri de etkinlik ölçümünde kullanılan Veri Zarflama Analizi (VZA)'dır. VZA benzer özellikler taşıyan diğer bir ifadeyle homojen olan ve de aynı girdileri kullanarak aynı çıktıları ortaya koyan karar verme birimlerinin (KVB) görelî etkinliklerinin ölçümünde kullanılabilen bir çok kriterli karar verme tekniğidir. VZA ilk olarak Charnes-Cooper-Rhodes (CCR) tarafından 1978 yılında yapılan çalışmayla ortaya konmuştur ve yöntem üretim sınırı kavramına dayanmaktadır. VZA ile gözlem kümesindeki KVB'lerin görelî etkinlikleri hesaplanabilmekte ve buradan hareketle girdi ve çıktı değişkenlerinde yapılabilecek olası iyileştirmeler de referans KVB kümesinden hareketle belirlenebilmektedir. İlk olarak kar amaçlı olmayan kurumların görelî etkinliklerinin ölçülmesine yönelik yapılan çalışmaların ardından sonraki yıllarda VZA'nın başta bankacılık, eğitim ve sağlık sektöründeki kurumların ve işletmelerin etkinlik ölçümü olmak üzere birçok farklı alanda uygulandığı görülmektedir.

Deterministik özellik taşıyan diğer bir ifadeyle analizde kullanılan girdi ve çıktı verilerinin tümünün tam ve doğru olduğu varsayımına dayanan CCR modelinin yanı sıra literatürde ilk olarak Land vd. (1993) tarafından ortaya konmuş olan şans kısıtlı (chance-constrained) VZA (CCDEA) modellerinin de yer aldığı görülmektedir. CCDEA modeli ile belirsizlik unsurunun da etkinlik analizlerine dahil edilmesi mümkün olmaktadır.

Çalışmada VZA ile, literatürdeki uygulamalardan yola çıkarak belirlenen girdi ve çıktı değişkenlerini kullanarak, seçilmiş Avrupa ülkelerinin 2005-2011 yıllarına ilişkin makroekonomik performansları incelenmiş ve öncelikle CCR etkinlikleri hesaplanmıştır. Ele alınan ülkelerin etkinlikleri belirsizliği de dikkate alan ve stokastik VZA modellerinden biri olan şans kısıtlı VZA (CCDEA) modeli kullanılarak da hesaplanmış ve sonuçlar karşılaştırılmıştır. Bu doğrultuda çalışmanın ilk bölümünde çalışmada kullanılan CCDEA modellerinin uygulandığı çalışmalara ilişkin literatür taramasına yer verilmektedir. Çalışmanın ikinci bölümünde çalışmada sonuçları karşılaştırılacak olan CCR ve CCDEA modellerinin teorik yapısı ortaya konmuştur. Son bölümde ise seçilmiş Avrupa ülkelerinin etkinlik analizine ilişkin uygulamaya yer verilmektedir.

304

## LİTERATÜR TARAMASI

Charnes-Cooper-Rhodes tarafından ortaya konan CCR modellerinde VZA'da kullanılan girdi ve çıktı değişkenlerine ilişkin veriler deterministiktir. Öte yandan literatürdeki çalışmalar arttıkça birçok araştırmacının değişkenlerin ölçümünde ortaya çıkabilecek hataları da ele alabilmek amacıyla stokastik unsurları da modele dahil etmek üzere çalışmalar yaptığı görülmektedir. Yapı itibarıyla üretim ilişkileri de çoğunlukla stokastik nitelik taşımaktadır. Örneğin tarımda hava koşullarının tam olarak tahminlenememesi girdi-çıkta arasındaki ilişkileri stokastik hale getirmektedir. İmalat sanayinde de çıktıların kalitesinde farklılıklar ortaya çıkabilmektedir (Land vd., 1993: 541). Deterministik VZA modelleri bu tür belirsizliklerin modele dahil edilebilmesine imkan vermemektedir. Öte yandan etkinliği ölçülen KVB'lerin girdi-çıkta değişkenlerinde ve bu süreçte ortaya çıkabilecek belirsizlikleri ele almak üzere stokastik VZA modelleri kullanılabilir. Girdi ve çıktılarda olabilecek çeşitli belirsizlikleri VZA modellerine dahil edebilmek amacıyla şans kısıtlı VZA (CCDEA) modeli ilk olarak Land vd. (1993) tarafından ortaya konmuştur.

Literatürdeki çalışmalar incelendiğinde ülke etkinliğinin veri zarflama analizi ile incelendiği şu çalışmalara ulaşılmıştır. Lovell (1995) çalışmasında 10 Asya ülkesinin 1970-1988 dönemindeki etkinliklerini değerlendirmiş ve veri zarflama analizinde GSYİH büyüme oranı, istihdam oranı, ihracat/ithalat oranı ve de fiyat istikrarı çıktı değişkenlerini kullanmıştır. Golany ve Thore (1997a) ülkelerin sadece ekonomik değil aynı zamanda sosyal etkinliklerini de değerlendirmek için 1970-1985 yıllarına ilişkin 72 ülke verisini kullanarak 4 çıktı ve 3 girdi değişkeni ile veri zarflama analizinden faydalanmıştır. Çalışmada ölçeğe göre değişken getiri varsayımı altında da etkinlik skorları hesaplanmıştır. Golany ve Thore (1997b) çalışmasında ise aynı değişkenleri kullanarak 74 ülkenin etkinliğini değerlendirmiş ayrıca konik oran (cone ratio) kısıtları, ülkelere ilişkin kategori kısıtları ve de hedef kısıtlarıyla da etkinlik değerlerini hesaplamıştır. OECD ülkeleri için alternatif bir veri zarflama modeli ortaya koyan Emrouznejad (2003) çalışmasında üretim etkinliğini gösteren istihdam ve sermaye büyüklüğünü girdi olarak kullanmıştır. Ramanathan (2006) çalışmasında Ortadoğu ve Kuzey Afrika ülkelerinin performanslarını karşılaştırmalı olarak incelemiştir. Tan ve Hooy (2007) çalışmalarında bilgi tabanlı ekonomiye geçiş etkinliğini veri zarflama analizi modelini kullanarak Doğu Asya ülkeleri için ölçmüştür. Karabulut vd. (2008) çalışmalarında Avrupa Birliği Üyesi ülkeler ile Türkiye'nin ekonomik performanslarını veri zarflama analizi modeli ile karşılaştırmışlardır. Çalışmada cari fiyatlarla gayri safi yurtiçi hasıla değerleri çıktı olarak kullanılırken, istihdam ve gayri safi sermaye oluşum değerleri de girdi olarak kullanılmıştır. Hsu vd. (2008) 2004 yılı verileriyle 50 ülkenin ekonomik performans boyutlarındaki etkinliğini hükümet ve işletmelerin performans boyutlarıyla altyapı gelişmişlik düzeyini yansıtan boyutları girdi



olarak kullanarak değerlendirmiştir. Mohamad (2011) çalışmasında OIC üyesi ülkeler için veri zarflama analizi gerçekleştirmiş, çalışmada Gayrisafi Yurt İçi Hasılabın (GSYİH) bir yüzdesi olarak devlet harcamalarını girdi olarak kullanmıştır. Aynı çalışmada çıktı değışkeni olarak ise GSYİH'daki büyüme yüzdesi çıktı değışkeni olarak seçilmiştir.

Şans kısıtlı VZA modeli (CCDEA) ile ise ülke etkinliğinin değerlendirildiğı hiçbir çalışma bulunamamıştır. Öte yandan Land vd. (1993) tarafından ortaya konan CCDEA modelinin uygulandığı şu çalışmalar olduğu görülmektedir. Fethi vd. (2001) Türkiye'de faaliyet gösteren ticari bankaların finansal performanslarının stokastik veri zarflama analizi ile finansal performanslarının ölçülmesinde ve Chen (2002) çalışmasında veri zarflama analizi ve stokastik öncü göstergeler ile Taiwan'da banka etkinliğinin ölçülmesinde CCDEA modelini kullanmışlardır. Talluri vd. (2006) bayilerin tedarikçi riski performansının ölçülmesinde, Shang vd. (2010) çalışmalarında stokastik veri zarflama analizi ile otel işletmeleri için etkinlik ölçümlemesinde, Gedik (2010) demirçelik ve demir alaşımları imalatı sektöründe stokastik veri zarflama ile etkinlik ölçülmesi için gerçekleştirdiğı çalışmasında, Turgutlu (2010) ise Türkiye'de sigortacılık sektöründe tam bilgi ve belirsizlik altında etkinlik analizinin gerçekleştirilmesi için hazırladığı çalışmada stokastik veri zarflama analizinden yararlanmış ve Land vd. (1993)'nin çalışmalarında kullandığı modeli esas almıştır.

### ARAŞTIRMADA KULLANILAN VZA MODELLERİ

VZA ilk kez CCR modeli ile ortaya konmuştur ve bu model ölçeğe göre sabit getiri varsayımına dayanmaktadır. Bu varsayımı ortadan kaldıran BCC (Banker-Charnes-Cooper) modeli ise 1984 yılında geliştirilmiştir ve model teknik ve ölçek etkinliğini ayrı ayrı ölçebilmektedir. Her iki modelde de veriler deterministik nitelik taşımaktadır. Girdi ve çıktılardaki değışkenlikleri modele dahil edebilmek amacıyla stokastik VZA modellerine yönelik olarak yapılan ilk çalışma ise 1993 yılında yayınlanan ve Land vd. tarafından gerçekleştirilen Şans Kısıtlı Veri Zarflama Analizi (CCDEA) çalışmasıdır. Çalışmada CCR ve CCDEA modellerinin sonuçları karşılaştırılacağından bu bölümde uygulamada kullanılacak olan VZA modellerinin teorik yapısına yer verilmektedir.

#### CCR Modeli

Charnes-Cooper-Rhodes tarafından 1978 yılında ortaya konan ve VZA modellerinden ilki olan CCR modelinde incelenen her bir KVB için etkinlik değeri, analizde yer alan çıktıların ağırlıklandırılmış toplamının girdilerin ağırlıklandırılmış toplamına oranı ile elde edilmektedir. Modelde amaç bu etkinlik değeri maksimize etmektir. Modelin kısıtlarını ise bu etkinlik değeri tüm KVB'ler için 1 ya da daha az olması koşulu ile girdi ve çıktı değışkenlerinin ağırlıklarının pozitif olması koşulu oluşturmaktadır.  $u_r$   $r$  çıktısının ağırlığını,  $v_i$   $i$  girdisinin ağırlığını,  $y_{rj}$  ve  $x_{ij}$  değışkenlerinin  $j$ .KVB'nin  $r$  çıktısı miktarı ile  $i$  girdisi miktarını ve de  $h_0$  incelenen KVB'yi göstermek üzere CCR kesirli programlama modeli aşağıdaki şekilde yazılmaktadır (Charnes vd., 1978: 430):

$$\begin{aligned} \text{Maksimum} \quad & h_0 = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{r0}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{i0}} \\ \text{Kısıtlar:} \quad & \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} \leq 1 \quad (j = 1, \dots, n) \\ & u_r, v_i \geq 0 \quad (r = 1, \dots, s; \quad i = 1, \dots, m) \end{aligned} \quad (1)$$

Yukarıda yer alan kesirli programlama modeli Charnes-Cooper dönüşümüyle bu modele eşdeğer olan doğrusal programlama modeline dönüştürülmektedir. Doğrusal programlama modelinde, kesirli programlama modelindeki  $u$  ve  $v$  değışkenlerinin yerini  $\mu$  ve  $V$  değışkenleri almaktadır. Bu doğrultuda her bir KVB için aşağıda yer alan model oluşturulmaktadır (Cooper vd., 2011: 9):



$$\begin{aligned} \text{Maksimum} \quad & z = \sum_{r=1}^s \mu_r y_{r0} \\ \text{Kısıtlar:} \quad & \sum_{r=1}^s \mu_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \leq 0 \quad (j=1, \dots, n) \\ & \sum_{i=1}^m v_i x_{i0} = 1 \\ & \mu_r, v_i \geq 0 \quad (r=1, \dots, s; i=1, \dots, m) \end{aligned} \quad (2)$$

Her bir KVB için oluşturulan doğrusal programlama modelinin çözümüyle KVB'lerin göreceli etkinlik skorları hesaplanmaktadır. Amaç fonksiyon değeri 1 ise ele alınan KVB %100 etkin olarak nitelendirilmektedir.

(2) ile verilen CCR doğrusal programlama modelinin duali ise aşağıdaki şekilde gösterilmektedir (Cooper vd., 2011: 9). Primal model çarpan modeli, dual model ise zarflama modeli olarak da adlandırılmaktadır.

$$\begin{aligned} \text{Minimum } \theta \\ \text{Kısıtlar:} \quad & \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_{ij} \leq \theta x_{i0} \quad (i=1, \dots, m) \\ & \sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j \geq y_{r0} \quad (r=1, \dots, s) \\ & \lambda_j \geq 0 \quad (j=1, \dots, n) \end{aligned} \quad (3)$$

306

Etkin olmayan bir KVB için doğrusal programlama modeli çözüldüğünde (primal ya da dual) bu KVB için hesaplanan dual değişken  $\lambda$  değeri 0 olurken gözlem kümesindeki etkin KVB'lerin dual değişken değeri pozitiftir. Etkin olan bu KVB'ler etkin olmayan KVB için referans setini oluşturmaktadır. Diğer bir ifadeyle etkin olmayan KVB'nin etkin sınıra ulaşmak için girdilerini ne kadar azaltması ya da çıktılarını ne kadar arttırması gerektiğini belirlemek için referans alması gereken KVB veya KVB'ler bu dual değişkenleri pozitif değer alan etkin KVB'lerdir. Referans kümesindeki KVB'lerden hareketle etkin olmayan KVB için girdi ve çıktılara ilişkin hedef değerler, bu değerler kullanılarak da etkin sınıra gelmek için gerekli olan iyileştirme oranları hesaplanmaktadır (Tütek vd., 2012: 241).

#### **Şans Kısıtlı VZA Modeli (CCDEA)**

Girdi ve çıktılardaki belirsizlikler VZA modeline dahil edilirken Charnes ve Cooper (1958, 1959, 1962, 1963) tarafından ortaya konan şans kısıtlı programlama yaklaşımı kullanılmaktadır. Bu yöntem, çok sık olmamakla birlikte, kısıtların ihlal edilebildiği durumları da ele alabilecek şekilde geliştirilmiştir. Deterministik VZA'da tüm gözlemlerin etkinlik sınırının yalnızca bir tarafında yer alması gerekmektedir. Stokastik model ise gözlemlerin bu sınır etrafında stokastik olarak değişebilmesine fakat yine de büyük bir çoğunluğunun sınırın yalnız bir tarafında olmasına imkan vermektedir (Land vd., 1993: 542). Literatürde belirsizlikleri VZA'ya dahil etmeye yönelik farklı stokastik VZA modelleri bulunmaktadır. Diğer modellerin de çeşitli avantaj ve dezavantajları olmakla birlikte Land vd. (1993) tarafından ortaya konan şans kısıtlı veri zarflama analizi modelinin, etkinliği ölçülen KVB'lerin girdi ve çıktılarna ilişkin çeşitli belirsizlikleri uygun, doğru ve kolay bir şekilde analizlere dahil edebilen bir yaklaşım olduğu görülmektedir (Talluri, 2006: 215). Çalışmada da ülkelerin makroekonomik performansları, girdi ve çıktı değişkenlerindeki belirsizlikleri de analiz edebilen CCDEA modeli kullanılarak ölçülecektir.

CCDEA modelinde kullanılan notasyon aşağıdaki şekilde tanımlanmaktadır (Land vd., 1993: 543):



|                         |   |
|-------------------------|---|
| $i, j = 1, \dots, I$    | Etkinliği ölçülecek KVB'lerin kümesi  |
| $m = 1, \dots, M$       | VZA'da kullanılan girdi değişkenleri  |
| $n = 1, \dots, N$       | VZA'da kullanılan çıktı değişkenleri  |
| $X = [x_{mi}]$          | KVB'lere ilişkin girdi matrisi  |
| $Y = [y_{ni}]$          | KVB'lere ilişkin çıktı matrisi  |
| $X^m$                   | $X$ 'in satır vektörü   |
| $Y^n$                   | $Y$ 'nin satır vektörü  |
| $X_0 = [x_{m0}]$        | İncelenen KVB'nin girdilerinin sütun vektörü                                      |
| $Y_0 = [y_{n0}]$        | İncelenen KVB'nin çıktılarının sütun vektörü                                      |
| $\theta$                | Radyal girdi daralma (azalma) faktörü (etkinlik ölçüsü olarak kullanılacaktır)    |
| $\lambda = [\lambda_i]$ | KVB yüklerinin sütun vektörü<br>(incelenen KVB için "en iyi uygulama"yı belirler) |

Modelde KVB'lere ilişkin girdi matrisinin ( $X$ ) önceden belirlendiği yani deterministik olduğu ve çıktı matrisinin ( $Y$ ) ise rassal olduğu varsayılmaktadır. Diğer bir ifadeyle  $x_{mi}, i = 1, \dots, M$  girdilerine bağlı olarak  $y_{ni}, n = 1, \dots, N$  çıktılarının normal dağıldığı varsayılmaktadır. Modeldeki normal dağılım varsayımı Gauss-Markov teoremine dayanmaktadır.

307

CCDEA modelinde optimal radyal daralma faktörü  $\theta$ , girdilere uygulanmaktadır. İncelenen KVB için girdi-çıkıtı vektöründen ( $X_0, Y_0$ ) başlayarak en çok daralan  $\theta^* X_0$  girdisine sahip  $\theta^* X_0, Y_0$  vektörü elde edilmektedir. CCDEA modelinde KVB'lerin sadece çok küçük bir kısmının (örneğin %5 - başka değerler de kullanılabilir) en iyi uygulamadan daha iyi performans gösterebileceği varsayılmaktadır. Bu varsayımlar doğrultusunda CCDEA modeli aşağıdaki şekilde gösterilmektedir (Land vd., 1993: 543):

Minimum  $\theta$

$$\text{Kısıtlar: } \Pr \text{ob}(Y^n \lambda \leq y_{n0}) \leq 0,05 \quad (n = 1, \dots, N)$$

(4)

$$\theta x_{m0} \geq X^m \lambda \quad (m = 1, \dots, M)$$

$$\theta \text{ işareti kısıtlanmamış, } \lambda \geq 0$$

(4) ile verilen CCDEA modeli ile iki kısıt kümesi altında, radyal daralma faktörü  $\theta$  minimize edilmektedir. Bu iki kısıt kümesinden ilkinde yer alan kısıtlar, gözlemlenen çıktı düzeylerinin en iyi uygulamayı sıklıkla geçmemesi gerektiğine ilişkin şans kısıtlarıdır. En iyi uygulama, gözlem kümesindeki tüm KVB'ler içinde en iyi performans gösteren KVB'lerdir ve tüm KVB'lerin sadece 0,05 ya da daha azı en iyi uygulamadan daha iyi performans gösterecektir. İkinci kısıt kümesindeki kısıtlar ise girdilere ilişkin kısıtlardır ve bu deterministik kısıtlar en iyi uygulamaya sahip KVB'lerin  $\theta X_0$ 'dan daha fazla miktarda girdi kullanamayacağını göstermektedir. (4)'de gösterilen CCDEA modelinde girdiler deterministik özellik taşımaktadır. Modeldeki ikinci kısıt seti  $\Pr \text{ob}(\theta x_{m0} \leq X^m \lambda) \leq 0,05 \quad (m = 1, \dots, M)$  biçiminde yazılarak girdiler de stokastik biçime dönüştirülebilmektedir.



CCDEA modeli kesinlik eşleniğine dönüştürüldüğünde;  $E$  beklenen değeri,  $\sigma$  standart sapmayı ve 1,645 değeri de standart normal dağılımda 0,05 için  $z$  değerini göstermek üzere aşağıdaki şekilde yazılmaktadır (Land vd., 1993: 544). 0,05 değeri dışında bir değer kullanıldığında  $z$  değerinin de değişeceği unutulmamalıdır.

Minimum  $\theta$

$$\text{Kısıtlar: } E(Y^n \lambda - y_{n0}) - 1,645\sigma \geq 0 \quad (n = 1, \dots, N) \quad (5)$$

$$\theta x_{m0} \geq X^m \lambda \geq 0 \quad (m = 1, \dots, M)$$

$$\theta \text{ işareti kısıtlanmamış, } \lambda \geq 0$$

(5)'de yer alan ve  $(Y^n \lambda - y_{n0})$  'in standart sapmasını gösteren  $\sigma$  ise aşağıdaki şekilde hesaplanmaktadır:

$$\sigma = \left\{ \sum_{i=1}^{i=I} \sum_{j=1}^{j=I} \mu_i \mu_j \text{Cov}(y_{ni}, y_{nj}) \right\}^{0,5} \quad (6)$$

Standart sapma formülünde  $\text{Cov}$  kovaryansı göstermekte ve  $i = 1, \dots, I$ ,  $i \neq 0$  için  $\mu_i = \lambda_i$  ve de  $i = 0$  için de  $\mu_i = (\lambda_0 - 1)$  olmaktadır.

308

Land vd. (1993: 545),  $\theta$  'nin alabileceği değerler için üç durumun olası olduğunu belirtmiştir:

(1)  $\theta^* < 1$  olması ya da  $\theta^* = 1$  fakat optimal çözümde bazı kısıtlarda boşluk kalması: Bu durumda ele alınana KVB, CCDEA etkin olmayan veya alt-etkin (subefficient) olarak nitelendirilmektedir.

(2)  $\theta^* = 1$  olması ve optimal çözümde tüm kısıtların boşluk kalmaksızın sağlanması: Bu durumda ele alınan KVB, CCDEA etkin olarak nitelendirilmektedir.

(3)  $\theta^* > 1$  olması: Sıklıkla karşılaşılmayan ve gözlemlerin etkin sınırın üzerinde kalması halinde ortaya çıkabilen bu durumda KVB, CCDEA aşırı etkin (hyperefficient) olarak nitelendirilmektedir.

Land vd. (1993: 546), Charnes vd.'nin 1981 yılında devlet okullarındaki eğitimi desteklemek amacıyla yapılan bir eğitim programında yer alan okulların etkinliğini değerlendirmek için yaptıkları çalışmanın verilerini kullanarak CCDEA modelinin uygulanabilirliğini göstermiştir. Bu veriler kullanılarak model uygulanırken, modelin diğer varsayımlarına ek olarak aşağıdaki varsayımlar da eklenmiştir:

$$E(y_{ni}) = y_{ni}$$

$$\text{Cov}(y_{ni}, y_{nj}) = 0, \text{ tüm } n \text{ ve } i \neq j \text{ için}$$

(7)

$$\text{Var}(y_{ni}) = c^2$$

Yukarıda (7)'de yer alan varsayımların da eklenmesiyle çalışmada aşağıdaki CCDEA modeline ulaşılmıştır:

Minimum  $\theta$

$$\text{Kısıtlar: } Y^n \lambda - y_{n0} - 1,645\sigma \geq 0 \quad (n = 1, \dots, N) \quad (8)$$

$$\theta x_{m0} \geq X^m \lambda \geq 0 \quad (m = 1, \dots, M)$$



$\theta$  işareti kısıtlanmamış,  $\lambda \geq 0$

Yukarıda yer alan CCDEA modelindeki standart sapma ise  $i = 1, \dots, I$ ,  $i \neq 0$  için  $\mu_i = \lambda_i$  ve de  $i = 0$  için de  $\mu_i = (\lambda_0 - 1)$  olduğundan aşağıdaki şekilde yeniden yazılabilmektedir:

$$\sigma = c \left( \sum_i \lambda_i^2 - 2\lambda_0 + 1 \right)^{0,5} \quad (9)$$

Standart sapma formülünde yer alan  $c$  sabiti, her çıktı değişkeninin ortalama seviyesinin her KVB içindeki standart sapmasıdır. Land vd. (1993: 547) bu değer 1'den küçük olması gerektiğini belirtmiş ve çeşitli  $c$  değerleri için CCDEA modeliyle etkinlik skorlarını hesaplamıştır. Elde edilen sonuçlara göre  $c$  sayısı büyüdükçe yani 1'e yaklaştıkça çıktıların stokastik değişkenliği arttığından çıktılar için sınırın dışında yer alınabilecek alan da genişlemektedir. Bu nedenle de etkinlik skorları da artmakta ve 1'e yaklaşmaktadır. Yapılan çalışma sonuçları ayrıca  $c$  değeri sabit kaldığında, şans kısıtları için tolerans düzeyini gösteren ve modelde 0,05 olarak belirlenen değerin azaltılması durumunda da etkinlik skorlarının 1'e yaklaştığı belirlenmiştir. Tüm bu sonuçların yanı sıra CCDEA modeliyle elde edilen etkinlik skorlarının deterministik veri zarflama analizi modelleriyle elde edilen skorlardan daha yüksek olduğu da gözlenmiştir. Bu da CCDEA modeliyle çıktı değerlerinin sınırı aşmasına sıklıkla olmasa da izin verildiğinden deterministik modellerdekenden daha yumuşak ya da aşılabilir bir sınır belirlenmesinden kaynaklanmaktadır.

#### AVRUPA ÜLKELERİNİN MAKROEKONOMİK ETKİNLİĞİNİN CCR VE ŞANS KISITLI VZA (CCDEA) MODELLERİYLE DEĞERLENDİRİLMESİ

309

##### *Araştırmanın Amacı ve Yöntemi*

Çalışmanın amacı CCR modeli ve şans kısıtlı VZA (CCDEA) modelleri kullanılarak seçilmiş Avrupa ülkelerinin makroekonomik performanslarının incelenmesi ve modellerle elde edilen sonuçların karşılaştırılmasıdır. Bu doğrultuda belirlenene Avrupa ülkelerinin etkinlikleri şans kısıtlı olmayan temel VZA modellerinden CCR modeli ile ve de ilk olarak Land vd. (1993) tarafından ortaya konan ve önceki bölümde anlatılan şans kısıtlı VZA (CCDEA) modeli ile ölçülmüştür.

Ülke etkinliklerini değerlendirmek için girdi ve çıktı değişkenlerini belirlemek amacıyla literatürdeki çalışmalar incelendiğinde CCDEA modelinden faydalanılarak ülkelerin etkinliğini karşılaştırmak üzere yapılmış bir çalışma olmadığı görülmüştür. Ancak CCR modeli ya da şans kısıtlı olmayan diğer VZA modelleri kullanılarak ülke etkinliklerinin değerlendirildiği, literatür taramasında da belirtilen çalışmalara ulaşılmıştır. Bu çalışmalarda kullanılan girdi ve çıktı değişkenleri ise aşağıdaki tabloda özetlenmektedir.



Tablo 1. Ülke Etkinliklerinin Ölçülmesine Yönelik Çalışmalar ve Kullanılan Değişkenler

| Çalışma                    | Kapsadığı Dönem | Gözlem Kümesi  | Girdi Değişkenleri  | Çıktı Değişkenleri  |
|----------------------------|-----------------|--|---|---|
| Lovell (1995)              | 1970-1988       | 10 Asya ülkesi                                       | Ülkelerin makroekonomik karar verme yetkisi (tüm ülkeler için girdi değeri=1 alınmıştır)  | GSYİH büyüme oranı<br>İstihdam oranı<br>İhraç edilen mallar /İthal edilen mallar<br>Fiyat istikrarı (1-tüketi fiyat endeksi artış oranı)  |
| Golany ve Thore (1997a, b) | 1970-1985       | 72 ülke (1997a)<br>74 ülke (1997b)                   | Real yurtiçi yatırımların GSYİH'ya oranı<br>Reel devlet harcamalarının (savunma ve eğitim) reel GSYİH'ya oranı<br>Devlet harcamalarının (eğitim) nominal GSYİH'ya oranı | GSYİH büyüme oranı<br>Yaşam oranı (1- 0 ila 1 yaş ölüm oranı)<br>Orta öğretim kayıt oranı<br>Nominal sosyal güvenlik ve yardım ödemelerinin GSYİH'ya oranı  |
| Emrouznejad (2003)         | 1979-1988       | 17 OECD ülkesi                                       | Sermaye artış oranı<br>İstihdam artış oranı   | GSYİH büyüme oranı  |
| Ramanathan (2006)          | 1999            | 18 Orta Doğu ve Kuzey Afrika ülkesi                  | Çalışan nüfusa bağımlı yaş oranı<br>Okur yazar olmama oranı (15 yaş üstü bayanlar içindeki oran)<br>Ölüm oranı (1000 doğum içindeki)                                    | İstihdam/Toplam nüfus<br>Beklenen yaşam süresi (yıl)<br>İlköğretim (toplam içindeki bayan öğretmen oranı)<br>Kişi başına GSYİH  |
| Tan ve Hooy (2007)         | 2001            | 9 Doğu Asya ülkesi (5 gelişmiş ve 4 gelişmekte olan) | İstihdam oranı<br>GSYİH<br>Gayrisafi sermaye<br>Bilgi ve iletişim harcamaları<br>GSYİH katma değeri   | İleri teknoloji ihracatı<br>AR-GE alanında çalışan mühendis ve bilim adamı sayısı<br>Kişisel bilgisayar sayısı<br>İnternet servis sağlayıcı sayısı<br>Telefon hatları servis sağlayıcı sayısı<br>İşgücü verimliliği<br>Cep telefonu sayısı (1000 kişi başına)<br>Uluslararası arama sayısı<br>GSYİH |
| Karabulut vd. (2008)       | 2001-2005       | AB ülkeleri ve Türkiye                               | İstihdam<br>Gayri safi sermaye oluşum değerleri   | GSYİH   |
| Hsu vd. (2008)             | 2004            | 50ülke (OECD ülkesi olan ve olmayan)                 | Hükümet performansı boyutları<br>İşletmelerin performansına ilişkin boyutlar<br>Alt yapı gelişmişlik düzeyiyle  | Ekonomik performans boyutları   |





|                        |      |                      | ilgili değişkenler        |  |
|------------------------|------|----------------------|---------------------------|--|
| Mohamad ve Said (2011) | 2007 | OIC üyesi<br>54 ülke | GSYİH'nin yüzdesi olarak  | GSYİH büyüme oranı   |
|                        |      |                      | toplam devlet harcamaları | İhraç edilen mallar<br>/İthal edilen mallar<br>Enflasyon oranı<br>İstihdam oranı |

Literatürdeki çalışmalardan hareketle VZA modellerinde kullanılacak olan girdi ve çıktı değişkenleri aşağıdaki şekilde belirlenmiştir.

**Tablo 2. Araştırmada Kullanılan Girdi ve Çıktı Değişkenleri**

| Girdi Değişkeni           | Çıktı Değişkenleri       |
|---------------------------|--------------------------|
| GSYİH'nin yüzdesi olarak  | GSYİH (milyon euro)      |
| Toplam Devlet Harcamaları | 15-64 yaş istihdam oranı |
|                           | İhracat/İthalat oranı    |

VZA ile etkinlik ölçümünde girdi ve çıktı değişkenlerinin sayısının 2 ya da 3 katı kadar KVB'nin analize dahil edilmesi önerilmektedir (Ramanathan, 2003: 174; Cooper vd. 2006: 106). Yapılan çalışmada makroekonomik performanslarını değerlendirmek üzere 13 Avrupa ülkesi seçilmiştir. Çalışmada 1 girdi ve 3 çıktı değişkeni kullanılmaktadır, buna göre seçilen KVB yani ülke sayısının yeterli olduğu görülmektedir. Makroekonomik performansı değerlendirilecek olan Avrupa ülkeleri; Belçika, Danimarka, Almanya, İrlanda, Yunanistan, İspanya, Fransa, İtalya, Hollanda, Portekiz, İsveç, İngiltere ve Norveç'tir. Örneklemeye dahil edilen ülkelerin ortak özelliği; Avrupa Birliği üyesi ülkeler arasında makro ekonomik verileri en olumlu; başka bir ifadeyle Avrupa Birliği ekonomilerinin lokomotif niteliğindeki ülkeler ile Avrupa Birliği ülkeleri içinde kriz ekonomisi olarak nitelenen ülkeler olmasıdır. Zira Yunanistan, İspanya, İtalya, Portekiz, İrlanda Avrupa Birliği ülkeleri içerisinde makro ekonomik göstergeler itibarıyla refah yerine, krizin tetikleyicisi niteliğindeki ülkelerdir.

311

Değişkenlere ilişkin veriler AB İstatistik Kurumu'nun (Eurostat) resmi internet sayfasında yer alan istatistik veritabanından elde edilmiştir. Çalışmada ele alınan ülkelerin tümü ve de kullanılan tüm değişkenler için gerekli olan veriler 2005-2011 yılları arasındaki dönem için mevcut olduğundan analizler bu dönemi kapsamaktadır.

Çalışmada ele alınan yedi yıllık döneme ilişkin olan ve de tüm ülkelere ait veriler çok uzun olması nedeniyle çalışmada yer almamakta<sup>1</sup> ancak Tablo 3'de tüm yıllar için girdi ve çıktı değişkenlerine ilişkin 13 ülke verisine ait tanımlayıcı istatistiklere yer verilmektedir.

<sup>1</sup> Ülkelere ilişkin veriler istek üzerine yazarlar tarafından sağlanabilecektir.



Tablo 3. Girdi ve Çıktı Değişkenlerine İlişkin Tammlayıcı İstatistikler

|           | Yıl  | TDH (%) | GSYİH (milyon euro) | İstihdam Oranı (%) | İhracat / İthalat |
|-----------|------|---------|---------------------|--------------------|-------------------|
| Ort.      | 2005 | 46,22   | 787.134,88          | 67,27              | 1,04              |
|           | 2006 | 45,57   | 829.558,66          | 68,03              | 1,03              |
|           | 2007 | 45,45   | 873.166,13          | 68,73              | 1,02              |
|           | 2008 | 47,13   | 870.049,57          | 68,99              | 1,02              |
|           | 2009 | 51,63   | 821.749,32          | 67,21              | 1,03              |
|           | 2010 | 52,26   | 858.929,89          | 66,32              | 1,03              |
|           | 2011 | 50,01   | 884.476,76          | 66,00              | 1,05              |
| Std. Sap. | 2005 | 6,04    | 755.888,42          | 5,97               | 0,23              |
|           | 2006 | 5,55    | 789.357,61          | 6,07               | 0,23              |
|           | 2007 | 4,79    | 827.996,60          | 6,15               | 0,21              |
|           | 2008 | 4,25    | 811.603,99          | 6,49               | 0,23              |
|           | 2009 | 3,78    | 770.123,87          | 6,71               | 0,20              |
|           | 2010 | 5,44    | 803.907,98          | 6,64               | 0,19              |
|           | 2011 | 4,06    | 828.935,83          | 7,43               | 0,18              |
| Mak.      | 2005 | 53,90   | 2.224.400,00        | 75,90              | 1,58              |
|           | 2006 | 53,00   | 2.313.900,00        | 77,40              | 1,61              |
|           | 2007 | 52,60   | 2.428.500,00        | 77,00              | 1,45              |
|           | 2008 | 53,30   | 2.473.800,00        | 78,00              | 1,58              |
|           | 2009 | 58,10   | 2.374.500,00        | 77,00              | 1,44              |
|           | 2010 | 66,10   | 2.496.200,00        | 75,30              | 1,42              |
|           | 2011 | 57,60   | 2.592.600,00        | 75,30              | 1,47              |
| Min.      | 2005 | 33,80   | 154.268,70          | 57,60              | 0,71              |
|           | 2006 | 34,40   | 160.855,40          | 58,40              | 0,67              |
|           | 2007 | 36,80   | 169.319,20          | 58,70              | 0,63              |
|           | 2008 | 39,80   | 171.983,10          | 58,70              | 0,62              |
|           | 2009 | 46,20   | 161.275,10          | 57,50              | 0,63              |
|           | 2010 | 45,20   | 156.486,70          | 56,90              | 0,71              |
|           | 2011 | 43,90   | 158.992,70          | 55,60              | 0,76              |

2005-2011 dönemi için 13 ülkenin verisinden elde edilen ortalama değerleri incelendiğinde girdi değişkeni olan GSYİH'nin yüzdesi olarak toplam devlet harcamalarında en yüksek ortalamanın 2010 yılına ait olduğu (%52,26), en düşük ortalama değerinin ise 2007 ve 2006 yıllarında ortaya çıktığı görülmektedir. Çıktı değişkenlerine ilişkin ortalama değerleri içinden GSYİH değişkeninde 2011 yılı (884.476,76 milyon euro), istihdam oranında 2008 yılı (%68,99) ve ihracat/ithalat oranında da 2011 yılı (1,05) ortalamalarının en yüksek olduğu belirlenmektedir. En düşük çıktı ortalamaları ise GSYİH için 2005 yılında (787.134,88 milyon euro), istihdam oranı için 2011 yılında (%66) ve de ihracat/ithalat oranı için de 2007 ve 2008 yıllarında (1,02) hesaplanmıştır.

Çalışmada 2005-2011 dönemi için ülkelerin etkinlikleri hesaplanırken CCR modellerinin çözümünde EMS programı kullanılmıştır. (8) ile oluşturulan Şans kısıtlı VZA (CCDEA) modellerinin çözümü için ise Lingo paket programından faydalanılmıştır<sup>2</sup>.

#### Araştırma Bulguları

2005-2011 yılları için ele alınan 13 Avrupa ülkesine ait girdi ve çıktı verileriyle hesaplanan etkinlik skorları Ek 1'de gösterilmektedir. Ekteki tabloda CCR modelinin ve şans kısıtlı veri zarflama analizi (CCDEA) modelinin çözümüyle elde edilen sonuçlar yer almaktadır. CCDEA modeli, araştırma kapsamındaki tüm yıllar için farklı c değerleriyle

<sup>2</sup> EMS programına Holger Scheel'in internet sayfasından (<http://www.holger-scheel.de/ems/>) ve Lingo paket programına da Lindo Systems Inc. internet sayfasından (<http://www.lindo.com>) ulaşılabilmektedir.



çözümüştür. Önceki bölümde belirtildiği gibi bu değerin artmasıyla çıktılarda izin verilen değişkenlik oranı da arttığından etkinlik değerleri de 1'e yaklaşmaktadır. Tüm yıllarda hesaplama yaparken  $c$  değeri için 0,1; 0,2 ve 0,3 olmak üzere 3 farklı  $c$  değeri<sup>3</sup> ile CCDEA modelinin çözümü gerçekleştirilmiştir.

Ekte yer alan tablo incelendiğinde CCR modellerine göre 2005 ve 2006 yıllarında etkin olan ülkelerin Almanya, İrlanda, İngiltere ve Norveç olduğunu 2007 ve sonrasındaki yıllarda ise CCR etkin iki ülkenin sadece Almanya ve Norveç olarak belirlendiği görülmektedir. Ekte yer alan tablodaki CCDEA modellerinin sonuçları incelendiğinde ise çıktı değişkenleri için izin verilen stokastik değişkenlik derecesi ( $c$ ) arttıkça etkinlik skorlarının arttığı<sup>4</sup> ve etkin olan ülke sayısında da bununla birlikte artış olduğu görülmektedir. CCDEA modeliyle çıktılardaki olası değişkenlik ya da çeşitli ölçüm hataları da modele dahil edilebilmektedir. Bu doğrultuda ele alınan ülkelerin CCDEA modellerinin çözümlerinden elde edilen bulgular da stokastik değişkenliğin etkinlik ölçümündeki önemini desteklemektedir. Ekte verilen tablodaki CCDEA sonuçları incelendiğinde 2005 yılında  $c=0,1$  ve 2006 yılında da  $c=0,1$  ve  $0,2$  için CCDEA etkinliklerinin CCR skorlarına göre daha yüksek olmasına karşın aynı ülkelerin etkin olarak belirlendiği görülmektedir. 2005 yılında  $c$  değeri arttıkça etkin olan ülke sayısı 5'e ardından da 7'ye yükselmiştir. 2006 yılında ise  $c=0,3$  için etkin ülke sayısı 7'dir. 2007 yılında da stokastik değişkenlikle birlikte etkin ülke sayısında artışlar olurken 2008 yılında bu artış sadece  $c=0,3$  için ortaya çıkmıştır. 2009-2010 ve 2011 yıllarında  $c=0,1$  için CCR'deki etkin ülke sayısı ile CCDEA'daki etkin ülke sayısı aynı olmuş (2 ülke-Almanya ve Norveç), diğer  $c$  değerleri için ise artış görülmüştür. Öte yandan 2011 yılı sonuçlarına göre, etkin ülke sayısında bu değerlere bağlı olarak ortaya çıkan artışın diğer yıllar kadar yüksek olmadığı da görülmektedir. 2011 yılında  $c=0,3$  için hesaplanan etkinlik skorlarına göre etkin olan 8 ülke Almanya, İrlanda, İspanya, İtalya, Hollanda, İsveç, İngiltere ve Norveç'tir.

Aşağıda Tablo 4'de ise her iki model için de hesaplanan etkinlik skorlarına ilişkin tanımlayıcı istatistiklere yer verilmektedir. Tabloda etkinliği ölçülen tüm ülkeler için hesaplanan etkinlik skorlarına ilişkin minimum, medyan ve ortalama değerlerine yer verilmektedir. Maksimum etkinlik tüm yıllar ve her iki modelde de 1 olduğundan bu değerler tekrar verilmemiştir.

<sup>3</sup> Kullanılan  $c$  değeri modelde izin verilen stokastik değişkenliği arttırdığından  $c=0,4$  ve  $c=0,5$  ile birçok ülke etkin çıkmakta ve ayrıca bazı ülkeler için CCDEA modellerinin olurlu çözümü bulunmamaktadır. Bu nedenle bu üç değer kullanılmıştır.

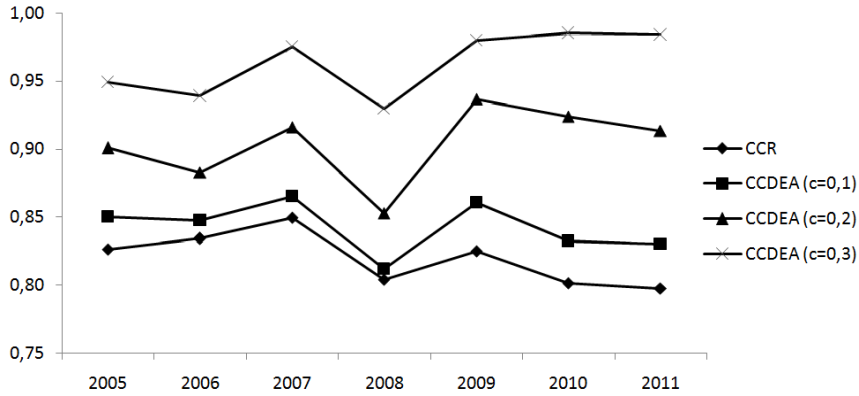
<sup>4</sup> CCR ve CCDEA modelleriyle (üç farklı  $c$  değeri için de) elde edilen etkinlik skorları arasında anlamlı farklılık olup olmadığını belirlemek için yapılan Wilcoxon İşaretli Sıra testinin sonuçlarına göre, tüm yıllarda CCDEA etkinliklerindeki artış istatistiksel olarak da anlamlıdır ( $\alpha=0,05$ ).

**Tablo 4. Etkinlik Değerleri için Hesaplanan Tanımlayıcı İstatistikler**

|          | Yıl  | CCR    | CCDEA   |         |         |
|----------|------|--------|---------|---------|---------|
|          |      |        | $c=0,1$ | $c=0,2$ | $c=0,3$ |
| Minimum  | 2005 | 0,6084 | 0,6610  | 0,7039  | 0,7874  |
|          | 2006 | 0,6515 | 0,6740  | 0,6907  | 0,7166  |
|          | 2007 | 0,6783 | 0,6806  | 0,6830  | 0,7482  |
|          | 2008 | 0,6242 | 0,6263  | 0,6285  | 0,6306  |
|          | 2009 | 0,6860 | 0,6883  | 0,6906  | 0,7669  |
|          | 2010 | 0,5930 | 0,6971  | 0,6996  | 0,8678  |
|          | 2011 | 0,6258 | 0,6281  | 0,6816  | 0,8378  |
| Medyan   | 2005 | 0,7855 | 0,8761  | 0,9824  | 1,0000  |
|          | 2006 | 0,7568 | 0,8125  | 0,9004  | 1,0000  |
|          | 2007 | 0,8013 | 0,8331  | 0,9525  | 1,0000  |
|          | 2008 | 0,7768 | 0,7918  | 0,8713  | 1,0000  |
|          | 2009 | 0,7988 | 0,8677  | 0,9969  | 1,0000  |
|          | 2010 | 0,7646 | 0,8361  | 0,9769  | 1,0000  |
|          | 2011 | 0,7678 | 0,8418  | 0,9516  | 1,0000  |
| Ortalama | 2005 | 0,8260 | 0,8502  | 0,9005  | 0,9489  |
|          | 2006 | 0,8341 | 0,8473  | 0,8828  | 0,9390  |
|          | 2007 | 0,8497 | 0,8652  | 0,9157  | 0,9750  |
|          | 2008 | 0,8037 | 0,8118  | 0,8528  | 0,9297  |
|          | 2009 | 0,8248 | 0,8606  | 0,9365  | 0,9795  |
|          | 2010 | 0,8015 | 0,8323  | 0,9235  | 0,9853  |
|          | 2011 | 0,7975 | 0,8300  | 0,9133  | 0,9839  |

314

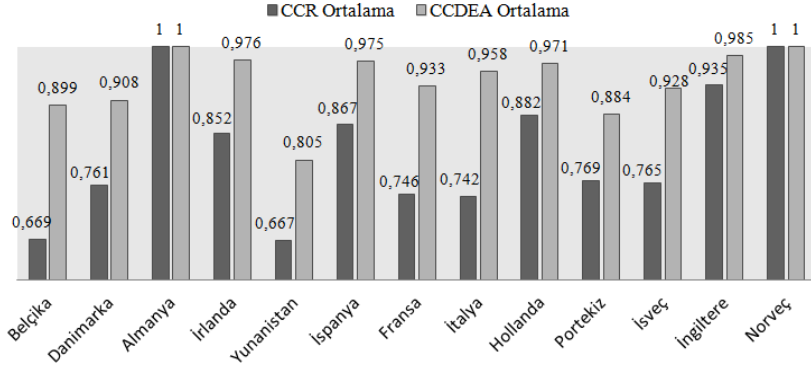
Tablo 4'deki değerlere göre her iki modelle de en düşük etkinlik skorları 2010 yılında ortaya çıkmıştır. CCR modeliyle elde edilen 13 ülkenin etkinlik ortalamasının en yüksek (0,8497) olduğu yıl iken en düşük ortalama etkinlik skoru (0,7975) ise 2011 yılı için hesaplanmıştır. CCDEA etkinliklerine göre ise tüm  $c$  değerleri için en düşük ortalama 2008 yılında en yüksek ortalama değerleri ise ilgili değerler için sırasıyla 2007, 2009 ve 2010 yıllarında gözlenmiştir. Tablodaki değerlere göre stokastik değişkenlik arttıkça tanımlayıcı istatistik değerlerinin de arttığı görülmektedir. Bu da ölçümde oluşabilecek hataların ya da çıktı değişkenlerine ilişkin belirsizliklerin modele dahil edilerek hesaplamaların bu doğrultuda yapılmasının daha objektif değerlendirmelere imkan sağlayabileceğini en azından değişkenliğe de izin verilmesini sağlayabileceğini göstermektedir. Aşağıdaki şekilde CCR modeli ve farklı  $c$  değerleriyle CCDEA modelinde hesaplanan ortalama etkinlik skorlarının yıllar içindeki değişimi gösterilmektedir.



Şekil 1. CCR ve CCDEA modelleriyle elde edilen ortalama etkinlik skorları (2005-2011)



İncelenen 2005-2011 yıllarında hesaplanmış olan etkinlik skorlarının tümünün her bir ülke için ortalaması alındığında elde edilen ortalama etkinlik değerleri ise Şekil 2’de gösterilmektedir. Şekil incelendiğinde analiz edilen dönem için en yüksek etkinlik ortalamasının her iki modelde de 1,0000 ve bu ortalamaya sahip 2 ülkenin Almanya ve Norveç olduğu ayrıca bu ülkelerin her iki modelle elde edilen etkinlik ortalamalarının eşit olarak hesaplandığı görülmektedir. İncelenen 2005-2011 yıllarının ortalama etkinlik skorlarına göre CCDEA ortalamasının tüm ülkeler için CCR yani deterministik VZA modelinin ortalamasından daha yüksek olduğu ve aradaki farkın en yüksek Belçika ve İtalya’da, en düşük farkın ise İngiltere ve Hollanda’da gerçekleştiği belirlenmiştir.



Şekil 2. Ülkeler için CCR ve CCDEA modelleriyle elde edilen ortalama etkinlik skorları

## SONUÇ

Yapılan çalışmada 2005-2011 dönemi için Avrupa ülkelerinin makroekonomik performanslarını incelemek amacıyla seçilen girdi ve çıktı faktörleri kullanılarak veri zarflama analizi ile görelî etkinlik ölçümü yapılmıştır. Etkinlik ölçümünde literatürdeki çalışmalardan da hareketle, GSYİH'nin yüzdesi olarak toplam devlet harcamaları değişkeni girdi olarak seçilirken, analizdeki çıktı değişkenleri GSYİH, istihdam oranı ve ihracat/ithalat oranı olarak belirlenmiştir. Bu değişkenler kullanılarak öncelikle ülkelerin deterministik VZA modeliyle (CCR) etkinliği ölçülmüştür. 13 Avrupa ülkesi içinden, analiz yapılan yılların tümünde de CCR etkinliği 1 olan sadece iki ülke olduğu belirlenmiştir ve bu ülkeler Almanya ve Norveç'tir. Gözlem kümesindeki ülkeler için hesaplanan CCR etkinliklerinin ortalaması alınarak bu ortalamaların yıllar itibarıyla eğilimi incelendiğinde 2008 yılındaki düşüşün ardından 2009 yılında artış olurken 2010 ve 2011 yıllarında etkinlik ortalamaları yeniden düşüş trendi göstermiştir.

Ele alınan girdi ve çıktı değişkenlerindeki olası ölçüm hatalarını ve girdileri çıktılara dönüştürme sürecinin doğasından kaynaklanabilecek ya da çeşitli nedenlerle ortaya çıkabilecek belirsizliklerin de etkinlik analizlerine dahil edilmesini sağlayan şans kısıtlı veri zarflama analizi (CCDEA) modeli ile de ülkeler için görelî etkinlik değerleri hesaplanmıştır. CCDEA ile ülke etkinliklerinin karşılaştırıldığı başka bir çalışmaya ulaşılamamıştır. Bu nedenle yapılan çalışmanın bu alanda katkı sağlayabileceği düşünülmektedir. Ülke etkinliklerini belirlemek için CCDEA modeli farklı stokastik değişkenlik düzeyleri kullanılarak ( $c=0,1, 0,2, 0,3$ ) çözülmüş ve elde edilen sonuçlar deterministik VZA modeli olan CCR modelinin sonuçlarıyla karşılaştırılmıştır. CCR modelinin sonucuna benzer şekilde 13 ülkenin etkinlik ortalaması 2008 yılında düşerken 2009'da artış göstermiş ve 2010 yılından sonra tekrar düşüş eğilimine geçmiştir. CCDEA modelinde çıktılarda izin verilen stokastik değişkenlik düzeyini yansıtan  $c$  değeri arttığında ülkelerin görelî etkinlik skorları da artmış ve stokastik modelde daha fazla ülkenin etkin olarak belirlendiği gözlenmiştir. Her iki modelle elde edilen etkinlik değerlerinin incelenen 2005-2011 yıllarına ilişkin ortalaması alındığında ise hem deterministik CCR modeli hem de stokastik CCDEA modeline göre ortalaması 1 olan iki ülkenin



Almanya ve Norveç olduğu saptanmıştır. Bu ortalama değerleri de tüm ülkelerin ortalamalarının CCDEA modeliyle daha yüksek olarak hesaplandığını göstermiştir.

İncelenen dönem ortalamalarına göre Almanya ve Norveç’den sonra CCR ortalaması en yüksek olan ülkelerin sırasıyla İngiltere, Hollanda, İspanya ve İrlanda olduğu belirlenmiştir. en düşük CCR ortalamasına sahip ülkeler ise Yunanistan ve Belçika’dır. CCDEA ortalamalarına göre ise en yüksek skor ortalamasına sahip ülkeler İngiltere, İrlanda, İspanya ve Hollanda iken en düşük CCDEA ortalaması Yunanistan ve Portekiz için hesaplanmıştır.

#### KAYNAKÇA

1. Banker, R.D., Charnes, A., Cooper, W.W. (1984). Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis, *Management Science*, 30(9), pp. 1078-1092.
2. Charnes, A., Cooper, W.W., & Rhodes, E. (1978). Measuring the Efficiency of Decision Making Units. *European Journal of Operational Research*, 2(6), pp. 429-444.
3. Cooper, W.W., Seiford, L.M., & Tone, K. (2006). *Introduction to Data Envelopment Analysis and its Uses with DEA-Solver Software and References*. USA: Springer.
4. Cooper, W.W., Seiford, L.M., & Zhu, Joe. (2011). *Handbook on Data Envelopment Analysis*. NY: Springer.
5. Emrouznejad, A. (2003). An alternative DEA measure: a case of OECD countries, *Applied Economics Letters*, 10(12), pp. 779-782.
6. Golany, B., Thore, S. (1997a). The Economic and Social Performance of Nations: Efficiency and Returns to Scale, *Socio-Economic Planning Sciences*, 31(3), pp. 191-204.
7. Golany, B., Thore, S. (1997b). Restricted best practice selection in DEA: An overview with a case study evaluating the socio-economic performance of nations, *Annals of Operations Research*, 73, pp. 117-140.
8. Hsu, M., Luo, X., Chao, G.H. (2008). The Fog of OECD and Non-OECD Country Efficiency: A Data Envelopment Analysis Approach, *The Journal of Developing Areas*, 42(1), pp. 81-93.
9. <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/statistics>; 2013
10. <http://www.holger-scheel.de/ems/>; 2013
11. <http://www.lindo.com>; 2013
12. Karabulut, K., Esungur Ş.M., Polat, Ö. (2008). Avrupa Birliği Ülkeleri ve Türkiye’nin Ekonomik Performanslarının Karşılaştırılması: Veri Zarflama Analizi, *Atatürk Üniversitesi İİBF Dergisi*, 22(1), pp. 1-11.
13. Lovell, C.A.K. (1995). Measuring the macroeconomic performance of the Taiwanese economy, *International Journal of Production Economics*, 39(1-2), pp. 165-178.
14. Mohamad, N. H., Said, F. B. (2011). Assessing Macroeconomic Performance of OIC Member Countries Using Data Envelopment Analysis, DEA, *Journal of Economic Cooperation and Development*, 32(4), pp. 21-50.
15. Ramanathan, R. (2003). *An Introduction to Data Envelopment Analysis A Tool for Performance Measurement*. New Delhi: Sage Publications.
16. Ramanathan, R. (2006). Evaluating the comparative performance of countries of the Middle East and North Africa: A DEA application, *Socio-Economic Planning Sciences*, 40(2), pp. 156-167.
17. Talluri, S., Narasimhan, R., Nair, A. (2006). Vendor performance with supply risk: A chance-constrained DEA approach, *International Journal of Production Economics*, 100(2), pp. 212-222.
18. Tütek, H., Gümüşoğlu, Ş., Özdemir, A. (2012). *Sayısal Yöntemler: Yönetmel Yaklaşım*. Beta Basım Yayım, 6. Baskı: İstanbul.
19. Yan, H.B., Hooy, C.W. (2007). The Development of East Asian Countries towards a Knowledge-based Economy: A DEA Analysis, *Journal of the Asia Pacific Economy*, 12(1), pp. 17-33.



**EK 1. Avrupa Ülkelerinin 2005-2011 Dönemi Etkinlik Değerleri**

| Yıl  | Ülke                     | CCR    | CCDEA        |              |              |
|------|--------------------------|--------|--------------|--------------|--------------|
|      |                          |        | <i>c=0,1</i> | <i>c=0,2</i> | <i>c=0,3</i> |
| 2005 | Belçika                  | 0,6084 | 0,6610       | 0,7714       | 0,8964       |
|      | Danimarka                | 0,7209 | 0,7310       | 0,7843       | 0,9141       |
|      | Almanya                  | 1,0000 | 1,0000       | 1,0000       | 1,0000       |
|      | İrlanda                  | 1,0000 | 1,0000       | 1,0000       | 1,0000       |
|      | Yunanistan               | 0,6788 | 0,6812       | 0,7039       | 0,7929       |
|      | İspanya                  | 0,9167 | 0,9390       | 1,0000       | 1,0000       |
|      | Fransa                   | 0,7676 | 0,8206       | 0,9222       | 1,0000       |
|      | İtalya                   | 0,7855 | 0,8761       | 0,9878       | 1,0000       |
|      | Hollanda                 | 0,8522 | 0,8926       | 0,9824       | 1,0000       |
|      | Portekiz                 | 0,7242 | 0,7267       | 0,7363       | 0,7874       |
|      | İsveç                    | 0,6833 | 0,7240       | 0,8182       | 0,9455       |
|      | İngiltere                | 1,0000 | 1,0000       | 1,0000       | 1,0000       |
|      | Norveç                   | 1,0000 | 1,0000       | 1,0000       | 1,0000       |
|      | <i>Etkin ülke sayısı</i> |        | <b>4</b>     | <b>4</b>     | <b>5</b>     |
| 2006 | Belçika                  | 0,6515 | 0,6740       | 0,7764       | 0,9146       |
|      | Danimarka                | 0,7527 | 0,7573       | 0,7785       | 0,8696       |
|      | Almanya                  | 1,0000 | 1,0000       | 1,0000       | 1,0000       |
|      | İrlanda                  | 1,0000 | 1,0000       | 1,0000       | 1,0000       |
|      | Yunanistan               | 0,6794 | 0,6817       | 0,6907       | 0,7166       |
|      | İspanya                  | 0,9417 | 0,9500       | 0,9763       | 1,0000       |
|      | Fransa                   | 0,7568 | 0,7895       | 0,8849       | 0,9874       |
|      | İtalya                   | 0,7515 | 0,8125       | 0,9142       | 1,0000       |
|      | Hollanda                 | 0,8524 | 0,8693       | 0,9004       | 1,0000       |
|      | Portekiz                 | 0,7522 | 0,7548       | 0,7664       | 0,7952       |
|      | İsveç                    | 0,7057 | 0,7263       | 0,7882       | 0,9238       |
|      | İngiltere                | 1,0000 | 1,0000       | 1,0000       | 1,0000       |
|      | Norveç                   | 1,0000 | 1,0000       | 1,0000       | 1,0000       |
|      | <i>Etkin ülke sayısı</i> |        | <b>4</b>     | <b>4</b>     | <b>4</b>     |
| 2007 | Belçika                  | 0,6822 | 0,7383       | 0,8822       | 1,0000       |
|      | Danimarka                | 0,7954 | 0,7978       | 0,8354       | 0,9923       |
|      | Almanya                  | 1,0000 | 1,0000       | 1,0000       | 1,0000       |
|      | İrlanda                  | 0,9867 | 1,0000       | 1,0000       | 1,0000       |
|      | Yunanistan               | 0,6783 | 0,6806       | 0,6830       | 0,7482       |
|      | İspanya                  | 0,9474 | 0,9499       | 0,9525       | 1,0000       |
|      | Fransa                   | 0,7466 | 0,7696       | 0,8798       | 1,0000       |
|      | İtalya                   | 0,7413 | 0,8331       | 0,9541       | 1,0000       |
|      | Hollanda                 | 0,9017 | 0,9041       | 1,0000       | 1,0000       |
|      | Portekiz                 | 0,8013 | 0,8039       | 0,8065       | 0,9344       |
|      | İsveç                    | 0,7674 | 0,7697       | 0,9107       | 1,0000       |
|      | İngiltere                | 0,9984 | 1,0000       | 1,0000       | 1,0000       |
|      | Norveç                   | 1,0000 | 1,0000       | 1,0000       | 1,0000       |
|      | <i>Etkin ülke sayısı</i> |        | <b>2</b>     | <b>4</b>     | <b>5</b>     |
| 2008 | Belçika                  | 0,6468 | 0,6488       | 0,7429       | 0,8830       |
|      | Danimarka                | 0,7718 | 0,7741       | 0,7764       | 0,8856       |
|      | Almanya                  | 1,0000 | 1,0000       | 1,0000       | 1,0000       |
|      | İrlanda                  | 0,8003 | 0,8029       | 0,9271       | 1,0000       |
|      | Yunanistan               | 0,6242 | 0,6263       | 0,6285       | 0,6306       |



|      |                          |          |          |          |           |
|------|--------------------------|----------|----------|----------|-----------|
|      | İspanya                  | 0,8666   | 0,8689   | 0,8713   | 1,0000    |
|      | Fransa                   | 0,7396   | 0,7539   | 0,8498   | 0,9527    |
|      | İtalya                   | 0,7211   | 0,7918   | 0,8949   | 1,0000    |
|      | Hollanda                 | 0,8762   | 0,8785   | 0,8945   | 1,0000    |
|      | Portekiz                 | 0,7768   | 0,7793   | 0,7818   | 0,8009    |
|      | İsveç                    | 0,7360   | 0,7382   | 0,7857   | 0,9333    |
|      | İngiltere                | 0,8883   | 0,8904   | 0,9331   | 1,0000    |
|      | Norveç                   | 1,0000   | 1,0000   | 1,0000   | 1,0000    |
|      | <i>Etkin ülke sayısı</i> | <b>2</b> | <b>2</b> | <b>2</b> | <b>7</b>  |
|      | Belçika                  | 0,6997   | 0,7600   | 0,9092   | 1,0000    |
|      | Danimarka                | 0,7837   | 0,7861   | 0,8714   | 1,0000    |
|      | Almanya                  | 1,0000   | 1,0000   | 1,0000   | 1,0000    |
|      | İrlanda                  | 0,7988   | 0,9577   | 1,0000   | 1,0000    |
|      | Yunanistan               | 0,6860   | 0,6883   | 0,6906   | 0,7669    |
|      | İspanya                  | 0,8293   | 0,8779   | 1,0000   | 1,0000    |
|      | Fransa                   | 0,7595   | 0,8065   | 0,9255   | 1,0000    |
| 2009 | İtalya                   | 0,7458   | 0,8677   | 0,9969   | 1,0000    |
|      | Hollanda                 | 0,9214   | 0,9240   | 1,0000   | 1,0000    |
|      | Portekiz                 | 0,8067   | 0,8093   | 0,8120   | 0,9660    |
|      | İsveç                    | 0,7970   | 0,8136   | 0,9716   | 1,0000    |
|      | İngiltere                | 0,8940   | 0,8964   | 0,9976   | 1,0000    |
|      | Norveç                   | 1,0000   | 1,0000   | 1,0000   | 1,0000    |
|      | <i>Etkin ülke sayısı</i> | <b>2</b> | <b>2</b> | <b>5</b> | <b>11</b> |

EK 1 (Devam)

| Yıl  | Ülke                     | CCR      | CCDEA    |          |           |
|------|--------------------------|----------|----------|----------|-----------|
|      |                          |          | $c=0,1$  | $c=0,2$  | $c=0,3$   |
|      | Belçika                  | 0,7130   | 0,7631   | 0,9164   | 1,0000    |
|      | Danimarka                | 0,7626   | 0,7649   | 0,8931   | 1,0000    |
|      | Almanya                  | 1,0000   | 1,0000   | 1,0000   | 1,0000    |
|      | İrlanda                  | 0,5930   | 0,7062   | 0,8440   | 1,0000    |
|      | Yunanistan               | 0,6947   | 0,6971   | 0,6996   | 0,8678    |
|      | İspanya                  | 0,7993   | 0,8625   | 1,0000   | 1,0000    |
|      | Fransa                   | 0,7450   | 0,7901   | 0,9074   | 1,0000    |
| 2010 | İtalya                   | 0,7372   | 0,8471   | 0,9769   | 1,0000    |
|      | Hollanda                 | 0,8880   | 0,8905   | 1,0000   | 1,0000    |
|      | Portekiz                 | 0,7646   | 0,7672   | 0,7697   | 0,9418    |
|      | İsveç                    | 0,8295   | 0,8361   | 1,0000   | 1,0000    |
|      | İngiltere                | 0,8930   | 0,8954   | 0,9987   | 1,0000    |
|      | Norveç                   | 1,0000   | 1,0000   | 1,0000   | 1,0000    |
|      | <i>Etkin ülke sayısı</i> | <b>2</b> | <b>2</b> | <b>5</b> | <b>11</b> |
|      | Belçika                  | 0,6791   | 0,6918   | 0,8279   | 0,9978    |
|      | Danimarka                | 0,7399   | 0,7422   | 0,8272   | 0,9922    |
|      | Almanya                  | 1,0000   | 1,0000   | 1,0000   | 1,0000    |
|      | İrlanda                  | 0,7852   | 0,9280   | 1,0000   | 1,0000    |
| 2011 | Yunanistan               | 0,6258   | 0,6281   | 0,6816   | 0,8378    |
|      | İspanya                  | 0,7678   | 0,8602   | 1,0000   | 1,0000    |
|      | Fransa                   | 0,7062   | 0,7526   | 0,8623   | 0,9820    |
|      | İtalya                   | 0,7094   | 0,8232   | 0,9455   | 1,0000    |
|      | Hollanda                 | 0,8836   | 0,8862   | 0,9757   | 1,0000    |





Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi – Sayı 37 – Temmuz 2013

|                              |          |          |          |          |
|------------------------------|----------|----------|----------|----------|
| <b>Portekiz</b>              | 0,7577   | 0,7602   | 0,8066   | 0,9810   |
| <b>İsveç</b>                 | 0,8392   | 0,8418   | 0,9516   | 1,0000   |
| <b>İngiltere</b>             | 0,8737   | 0,8761   | 0,9944   | 1,0000   |
| <b>Norveç</b>                | 1,0000   | 1,0000   | 1,0000   | 1,0000   |
| <i>Etkin ülke<br/>sayısı</i> | <b>2</b> | <b>2</b> | <b>3</b> | <b>8</b> |

