Sektörel Etkinlik Ölçümü: Girdi Çıktı Tablosu ve Veri Zarflama Analizi İle Bir Uygulama

Sectorial Efficiency Measurement: An Application with Input Output Table and Data Envelopment Analysis

Şenol ALTAN
Gazi Üniversitesi
İktisadi ve İdari Bilimler
Fakültesi, Ekonometri
Bölümü, Ankara, Türkiye
saltan@gazi.edu.tr

Murat ATAN
Gazi Üniversitesi
İktisadi ve İdari Bilimler
Fakültesi, Ekonometri
Bölümü, Ankara, Türkiye
atan@gazi.edu.tr

Selman TOKPINAR
Ekonomi Bakanlığı
Ankara, Türkiye
tokpunars@ekonomi.com

Özet

Girdi - çıktı analizi ile ekonomik yapıyı oluşturan üretim ve tüketim birimleri arasındaki karşılıklı bağımlılıklar araştırılır. Bu araştırma, üretim yapılarının belirlenerek çeşitli kalkınma stratejilerinin geliştirilmesi ve ülke ekonomisinin işleyiş sürecine ilişkin politika önerilerinde bulunulmasına yönelik önemli bulgular sunması bakımından önemlidir. Dolayısıyla ekonomide sektörlerin etkinlik ve verimlilikleri irdelenmelidir.

Doğrusal programlama tabanlı bir yöntem olan Veri Zarflama Analizi (VZA), birbirinden farklı ölçülerle ölçülmüş ya da farklı ölçü birimlerine sahip girdi ve çıktı değerlerinin karşılaştırılmasının güç olduğu durumlarda karar birimlerinin göreceli etkinliklerini oluşturarak en uygun kararın alınmasına yardımcı olan bir analizdir.

Bu çalışmada 2002 yılı yurtiçi üretim girdi - çıktı (G-Ç) tablosu kullanılarak VZA yöntemiyle elde edilen sektörel etkinlik değerleri ile Hirschman'ın kilit sektör sınıflaması sonucunda bulunan kilit sektörlerin etkin ve verimli olarak kabul edilip edilemeyeceğinin araştırılması amaçlanmaktadır. Çalışmada emek, sermaye, ara girdi toplamaları ve tamamlayıcı ithalat girdi değişkenleri iken sektörel ara talep toplamaları ve sektörel nihai talep ise çıktı değişkenleri olarak alınmıştır. Elde edilen bulgulara göre Hirschman sınıflamasından elde edilen kilit sektörlerin aynı zamanda etkin ve verimli sektörler olarak algılanamayacağı sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Girdi - Çıktı Analizi, Etkinlik, Veri Zarflama Analizi.

Abstract

With the input-output analysis, the correlative relations between the units of production and consumption are investigated. This study is important in that it presents important findings towards putting forward some political recommendation on the

process of the economy of the country and develops growth strategies determining the production structures. For this reason, the efficiency and effectiveness of the sectors in economy should be examined. A method based on linear programming, Data Envelopment Analysis (DEA) is an analysis that aid to take the optimum decision by creating the relative effectiveness of the decision units in situations where it is difficult to compare the input and output values with different units of measurement.

This study sets out to examine whether the key sectors found as a result of the Hirschman's key sector classification and the values obtained through DEA method using input-output (I -O) table of domestic production in 2002 could be regarded as effective and efficient. In the study labour, capital and the aggregate intermediate input and complementary imports are input variable, while the aggregate intermediate demand of sectors and sectoral demand are output variables. The findings obtained suggest that the key sectors obtained from Hirschman's classification cannot be perceived as effective and efficient concurrently.

Keywords: Input- Output analysis, effectiveness, data envelopment analysis.

1. Giriş

Sektörler arası karşılıklı ilişkilerin incelenmesinin bir yolu, girdi-çıktı analizidir. Bu analiz ile ekonomik yapıyı oluşturan üretim ve tüketim birimleri arasındaki karşılıklı bağımlılıklar araştırılır. Bu olgu, üretim yapılarının belirlenerek çeşitli kalkınma stratejilerinin geliştirilmesi ve ülke ekonomisinin işleyiş sürecine ilişkin politika önerilerinde bulunulmasına yönelik önemli bulgular sunması bakımından önemlidir. Bu nedenle ekonomide sektörlerin etkinlik ve verimlilikleri irdelenmelidir.

Etkinlik ve verimlilik kavramları kaynakların sınırlı, isteklerin de sınırsız olduğu dünyada insan yaşamındaki önemi göz ardı edilemez. Bu nedenle bireylerden kurumlara ve siyasal karar düzeneklerine kadar herkesin verimlilik bilincine sahip olması, verimlilik bilincinin yaygınlaştırılması ve bu bilincin gerektirdiği koşulların sağlanması için çaba göstermesi büyük önem taşımaktadır.

Etkinlik, kurumların amaçlarına ulaşmada kaynaklarını verimli kullanıp kullanmadığını ölçmektedir. Verimlilik içinde yer alan etkinlik kavramı, çoğu zaman literatürde verimlilik, karlılık, kalite, performans ve etkililik ile eş anlamlarda kullanılmakla birlikte farklı disiplinler için de farklı anlamlar taşımaktadır. İktisadi anlamda etkinlik, minimum çaba veya masraf ile maksimum sonuçlar elde etme kapasitesi olarak tanımlanmaktadır (Lorcu, 2008, s.36).

Etkinlik kelimesi; faal olma, bir iş yapma, etkin olma ve yapılan işin ya da işi yapanın niteliği anlamına gelmektedir. Etkinlik kavramı, belirli bir alanda faaliyet gösteren karar birimlerinin kullandıkları girdiler ve ürettikleri çıktılar dikkate alındığında üretim sonuçlarının nispi olarak karşılaştırılmasını ifade eder. Kamu kurumları açısından etkinlik kavramı, ilgili kurumun yürüttüğü faaliyette (etkinlikte) elde ettiği sonucun niteliği anlamına gelmektedir (Güran, 2005, s.115 - 117).

Aslında etkinlik, herhangi bir referans, karşılaştırılabilir diğer birimler ve/veya geçmiş değerler ile yapılan karşılaştırma sonucu olan göreceli verimlilik ölçümünü göstermektedir. Etkinlik ölçümü araştırmalarının çeşitli yararları olacağı öne sürülmektedir. Bunlardan ilki benzer ekonomik birimlerin karşılaştırılmasına ve daha rasyonel karar verilmesine katkı sağlamasıdır. İkincisi ise, ekonomik birimler arasındaki etkinlik değişimlerinin yönü ve büyüklüğü belirlenmekte, son olarak da, etkinliklerin ve

dolayısıyla faktör verimliliğinin artmasında yeni politikaların oluşumuna katkı vermesidir.

Girdi - Çıktı analizi, ekonomik yapıyı oluşturan üretim ve tüketim birimleri arasındaki karşılıklı bağımlılığı, çok sektörlü ve sayısal olarak inceleyen bir genel denge modelidir. Bu modelleme, sektörler arası mal ve hizmet akımını gösteren girdi-çıkıtı tablosuna dayanmaktadır.

Doğrusal programlama tabanlı bir yöntem olan VZA, birbirinden farklı ölçülerle ölçülmüş ya da farklı ölçü birimlerine sahip girdi ve çıktı değerlerinin karşılaştırılmasının güç olduğu durumlarda karar birimlerinin göreceli etkinliklerini oluşturarak en uygun kararın alınmasına yardımcı olan bir analizdir.

2. Araştırmanın Amacı, Önemi ve Hipotezi

Bu çalışmada, Girdi – Çıktı tablosunda yer alan sektörler dikkate alınarak, girdi-çıkıtı analizinde Hirschman sınıflaması sonucuna göre elde edilen kilit sektörler belirlenmiştir. VZA kullanılarak da elde edilen etkin sektörler ile kilit sektörler karşılaştırılmış ve kilit sektörlerin etkin olup olmadıkları ortaya konulmuştur. Diğer taraftan etkin olmayan kilit sektörlerin etkin duruma gelebilmesi için potansiyel iyileştirmeler de araştırılmış ve etkin olmayan sektörlerin etkin olması için politika önerilerinde bulunulmuştur.

3. Literatür Taraması

Yıldırım (1999) çalışmasında veri zarflama analizini kullanmış ve 1988 - 1996 döneminde Türk bankacılık sistemini araştırmıştır.

Çivi ve Çakır (2000), yaptıkları çalışmada, 1985 ve 1990 yılları girdi çıktı tablolarını kullanarak, Türkiye’de imalat sanayinin sektörel bazda ithalata bağımlılığını incelemişlerdir. Çalışma sonucunda kimyasal maddeler imalatı, tarımsal makine ve teçhizat sektörleri, motorlu kara ulaşım araçları imalatı, kimyasal gübreler imalatı gibi sektörlerin ithalata bağımlılıklarının yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Önder ve Lenger (2000), 1994 – 1997 döneminde seçilen 19 ilin imalat sanayiinde kısmi ve toplam faktör verimliliği ölçümü ve karşılaştırmasını, kamu ve özel kesim ayrımını da dahil ederek yapmıştır.

Ten Raa ve Mohnen (2001), yaptıkları çalışmada Kanada ve Avrupa ekonomilerini dış ticaret açısından girdi-çıkıtı modeli temelinde kaynakların etkin kullanımı bakımından ele almışlardır.

Deliktaş (2002); özel sektör imalat sanayiinin 1990 – 2000 dönemi performans düzeyini VZA yöntemi kullanarak teknik etkinlik ve toplam faktör verimliliği değişimlerini esas alarak, il ve sektör bazında ölçmekte; iller ve sektörler arası performans karşılaştırması yapmaktadır.

Kızıltan ve Ersungur (2005) çalışmalarında, 1973 – 1998 yılları arasında Türkiye İstatistik Kurumu (Mülga Devlet İstatistik Enstitüsü) tarafından açıklanan 6 adet Girdi Çıktı Tablosu kullanarak sektörler için istihdam çarpanlarını hesaplamış ve ekonomide meydana gelen toplam talep artışları neticesinde, hangi sektörden daha fazla istihdam yaratıldığı araştırılmıştır.

Cihangir (2005), makalesinde bankacılık sektöründe optimum büyüklüğün belirlenmesinin önemli bir tartışma konusu olduğuna vurgu yaparak, parametrik olmayan bir yöntem olan Veri Zarflama Analizi kullanarak bir çalışma yapmıştır.

Altuğ ve Filiztekin (2006) 1970 – 2000 döneminde özel kesim imalat sanayiinde 20 alt sektörde TFV gelişimini incelemiştir.

Prieto ve Zofio (2007), çalışmalarında önerdikleri girdi-çıktı modeli ile OECD ülkelerinde en etkin ekonomileri bulmaya çalışmışlardır.

Yılancı (2008) çalışmasında, Türkiye ekonomisi için kilit sektörleri bulmak amacıyla girdi çıktı analizini kullanarak Bulmer Thomas tarafından önerilen bağlantı etkilerini kullanmıştır.

Behdioğlu ve Özcan (2009), Türkiye’de 1999 – 2005 yılları arasında sürekli olarak faaliyet gösteren 29 adet ticaret bankası için göreceli etkinlik değerleri araştırılmıştır.

Ayaş ve Çeştepe (2010) yaptıkları çalışmada, temel olarak dış ticaretin istihdama etkisini imalat sanayii kapsamında araştırmışlardır. Bu amaçla, 1998 ve 2002 yılları Girdi Çıktı Tabloları dikkate alınmıştır.

Gökdoğan (2011), makalesinde, Isparta ili Şeftali yetiştiriciliğinde Enerji sektörüne ilişkin olarak Girdi - Çıktı Analizini gerçekleştirmiştir.

Girdi - Çıktı ve VZA yöntemlerinin bir arada sektörel yapıya uygulanma eksikliği bu çalışmanın önemini ortaya koymaktadır.

4. Kullanılan Yöntemler

Çalışmada kilit sektör belirlenmesinde kullanılan Girdi – Çıktı analizi ve sektörel etkinlik düzeyinin belirlenmesinde kullanılan VZA olmak üzere de iki temel yöntem kullanılmıştır.

4.1. Girdi-Çıktı Analizi

Girdi – Çıktı modeli en basit tanımıyla, ekonomik yapıyı oluşturan üretim ve tüketim birimleri arasındaki karşılıklı bağımlaşmayı ekonomi çapında, çok sektörlü ve nicel olarak inceleyen, matematiksel yapısı basit bir genel denge modelidir.

Girdi – Çıktı tabloları, belli bir ekonomide belli bir zaman dilimi içinde, endüstriler arası mal ve hizmet akışı içerisindeki karşılıklı alışverişi gösterir. Söz konusu sektörler mal ya da hizmet oluşturabilmek için, başka bir sektörün çıktısına girdi olarak ihtiyaç duymaktadır.

Girdi – Çıktı tablolarının sütunları her bir sektörün üretimi için gerekli girdileri ve katma değer unsurlarına yapılan harcamaları gösterirken, satırları her bir sektörün üretimi için hangi üretim sektörlerinin ve nihai talep unsurlarının ne kadar harcama yaptığını gösterir.

Girdi – Çıktı ilişkisi bağlamında, tüm sektörler ekonomiyi etkilemekte ve birbirlerine bağımlı duruma gelebilmektedirler. Bu analizle belli bir çıktı üretebilmek için, hangi sektörden ne kadar üretim faktörünün yani girdinin kullanılacağı hesaplanabilmekte, sektörel üretim planlaması yapılabilmektedir (Akkaya ve Pazarlıoğlu, 2000, s.14).

4.1.1. Girdi – Çıktı Modelinin Miktar Çözümü

Girdi – Çıktı modelinde miktar çözümü;

$$X_i = \sum_{j=1}^N X_{ij} + Y_i \quad (i, j = 1, 2, \dots, N) \quad (1)$$

eşitliği ile elde edilir.

Burada X_i : i. sektörün çıktısını(arz), X_{ij} : i. sektörün j. sektöre verdiği i. çıktı miktarını, sektörün çıktısına yönelik toplam aramalı talebini ve Y_i : sektörün çıktısına yönelik toplam nihai talebi göstermektedir.

Bir sektörün ürettiği mal ve hizmetler diğer sektörler tarafından hem ara malı, hem de nihai kullanıcılarca tüketim için talep edilir (Yıldırım vd., 2009, s.103).

Herhangi bir sektör için sektörel üretim, ara girdiler ile emek ve sermayenin doğrusal fonksiyonu şeklinde ifade edilebilir. Fiyatlar da sabit kabul edildiğinde üretim eşitliği miktar cinsinden şu şekilde tanımlanabilir:

$$X_{i,j} = a_{ij} X_j \quad (2)$$

Burada a_{ij} : sistemdeki j sektörünün bir birim çıktı üretebilmek için kullanmak zorunda olduğu i ara girdi miktarını göstermektedir.

(2) eşitliği, (1) eşitliğinde yerine yazıldığında;

$$X_i = \sum_{j=1}^N a_{ij} X_j + Y_i \quad (3)$$

sonucuna ulaşılır. (3) eşitliği matris notasyonu ile yazılıp çözüldüğünde;

$$X = (I - A)^{-1} Y \quad (4)$$

eşitliği elde edilir.

Burada $X_{(N \times 1)}$: üretim sütun vektörünü, $A_{(N \times N)}$: girdi katsayılar matrisini, $Y_{(N \times 1)}$: dışsal nihai talep vektörünü ve $(I - A)^{-1}$: Leontief ters matrisini ifade etmektedir.

Denge durumunda i sektöründe üretilen çıktı değeri i satır toplamından;

$$X_i = \sum_{j=1}^N X_{ij} + Y_i \quad (i, j = 1, 2, \dots, N) \quad (5)$$

j sütun toplamı ise;

$$X_j = \sum_{i=1}^N X_{ij} + L_j + K_j \quad (i, j = 1, 2, \dots, N) \quad (6)$$

şeklinde yazılabilir.

İthalatın modele dahil edilmesiyle arz – talep eşitliği;

$$X_i + M_i = \sum_{j=1}^N X_{ij} + Y_i + E_i \quad (i, j = 1, 2, \dots, N) \quad (7)$$

biçiminde yazılabilir. Burada; L : emek, K : sermaye, E : ihracat, M : ithalat değerlerini göstermektedir.

4.1.2. Toplam Bağlantı Etkileri

Toplam bağlantı etkileri, $R = (I - A)^{-1}$ olarak ifade edilen Leontief ters matrisinin i. satır ve j. sütundaki r_{ij} değerleri kullanılarak elde edilir. Toplam ileri ve geri bağlantı etkileri, hem doğrudan etkileri hem de dolaylı etkileri içerdiğinden, endüstriyel bağışınlaşmanın daha kapsamlı birer göstergesini oluştururlar. Toplam ileri bağlantı etkileri (TLF_i) şu şekilde hesaplanır:

$$TLF_i = \sum_{j=1}^N r_{ij} \quad (i = 1, 2, \dots, N) \quad (8)$$

Başka bir ifadeyle, i sektörünün toplam ileri bağlantı etkisi Leontief ters matrisinin i. satırındaki öğelerin toplamına eşittir.

Toplam geri bağlantı etkileri (TLB_j) ise;

$$TLB_j = \sum_{i=1}^N r_{ij} \quad (j = 1, 2, \dots, N) \quad (9)$$

şeklinde hesaplanır. Toplam geri bağlantı etkileri Leontief ters matrisinin sütun toplamlarından başka bir şey değildir.

4.1.3. Toplam İleri ve Geri Bağlantı Endeksleri

Toplam ileri ve geri bağlantı etkilerinin karşılaştırılmalarının kolaylaştırılması için endekslenmeleri gerekir. Her bir i sektörünün toplam ileri bağlantı endeksi (TFI_i), sektörün toplam ileri bağlantı etkisinin, tüm sektörlerin toplam ileri bağlantı etkilerinin ortalamasına oranı şeklinde tanımlanır.

$$TFI_i = TLF_i / \left[\left(\sum_{i=1}^N TLF_i \right) / N \right] \quad (i = 1, 2, \dots, N) \quad (10)$$

Toplam geri bağlantı endeksi (TBI_j) ise sektörlerin toplam geri bağlantı etkilerinin ortalama geri bağlantı etkisine oranı olarak tanımlanır.

$$TBI_j = TLB_j / \left[\left(\sum_{j=1}^N TLB_j \right) / N \right] \quad (j = 1, 2, \dots, N) \quad (11)$$

Endeks değerleri tüm sektörler için hesaplandıktan sonra, endeks değeri 1'den büyük (küçük) olan sektörler ileri ve geri bağlantı etkileri yüksek ve düşük olarak kolayca sınıflanabilecektir.

4.1.4. Yatırım Öncelikleri ve Kilit Sektör

Sektörel bağlantı etkileri, sektörün ekonominin üretim yapısı içindeki öneminin bir göstergesidir. Bir sektörün ileri bağlantı etkisi, o sektörün çıktısının diğer sektörlerde

ara girdi olarak ne ölçüde önemli olduğunun; geri bağlantı etkisi de, ara girdi talebi yoluyla diğer sektörlerin üretimlerini ne ölçüde uyardığının nicel göstergesi olarak yorumlanabilir. Hirschman, sektörlerin diğer sektörleri “besleme” ve “uyarma” güçlerini yansıtan ileri ve geri bağlantı etkilerinin, yatırım kararlarının alınmasında dikkate alınması gerektiğini öne sürer (Hirschman, 1958, s.9). Gelişmekte olan ülkelerde, diğer sektörlerden önemli miktarlarda ara girdi kullanan, yani geri bağlantı etkileri yüksek olan sektörler ile nihai kullanımdan çok, ara kullanıma yönelik üretim yapan, yani ileri bağlantı etkisi yüksek olan sektörler dengesiz kalkınma stratejisinde kilit sektör rolünü oynarlar. Hirschman’ın, bu görüşlerinden sektörel yatırım önceliklerine ilişkin dörtlü bir sınıflama geliştirilebilir. Bu sınıflamanın kategorileri şu şekildedir (Aydoğuş, 2011, s.132-137):

Kategori I: Hem geri hem de ileri bağlantı etkileri yüksek olan sektörler (Yüksek TBI -Yüksek TFI)

Kategori II: Geri bağlantı etkisi yüksek, ileri bağlantı etkisi düşük olan sektörler (Yüksek TBI - Düşük TFI)

Kategori III: İleri bağlantı etkisi yüksek, geri bağlantı etkisi düşük sektörler (Yüksek TFI - Düşük TBI)

Kategori IV: Her iki bağlantı etkisi de düşük olan sektörler (Düşük TFI - Düşük TBI)

Yukarıdaki sıralamaya göre, hem geri, hem de ileri bağlantısı etkisi yüksek olan I. kategorideki sektörler ekonominin kilit sektörlerini oluştururlar ve en yüksek yatırım önceliğine sahiptirler. Bu sektörler önemli ölçüde ara malı üretilip, girdi talep eden, ekonomide gelişimi başlatacak nitelikte olan, lokomotif özelliğine sahip sektörlerdir (İloğlu, 1990, s.47). Mevcut kıt kaynaklar öncelikle bu sektörlerle ayrılmalı; eğer halen kullanılmamış kaynak var ise, bu kez II. kategorideki sektörlerle yatırım yapılmalıdır. Bu kategorideki sektörler ekonomideki diğer sektörlerin üretim düzeylerini uyarması yönünden önemlidir. III. kategorideki sektörlerin kilit sektör tarafından uyarılması beklenir. Genellikle ara malı üreten sektörler olup, bu malları talep eden sektörlerin üretimini artırırlar. Böylelikle mevcut sektörlerin girdi ihtiyaçları karşılandığı gibi, yeni sektörlerin oluşması da sağlanabilir (İloğlu, 1990, s.48). IV. kategorideki sektörler, yatırım öncelikleri sıralamasında en sonda yer alırlar.

4.2. Veri Zarflama Analizi(VZA)

Etkinlik ve verimliliği ölçme ve değerlendirme için yaygın olarak veri zarflama analizi (VZA) uygulanmaktadır. VZA, ilk olarak Charnes, Cooper ve Rhodes (1978) tarafından ürettikleri mal veya hizmet açısından birbirlerine benzer ekonomik karar verme birimlerinin göreceli etkinliklerinin ölçülmesi amacı ile geliştirilmiş olan parametresiz bir etkinlik yöntemidir. Ayrıca girdi ve çıktılar, ölçü birimlerinden bağımsızdırlar. Bu nedenle işletmenin değişik boyutlarının aynı zamanda ölçülebilmesi mümkündür (Karsak ve İşcan, 2000, s.2-3). VZA’nın çeşitli tanımları vardır:

VZA, “Birden fazla girdi ve çıktıya sahip örgütler kümesinde, hem girdilerin, hem de çıktılarının nesnel biçimde bir verimlilik endeksi içinde birleştirilemediği durumlarda göreceli verimlilik ölçümü için kullanılan bir yöntemdir” şeklinde tanımlanabilir (Kavuncubaşı, 1995, s.28).

VZA, “Bir karar verme birimi (KVB)’nin verimliliği açısından matematiksel olarak ağırlıklandırılmış çıktılar toplamının ağırlıklandırılmış girdiler toplamına oranının en iyi performansı belirlediği sınıra göre pozisyonudur” şeklinde de tanımlanabilir (Ersen, 1999, s.12).

VZA uygulamasının temel amaçları şu şekilde sıralanabilir (Erkut ve Polat, 1993):

- Karşılaştırılan birimlerin her biri için girdi ve çıktı boyutlarından herhangi birisinde görel etkinsizliğin kaynaklarının ve miktarlarının belirlenmesi,
- Etkinliğe göre birimlerin sınıflandırılması,
- Birimler arasındaki karşılaştırma ile doğrudan doğruya ilişkili olmayan amaçlar için etkin birimlerin ya da etkin girdi çıktı ilişkilerinin belirlenmesi,
- Spesifik girdi çıktı ilişkileri için yürürlükteki standartların gerçekleşen performansa göre incelenmesi ve gözden geçirilmesidir.

VZA’yı avantajlı kılan bazı özellikleri, aynı zamanda onun zayıflıklarının da kaynağıdır. Uygulamalarda VZA’nın kullanılmasına karar verildiğinde bu zayıflıklar da göz önünde tutulmalıdır. Söz konusu zayıflıklar şu şekilde özetlenebilir (Golany ve Roll, 1989, p.237-250):

- VZA, karar birimlerinin performansını ölçmek açısından yeterlidir.
- VZA parametrik olmayan bir teknik olduğundan sonuçlara istatistiksel hipotez testlerinin uygulanması zordur.
- Statik bir analiz şeklindedir, bir tek dönemdeki karar birimi verileri arasında bir kesit analizi yapar.
- Her karar birimi için ayrı bir doğrusal programlama modelinin çözümü gerektiğinden, büyük boyutlu problemlerin VZA ile çözümü, hesaplama açısından zaman alıcı olabilir.
- VZA’nın uygulanabilmesi için gerekli olan adımlar ise şu şekildedir (Yolalan, 1993, s.65):
- Karar verme birimlerinin tanımlanması ve seçilmesi,
- Uygun girdi ve çıktı değişkenlerinin belirlenmesi,
- VZA ile görel etkinlik ölçümü ve
- Sonuçların değerlendirilmesidir.

4.2.1. Temel VZA Modelleri

VZA, birçok modelle iç içe geçmiş bir fikir, düşünce ve yöntem topluluğudur. CCR ve BCC modelleri bu yöntemin en temel iki modelini oluştururlar. Bu modeller de girdiye ve çıktıya yönelik olmak üzere iki grupta incelenebilir. Girdiye yönelik VZA modelleri, belirli bir çıktı bileşimini en etkin şekilde üretebilmek amacıyla kullanılacak en uygun girdi bileşiminin nasıl olması gerektiğini araştırır. Çıktıya yönelik VZA modelleri ise belirli bir girdi bileşimi ile en fazla ne kadar çıktı bileşimi elde edilebileceğini araştırmaktadır (Charnes vd., 1978, p.429-444). VZA’nın amaç fonksiyonu, verimlilik tanımından hareketle, k tane karar verme birimi için toplam ağırlıklandırılmış çıktılarının toplam ağırlıklandırılmış girdilere oranının

maksimizasyonudur (Cingi ve Tarım, 2000, s.4). VZA modeli, ölçeğe göre sabit getiri varsayımı altında karar birimlerinin toplam etkinlik değerlerini hesaplamaktadır. Girdiye yönelik CCR modelinin matematiksel ifadesi aşağıdaki gibidir (Banker vd., 2004, s.349):

Amaç fonksiyonu:

$$E_k = \text{Min } \alpha - \varepsilon \sum_{i=1}^m s_i^- - \varepsilon \sum_{r=1}^p s_r^+ \quad (12)$$

Kısıtlar:

$$\sum_{j=1}^n X_{ij} \lambda_j + s_i^- - \alpha X_{ik} = 0, \quad i = 1, \dots, m$$

$$\sum_{j=1}^n Y_{rj} \lambda_j - s_r^+ - Y_{rk} = 0, \quad r = 1, \dots, p$$

$$\lambda_j, s_i^-, s_r^+ \geq 0$$

Burada;

E_k : Karar biriminin etkinliği,

X_{ij} : j'nci karar birimi tarafından kullanılan i'nci girdi,

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

Y_{ij} : j karar birimi tarafından üretilen i'nci çıktı,

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

ε : Yeterince küçük pozitif bir sayı,

n : Karar verme birimi sayısı,

p : Çıktı sayısı,

m : Girdi sayısı,

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

s_i^- : k karar verme biriminin i'nci girdisine ait atıl değer,

s_r^+ : k karar verme biriminin r'nci çıktısına ait atıl değer,

λ_j : j'nci karar biriminin aldığı yoğunluk değeri olarak tanımlanmaktadır.

Bu modelin amaç fonksiyonunda belirli bir çıktı düzeyi için etkinliği ölçülen k karar birimine ait girdilerin ne kadar azaltılabileceği belirlenir.

4.2.2. Süper Etkinlik Modeli

VZA yöntemlerinde etkin karar verme birimleri belirlenmekte, ancak bu birimlerin sıralanması yani etkinlik derecelerinin bulunması mümkün olamamaktadır.

Bu amaçla çeşitli yöntemler geliştirilmiştir. Andersen ve Petersen (1993), etkin karar verme birimlerinin de kendi içinde sıralanabileceğini belirtmişlerdir. Bu yaklaşım VZA literatüründe Süper Etkinlik Modeli olarak tanınmaktadır. Yöntemdeki temel düşünce, incelenen KVB’ni tüm diğer karar verme birimlerinin doğrusal kombinasyonları ile karşılaştırmaktır. Bu amaçla incelenen KVB referans kümeden çıkartılır. Böylece elde edilen VZA Süper etkinlik skoru, etkin KVB etkinliğini korurken, girdilerde oluşabilecek en büyük artış oranını da vermiş olacaktır. Burada elde edilen Süper Etkinlik skorunun değeri en yüksek olan KVB ilk sırada yer alacaktır. Diğer KVB’ler de Süper Etkinlik skoruna göre sıralanacaklardır. Etkin KVB’lerin oluşturduğu Süper Etkinlik modeli aşağıdaki gibi tanımlanır (Andersen ve Petersen, 1993, p.1261-1264).

Amaç Fonksiyonu:

$$\alpha_p' = \text{Min } \alpha_p$$

Kısıtlayıcılar:

(13)

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^m \lambda_j X_j &\leq \alpha_p X_p \\ \sum_{j=1}^s \lambda_j Y_j &\leq Y_p \\ \lambda_j &\geq 0 \quad j = 1, 2, \dots, n \end{aligned}$$

Yukarıdaki modelde X_j , m boyutlu girdi vektörünü, Y_j ; s boyutlu çıktı vektörünü, λ_j ; Karar verme birimi ağırlıklarını, p; incelenen KVB’ni, α_p^* ise p’inci KVB için amaç fonksiyonunun optimal değerini göstermektedir.

4.3. Verilerin Toplanması

Çalışmada kullanılan temel veri kaynağı, TÜİK tarafından hazırlanan en son tablo olan 59 sektörlü 2002 yılı yurtiçi üretim Girdi - Çıktı tabloları ile ithalat tablolarıdır.

2002 yılı Girdi - Çıktı tablosunun VZA ile değerlendirilmesi için 59 sektör KVB’ler olmak üzere girdi değişkenleri olarak emek, sermaye, sektörel ara girdi toplamaları, tamamlayıcı ithalat, çıktı değişkenleri olarak ise sektörel ara talep toplamaları ve sektörel nihai talep değişkenleri kullanılmıştır. Modelde yer alan girdi değişkenleri açısından bazı tanımlamaların yapılması yararlı olacaktır:

Emek: Çalışanlara yapılan ödemeler,

Sermaye: İşletme artığı, “katma değerden net dolaylı vergiler, sabit sermaye tüketimi ve işgücü ödemelerinin düşülmesiyle bulunan ”artık değer” olarak tanımlanmaktadır.

Böylece bulunan işletme artığı “kira + faiz + kar” gelirleri toplamından oluşmaktadır. Gelir yöntemiyle GSYİH hesaplamalarında işletme artığı, her faaliyet kolunda üretim yönünden hesaplanan cari katma değer esas alınarak bulunmaktadır.

Tamamlayıcı İthalat: Girdi - Çıktı modellerinde ithalatın ele alınışında izlenen yöntemler, ithal edilen malların rakip ve tamamlayıcı varsayılmasına bağlı olarak

farklılık gösterirler. Örneğin tamamlayıcı ithalat durumunda ithal edilen mallar yurtiçinde üretilmeyen, mutlak olarak yurtiçi üretimi tamamlayıcı nitelikte mallardır.

2002 yılı Girdi - Çıktı tablosuna dayalı olarak sektörlerin etkinlik ve verimlilikleri (12) eşitliğinde verilen girdi odaklı VZA yöntemi ile elde edilmiştir. VZA’da, etkin karar verme birimleri arasında en etkin birimden en az etkin birime doğru sıralama yapılabilmesine olanak sağlayan süper etkinlik modeli de bulunmaktadır. (13) eşitliği ile de her bir etkin karar verme biriminin yeniden kendi arasında süper etkinlik skoru hesaplanmıştır. Çalışmada yer alan sektör, kod ve tanımları da EK1’de sunulmaktadır.

5. Verilerin Analizi Ve Bulgular

Özellikle Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerde, sınırlı olan bazı kaynaklara ait yapılan yatırımların etkin ve verimli şekilde değerlendirilmesi büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle politika yapıcıların ya da karar alıcıların yatırımları öncelikle ülkenin ekonomik açıdan kalkınma ve büyümesine katkı sağlayacak sektörleri yani kilit sektörleri yönlendirmesi gerekmektedir. İncelenen 2002 yılı Girdi - Çıktı tablosunun (10) ve (11) eşitliklerinin kullanılmasıyla bulunan Hirschman sınıflaması Tablo 1’deki gibidir.

Tablo 1: 2002 Yılı Girdi - Çıktı Analizi Sonucunda Elde Edilen Kilit Sektörler

Sektör Kodları	Sektörler	Toplam İleri Bağlantı Endeksi	Toplam Geri Bağlantı Endeksi
15	Gıda ürünleri ve içecek imalatı	1,01689	1,27386
17	Tekstil ürünleri imalatı	1,59218	1,24732
21	Kağıt ve kağıt ürünleri imalatı	1,48044	1,14343
24	Kimyasal madde ve ürünlerin imalatı	1,68517	1,09663
25	Plastik ve kauçuk ürünleri imalatı	1,19113	1,10778
26	Metalik olmayan diğer mineral ürünlerin imalatı	1,12737	1,14326
27	Ana metal sanayii	2,02316	1,15248
28	Makine ve teçhizatı hariç; metal eşya sanayii	1,00999	1,15930
40	Elektrik, gaz, buhar ve sıcak su üretimi ve dağıtımı	2,46431	1,15886
63	Destekleyici ve yardımcı ulaştırma faaliyetleri; seyahat acentelerinin faaliyetleri	1,57296	1,06945

Toplam ileri bağlantı etkileri yüksek olan sektörler, ürettikleri malları girdi olarak kullanan diğer sektörlerle arz yarattıkları için ekonomide önemli yere sahiptirler. Yüksek ileri bağlantı etkisi, ekonomik yapıdaki diğer sektörlerin doğrudan ve dolaylı olarak söz konusu sektöre girdi açısından büyük ölçüde bağımlı olduğunu gösterirken, yüksek geri bağlantı etkisi ise bir sektörün girdi açısından ekonomik yapıdaki diğer sektörlerle büyük ölçüde bağımlı olduğunu göstermektedir (İloğlu, 1993, s.43). VZA ile ilgili elde edilen sonuçlar Tablo 2’de gösterilmiştir.

Tablo 2: VZA Analiziyle Elde Edilen 2002 Yılı Sektörel Etkinlik Skorları*

Sıra	Sektör Kodu	Etkinlik Değeri	Süper Etkinlik Skoru	Sıra	Sektör Kodu	Etkinlik Değeri	Süper Etkinlik Skoru
1	1	100,00	101,75	31	37	100,00	180,38
2	2	100,00	214,98	32	40	93,96	93,96
3	5	100,00	101,09	33	41	100,00	117,5
4	10	99,84	99,84	34	45	100,00	103,98
5	11	98,34	98,34	35	50	96,47	96,47
7	13	100,00	100,56	36	51	94,53	94,53
8	14	100,00	162,39	37	52	96,82	96,82
9	15	100,00	136,42	38	55	100,00	128,23
10	16	100,00	102,62	39	60	100,00	101,08
11	17	95,94	95,94	40	61	99,7	99,7
12	18	100,00	117,77	41	62	100,00	107,04
13	19	95,19	95,19	42	63	100,00	103,25
14	20	95,49	95,49	43	64	95,55	95,55
15	21	98,53	98,53	44	65	100,00	106,22
16	22	93,52	93,52	45	66	98,92	98,92
17	23	100,00	197,81	46	67	100,00	226,71
18	24	95,94	95,94	47	70	100,00	71,94
19	25	96,01	96,01	48	71	97,62	97,62
20	26	96,55	96,55	49	72	96,06	96,06
21	27	96,45	96,45	50	73	98,74	98,74
22	28	95,79	95,79	51	74	96,64	96,64
23	29	95,57	95,57	52	75	100,00	124,69
24	30	94,85	94,85	53	80	99,86	99,86
25	31	93,44	93,44	54	85	98,93	98,93
26	32	100,00	114,74	55	90	94,28	94,28
27	33	97,14	97,14	56	91	100,00	217,18
28	34	100,00	124,18	57	92	94,86	94,86
29	35	94,87	94,87	58	93	97,86	97,86
30	36	100,00	109,23				

*: 6 ve 59 nolu sektörler analiz dışı tutulmuştur.

Tablo 2’den, etkin olmayan sektörlerin süper etkinlik katsayılarının değişmediği kolaylıkla görülebilmektedir. Süper etkinlik modeli sonuçlarına göre, etkin sektörler arasında en etkin ilk beş sektör sırasıyla mali aracı kuruluşlara yardımcı faaliyetler (67), başka yerde sınıflandırılmamış üye olunan kuruluşların faaliyetleri (91), ormancılık, tomrukçuluk ve ilgili hizmet faaliyetleri (2), kok kömürü, rafine edilmiş petrol ürünleri

ve nükleer yakıt imalatı (23) ve yeniden değerlendirme (37) olarak sıralanmaktadır. Etkin sektörler Tablo 2'nin değerlendirilmesiyle Tablo 3'deki gibi verilebilir.

Tablo 3: VZA Sonucu Etkin Bulunan Sektörler

<i>Sektör Kodu</i>	<i>Sektörler</i>
1	Tarım, avcılık ve ilgili hizmet faaliyetleri
2	Ormancılık, tomrukçuluk ve ilgili hizmet faaliyetleri
5	Balıkçılık, balık üretme ve yetiştirme çiftliklerinin işletilmesi ve balıkçılıkla ilgili hizmetler
13	Metal cevheri madenciliği
14	Taş ocakçılığı ve diğer madencilik
15	Gıda ürünleri ve içecek imalatı
16	Tütün ürünleri imalatı
18	Giyim eşyası imalatı; kürkün işlenmesi ve boyanması
23	Kok kömürü, rafine edilmiş petrol ürünleri ve nükleer yakıt imalatı
32	Radyo, televizyon, haberleşme teçhizatı ve cihazları imalatı
34	Motorlu kara taşıtı , römork ve yarı-römork imalatı
<i>Sektör Kodu</i>	<i>Sektörler</i>
36	Mobilya imalatı; b.y.s. diğer imalat
37	Yeniden değerlendirme
41	Suyun toplanması, arıtılması ve dağıtılması
45	İnşaat
55	Oteller ve lokantalar
60	Kara taşımacılığı ve boru hattıyla taşımacılık
62	Havayolu taşımacılığı
63	Destekleyici ve yardımcı ulaştırma faaliyetleri; seyahat acentelerinin faaliyetleri
65	Sigorta ve emeklilik fonları hariç, mali aracı kuruluşların faaliyetleri
67	Mali aracı kuruluşlara yardımcı faaliyetler
70	Gayrimenkul faaliyetleri
75	Kamu yönetimi ve savunma, zorunlu sosyal güvenlik
91	Başka yerde sınıflandırılmamış üye olunan kuruluşların faaliyetleri
95	Evlerde yaptırılan hizmet işleri

Tablo 1 ve Tablo 3 birlikte incelendiğinde, VZA sonucu elde edilen etkin sektörler ve Girdi – Çıktı analizi sonucu elde edilen kilit sektörlerin farklılık gösterdiği görülür. Burada dikkat çeken nokta, uyarma ve besleme etkileri bakımından ekonomiyi canlandıran uyaran sektörlerin yani kilit sektörlerin tamamının etkin olmamasıdır.

Girdi - Çıktı analizi sonucuna göre kilit sektörlerden sadece Gıda Ürünleri ve İçecek İmalatı sektörü (15) ile Seyahat Acentelerinin Faaliyetleri Sektörünün (63) VZA sonucuna göre de etkin oldukları belirlenmiştir.

Etkin sektörlerin kendi aralarında etkinlik sıralamalarının süper etkinlik modeli kapsamında değerlendirmesi de son derece önemlidir. Diğer taraftan, etkin olmayan kilit sektörlerin etkin hale getirilebilmesi için politika önerileri geliştirmek de bir o kadar önem arz etmektedir. Nitekim bir ekonomide ileri ve geri bağlantı etkileri ile ekonomiyi canlandıran kilit sektörlerin etkin hale getirilmesi, ekonomik faaliyet ve sektörel bazda yapılacak yatırımlardan azami derecede fayda sağlanmasına olanak tanıyacaktır.

Tüm bu değerlendirmeler ışığında, etkin olmayan kilit sektörlerin etkin hale getirilebilmesi için bazı politika önerilerinin geliştirilmesi kaçınılmazdır. Bu kapsamda, VZA'nın bir parçası olarak etkin olmayan kilit sektörlerle ilişkin potansiyel iyileştirmeler hesaplanmıştır. Potansiyel iyileştirmeler hesaplanırken, göreceli olarak etkin olan KVB'lerin girdi ve çıktı bileşimleri dikkate alınarak, göreceli olarak etkin olmayan KVB'lerinin girdi ve çıktıları üzerinde bir takım artış veya azalışlar yaparak etkin hale gelmeleri hedeflenmektedir. Tablo 4'de etkin olmayan kilit sektörlerin etkin hale gelebilmeleri için potansiyel iyileştirmeler sunulmaktadır.

Tablo 4: Etkin Olmayan Kilit Sektörlerin Etkin Hale Gelebilmeleri İçin Potansiyel İyileştirmeler

No	Sektör Kodu	Etkinlik Değeri (%)	Süper Etkinlik	Referans Kümesi	Emek	Sermaye	Ara girdi	İthalat	Ara talep	Nihai Talep
11	17	98,34	98,34	23 (0.55) 34 (0.4) 37 (178.45) 62 (3.92) 91 (0.22)	-3,95	-4,10	-4,08	-4,14	-0,03	0,00
15	21	98,53	98,53	7 (2.46) 17 (0.18) 31 (55.79) 56 (0.03) 59 (0.03)	-2,06	-1,13	-1,36	-0,20	0,38	-0,81
18	24	95,94	95,94	7 (6.97) 8 (0.13) 17 (0.54) 31 (45.65) 41 (1.4)	-4,00	-3,90	-4,01	-3,91	0,19	-0,12
19	25	96,01	96,01	7 (2.35) 8 (0.15) 17 (0.35) 31 (39.48) 41 (0.48)	-4,24	-4,33	-4,15	-3,65	-0,09	-0,12
20	26	96,55	96,55	7 (3.79) 8 (0.97) 17 (0.06) 31 (45.48) 41 (0.83)	-3,44	-3,47	-3,4	-3,16	-0,02	0,41
21	27	96,45	96,45	7 (2.02) 17 (0.65) 31 (105.18) 41 (0.73) 56 (0.07)	-4,02	-3,55	-3,62	-3,97	-0,19	-0,13
22	28	95,79	95,79	7 (2.37) 8 (0.16) 17 (0.17) 31 (29.1) 41 (0.63)	-4,32	-4,42	-4,64	-5,75	-0,35	-1,09
32	40	93,96	93,96	8 (1.69) 17 (0.55) 31 (34.08) 41 (1.74) 46 (1.18)	-6,00	-6,01	-6,01	-6,29	-0,06	0,16

Potansiyel iyileştirme yüzdelerine ilişkin açıklamalar birbirlerine benzer şekilde yapıldığından ve görece etkin olmayan her bir sektörün, girdi ve çıktı değişkenlerinin potansiyel iyileştirme yüzdelerinin açıklanması oldukça uzun süreceğinden; örnek olması bakımından burada yalnızca, Tekstil ürünleri imalatı sektörünün (17) görece toplam etkinsizliğine neden olan değişkenlerin, potansiyel iyileştirme değerleri açıklanacaktır.

Tablo 4'e göre bu sektörün etkin hale gelebilmesi için çıktı düzeyinin değişmeden girdi düzeyinin Kok kömürü ve rafine edilmiş petrol imalatına (23) göre % 0,55, Motorlu Kara Taşıtı İmalatı Sektörüne (34) göre % 0,4, Yeniden Değerlendirme sektörüne (37) göre % 178,45, Havayolu Taşımacılığı sektörüne (62) göre % 3,92 ve Başka yerde sınıflandırılmamış üye olunan kuruluşların faaliyetleri (91) % 0,22 artırmalıdır. Sektörün etkinsizliği; girdi ve çıktı değişken miktarlarının fazlalığından kaynaklanmaktadır. Bu durumda; eğer bu sektör emek, sermaye, ara girdi ve ithalat girdi miktarlarını sırasıyla % 3,95, % 4,1, % 4,08 ve % 4,14 azaltırsa ve aynı zamanda ara talep çıktı miktarını % 0,03 oranında azalttığında etkin sektör haline gelecektir.

6. Tartışma, Sonuç ve Öneriler

Özellikle Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerde, sınırlı olan bazı kaynaklara ait yapılan yatırımların etkin ve verimli şekilde değerlendirilmesi büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle politika yapıcıların ya da karar alıcıların yatırımları öncelikle ülkenin ekonomik açıdan kalkınma ve büyümesine katkı sağlayacak sektörleri yani kilit sektörleri yönlendirmesi gerekmektedir. Dolayısıyla sektörel değerlendirmeler dikkate alınarak kıt kaynakların etkin bir şekilde ekonomiyi uyaracak sektörel yapılanmalara kaydırılması hem israfın hem de kıt olan kaynakların gereksiz yere harcanmasının önüne geçilecektir.

Bu çalışmada ilk olarak Girdi – Çıktı analizi kullanılarak ekonomide faaliyet gösteren kilit sektörler tespit edilmiştir. Hirschman kategorisine göre toplam ileri ve geri bağlantı etkileri aynı anda yüksek olan sektörler lokomotif (kilit) sektör yani diğer sektörleri de harekete geçiren sektörler olarak nitelendirilmektedir. Daha sonra da

Girdi - Çıktı tablosu kullanılarak sektörlerin etkinlik değerleri girdiye yönelik VZA yöntemiyle belirlenmiştir.

Sonuçlar incelendiğinde, Girdi-Çıktı Analizi sonucunda, Gıda Ürünleri ve İçecek İmalatı (15), Tekstil Ürünleri İmalatı (17), Kağıt ve Kağıt Ürünleri İmalatı (21), Kimyasal Madde ve Ürünlerin İmalatı (24), Plastik ve Kauçuk Ürünleri İmalatı (25), Metalik Olmayan Diğer Mineral Ürünlerin İmalatı (26), Ana Metal Sanayi (27), Makine ve Teçhizatı Hariç; Metal Eşya Sanayi (28), Elektrik, Gaz, Buhar ve Sıcak Su Üretimi ve Dağıtımı (40) ile Destekleyici ve Yardımcı Ulaştırma Faaliyetleri (63) sektörleri kilit sektörler olarak belirlenmiştir. Burada dikkat çeken nokta, uyarma ve besleme etkileri bakımından ekonomiyi canlandıracak uyaracak sektörlerin etkin olmamasıdır. VZA sonucu elde edilen etkin sektörler ve Girdi – Çıktı Analizi sonucu elde edilen kilit sektörlerin farklılık gösterdiği görülmektedir. Girdi – Çıktı Analizi sonucuna göre sadece Gıda Ürünleri ve İçecek İmalatı sektörü (15) ile Seyahat Acentelerinin Faaliyetleri Sektörü (63) kilit sektör iken VZA sonucuna göre de etkin oldukları tespit edilmiştir. Etkin olmayan kilit sektörlerin etkin hale dönüştürülmesi için potansiyel iyileştirmeler yapılmıştır.

Sonuçlara göre söylenebilecek diğer bir konu ise etkin olmayan sektörlerin süper etkinlik katsayılarının değişmediğidir. Süper etkinlik modeli sonuçlarına göre, etkin sektörler arasında en etkin ilk beş sektörün sırasıyla Mali aracı kuruluşlara yardımcı faaliyetler (67), Başka yerde sınıflandırılmamış üye olunan kuruluşların faaliyetleri (91), Ormancılık, tomrukçuluk ve ilgili hizmet faaliyetleri (2), Kok kömürü, rafine edilmiş petrol ürünleri ve nükleer yakıt imalatı (23) ve Yeniden değerlendirme (37) sektörleri olduğu kolaylıkla görülebilmektedir.

VZA yönteminde elde edilen etkinlik skorları analiz edilen sektörün göreceli etkinlik skorları olduğundan, sektör yöneticileri bir kıyaslama aracı olarak kendi etkinliklerini diğer sektörlerin etkinlikleri ile karşılaştırmak için bu yöntemi kullanabilirler.

KAYNAKÇA

- Andersen, P., Petersen, N. C., (1993). “A Procedure for Ranking Efficient Units in Data Envelopment Analysis”, *Management Science*, 39 (10): 1261-1264.
- Akkaya, S., Pazarlıoğlu, M. V., (2000). *Ekonometri I*, Berk Masa Üstü Yayıncılık, İzmir.
- Altuğ, S., Filiztekin, A., (2006). “Productivity and Growth, 1923- 2003 in the Turkish Economy: The Real Economy, Corporate Governance and Reform”, *Routledge Publications*, ss. 15-62.
- Ayaş, N. ve Çeştepe, H. (2010). “Dış Ticaretin İstihdam Üzerindeki Etkileri: Türk İmalat Sanayi Örneği”, *Süleyman Demirel Üniversitesi İİBF Dergisi*, 15 (2), 261-299.
- Aydoğuş, O. (2011). *Girdi-Çıktı Modellerine Giriş. Gözden Geçirilmiş 3. Baskı*, Elif Yayınevi, Ankara.
- Behdioğlu, Sema, Özcan, Gözde (2009). “Veri Zarflama Analizi ve Bankacılık Sektöründe Bir Uygulama”, *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, Isparta, Vol.14, No.3, pp.301-326.
- Banker, R.D., Cooper, W.W., Seiford, L.M., Thrall, R.M. ve Zhu, J. (2004). “Returns to Scale in Different DEA Models”, *European Journal of Operational Research*, 27 (154), 345-362.
- Charnes, A., W., W., Cooper, Rhodes, E., (1978). “Measuring the Efficiency of Decision Making Units”, *European Journal of Operational Research*, Vol. 2, 429-444.
- Cihangir, M. (2005). “Bankacılıkta Optimum Büyüklük: Türk Bankacılık Sektörü Üzerinde Ampirik Bir Çalışma”, *DEÜ İİBF Dergisi*, (20:2), 11-25.
- Cingi S. ve Tarım. A., (2000). *Türk Banka Sisteminde Performans Ölçümü Dea - Malmquist TFV Endeksi Uygulaması*. İstanbul: TBB Yayını.
- Çivi H. ve Çakır M. (2000). “Türkiye’de İmalat Sanayiinin İthalata Bağımlılığı Girdi-Çıktı Yaklaşımıyla”, *Adnan Menderes Üniversitesi İİBF Dergisi*, 14 (1), 1-9.
- Deliktaş E., (2002). “Türkiye Özel Sektör İmalat Sanayiinde Etkinlik ve Toplam Faktör Verimliliği Analizi”, *ODTÜ Gelişme Dergisi*, 29 (3-4), 247-284.
- Ersen H. M. (1999), *Veri Zarflama Analizinin Stokastik Değişiklikler Altında Geçerliliği Gürültünün Verimsizlik Bileşeni*, Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Ankara.
- Golany, B., Roll, Y. (1989). “An Application Procedure for DEA”, *Omega*. Vol: 17, No:3, pp. 237-250.
- Gökdoğan, O., (2011). “Isparta İli Şeftali Yetiştiriciliğinde Enerji Girdi Çıktı Analizi”, *Hakkari Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 4 (2), 145-155.

- Güran, M., ve Tosun, M., (2005). “Türkiye Ekonomisinin Makro Ekonomik Performansı: 1951 - 2003 Dönemi için Parametrik Olmayan Bir Ölçüm”, Ankara Üniversitesi Siyasal Bilimler Fakültesi Dergisi, 60 (4), 89-115.
- Güran, M. Cahit, (2005). Kamu Hizmetlerinde Performans Ölçümü, Hacettepe Üniversitesi Yayınları, Ankara.
- Hirschman, Albert (1958). The Strategy of Economic Development, Yale University Press, New Haven.
- İloğlu, H. (1993). Kilit Sektör Belirlenmesi ve Türkiye Ekonomi sine Uygulanması, Girdi Çıktı Çözümlemesiyle. Basılmamış Yüksek Lisans Tezi, Ankara: Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Karsak, E., İşcan, E., F., (2000). “Çimento Sektöründe Göreli Faaliyet Performanslarının Ağırlık Kısıtlamaları ve Çapraz Etkinlik Kullanarak VZA ile Değerlendirilmesi”, Endüstri Mühendisliği Dergisi, Cilt: 11, Sayı: 3.
- Kavuncubaşı Ş. (1995). Hastanelerde Göreli Verimlilik Ölçümü: Veri Çevreleme Analizinin Uygulanması, Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Ankara.
- Kızıltan, A., Ersungur, M. Ş. (2005). “Türkiye Ekonomisinde Sektörlerin İstihdama Etkisindeki Değişim”, Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 19 (2), 32-47.
- Lorcu Fatma, (2008). Veri Zarflama Analizi İle Türkiye ve Avrupa Birliği Ülkelerinin Sağlık Alanındaki Etkinliklerinin Değerlendirilmesi, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı, Doktora Tezi, İstanbul.
- Önder, A. Ö., Lenger, A., (2000). Productivity in Turkish Manufacturing Industry: A Comparative Analysis on the Basis of Selected Provinces. ERC Working Papers In Economics No: 00/12.
- Prieto, Angel M., Zofio, Jose’ L. (2007). “Network DEA efficiency in Input – Output Models: with an Application to OECD Countries”, European Journal of Operational Research. 178, 292-304.
- Yılcı, V. (2008). “Türkiye Ekonomisi İçin Kilit Sektörün Belirlenmesi: Girdi - Çıktı Analizi Yaklaşımı”, İktisat Mecmuası, 58, 75-86.
- Yıldırım C. (1999). Evaluation of the Performance of Turkish Commercial Banks: A Non- Parametric Approach in Conjunction with Financial Ratio Analyses, International Conference in Economics III, ODTÜ.
- Yıldırım, K., Karaman, D., Taşdemir, M. (2009). Makroekonomi, Seçkin Yayınları, Ankara.
- Yolalan, R. (1993). İşletmeler Arası Göreli Etkinlik Ölçümü. Ankara: MPM Yayınları.
- Ten Raa, T., Mohnen, P., (2001). “The Location of Comparative Advantages on the Basis of Fundamentals Only”, Economic Systems Research 13 (1), 93-108.
- TÜİK, (2002). Yurtiçi üretim Girdi - Çıktı Tablosu, TÜİK Yayınları, Ankara.

EK 1: Çalışmada Yer Alan Sektörler

No	Sektör Kodu	Sektör Adları
1	1	Tarım, avcılık ve ilgili hizmet faaliyetleri
2	2	Ormancılık, tomrukçuluk ve ilgili hizmet faaliyetleri
3	5	Balıkçılık, balık üretme ve yetiştirme çiftliklerinin işletilmesi ve balıkçılıkla ilgili hizmetler
4	10	Maden kömürü, linyit ve turba çıkarımı
5	11	Tetkik ve arama hariç, ham petrol ve doğalgaz çıkarımı ve bunlarla ilgili hizmet faaliyetleri
6	12	Uranyum ve toryum cevheri madenciliği
7	13	Metal cevheri madenciliği
8	14	Taşocakçılığı ve diğer madencilik
9	15	Gıda ürünleri ve içecek imalatı
10	16	Tütün ürünleri imalatı
11	17	Tekstil ürünleri imalatı
12	18	Giyim eşyası imalatı; kürkün işlenmesi ve boyanması
13	19	Derinin tabaklanması, işlenmesi; bavul, el çantası, saraçlık, koşum takımı ve ayakkabı imalatı
14	20	Ağaç ve mantar ürünleri imalatı (mobilya hariç); hasır ve buna benzer, örülerek yapılan maddelerin i.
15	21	Kağıt ve kağıt ürünleri imalatı
16	22	Basım ve yayım; plak, kaset v.b. kayıtlı medyanın çoğaltılması
17	23	Kok kömürü, rafine edilmiş petrol ürünleri ve nükleer yakıt imalatı
18	24	Kimyasal madde ve ürünlerin imalatı
19	25	Plastik ve kauçuk ürünleri imalatı
20	26	Metalik olmayan diğer mineral ürünlerin imalatı
21	27	Ana metal sanayii
22	28	Makine ve teçhizatı hariç; metal eşya sanayii
23	29	B.y.s. makine ve teçhizat imalatı
24	30	Büro, muhasebe ve bilgi işlem makineleri imalatı
25	31	B.y.s. elektrikli makine ve cihazların imalatı
26	32	Radyo, televizyon, haberleşme teçhizatı ve cihazları imalatı
27	33	Tıbbi aletler; hassas ve optik aletler ile saat imalatı
28	34	Motorlu kara taşıtı , römork ve yarı-römork imalatı
29	35	Diğer ulaşım araçlarının imalatı
30	36	Mobilya imalatı; b.y.s. diğer imalat
31	37	Yeniden değerlendirme
32	40	Elektrik, gaz, buhar ve sıcak su üretimi ve dağıtımı
33	41	Suyun toplanması, arıtılması ve dağıtılması
34	45	İnşaat
35	50	Motorlu taşıtlar ve motosikletlerin satışı, bakımı ve onarımı; motorlu taşıt yakıtının perakende satışı
36	51	Motorlu taşıtlar ve motosikletler dışında kalan toptan ticaret ve ticaret komisyonculuğu

No	Sektör Kodu	Sektör Adları
37	52	Motorlu taşıtlar ve motosikletler dışında kalan perakende ticaret, kişisel ve ev eşyalarının tamiri
38	55	Oteller ve lokantalar
39	60	Kara taşımacılığı ve boru hattıyla taşımacılık
40	61	Su yolu taşımacılığı
41	62	Havayolu taşımacılığı
42	63	Destekleyici ve yardımcı ulaştırma faaliyetleri; seyahat acentelerinin faaliyetleri
43	64	Posta ve telekomünikasyon
44	65	Sigorta ve emeklilik fonları hariç, mali aracı kuruluşların faaliyetleri
45	66	Zorunlu sosyal güvenlik hariç, sigorta ve emeklilik fonları ile ilgili faaliyetler
46	67	Mali aracı kuruluşlara yardımcı faaliyetler
47	70	Gayrimenkul faaliyetleri
48	71	Operatörsüz makine ve teçhizat ile kişisel ve ev eşyalarının kiralanması
49	72	Bilgisayar ve ilgili faaliyetler
50	73	Araştırma ve geliştirme hizmetleri
51	74	Diğer iş faaliyetleri
52	75	Kamu yönetimi ve savunma, zorunlu sosyal güvenlik
53	80	Eğitim hizmetleri
54	85	Sağlık işleri ve sosyal hizmetler
55	90	Kanalizasyon, çöp ve atıkların toplanması, hıfzısıhha ve benzeri hizmetler
56	91	Başka yerde sınıflandırılmamış üye olunan kuruluşların faaliyetleri
57	92	Eğlence, dinlenme, kültür ve sporla ilgili faaliyetler
58	93	Diğer hizmet faaliyetleri
59	95	Evlerde yaptırılan hizmet işleri

Sectoral Efficiency Measurement: An Application with Input-Output Table and Data Envelopment Analysis

Şenol ALTAN

Gazi University
Faculty of Economics and
Administrative Sciences,
Department of Econometrics,
Ankara, Turkey
saltan@gazi.edu.tr

Murat ATAN

Gazi University
Faculty of Economics and
Administrative Sciences,
Department of Econometrics,
Ankara, Turkey
atan@gazi.edu.tr

Selman TOKPINAR

Republic of Turkey
Ministry of Economy
Ankara, Turkey
tokpunars@ekonomi.com

Extensive Summary

Input - Output analysis is a general equilibrium model that examines the interdependence between the economic structure of the constituent units of production and consumption in terms of multi-sectors and numerically. This modelling is based on the input-output tables showing the flows of cross-sector goods and services. In this study, taking into account of the sectors in input - output tables, key sectors determined according to Hirschman classification in the input-output analysis were obtained. Efficient sectors and key sectors were compared and whether the key sectors are efficient or not have been examined. On the other hand, potential improvements to make the key sectors efficient were investigated and policy recommendations have been put forward to make them efficient.

Two main methods have been employed in this study, which are input-output analysis for key sectors and DES (Data Envelopment Analysis) to determine the efficiency level. Input-Output model, in simplest terms a general equilibrium model that examines the interdependence between the economic structure of the constituent units of production and consumption in terms of multi-sectors and quantitative manner and the mathematical structure is a simple general equilibrium model. Total linkage effects are obtained through the $R = (I - A)^{-1}$ equation, with the inverse matrix of Leontief i^{th} row and j^{th} column with r_{ij} values. Since forward and backward linkage effects cover both direct and indirect effects, they are a comprehensive indicator of an industrial interdependence. In order for total forward and backward linkages to be compared, they have to be put in numeric values through index process. After calculating the index values for all the sectors with a value less than 1 could be classified as high and low with backward and forward linkages. Sectoral linkages effect is an indication of how important a sector is in the economic structure. A forward linkage effect shows how important the output of a sector an intermediate input and backward linkage effect is the

Data Envelopment Analysis is commonly employed to measure efficiency and productivity. It was first developed by Charnes, Cooper and Rhodes (1978) to measure the comparative efficiency of similar decision making units in terms of goods and services. Besides, inputs and outputs are independent of units of measurement. Hence, it is possible to measure the different aspects of an establishment. (Karsak and İşcan, 2000, s.2 - 3). DEA determines the efficient decision making units but it is not possible

to ranks the efficiency degrees of the units under consideration. To serve this purpose, Andersen and Petersen (1993), stated that efficient decision making units could be ranked within their own. This approach is called Super Efficiency Model in the literature of DEA.

The data sources used in the study are latest the input – output tables with 59 sectors of domestic in 2002 and import tables prepared by TURKSTAT. The sectors were examined with DEA through such variables as labour, capital, sectoral intermediate aggregate inputs, complementary import for input variables and sectoral interim aggregates and sectoral total demand.

The striking point obtained in this study is not all the key sectors, the stimulating and feeding in terms of economic development, are efficient. According to the results of Input –Output analysis, of the key sectors, only Food Products and Beverage Production (15) and Operation of Travel Agencies (63) are more efficient according to the result of DEA. It is highly important that efficient sectors should be assessed within themselves with reference to super efficiency model. On the other hand, potential improvements have also been calculated for the inefficient key sectors as a part of DEA. In order for textile products sector to be efficient, the input level without changing the output level should be increased with reference to sectors of coal and refined oil production (23) by 0,55%, motor vehicle production (34) by 0,4%, reappraisal (37) by 178,45%, airline transport (62) by 3,92%, and not elsewhere classified affiliated establishments (91) by 0,22%. The inefficiency of the sector results from the excessive number of input and output variables. In this case, in the event that the sector decreases the amounts of labour, capital, intermediate input and import input by 3,95%, 4,1%, 4,08 % and 4,14 %, respectively, as well as the intermediate demand output by 0,03%, the sector will turn into efficient mode.

The results of the Input-Output analysis suggest that food products and beverage production (15), textile production (17), paper and derivatives production (21), chemical substances and products (24) plastic and rubber products (25), non-metal other mineral products (26), metal industry (27), except for machinery and equipment; metal ware industry(28), electricity, gas, steam and hot water production and distribution, (40) and supporting and secondary transport operations (63) have been defined as key sectors. The important point here is that in terms of stimulation and feeding effects, the sectors that will revitalize the economy are not efficient. It is seen that the efficient sectors obtained through DEA analysis and key sectors obtained through Input-Output analysis. According to the result of Input-Output analysis only Food Products and Beverage Production (15) and Operation of Travel Agencies (63) are more efficient according to the result of DEA. According to the results of super efficiency model, among the efficient sectors, the top five are auxiliary operation to financial intermediate establishment (67), not elsewhere classified affiliated establishments (91), forestry, logging and related services (2), coal and refined oil production (23) and reappraisal sector (37) in the order.