



VERİ ZARFLAMA ANALİZİ İLE TÜRKİYE’DE GIDA İMALATI YAPAN FİRMALARIN ETKİNLİKLERİNİN ÖLÇÜLMESİ

Selahattin YAVUZ

Yrd.Doç.Dr., Erzincan Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi/İşletme Bölümü E-mail: selahyavuz@hotmail.com

Öznur İŞÇİ

Yrd.Doç.Dr., Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Fen Fakültesi/İstatistik Bölümü

ÖZET: Veri Zarflama Analizi, benzer girdiler kullanarak çıktı yada çıktılar ortaya koymakla sorumlu karar noktalarının göreceli etkinliklerini değerlendirmek için kullanılan ve doğrusal programlama tabanlı bir yöntemdir. Bu çalışmada, öncelikle Veri Zarflama Analizi ve analizde en yaygın kullanılan CCR, BCC ve Toplamsal Yöntemler tanıtılmıştır. Daha sonra, Veri Zarflama Analizi kullanılarak Türkiye’de son üç yılda da ilk 500 büyük firma arasına giren ve gıda sektöründe faaliyet gösteren 25 firmanın 2009, 2010 ve 2011 yıllarına ait göreceli etkinlikleri ölçülmüştür. Modellerin çözümünde Veri Zarflama Analizinin özel yazılımlarından olan DEA Solver (Data Envelopment Analysis Solver) yazılımı kullanılmıştır. Yapılan çalışma sonucunda ortalama etkinlik yüzdesi %77 bulunmuştur. 2011 yılına ait veriler için; CCR modeline göre 10 firma etkin bulunurken, BCC modeline göre 12 firma etkin olarak bulunmuştur. Ayrıca etkin bulunmayan firmaların etkin olabilmeleri için referans kümeleri bulunmuş olup, etkin olunması için hedefler belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Veri Zarflama Analizi, Etkinlik, Performans, Gıda Sektörü

157

MEASUREMENT WITH DATA ENVELOPMENT ANALYSIS OF EFFICIENCY OF THE COMPANIES MAKING INDUSTRIAL FOOD PRODUCTION

ABSTRACT: Data Envelopment Analysis is a method based on linear programming and used to evaluate the relative effectiveness of decision units which are responsible for setting the inputs or outputs by using similar outputs. In this study, at first the data envelopment analysis and CCR, BCC and additive methods most widely used in the data envelopment analysis, were introduced. Then, using Data Envelopment Analysis the relative efficiency belonging to 2009, 2010 and 2011 years of 25 firms which ranked among the top 500 largest companies operating in the food sector in Turkey in the last three years, were measured. To solve models DEA Solver (Data Envelopment Analysis Solver) software which is used with special software of Data Envelopment Analysis was used. As a result of the study, the percentage of the average activity was found as 77%. For the data of the year 2011, 10 companies were found to be effective according to the model of the CCR while 12 companies were found to be effective according to the model of BCC. In addition, a set of reference sets was found to effective the firms which were not effective. Also, efficiencies were determined for those firms.

Key Words: Data Envelopment Analysis, Efficiency, Performance, Food Sector

GİRİŞ

İşletmelerin performanslarının belirlenebilmesi gerek işletme yönetimi gerekse yatırımcılar açısından önemlidir. Ancak, tek bir kriterle işletmelerin performanslarının ölçülmesi mümkün değildir. İşletmelerin farklı zaman periyotlarını ve farklı yönetim düzeyleri içeren, dolayısıyla girdi çıktı kombinasyonları farklı olan görev ve hedefleri vardır. Kısa vadede kârlılığı çok iyi olan bir işletme uzun dönemde yanlış pazarlama politikaları nedeniyle kötü bir performans sergileyebilmektedir. Yatırımların getirisi ya da satışların getirisi gibi finansal oranlar, işletmenin finansal performanslarını iyi yansıtsalar da, şirketin genel performansını göstermede yetersiz kalmaktadırlar. Öte yandan, işletmenin tüm performansını gösterdiği varsayılan girdi ve çıktılar kümesini ağırlıklandırarak birleştirmek ve



işletmenin tüm performansını ortaya koyma çabalarının da en büyük eksiği, verilen ağırlıkların subjektif olabilmesidir (Ulucan, 200:186).

Organizasyonların çoğunda birçok girdi (personel sayısı, ücretleri, çalışma saatleri, reklâm bütçesi gibi) kullanılır. Benzer biçimde çıktı ölçüleri de (kârlılık, pazar payı, büyüme hızı gibi) farklıdır. Yöneticiler için, birçok girdi ve çıktının aynı anda değerlendirilmesiyle “hangi birimlerin etkinliğinin düşük olduğunu tespit etmek” oldukça güçtür. Bu noktada Veri Zarflama Analizi (VZA), yöneticilere “görelî etkinlikleri belirlemede” önemli bir yardımcı araç sunmaktadır (Oruç, 2008:11). Ayrıca VZA, görece etkin olmayan karar verme birimlerinin etkinliklerinin iyileştirilmesi için neler yapılması gerektiği noktasında yöneticilere ve karar vericilere yol gösteren bir yöntemdir (Özden, 2008:169).

Veri Zarflama Analizi, birden çok ve farklı ölçeklerle ölçülmüş ya da farklı ölçü birimlerine sahip girdi ve çıktıların karşılaştırma yapmayı zorlaştırdığı durumlarda, karar birimlerinin görelî performansını ölçmeyi amaçlayan doğrusal programlama tabanlı bir tekniktir (Karacaer, 1998 : 11). Birçok girdi ve çıktının gözlemlendiği ve gözlenen bu girdi ve çıktıların tek bir toplam girdi ve çıktıya dönüştürülemeyeceği durumlarda üretim etkinliğini ölçmek için kullanılan Veri Zarflama Analizi, en sık kullanılan parametresiz yöntemlerden birisidir.

Farrell'in (1957) performans etkinliğini belirlemedeki teorik yaklaşımına dayanan Veri Zarflama Analizi, Charnes ve diğerleri (1978) tarafından geliştirilmiş doğrusal programlama tabanlı bir yaklaşımdır. Geçen yıllar içerisinde farklı VZA modelleri ve gerçek hayat uygulamaları yaygın olarak geliştirilmiştir (Ulucan, 2000:187). Başlangıçta daha çok kar amacı gütmeyen organizasyonlar karşılaştırılmalı verimliliklerini ölçmek için kullanılan VZA, daha sonraları kar amaçlı üretim ve hizmet sektörleri için de yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. VZA yöntemi, ilk yayınlandığı 1978 yılından itibaren, aynı anda birden çok girdi-çıktıların bir arada değerlendirilebilmesi, girdi ve çıktılar arasında analitik bir fonksiyon gerektirmemesi, doğrusal programlama yardımıyla modellenerek çözülebilmesi ve kolay yorumlanması nedeniyle araştırmacılar tarafından yoğun bir ilgi görmüştür (Bircan, 2011:331).

158

Dünyada Veri Zarflama Analizinin özellikle hastane, banka ve eğitim kurumlarına çokça uygulandığı görülmektedir. Son zamanlarda bu yöntem kâr amaçlı üretim ve hizmet sektörlerinde işletmeler arası karşılaştırmalı teknik verimliliğin ölçülmesinde en sık kullanılan yöntemlerden biri haline gelmiştir.

Bu çalışmada Veri Zarflama Analizi, Türkiye’de gıda sektöründe faaliyet gösteren en büyük 25 firmanın 2009, 2010 ve 2011 yıllarına ait görelî etkinlikleri dikkate alınarak yapılmıştır. Çalışmada 3 girdi ve 3 çıktı ile VZA yapılmıştır. Girdiler; öz kaynak, aktif toplam ve çalışan değişkenleridir. Çıktılar ise; net satış, kâr, ihracat değişkenleridir. Modellerin çözümünde Veri Zarflama Analizi’nin özel yazılımlarından olan DEA Solver (Data Envelopment Analysis Solver) yazılımı kullanılmıştır.

VERİ ZARFLAMA ANALİZİ VE KARAR VERME

Bir karar verici için birden çok karar noktası varsa, bu karar noktalarının etkinliklerini tahminlemek ve kararını bu etkinlikler ölçüsünde şekillendirmek önem taşır. Gerçekten de karar noktalarının etkinlik sınaması karar verici açısından önemlidir ve karar verici diğerlerine nazaran daha az etkin olan karar noktalarının etkinliklerinin artırılmasını sağlayacak senaryoların kararın bütününe etkinliğini nasıl değiştireceğini bilmek ister (<http://istatistiksel.blogspot.com/archive.html>).

Bu noktada Veri Zarflama Analizi, benzer girdiler kullanarak çıktı ya da çıktılar ortaya koymakla sorumlu karar noktalarının göreceli etkinliklerini değerlendirmek için kullanılan ve doğrusal programlama tabanlı bir yöntem olarak tanımlanabilir (Coşkun, 2009:27). Veri Zarflama Analizini benzer amaçlı diğer yöntemlerden ayıran temel özellik, çok sayıda girdi ve çıktının olduğu durumlarda değerlendirme yapılabilmesini sağlamasıdır. Analiz sonucunda, her karar noktasının etkinlik değeri, etkin olmayan karar noktalarının hangi girdi/çıkçı oranlarında etkinliklerinin nasıl artırılabilceği (senaryolar) ve referans olarak kullanılacak karar noktalarına ilişkin bilgiler elde edilebilmektedir (Yılmaz ve Karakadılar, 2010:507).

Veri Zarflama Analizi, görece etkin olmayan karar verme birimlerinin etkinliklerinin iyileştirilmesi için neler yapılması gerektiği noktasında yöneticilere ve karar vericilere yol gösteren bir yöntemdir. Bu yöntemin özellikleri aşağıdaki gibi sıralanabilir (Özden, 2008:169):



- ✓ Çok sayıda girdi ve çıktı değişkeni kullanmak mümkündür.
- ✓ Doğrusal form dışında, girdi ve çıktılar arasında bir fonksiyonel ilişki kurmak gerekmemektedir.
- ✓ Girdi ve çıktı değişkenleri için çok farklı ölçü birimleri aynı anda kullanılabilir (ağırlık, adet, parasal veya oransal büyüklük gibi).
- ✓ Deterministik bir yöntem olması nedeniyle rassal hataya yer verilmediğinden, verilerden kaynaklanan hatalar (ölçmeden ve veri toplamadan) ayıklanamazsa ve analizde olması gereken değişkenler analiz dışı bırakılırsa, KVB'lerin görece etkinlikleri yanlış hesaplanabilir.
- ✓ VZA'da etkinlikler; en iyi uç değerlere göre hesaplandıklarından, bu uç değerlerden etkilenirler. Bu nedenle VZA ile hesaplanan etkinlik sonuçları mutlak olarak değil, görecelik çerçevesinde değerlendirilmelidir.
- ✓ VZA parametrik olmayan bir yöntem olduğundan, sonuçların istatistiksel olarak test edilmesi zordur.
- ✓ VZA, statik bir analizdir, zamanın tek bir durak noktasındaki verileri kullanarak analiz yapar. Zaman içinde etkinliğin nasıl geliştiğini incelemek için, zaman boyutunu da içeren Malmquist toplam faktör verimliliği indeksi ile birlikte kullanılabilir.
- ✓ VZA'da girdi ve çıktı değişken sayısı olabildiğince az olmalı ve KVB'lerin üretim sürecini, doğru olarak verebilmelidir. Çünkü çok fazla girdi ve çıktı değişkeni kullanılması, görece etkin ve etkin olmayan KVB'lerin ayrıştırılmasını güçleştirir.
- ✓ Genelde VZA'da az sayıda girdi ve çok sayıda çıktı değişkeni olması tercih edilmektedir.

Veri Zarflama Analizinde temel etkinlik ölçütü, çıktıların ağırlıklı toplamalarının girdilerin ağırlıklı toplamalarına bölümüdür. Diğer bir deyişle herhangi bir karar noktasının etkinlik ölçütü (j. karar noktası), (1) formülündeki gibi tanımlanabilir.

$$\frac{u_1 y_1 + u_2 y_2 + \dots + u_n y_n}{v_1 x_1 + v_2 x_2 + \dots + v_m x_m} \quad (1)$$

(1) formülünde j. karar noktası için n adet çıktı ve m adet girdi vardır. Burada, u_n n. çıktının ağırlığını, y_n n. çıktının miktarını, v_m m. girdinin ağırlığını ve x_m m. girdinin miktarını göstermektedir.

Veri Zarflama Analizinde kullanılan yöntemler, girdi ya da çıktı odaklı olarak çözülebilir. Burada girdi odaklılık, çıktı miktarlarının sabit tutularak girdi miktarlarında meydana gelecek değişimlerin incelenmesi, çıktı odaklılık ise girdi miktarlarının sabit tutularak çıktı miktarlarında meydana gelecek değişimlerin incelenmesi olarak tanımlanmıştır. (1) formülünden de görüleceği gibi Veri Zarflama Analizi bir kesirli programlama sürecini içermektedir. Ancak kesirli programlamanın çözümü güçtür. Bu nedenle kesirli programlama seti, (1) formülünün paydasının 1'e eşit olacağı ana varsayımı ile doğrusal programlama setine dönüştürülebilir ve çözülebilir (www.deu.edu.tr/userweb/k.../Veri.doc).

Girdi Ve Çıktı Faktörlerinin Seçimi

Bir üretim sisteminde girdiler bir süreçten sonra çıktılara dönüşür. Çıktılar karar birimlerinin işlemlerinin sonucu olarak oluşturulan kazançlar olarak tanımlanırken, girdiler karar birimlerinin yararlandığı kaynaklar veya karar birimlerinin performansını etkileyen durumlardır (Kecek, 2010:79).

Girdi ve çıktıların üretim sürecine nedensel olarak bağlı ve süreci en iyi şekilde temsil edecek bir bileşim olarak seçilmesi gerekir. Etkinlik değerlendirilmesinin sağlıklı bir biçimde gerçekleşebilmesi için en iyi temsil eden anlamlı girdi ve çıktılar belirlenebilir (Güçlü, 1999:31).

Seçilecek olan girdi ve çıktı kümesi aşağıdaki özellikleri içermelidir;

- ✓ Tüm karar noktaları için ortak faktörler olmalıdır.



- ✓ İncelenmek istenen tüm faaliyet seviyeleri ve performans ölçütlerini kapsamalıdır.
- ✓ Ölçülebilir, fiziksel ve ekonomik kaynakların tümünü içermelidir.

Veri Zarflama Analizinde girdi sayısı ile çıktı sayısının çarpımı kadar boyut oluşur ve en az boyut sayısı kadar da etkin karar birimi olacaktır. Girdi ve çıktı sayısı arttıkça ayırt edicilik özelliği azalır. Aşağıdaki formülde karar noktası sayısı tanımlanmıştır.

$$\text{En az karar birim sayısı} = 2 \times \text{Girdi Sayısı} \times \text{Çıktı Sayısı}$$

Bu bir genel kural olmakla beraber, girdi ve çıktılar arasında bir korelasyonun da mevcut olmasının gerekliliği unutulmamalıdır. Girdi ve çıktılarda indeks sayılarının ve normal ölçümlerinin bir arada analiz edilmesi hataya yol açar. Oranlar yerine oranlanmamış ham veriler kullanılırsa hata yapma olasılığı azalır. Veri Zarflama Analizinde dikkat edilmesi gereken bir diğer nokta ise, girdilerin artmasının etkinlikte azalışa, çıktıların artmasının etkinlikte artışa neden olmasıdır (<http://kisi.deu.edu.tr/k.yaralioglu/>).

VERİ ZARFLAMA ANALİZİ YÖNTEMLERİ

Veri Zarflama Analizi modelleri ölçeğe göre sabit veya değişken getirili olmak üzere iki gruba ayrılırlar. Bu modeller yönelimlerine göre “girdi yönelimli modeller”, “çıkıtı yönelimli modeller” ve “yönelimsiz modeller” olmak üzere 3 gruba ayrılırlar (Kecek, 2010:64).

Veri Zarflama Analizinde temel olarak üç yöntem kullanılmaktadır. Bu yöntemler;

- ✓ CCR (Charnes-Cooper-Rhodes) Yöntemi
- ✓ BCC (Banker-Chaenes-Cooper) Yöntemi
- ✓ Toplamsal Yöntemdir.

Bu yöntemlerin tümünde, girdi ya da çıktı odaklılık dikkate alınmak şartıyla kesirli programlama-doğrusal programlama dönüşümü kullanılabilir (www.deu.edu.tr/userweb/k.../Veri.doc).

CCR (Charnes-Cooper-Rhodes) Yöntemi

Charnes, Cooper ve Rhodes (1978) tarafından geliştirilen ilk ve temel VZA modelidir. Bu model, ölçeğe göre sabit getiri varsayımı altında karar birimlerinin toplam etkinlik skorlarını hesaplamaktadır (Behdioğlu ve Özcan, 2009:305). CCR yöntemi ölçeğe göre sabit getiri varsayımına dayanır. Eğer j . karar biriminin etkinliği h_j ise amaç, bu değer in maksimizasyonu olmalıdır. Bu durumda amaç fonksiyonu girdi odaklılık varsayımı altında (2) formülündeki gibi ifade edilebilir (Tarım, 2001).

$$Enbh_j = \frac{\sum_{r=1}^n u_r y_r}{\sum_{i=1}^m v_i x_i} \quad (2)$$



Kısıtlar ise (3) formülündeki gibi gösterilebilir.

$$\begin{aligned} \frac{\sum_{r=1}^n u_r y_r}{\sum_{i=1}^m v_i x_i} &\leq 1 \\ u_r &\geq 0 \\ v_i &\geq 0 \end{aligned} \quad (3)$$

Yukarıda da değinildiği gibi kesirli programlama setinin çözümü doğrusal programlamaya göre güçtür. (2) ve (3) formülleri doğrusal programlama mantığı ile ifade edildiğinde (4) ve (5) formülleri elde edilebilir.

$$Enb_j = \sum_{r=1}^n u_r y_r \quad (4)$$

$$\sum_{i=1}^m v_i x_i = 1 \quad (5)$$

$$\begin{aligned} \sum_{r=1}^n u_r y_r - \sum_{i=1}^m v_i x_i &\geq 0 \\ u_r, v_i &\geq 0 \end{aligned}$$

161

(4) ve (5) formülleri girdi odaklılık durumu için düzenlenmiştir. Eğer çıktı odaklılık durumu için CCR yöntemi kullanılacaksa bu durumda doğrusal programlama modeli (6) ve (7) formüllerindeki gibi olacaktır (<http://kisi.deu.edu.tr/k.yaralioglu/>).

$$Enkg_j = \sum_{i=1}^m v_i x_i \quad (6)$$

$$\sum_{r=1}^n u_r y_r = 1 \quad (7)$$

$$\begin{aligned} -\sum_{r=1}^n u_r y_r + \sum_{i=1}^m v_i x_i &\geq 0 \\ u_r, v_i &\geq 0 \end{aligned}$$

İster girdi odaklı ister çıktı odaklı düşünölsün, bir karar verici karar noktalarının etkinliklerine CRR yöntemiyle karar vermek istiyorsa yukarıda tanımlanan modeli bütün karar noktaları için uygulamalıdır. Kurulan model her bir karar noktası için çözüldüğünde her bir karar noktası için toplam etkinlik ölçütleri elde edilecektir. Bu ölçütleri 1' eşit



olması karar noktaları için etkinliği, 1' den küçük olmaları ise karar noktalarının etkinsizliğini gösterir (www.deu.edu.tr/userweb/k.../Veri.doc).

BCC (Banker-Chaenes-Cooper) Yöntemi

CCR modelleri ölçeğe göre sabit getiri varsayımı altında karar birimlerinin toplam etkinliğini belirlemek için kullanılır. Banker-Charnes-Cooper tarafından önerilen BCC modelleri ise ölçeğe göre değişen getiri altında etkinlik skorunu ölçmektedir (Bircan, 2011:336).

Girdiye yönelik BCC modeli, girdilerin oransal azalması boyunca, sınır doğrultusunda maksimum hareketi, çıktıya yönelik BCC modelleri ise çıktıların oransal artırımı ile sınır doğrultusunda maksimum hareketi amaçlamaktadır (Behdioğlu ve Özcan, 2009:306).

BCC modelini kullanarak tüm karar birimleri için ölçeğe göre getiri tipi de belirlenebilir. BCC sınırı her zaman CCR sınırının altında yer alır. Bu yüzden CCR etkinlik skoru, BCC etkinlik skorundan küçük veya ona eşit olacaktır.

BCC modelinin CCR modelinden tek farkı, ölçeğe göre değişken getiri varsayımı altında her bir karar birimi için çözülecek doğrusal program sonucu elde edilecek λ (etkin olmayan bir karar noktası için etkin olası girdi çıktı bileşimi oluşturmak için gereken bilgiyi sağlayan değer) değerlerinin toplamının 1'e eşit olmasıdır. BCC yönteminin modeli (8) formülünde verilmiştir (www.deu.edu.tr/userweb/k.../Veri.doc).

162

Amaç fonksiyonu,

$$Enk\Theta_k$$

Kısıtlar,

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^N y_{ij} \lambda_{jk} &\geq y_{rk} \\ \Theta_k x_{ik} - \sum_{j=1}^N x_{ij} \lambda_{jk} &\geq 0 \\ \sum_{j=1}^N \lambda_j &= 1 \end{aligned} \quad (8)$$

Toplamsal Yöntem

Bu model Charnes, Cooper, Golany, Seiford ve Stutz tarafından 1985 yılında geliştirilmiş olup, girdi ve/veya çıktıya yönlendirilmeden sonuç üretmektedir. Toplamsal model, ölçeğe göre değişken getiri koşuluna tabi olan bir modeldir. Ölçeğe göre değişken getiri varsayımı ile karar birimlerince oluşturulan muhtemel çözüm alanı dış bükey bir yapı oluşturmaktadır. Bu model konik zarf oluşturan ölçeğe göre sabit getiri durumuna göre daha sıkı bir dış bükeylik zarfı oluşturarak veri noktalarını daha sıkı sarar (Bakırcı, 2006:142).

Toplamsal modelin primal ve dual formları (9) ve (10)' nolu ifadelerde verildiği gibi gösterilebilir (Kecek, 2010:64).



Toplamsal Primal Model

$$Max z = es^- + es^+$$

Kısıtlayıcılar:

$$X\lambda + s^- = x_0 \quad (9)$$

$$Y\lambda + s^+ = y_0$$

$$e\lambda = 1$$

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

Toplamsal Dual Model

$$Min w = vx_0 - uy_0 + u_0$$

Kısıtlayıcılar:

$$vX - uY + u_0 e \geq 0 \quad (10)$$

$$v, u \geq e$$

$$e\lambda = 1$$

$$u_0 \text{ serbest}$$

CCR ve BCC modelleri girdiye ve çıktıya odaklı olarak değerlendirmektedir. Eğer bir model, bu iki çeşit odaklanmayı da beraber değerlendiriyorsa toplamsal modeldir. Burada asıl amaç, girdi fazlası (s^+) ve çıktı eksikliğini (s^-) eş zamanlı olarak ele alıp etkinlik sınırı üzerinde etkinsiz karar birimine en uzaktaki noktaya ulaşmaya çalışmaktır. Etkinsizlik ise (1-etkinlik) ile bulunur. Bu model sonucunda bir etkinlik skoru değeri elde edilmez. Karar birimlerinin etkin olup olmadıkları aylak değişken değerlerine bakılarak belirlenir. Eğer her iki aylak değişkenin değeri de sıfır ise o karar birimi bu modele göre etkin olacaktır

[\(http://kisi.deu.edu.tr/k.yaralioglu/\)](http://kisi.deu.edu.tr/k.yaralioglu/).

UYGULAMA

Bu çalışma, Fortune Türkiye dergisi tarafından her yıl açıklanan ilk 500 büyük firma arasına giren ve gıda sektöründe faaliyet gösteren 25 firmayı kapsamaktadır. Bu 25 firmanın bazıları endüstriyel gıda imalatı yapan bazıları ise endüstriyel olmayan gıda imalatı yapan firmalardır. Firmalar Tablo-1'de görüldüğü gibi 1'den 25'e kadar verilen sayılarla numaralandırılmıştır. Firmalara verilen bu numaraların herhangi bir sayısal ve öncelik değeri yoktur.

163

Tablo-1: Son Üç Yılda İlk 500 Firma Arasına Giren 25 Gıda Firması

Firma No	Firma Adı	Firma No	Firma Adı
1	Anadolu Efes Biracılık Ve Malt Sanayii A.Ş.	14	Tiryaki Agro Gıda Sanayi Ve Ticaret A.Ş.
2	Coca-Cola İçecek A.Ş.	15	Sütaş Süt Ürünleri A.Ş.
3	Unilever Sanayi Ve Ticaret Türk A.Ş.	16	Abaloğlu Yem-Soya Ve Tekstil Sanayi A.Ş.
4	Ülker Bisküvi Sanayi Tic. A.Ş.	17	Keskinoğlu Tavukçuluk Ve Damızlık İşletmeleri Sanayi Ticaret A.Ş.
5	Eti Pazarlama San. A.Ş.	18	Erpiliç Entegre Tavukçuluk Üretim Pazarlama Ve Ticaret Ltd. Şti.
6	Kent Gıda Maddeleri Sanayii Ve Ticaret A.Ş.	19	Beypi Beypazarı Tarımsal Üretim Pazarlama Sanayi Ve Ticaret A.Ş.
7	Şölen Çikolata Gıda San. Ve Tic. A.Ş.	20	Şeker Piliç Ve Yem Sanayii Ticaret A.Ş.
8	Küçükbay Yağ Ve Deterjan San. A.Ş.	21	Beşler Makarna Un, İrmik Gıda Sanayi Ve Ticaret A.Ş.
9	Türk Tuborg Bira Ve Malt Sanayi A.Ş.	22	Aytaç Gıda Pazarlama Sanayi Ve Ticaret A.Ş.
10	Edirne Yağ San. Ve Tic. A.Ş.	23	Aynes Gıda Sanayi Ve Ticaret A.Ş.
11	S.S. Marmara Zeytin Tarım Satış Kooperatifleri Birliği	24	Kılıç Deniz Ürünleri Üretimi İhracat İthalat Ve Ticaret A.Ş.
12	Göknur Gıda Maddeleri İthalat İhracat Sanayi Ve Ticaret A.Ş.	25	Mar Tüketim Maddeleri İhracat İthalat Sanayi Ve Ticaret A.Ş.
13	Banvit Bandırma Vitaminli Yem Sanayi A.Ş.		

Kaynak: <http://www.fortuneturkey.com/fortune500>



Veri Zarflama Analizi, firmaların 2009, 2010 ve 2011 yıllarına ait görelî etkinlikleri dikkate alınarak yapılmıştır. Çalışmada 3 girdi ve 3 çıktı ile VZA yapılmıştır. Girdiler; öz kaynak, aktif toplam ve çalışan sayısı değişkenleridir. Çıktılar ise; net satış, kâr, ihracat değişkenleridir. Firmaların 2009, 2010 ve 2011 yıllarındaki girdiye yönelik CCR modeline göre etkinlik değerleri Tablo-2’de verilmiştir.

Tablo-2: Firmaların 2009, 2010 ve 2011 yıllarındaki Girdiye yönelik CCR modeline göre etkinlik değerleri

Firma No	2009	2010	2011
1	0.752904	0.983538	0.523015
2	0.594674	0.842333	0.554744
3	1.000	1.000	1.000
4	0.607854	1.000	1.000
5	1.000	0.987915	1.000
6	0.381241	0.348321	0.3908
7	0.5345	0.524546	0.494253
8	0.531863	0.795838	1.000
9	0.283558	0.282435	0.287496
10	0.283558	0.710341	1.000
11	0.63992	0.301769	0.374148
12	0.525706	1.000	1.000
13	1.000	1.000	0.547266
14	1.000	1.000	1.000
15	1.000	0.755282	1.000
16	1.000	1.000	0.616065
17	0.889813	0.523705	0.790124
18	0.76794	1.000	0.594108
19	1.000	0.92911	0.611155
20	1.000	0.996437	1.000
21	0.817435	0.543552	0.836299
22	1.000	1.000	0.310294
23	0.426516	0.442824	0.620781
24	0.42502	0.911841	0.502566
25	0.637534	0.413556	1.000

Tablo-2’de CCR modeline göre firmalar incelendiğinde 3 ve 14 numaralı firmalar 3 yılda da etkin bulunmuştur. Ve 1, 2, 6, 7, 9, 11, 17, 21, 23, 24 nolu firmalar 3 yılda da etkin olamamıştır. 4, 5, 8, 10, 12, 13, 15, 16, 18, 19, 20, 22, 25 nolu firmalar ise en az bir yılda etkin bulunmuştur. Bu üç yıl için ortalama etkinlik yüzdesi % 74 olarak bulunmuştur.

Firmaların 2009, 2010 ve 2011 yıllarındaki girdiye yönelik BCC modeline göre etkinlik değerleri Tablo-3’de verilmiştir.



Tablo-3: Firmaların 2009, 2010 ve 2011 yıllarındaki Girdiye yönelik

BCC modeline göre etkinlik değerleri

Firma No	2009	2010	2011
1	1.000	1.000	1.000
2	0.797594	0.923484	0.91214
3	1.000	1.000	1.000
4	0.759695	1.000	1.000
5	1.000	1.000	1.000
6	0.399683	0.381647	0.392322
7	0.54405	0.573204	0.516501
8	0.722872	0.798389	1.000
9	0.38087	0.316066	0.35449
10	1.000	0.933762	1.000
11	0.627264	0.338318	0.408383
12	1.000	1.000	1.000
13	1.000	1.000	0.740725
14	1.000	1.000	1.000
15	1.000	1.000	1.000
16	0.928718	1.000	0.666925
17	0.770685	0.820774	1.000
18	0.778395	1.000	0.871993
19	1.000	0.954172	0.686904
20	1.000	1.000	1.000
21	1.000	0.754388	0.981403
22	1.000	1.000	0.31255
23	0.61091	0.502724	0.62508
24	0.518118	0.986068	0.527053
25	0.844166	0.447026	1.000

Tablo-3’de BCC modeline göre firmalar incelendiğinde 1, 3, 5, 12, 14, 15 ve 20 numaralı firmalar 3 yılda da etkin bulunmuştur. Ve 2, 6, 7, 9, 11, 23, 24 nolu firmalar 3 yılda da etkin olamamıştır. 4, 8, 10, 13, 16, 17, 18, 19, 21, 22, 25 nolu firmalar ise en az bir yılda etkin bulunmuştur. Bu üç yıl için ortalama etkinlik yüzdesi % 81 olarak bulunmuştur.

Gıda Sektöründe 2011 Yılı

Gıda sektöründe faaliyet gösteren 25 firmanın 2011 yılına ait verileri göz önüne alınarak, firmaların etkinlikleri VZA yöntemi ile ölçülmüş ve etkin olmayan firmalara etkin olabilmeleri için belirli hedefler önerilmiştir. Firmaların 2011 yılı için sonuç etkinlik değeri ve ölçek özelliği Tablo-4’de verilmiştir.



Tablo-4: Firmaların 2011 Yılı İçin Sonuç Etkinlik Değerleri ve Ölçek Özelliği

Firmalar	Toplam Etkinlik Değerleri (CCR)	Teknik Etkinlik Değerleri (BCC)	Ölçek Etkinlik Değerleri (CCR/ BCC)	BCC Ölçek Özelliği
1	0.523015	1.000	0.523015	Artan
2	0.554744	0.91214	0.608178	Azalan
3	1.000	1.000	1.000	Sabit
4	1.000	1.000	1.000	Sabit
5	1.000	1.000	1.000	Sabit
6	0.3908	0.392322	0.99612	Artan
7	0.494253	0.516501	0.956925	Artan
8	1.000	1.000	1.000	Sabit
9	0.287496	0.35449	0.811013	Artan
10	1.000	1.000	1.000	Sabit
11	0.374148	0.408383	0.916169	Artan
12	1.000	1.000	1.000	Sabit
13	0.547266	0.740725	0.738824	Azalan
14	1.000	1.000	1.000	Sabit
15	1.000	1.000	1.000	Sabit
16	0.616065	0.666925	0.923739	Artan
17	0.790124	1.000	0.790124	Artan
18	0.594108	0.871993	0.681321	Azalan
19	0.611155	0.686904	0.889724	Artan
20	1.000	1.000	1.000	Sabit
21	0.836299	0.981403	0.852146	Azalan
22	0.310294	0.3155	0.983499	Artan
23	0.620781	0.62508	0.993122	Artan
24	0.502566	0.527053	0.953539	Artan
25	1.000	1.000	1.000	Sabit

166

Tablo- 4 de görüldüğü gibi CCR sonucu etkin olan firmalar, BCC sonucuna göre de etkin bulunmuştur. 3, 4, 5, 8, 10, 12, 14, 15, 20 ve 25 nolu firmaların ölçeğe göre sabit getiri özelliği gösterdiği bulunmuş ve çıktı miktarları, girdi miktarlarındaki artış ile aynı oranda artmıştır. 2, 13, 18 ve 21 nolu firmalar ölçeğe göre azalan getiri özelliği göstermiştir. Bu firmaların girdileri aynı oranda arttırıldığında çıktılarındaki artış oranı daha az olmuştur. 1, 6, 7, 9, 11, 16, 17, 19, 22, 23 ve 24 nolu firmalar ise ölçeğe göre artan getiri özelliği göstermiştir. Bu firmalarda ise girdileri aynı oranda arttırıldığında çıktı seviyelerindeki artışın girdi seviyelerindeki artış oranından fazla olmaktadır.

Referans Kümeleri

CCR ve BCC modelleri sonucunda, etkin olmayan firmaların etkin hale gelebilmeleri için firmaların yöneticilerine önerilebilecek hedeflerin tespit edilmesi için belirlenen referans kümeleri ve bunlara ait yoğunluk değerleri (λ) sırasıyla Tablo-5 ve Tablo-6'de verilmiştir.

Etkin olmayan firmalarda biri olan 2 nolu firma incelendiğinde, CCR modeli sonucu etkinlik değerinin 0,554 olduğu görülür. Bu firmanın referans kümesini 4, 10 ve 14 nolu firmalar oluşturmaktadır. Bu firmaların yoğunluk değerleri sırasıyla $\lambda_4=0.427$, $\lambda_{10}=6.360$, $\lambda_{14}=0.931$ 'dir. 2 nolu firmanın etkin olabilmesi için gerekli girdi ve çıktı hedefleri aşağıdaki gibi hesaplanabilir.



$$X_2 = (X_a; X_b; X_c) = \{(1097250691; 2670468648; 7218) \times 0.427 + (11503628; 44998121; 193) \times 6.360 + (166692764; 722381016; 853) \times 0.931\} = \{(696880082; 2099014888; 5104)\}$$

$$Y_2 = (Y_a; Y_b; Y_c) = \{(1798789943; 988816113; 362043681) \times 0.427 + (185988828; 2248849; 2227021) \times 6.360 + (1563997200; 90157060; 852501164) \times 0.931\} = \{(3407053645; 520463383; 962435089)\}$$

Aynı işlemleri BCC modeli sonuçları için de gerçekleştirirsek; 2 nolu firma firmanın BCC modeli etkinlik değeri 0.912 olarak bulunmuştur. Bu firmanın referans kümesini 1, 3, 4 ve 14 nolu firmalar oluşturmaktadır. Bu firmaların yoğunluk değerleri sırasıyla $\lambda_1=0.378$, $\lambda_3=0.426$, $\lambda_4=0.132$, $\lambda_{14}=0.062$ 'dir. 2 nolu firmanın etkin olabilmesi için gerekli girdi ve çıktı hedefleri aşağıdaki gibi hesaplanabilir.

$$X_2 = (X_a; X_b; X_c) = \{(3206880000; 6420709000; 15507) \times 0.378 + (362159184; 1217961846; 1865) \times 0.426 + (1097250691; 2670468648; 7218) \times 0.132 + (166692764; 722381016; 853) \times 0.062\} = \{(1521652495; 3343169233; 7662)\}$$

$$Y_2 = (Y_a; Y_b; Y_c) = \{(4761266000; 839021000; 2135934000) \times 0.378 + (2981426160; 156852534; 125757683) \times 0.426 + (1798789943; 988816113; 362043681) \times 0.132 + (1563997200; 90157060; 852501164) \times 0.062\} = \{(3404254191; 520082582; 963305665)\}$$

Analiz sonuçlarına bakıldığında, 2 nolu firma için CCR modeline göre; firma öz kaynağını 1670096000 TL den 696880082 TL ye, aktif toplamını 3787577000 TL den 2099014888 TL ye, çalışan sayısını 9244 den 5104 e indirmelidir. Ayrıca net satışını 3408583000 TL den 3407053645 TL ye, karını 521235000 TL den 520463383 TL ye, ihracatını ise 962760000 TL den 962435089 TL ye indirmelidir. BCC modeline göre ise; firma öz kaynağını 1670096000 TL den 1521652495 TL ye, aktif toplamını 3787577000 TL den 3343169233 TL ye, çalışan sayısını 9244 den 7662 ye indirmelidir. Ayrıca net satışını 3408583000 TL den 3404254191 TL ye, karını 521235000 TL den 520082582 TL ye indirmesi gerekirken, ihracatını ise 962760000 TL den 963305665 TL ye çıkarmalıdır. CCR modeli sonucu referans kümeleri ve yoğunluk değerleri Tablo-5'de verilmiştir.



Tablo-5: CCR Modeli Sonucu Referans Kümeleri Ve Yoğunluk Değerleri

Firma	Etkinlik Değeri	Referans							
		Firma	λ	Firma	λ	Firma	λ	Firma	λ
1	0.523	4	0.643	10	0.617	14	2.230		
2	0.554	4	0.427	10	6.360	14	0.931		
3	1.000	3	1.000						
4	1.000	4	1.000						
5	1.000	5	1.000						
6	0.390	4	0.012	10	1.211	14	0.203		
7	0.494	4	0.006	10	0.140	14	0.243		
8	1.000	8	1.000						
9	0.287	5	0.016	10	0.600	14	0.051		
10	1.000	10	1.000						
11	0.374	4	0.012	5	0.012	10	0.532		
12	1.000	12	1.000						
13	0.547	4	0.009	10	4.388	14	0.066		
14	1.000	14	1.000						
15	1.000	15	1.000						
16	0.616	4	0.044	5	0.065	10	4.267		
17	0.790	10	1.049	14	0.120	20	0.862	25	0.282
18	0.594	4	0.002	10	3.661	15	0.012		
19	0.611	4	0.021	10	2.933	14	0.043		
20	1.000	20	1.000						
21	0.836	8	0.041	10	0.705	14	0.048		
22	0.310	5	0.020	10	1.056				
23	0.620	10	0.934	14	0.057	20	0.130		
24	0.502	4	0.019	10	0.537	14	0.123		
25	1.000	25	1.000						

BCC modeli sonucu referans kümeleri ve yoğunluk değerleri Tablo-6'da verilmiştir.



Tablo-6: BCC Modeli Sonucu Referans Kümeleri ve Yoğunluk Değerleri

Firma	Etkinlik Değeri	Referans									
		Firma	λ	Firma	λ	Firma	λ	Firma	λ	Firma	λ
1	1.000	1	1.000								
2	0.912	1	0.378	3	0.426	4	0.132	14	0.062		
3	1.000	3	1.000								
4	1.000	4	1.000								
5	1.000	5	1.000								
6	0.392	3	0.004	4	0.003	10	0.696	14	0.206	15	0.089
7	0.516	10	0.223	12	0.635	14	0.141				
8	1.000	8	1.000								
9	0.354	5	0.013	10	0.673	12	0.313				
10	1.000	10	1.000								
11	0.408	4	0.005	10	0.620	12	0.373				
12	1.000	12	1.000								
13	0.740	8	0.495	14	0.504						
14	1.000	14	1.000								
15	1.000	15	1.000								
16	0.666	3	0.203	4	0.004	10	0.563	15	0.228		
17	1.000	17	1.000								
18	0.871	3	0.183	10	0.816						
19	0.686	3	0.131	10	0.778	14	0.037	15	0.053		
20	1.000	20	1.000								
21	0.981	10	0.902	12	0.049	14	0.048				
22	0.312	3	0.008	5	0.012	10	0.979				
23	0.625	10	0.624	14	0.066	20	0.106	25	0.202		
24	0.527	4	0.016	10	0.762	12	0.114	14	0.105		
25	1.000	25	1.000								



Tablo-7’de etkin olmayan firmalardan örnek iki firma için CCR modeliyle elde edilen hedef değerler verilmiştir.

Tablo-7: Etkin Olmayan Firmalardan Örnek İki Firma İçin CCR

Modeliyle Elde Edilen Hedef Değerler

Firma	Faktörler	Gerçekleşen	Hedef	İyileştirme (%)	
13	Girdiler	Öz kaynak (TL)	151381134	82845751	-45.27
		Aktif Toplam (TL)	697293596	381605093	-45.27
		Çalışan Sayısı	3238	1772	-45.27
	Çıktılar	Net Satış (TL)	1116294969	1116294969	0.00
		Kar (TL)	33019111	33019111	0.00
		İhracat (TL)	86182341	87199933	1.18
22	Girdiler	Öz kaynak (TL)	92588103	21631222	-76.64
		Aktif Toplam (TL)	205163298	63660917	-68.97
		Çalışan Sayısı	657	203	-68.97
	Çıktılar	Net Satış (TL)	224678805	224678805	0.00
		Kar (TL)	530119	4961475	835.92
		İhracat (TL)	2928354	5391562	84.12

170

Tablo-7’deki sonuçlara bakıldığında, 13 nolu firma için CCR modeline göre; öz kaynağın 151381134 TL den 82845751 TL ye, aktif toplamın 697293596 TL den 381605093 TL ye, çalışan sayısı 3238 den 1772 ye düşürülmelidir. İhracatın ise 86182341 TL den 87199933 TL ye artırılmalıdır. 22 nolu firma için CCR modeline göre; öz kaynağın 92588103 TL den 21631222 TL ye, aktif toplamın 205163298 TL den 63660917 TL ye ve çalışan sayısının da 657 den 203 e düşürülmelidir. Ayrıca, kârın 530119 TL den 4961475 TL ye, ihracatın da 2928354 TL den 5391562 TL ye çıkartılmalıdır.

Etkin olmayan firmalardan örnek iki firma için BCC modeliyle elde edilen hedef değerler Tablo-8’de verilmiştir.



Tablo-8: Etkin Olmayan Firmalardan Örnek İki Firma İçin BCC

Modeliyle Elde Edilen Hedef Değerler

Firma	Faktörler	Gerçekleşen	Hedef	İyileştirme (%)	
13	Girdiler	Öz kaynak (TL)	151381134	112121745	-25.93
		Aktif Toplam (TL)	697293596	516370868	-25.95
		Çalışan Sayısı	3238	607	-81.25
	Çıktılar	Net Satış (TL)	1116294969	1116294969	0.00
		Kar (TL)	33019111	52953444	60.37
		İhracat (TL)	86182341	512665939	494.86
22	Girdiler	Öz kaynak (TL)	92588103	19950944	-78.45
		Aktif Toplam (TL)	205163298	64123699	-68.75
		Çalışan Sayısı	657	205	-68.75
	Çıktılar	Net Satış (TL)	224678805	224678805	0.00
		Kar (TL)	530119	5081531	858.56
		İhracat (TL)	2928354	5050393	72.47

171

Tablo-8'deki sonuçlara bakıldığında, 13 nolu firma için BCC modeline göre; öz kaynağın 151381134 TL den 112121745 TL ye, aktif toplamın 697293596 TL den ve 516370868 TL ye ve çalışan sayısının da 3238 den 607 ye düşürülmelidir. Karın 33019111 TL den 52953444 TL ye ve ihracatın 86182341 TL den 512665939 TL ye artırılmalıdır. 22 nolu firma için BCC modeline göre; öz kaynağın 92588103 TL den 19950944 TL ye, aktif toplamın 205163298 TL den 64123699 TL ye ve çalışan sayısının da 657 den 205 e düşürülmelidir. Ayrıca karın 530119 TL den 5081531 TL ye ve ihracatın 2928354 TL den 5050393 TL ye artırılmalıdır. Diğer etkin olmayan firmalar için de hesaplamalar aynı şekilde bulunabilir.

SONUÇ

Bu çalışmada Veri Zarflama Analizi, Türkiye'de gıda sektöründe sürekli faaliyet gösteren en büyük 25 firmanın 2009, 2010 ve 2011 yıllarına ait görel etkinlikleri dikkate alınarak yapılmıştır. Çalışmada 3 girdi ve 3 çıktı ile VZA yapılmıştır. Girdiler; öz kaynak, aktif toplam ve çalışan değişkenleridir. Çıktılar ise; net satış, kâr ve ihracat değişkenleridir. Firmaların 2009, 2010 ve 2011 yıllarına ait girdiye yönelik CCR ve BCC modeline göre etkinlikleri bulunmuştur. Bu üç yıla göre etkinlik ortalamalarına da bakılmıştır. 2011 yılında etkin olmayan firmaların performanslarının iyileştirilmesi için yapması gereken hedefler belirlenmiştir. Bu hedefleri hesaplamak için VZA'nın özel yazılımlarından olan DEA Solver (Data Envelopment Analysis Solver) paket programı kullanılmıştır. Firmaların değerlendirilmesinde girdiye yönelik olarak VZA modellerinden CCR ve BCC modelleri kullanılmıştır.

Analizde öncelikle 3 yıl için etkinlikler belirlenmiştir. Girdiye yönelik CCR modeline göre 3 ve 14 nolu firmalar her üç yılda da etkin bulunurken, girdiye yönelik BCC modeline göre 1, 3, 5, 12, 14, 15 ve 20 nolu firmalar etkin



bulunmuştur. Ayrıca bu üç yıl için CCR modeline göre ortalama etkinlik %74 bulunurken, BCC modeline göre %81 bulunmuştur. Firmaların bu yıllardaki etkinliklerinin farklılıkları bulunmuş ve buna sebep olan durumlar yorumlanmıştır. Daha sonra bu üç yıldaki sonuçlardan 2011 yılı için bir öngörü oluşturulmuştur. Bu öngörü ışığında analizlere başlanmıştır.

2011 yılında CCR modeline göre 10 firma etkin bulunurken, BCC modeline göre 12 firma etkin bulunmuştur. Etkin bulunmayan firmalar için referans kümeleri bulunmuş ve buna göre firmaların etkin olabilmesi için hedefler hesaplanmıştır. Referans kümeleri ışığında CCR ve BCC modellerine göre etkin olmayan iki örnek firma için hedefler belirlenmiştir. Genel olarak etkin olmayan firmalara bakıldığında bu durumun; öz kaynak, aktif toplam ve çalışan sayısındaki dengesizlikten kaynaklandığı söylenebilir. Hesaplamalar yapıldığında firmaların bu 3 girdi değerleri, olması gerekenden fazla olduğu bulunmuştur. Çıktı değerleri ise olması gerekenden daha düşük bulunmuştur.

Modellerin sonuçları yorumlanırken sonuçların göreceli etkinlik değerlerine göre yapılmıştır. Herhangi bir firmanın %100 etkin olması sadece belirlenmiş olan girdi ve çıktılar göz önüne alınarak diğer firmalara göre %100 etkin olduğunu ifade etmektedir. Girdi ve çıktılar değiştirildiğinde farklı sonuçların alınabileceği unutulmamalıdır.

KAYNAKÇA

BAKIRCI, F. (2006). Üretimde Etkinlik ve Verimlilik Ölçümü Veri Zarflama Analizi Teori ve Uygulama, Atlas Yayın Dağıtım, İstanbul.

BEHDİOĞLU, S. ve ÖZCAN, G. (2009). “Veri Zarflama Analizi ve Bankacılık Sektöründe Bir Uygulama”, Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, C.14, S.3 s.301–326.

BİRCAN, H. (2011). “Veri Zarflama İle Sivas İli Merkez Sağlık Ocaklarının Etkinliğinin Ölçülmesi”, Cumhuriyet Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, Cilt 12, Sayı 1, Sivas.

COŞKUN, Y. S. ve BALATAN, Z. (2009). “Küresel Mali Krizin Bankacılık Sektörüne Etkileri Ve Türk Bankacılık Sektörünün Veri Zarflama Analizi İle Bilançoya Dayalı Mali Etkinlik Analizi”, Ege Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi İşletme Bölümü 12. İktisat Öğrencileri Kongresi, İzmir.

GÜÇLÜ, A. (1999). Türk Silahlı Kuvvetleri Hastanelerinde Teknik Verimlilik Ölçümü: Veri Zarflama Analizi Uygulaması, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Gülhane Askeri Tıp Akademisi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Karacaer, Ş. (1998). Antalya Yöresindeki 4 ve 5 Yıldızlı Otellerde Toplam Etkinlik Ölçümü: Bir Veri Zarflama Analizi Uygulaması., Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Haziran, Ankara.

KECEK, G. (2010). Veri Zarflama Analizi Teori ve Uygulama Örneği, Siyasal Kitabevi, Ankara.

ORUÇ, K. O. (2008). VZA ile Bulanık Ortamda Etkinlik Ölçümleri ve Üniversitelerde Bir Uygulama, Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Doktora Tezi, Isparta.

ÖZDEN, Ü. H. (2008). “Veri zarflama analizi (VZA) ile Türkiye’deki vakıf üniversitelerinin etkinliğinin ölçülmesi”, İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi, Cilt:37, Sayı:2, s.167-185, İstanbul.

TARIM, A. (2001). “Veri Zarflama Analizi, Matematiksel Programlama Tabanlı Göreceli Etkinlik Ölçüm Yaklaşımı”, Sayıştay Yayın İşleri Müdürlüğü, Araştırma/İnceleme/Çeviri Dizisi:15, Ankara.

ULUCAN, A. (2000). “İSO 500 şirketlerinin etkinliklerinin ölçülmesinde veri zarflama analizi yaklaşımı: farklı girdi çıktı bileşenleri ve ölçüğe göre getiri yaklaşımları ile değerlendirmeler”, Ankara Üniversitesi Siyasal Bilgiler Fakültesi Dergisi, s.186-202, Ankara.



YILMAZ, K. N. ve KARAKADILAR, İ. S. (2010). “Türk Otomobil Pazarında Yerli Üretim ve İthal Araçların Verimliliklerinin Veri Zarflama Analizi İle Değerlendirilmesi” Marmara Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, Cilt:XXVIII, Sayı I, s. 499-521, İstanbul.

www.deu.edu.tr/userweb/k.../Veri%20%20Zarflama%20Analizi.doc, Erişim: 11.12.2012

http://istatistiksel.blogspot.com/2012_05_01_archive.html, Erişim: 07.12.2012

<http://kisi.deu.edu.tr/k.yaralioglu>, Erişim: 05.11.2012

<http://www.fortuneturkey.com/fortune500-2009/>, Erişim: 01.11.2012

<http://www.fortuneturkey.com/fortune500-2010/>, Erişim: 01.11.2012

<http://www.fortuneturkey.com/fortune500-2011/>, Erişim: 01.11.2012

