

SEKTÖREL BAZDA BİR ETKİNLİK ÖLÇÜMÜ: VZA İLE BİR ANALİZ

Fehim BAKIRCI^(*)

Özet: Bu Çalışmada Veri Zarflama Analizi kullanılarak Otomotiv Sanayiindeki firmaların etkinlikleri belirlenmiştir. VZA, çok sayıda girdi ve çıktıya sahip karar birimlerinin etkinliklerini ölçen doğrusal programlama tabanlı bir tekniktir. Çalışmada öncelikle Frontier Analist programı kullanılarak yeterli verisi olan firmaların girdi ve çıktıları kullanılarak Ölçeğe göre sabit ve değişken getiri varsayımlarıyla etkinliği ölçen, CCR (girdi minimizasyonu yönelimli) ve BCC (çıkıtı maksimizasyonu yönelimli) modelleri tahmin edilmiş ve etkin olan/olmayan firmalar belirlenmiştir. Daha sonra ölçek büyüklüğüne göre firmaların etkinlikleri mukayese edilmiştir. On üç firma arasında altı firmanın girdilerde etkin olmadığı belirlenirken, küçük ölçekli firmaların daha etkin oldukları gözlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Firma Etkinliği, Veri Zarflama Analizi, Ölçeğe Göre Getiri

Abstract: In this study Firms' efficiencies in Automotive Industry were determined using Data Envelopment Analysis (DEA). DEA is a linear programming based technique measuring the efficiency of decision units in the presence of multiple input and outputs. At the first step, firms with available data were evaluated using Frontier Analyst Method. Then the with hypothetical constants and variable returns to scale CCR (minimize input usage) and BCC (maximize output) models the efficiency/inefficiency of firms were determined. Later, efficiency of firms were compared according to their scaling mode. Of 13 firms 6 were determined to be inefficient in input usage. In addition to that the small scale firms found to be more efficient than the others.

Keywords: Firms Efficiency, Data Envelopment Analysis (DEA), Returns to Scale

I. Giriş

Liberalleşme eğilimlerinin her geçen gün arttığı küreselleşen bir dünyada, iktisadi karar birimleri kaynaklarını daha rasyonel kullanmaya mecbur kalmaktadırlar. Dışa dönük bir üretim anlayışıyla ekonomik büyüme modellerinin farklılaşması da doğal olarak firmaların daha verimli çalışmalarını gerektirmektedir. Ulusal üretim ve uluslararası rekabet gücü; kaynak etkinliğini, teknoloji ve ölçek değişimini ve hatta mülkiyet yapısını bile değiştirmektedir. Bu çok yönlü değişim etkinlik ve verimlilik kavramlarını öne çıkarmakta ve farklı ölçüm tekniklerinin geliştirilmesini ve kullanımını gerekli kılmaktadır. Endüstri ve firma bazında etkinlik ölçümü; yeni kaynaklara ihtiyaç duymadan mevcutlarla daha fazla çıktı düzeyini elde etmenin yollarını bulma açısından iktisat teorisinin ilgi alanına girerken, ulusal refah ve kaynak kullanımı artışı açısından iktisat politikasının ilgisini çekmektedir.

Bir üretim biriminin farklı zaman periyotlarında ve farklı ölçek büyüklüklerinde nasıl bir performans sergilediğini ölçmek için en önemli kriter

^(*)Yrd.Doç.Dr. Gaziosmanpaşa Üniversitesi İİBF

ekonomik etkinliktir. Etkinlikteki değişim, ulusal ekonominin küresel teknolojik yenilikleri içselleştirebilmesi ve faktör verimliliğine aktarabilmesinin bir göstergesidir (Rao ve Coelli, 1998, s.12). Ekonomik etkinlik t zaman diliminde statik olarak ölçülebildiği gibi, farklı zaman dilimlerinde dinamik olarak da ölçülebilir. Ayrıca; “ürünün marjinal değerini, marjinal maliyetine eşitleyen” bir yaklaşımla *tahsis etkinliği*, “ekonomik birimin veri teknoloji düzeyinde girdi sepetiyle olabilecek en yüksek çıktıyı elde etme kapasitesi” olarak *teknik etkinlik* olarak da değerlendirilebilir. Bununla beraber; teknolojik değişme/iyileşme, ölçek etkinliği, çıktı ya da girdi yönelimli tahsis etkinliği, toplam faktör verimliliği ve maliyet etkinliği gibi farklı ölçüm yaklaşımları da geliştirilmiştir (Coelli vd., 2003, s.11).

Etkinlik ölçümü araştırmalarının şu faydaları sağlayacağı öne sürülmektedir (Kalirajan ve Shand, 1999, s.160): Öncelikle, benzer ekonomik birimlerin karşılaştırılmasına ve daha rasyonel karar verilmesine katkı sağlar. İkinci olarak, ekonomik birimler arasındaki etkinlik değişmelerinin yönü ve büyüklüğü belirlenir. Son olarak da, etkinliklerin ve dolayısıyla faktör verimliliğinin artmasında yeni politikaların oluşumuna katkı sağlar.

Etkinlikle ilgili analizlerde literatürde farklı yaklaşımların kullanıldığı görülmektedir. Bu yaklaşımlar; firmaların finansal yapılarını belli bir sıra düzenine göre oranlamayı esas alan *oran analizi*, geçmiş değerlerden hareketle geleceğe yönelik tahmin yaklaşımını kullanan Stokastik Üretim Sınır Analizi (Stochastic Production Frontier Analysis) ile *parametrik yaklaşım* ve son yıllarda oldukça fazla rağbet gören Veri Zarflama Analizi (Data Envelopment Analysis) ile *parametrik olmayan yaklaşımdır*. Veri zarflama analizi ile ilgili ilk çalışma; okul gruplarının performansının karşılaştırıldığı, 1978 de Journal of Operations Research’de yayınlanan, A.Charnes, W.Cooper ve E.Rhodes’in makalesidir. Bundan sonra; hastane etkinliğinin ölçülmesinde (Banker vd., 1986), restoran etkinliğinde (Banker ve Morey, 1986), bankacılıkta (Sherman ve Gold, 1986, Tarım ve Cingi, 2000), elektrik dağıtım ve üretim alanında (Färe vd.1985), hizmet sektörünün verimlilik ölçümünde (McLaughlin ve Coffey, 1990), imalat sanayii alanında (Zhu vd., 1996), borsada işlem gören şirketlerde (Ulucan, 2000) ilk 500’e giren şirketlerde verimlilik ölçümünde (Zhu, 2000), sektörel bazda imalat sanayiinde (Deliktaş, 2002), üniversite ve fakültelerin performansında (Abbott vd., 2001, Dündar vd., 1995, ve Kutlar 2004) DEA yöntemi sıklıkla kullanılmıştır.

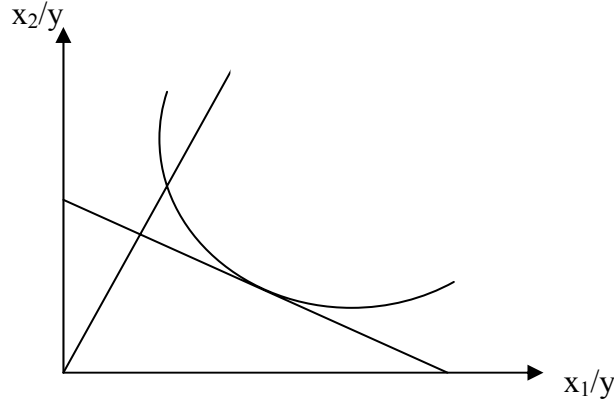
Bu çalışmada; “İlk 500 Şirket” sıralamasına giren ve otomotiv sanayiinde faaliyet gösteren firmaların, yıllara göre ekonomik performansları mukayeseli bir yaklaşımla veri zarflama analizi kullanılarak yapılmaya çalışılmaktadır. Bu doğrultuda öncelikle teorik ve kavramsal bir değerlendirme yapılmış, daha sonra da söz konusu firmaların etkinlikleri değerlendirilerek mukayese edilmiştir. Ayrıca firma ölçęi ile etkinlik ilişkisi de belirlenmeye çalışılan başka bir konudur.

II. Teorik ve Kavramsal Yaklaşım

A.Etkinlik

Doğal olarak kıt kaynak sorununa odaklanmış olan iktisat bilimi, ekonominin performansı ile ilgili ölçüm kriterleri geliştirmek için sürekli yöntem arayışında olmuştur. Kaynakların en iyi kullanımı amacı, performans değerlendirmesinde *etkinlik* kavramının geliştirilmesine katkı sağlamıştır. Etkinlik; iktisat literatüründe “minimum çaba veya maliyet ile maksimum sonuçlar elde etme kapasitesi” olarak, organizasyonel anlamda ise “bir girdi-çıkıtı mekanizması aracılığı ile işlerin en doğru şekilde yapılması” şeklinde tanımlanmaktadır (Kök, Deliktaş, 2003, s.43). Etkinlik ölçümü, teknik olarak bir üretim biriminin “en iyi uygulaması” ya da “teknik veya örgütsel aksaklıkların giderilmesi” açısından kazanımlar sağlamaktadır. Bu kazanımlar endüstri içi etkinlikte iyileşmelere yol açtığı gibi, daha etkin işletmelere doğru bir kaymaya da zemin hazırlamaktadır (Diewert, Lawrence, 1999, s.5). İktisatta etkinlik ölçümü ekonomideki genel durumun tespiti ve projeksiyon yapma aracı olarak da ele kullanılmakta, nihai mal ve hizmetler ile genel refah düzeyi arasında ilişki kurularak bir ekonominin rekabet edebilme gücü de değerlendirilmektedir.

Belirlenmiş olan bir davranışsal amaca göre etkinlik; teknik etkinlik, yapısal etkinlik ve kaynak dağılımı etkinliği olarak sınıflandırılabilir (Färe vd.1985, s.3). Teknik etkinlik, firmanın üretim imkanları kümesi sınırında yer aldığı durumda sağladığı etkinliktir. Bu, firmanın veri bir girdi seti ile olası maksimum hasılayı üretebilme başarısıdır.



Şekil 1: Eş Ürün Eğrisi ve Etkinlik Sınırları

Ölçeğe göre sabit getiri varsayımı altında iki girdi (x_1, x_2) kullanarak tek çıktı (y) üreten bir firmanın tam etkinliği Şekil 1’de SS’ eş ürün eğrisi ile gösterilmiştir (Kök, Deliktaş, 2003, s.48). Bu referans eş ürün eğrisi üzerindeki tüm noktalar tam etkinliği gösterirken, eğri üzerinde olmayan noktalar teknik

olarak etkinsiz üretim girdi bileşimini göstermektedir. P noktasında bir girdi kullanması durumunda firmanın teknik etkinsizliği QP uzaklığı ile ölçülmektedir. Bu uzaklık çıktıda bir değişiklik olmaksızın girdinin azaltılması gereken oran şeklinde de yorumlanabilir. Bu oran QP / OP ile yüzde olarak hesaplanır. Dolayısıyla firmanın teknik etkinliği (TE) oran cinsinden aşağıdaki gibidir:

$$TE = OQ / OP$$

Eş ürün eğrisi ile eş maliyet doğrusunun teğet oluşturduğu noktada (Q') teknik etkinlik sağlanmış olduğu gibi tahsis etkinliği de sağlanmıştır. “Birden fazla girdi kullanan bir firmanın girdi fiyatlarını dikkate alarak en uygun girdi bileşimini seçmedeki başarısı” olarak tanımlanan tahsis etkinliği (AE), eş maliyet doğrusunun eğimini belirleyen girdi fiyatları bilinirse P de üretim yapan bir firma için oransal olarak şöyle hesaplanabilir:

$$AE = OR / OQ$$

Tahsis etkinliği tam rekabet şartlarında işleyen fiyat mekanizmasına bağlı olarak kaynakların yeniden tahsisini sağladığı için fiyat etkinliği olarak da bilinir. Ekonomik etkinlik (EE) ise;

$$EE = OR / OP$$

şeklinde gösterilebilir. Şekil üzerindeki RP uzaklığı maliyetteki azalma olarak yorumlandığı için, teknik ve tahsis etkinlik değerleri genel ekonomik etkinlik ölçümünün ana unsurları olarak bilinir ve aşağıdaki gibi belirlenir:

$$TE \times AE = EE = (OQ / OP) \times (OR / OQ) = (OR / OP)$$

Her hangi bir girdi veya çıktının serbest olarak atılabilir olmadığı durumda ortaya çıkan *yapısal etkinlik*; teknik etkinliğe sahip bir firmanın üretim imkanları eğrisi üzerinde yığılmanın olmadığı (uncongested) veya ekonomik olduğu bir noktada üretimde bulunması durumunda ulaştığı etkinliktir (Färe vd.1985, 4). Teknik ve yapısal etkinliğe sahip bir firma, üretim imkanları kümesi içinde yığılmanın olmadığı bir alt kümesinde üretimini gerçekleştiriyorsa *kaynak dağılımı etkinliği*'ni sağlamış olur. Kaynak dağılımı etkinliği, maliyeti minimize etmek veya karı maksimize etmek gibi doğrudan bir davranışsal amacı içerir. Firma performansının belirlenmesinde teknik etkinlik kadar, firmanın üretim imkanları sınırı üzerinde bulunarak en verimli ölçek büyüklüğünde faaliyet göstermesi de gerekir ki; bu da *ölçek etkinliği* olarak tanımlanmaktadır.

Teknik etkinlik değerlerinin hesaplanmasında kullanılan yöntemle göre girdi-çıkıtı gözlemleri yapılarak üretim için etkin (referans) sınırlar oluşturulur ve her bir karar biriminin üretim etkinliği değeri bu etkin sınırlarla karşılaştırılır. TE değerinin 1'e eşit olması tam etkinlik veya firmanın tam üretim sınırı üzerinde olduğu anlamına gelirken birden küçük değer alması etkinsizlik anlamına gelir. Hesaplanan teknik etkinlik değeri ile tam teknik etkinlik değeri arasındaki fark (1-TE) üretim faktörlerinin etkinsiz kullanım oranını yansıtır. Bu endeksin 1'den küçük olması veri teknoloji altında girdilerle en yüksek çıktının üretilmediğini veya bu çıktının oransal olarak daha az girdi ile üretilebileceğini

ve oransal olarak faktörlerin atıl kaldığını göstermektedir. Faktörlerin daha büyük oranlarda atıl kalması firmanın düşük bir performansta çalıştığını gösterir.

B. Veri Zarflama Analizi (Data Envelopment Analysis)

Bir üretim alanında girdi ve çıktı verileri kullanılarak regresyon denkleminde bir üretim fonksiyonu oluşturulabilir. Ancak bu fonksiyon, belli bir girdi ile ortalama olarak ne kadarlık bir çıktı elde edilebileceğini gösteren parametrik bir yaklaşımın ürünüdür. Oysa etkinlik ölçümlerinde üretim fonksiyonunda belli bir girdiyle maksimum çıktının elde edilmesi asıl hedeftir. Bu açıdan *En Küçük Kareler* yöntemiyle elde edilen regresyon denklemi teknik olarak yetersiz kalmaktadır. Bu eksikliği gidermek için parametrik olmayan doğrusal programlama temelli DEA yöntemi oldukça sık kullanılmaktadır. Bu yöntem çok girdili ve çok çıktılı bir üretim sürecini değerlendirebilme ve üretim ekonomisinin teorik altyapısıyla uygun etkinlik bileşenlerini belirleyebilme yeteneğindedir (Tarım, 2001, s.48).

DEA yöntemi ilk kez Charnes, Cooper ve Rhodes tarafından kullanılmış (CCR Modeli), *Ölçeğe Göre Sabit Getiri* (CRS) ile analiz yapan bir tekniktir. Daha sonra *Ölçeğe Göre Değişken Getiri* ile analiz yapan Banker, Charnes ve Cooper tarafından kullanılan model (BCC) geliştirilmiştir.

DEA, merkezi eğilimden yani ortalama değerlerden ziyade sınırlara (frontiers) yönelen bir yöntemdir. Bu yöntemle analiz yapılır ve gözlenen uç verileri kavrayabilen doğrusal bir yüzeyin oluşturulmasını kapsar. Bu yöntemin en önemli özelliği karar birimlerinin etkinsizlik düzeyini ve kaynağını belirleyebilmesidir. Girdi ve çıktı yönelimli etkinlik analizi yapabilen DEA, iki aşamada gerçekleştirilir ve iki temel özelliğinden dolayı firma düzeyinde analiz yapmak isteyen ekonomistler, endüstri mühendisleri ve yöneticiler tarafından tercih edilir (Charnes vd., 1995, s.7):

-Karar birimleri arasında minimum girdi kullanarak maksimum çıktı elde edebilen veya etkinlik sınırını oluşturan karar birimi belirlenerek her bir birimin durumunu nisbi bir etkinlik skoru halinde özet olarak vermektedir,

-Belirlenen etkinlik sınırı *referans* olmak üzere etkin olmayan birimlerin sınıra uzaklıkları veya etkinsizlik düzeyleri belirlenir ve karar birimleri en iyi uygulamaları referans olarak kendi durumlarını iyileştirecek projeksiyonlar geliştirebilirler.

Bu aşamalar karar birimlerinin veri setine göre statik bir yaklaşımla değerlendirilebilmektedir. Ancak farklı dönemlerin analiziyle mukayeseli bir statik yaklaşım benimsenerek de dönemler arası değişimler değerlendirilebilir.

DEA en iyi sınır değerleri belirlemek, bireysel karar birimlerinin en iyi organizasyonu oluşturmalarına yardımcı olmak ve bu doğrultuda mevcut verileri analiz ederek yeni yönetsel ve teorik fikirler üretmek için elverişli bir yöntemdir. Bu yöntemin avantajları ve kullanılmasıyla elde edilecek sonuçları şöyle sıralamak mümkündür (Charnes vd., 1995, s.8):

- Ortalama yoğunluğun aksine bireysel gözlemlere dayanan sonuçları verir,
- Etkin ve etkin olmayan karar birimini belirleyerek etkinsizliğin kaynağını tespit eder,
- Arzu edilen çıktıları üretmek için en uygun girdi bileşimini dönemler itibariyle tek bir toplam değer halinde verebilir,
- Etkin olmayan karar birimlerine referans oluşturacak birimlerin belirlenmesine yardımcı olabilir,
- Hesaplamalarında simultane olarak çoklu girdi ve çıktı setini hatta gölge değişkenler (dummy variables) kullanabilir,
- DEA hesaplamaları egzojen değişimler için uygun sonuçlar vermektedir,
- Üretim ilişkisinin fonksiyonel form üzerine sınırlandırılmasını gerektirmez,
- DEA hesaplamaları Pareto optimaldir ve
- Her bir karar biriminin nispi gelişimindeki en uygun kriterleri belirleyebilir.

m kadar girdi ve s kadar çıktıya sahip olan n sayıdaki karar birimi –ki $n = m+s+1$ den az olmamalıdır ve karar birimi değişken sayısının en az iki katı olmalıdır (Boussofianne, 1991, s.15)- için maksimizasyon koşulunu sağlayacak çıktı-girdi oranı matematiksel olarak aşağıdaki gibi ifade edilebilir (Cooper vd, 2000, s.35):

$$Maxh_k = \frac{\sum_{r=1}^s u_{rk} Y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_{ik} X_{ij}}$$

Bu ifadede $X_{ij} > 0$ parametresi j karar birimi tarafından kullanılan i girdi miktarını, $Y_{rj} > 0$ parametresi de j karar birimi tarafından kullanılan i çıktı miktarını göstermektedir. Maksimizasyon şartını sağlayan bu eşitlik için referans değişkenler, k karar biriminin i girdi ve r çıktıları için vereceği ağırlıklardır ki bunlar v_{ik} ve u_{rk} olarak gösterilmiştir.

k organizasyonel karar biriminin referans ağırlıklarını diğer karar birimleri de kullandığında etkinliğin % 100'ü geçmemesini sağlayan kısıt ise şöyledir;

$$\frac{\sum_{r=1}^s u_{rk} Y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_{ik} X_{ij}} \leq 1; \quad j = 1, \dots, n$$

Kullanılacak girdi ve çıktı ağırlıklarının negatif olmamasını sağlayan kısıtta aşağıdaki gibidir*;

$$\begin{aligned} u_{rk} &\geq 0 ; & r &= 1, \dots, s \\ v_{ik} &\geq 0 ; & i &= 1, \dots, m \end{aligned}$$

DEA yönteminin yukarıda sıralanan avantajlarının yanı sıra bazı dezavantajları da vardır. Bunlar da aşağıdaki gibi sıralanabilir(Roll vd,1991, s.2 ve Perman, 1991, s.15);

- DEA maksimum sınır tekniğine dayandığı için ölçüm hatalarına karşı oldukça duyarlıdır,
- Karar birimlerinin performanslarını ölçmede yeterli olmasına rağmen mutlak etkinlik değerlendirmesi açısından yetersizdir,
- Parametrik olmayan bir teknik olarak istatistiksel test araçlarının kullanımına imkan tanımaz,
- Statik veya mukayeseli statik bir analiz yapabilmektedir, dinamik analize elverişli değildir,
- Uygun ve elverişli paket programlar kullanılmadıkça büyük boyutlu problemlerin çözümü uzun zaman alabilir.

III. Etkinlik Analizi ve Bulgular

Bu çalışmada 1999 ve 2004 yıllarında Türkiye’de ilk 500 firma sıralamasına giren ve verilerine tam olarak ulaşılan otomotiv sanayiinden seçilmiş 13 firma ele alınarak** mukayeseli statik bir yaklaşımla etkinlik analizi yapılmıştır. Bu analizle firmaların söz konusu yıllar itibariyle etkinlikleri ve etkinlik değişimleri elde edilmeye çalışılmış, etkinsizlik nedenleri belirlenmiş ve geleceğe yönelik projeksiyonlar geliştirilmiştir. Ayrıca firma verilerinden hareketle sınıf sayısı ve aralığı oluşturularak 13 firma kendi aralarında ölçek büyüklüklerine göre sınıflandırılmış ve firma ölçeği ile etkinlik arasında bir ilişki olup olmadığı da belirlenmeye çalışılmıştır.

Analizde kullanılan girdiler *net aktifler*, *öz sermaye* ve *çalışan işçi sayısıdır*. Çıktılar ise; *Net Satışlar*, *Vergi Öncesi Kar* ve *İhracat* değerleridir. Bu veriler *Frontier Analyst***, kullanılarak Girdi yönelimli ve çıktı yönelimli olarak ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Girdi yönelimli yaklaşım, aynı miktar çıktıyı elde etmek için minimum girdi miktarının ne olması gerektiğini belirleyen yaklaşımdır. Bu yaklaşım CCR Modeline ve ölçeğin sabit getirisi esasına göre analiz yapmaktadır. Yani girdilerdeki değişim aynı oranda çıktıya dönüşmektedir. Çıktı yönelimli yaklaşım ise; mevcut girdilerle maksimum

* DEA modelinde CCR ve BCC modelleriyle ilgili hesaplamaların ayrı ayrı yapıldığı denklemler için bkz.; Cooper, Seiford (2000), *DEA: A Comprehensive Text with Models Applications, References and DEA-Solver Software*, Kluwer Academic Publishes, London.

** Veriler Capital Dergisi’nin 2005 yılında verdiği “Türkiye’nin İlk 500 Şirketi CD’si”nden yaklaşık 44 firma içinden verilerine tam ulaşılan 13 firmadan derlenmiştir.

** Banxia Software Limited, “*Efficiency Analysis Software*” Version 3.0, UK, March 2003.

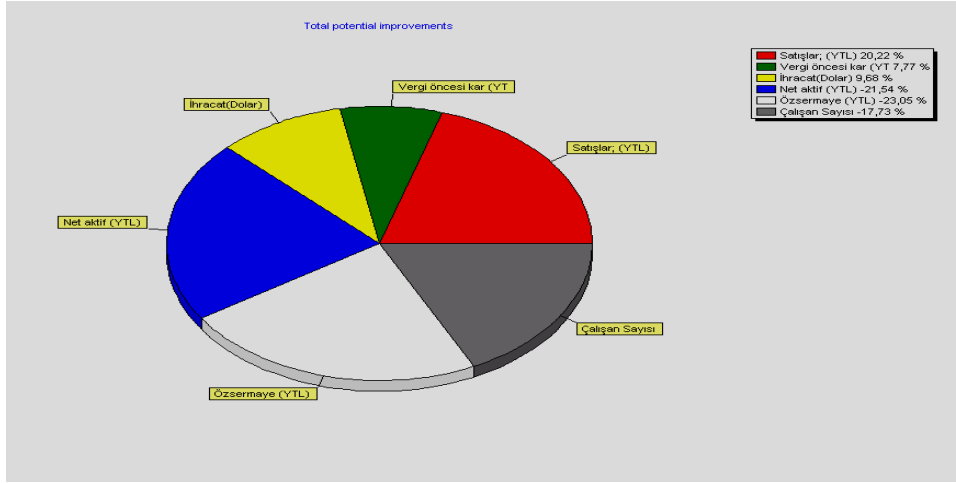
çıktının ne olması gerektiğini araştırır. Bu yaklaşım BCC modeli ve ölçeğin değişken getirisine göre analiz eder. Yani girdilerdeki değişim ya daha fazla veya daha az oranda çıktıya (artan veya azalan getiri) yansımaktadır.

Tablo 1: *Yıllar İtibariyle Ölçeğe Göre Getiri ve Etkinlik Değerleri*

Firma	1999 Etkinlik skoru %			2004 Etkinlik skoru %		
	CCR	BCC	Ölçek	CCR	BCC	Ölçek
BMC Sanayi ve Ticaret A.Ş.	69,76	99,75	Artan	39,76	68,98	Artan
Mercedes Benz Türk A.Ş.	100,00	100,00	Sabit	100,00	100,00	Sabit
Man Kamyon ve Otobüs	32,54	40,87	Artan	100,00	100,00	Sabit
Hema Endüstri AŞ	48,02	48,15	Azalan	40,57	41,33	Artan
Temsa Sanayi ve Tic. A.Ş.	87,12	88,72	Artan	100,00	100,00	Sabit
Tırsan Treyler Sanayi	100,00	100,00	Sabit	52,21	100,00	Sabit
Anadolu Honda Otomobil.	63,99	97,86	Azalan	100,00	100,00	Sabit
Kale Oto Radyatör Sanayi	54,51	100,00	Sabit	22,09	28,58	Azalan
Cevher Makine Döküm San.	62,06	100,00	Sabit	97,37	100,00	Sabit
Erkunt Sanayi A.Ş.	100,00	100,00	Sabit	100,00	100,00	Sabit
Teknik Malzeme Tic ve San.	100,00	100,00	Sabit	100,00	100,00	Sabit
Mako Elektrik Sanayi	100,00	100,00	Sabit	91,63	92,52	Artan
Nursan Elektrik Donanım S.	74,83	100,00	Sabit	100,00	100,00	Sabit

*Firmaların sıralaması 2004 yılı net aktif değerlerine göre yapılmıştır.

Tablodan da görüleceği üzere; Mercedes Benz, Erkunt Sanayi A.Ş. ve Teknik Malzeme gibi üç firma her iki dönemde de tam etkin olarak çalışmaktadır. Man, Temsa, Anadolu Honda ve Nursan gibi dört firma da 2004 döneminde etkinliklerini artırarak tam etkin çalışır hale gelmiştir. BMC, Hema Endüstri A.Ş., Kale Oto, Tırsan, ve Mako gibi beş firmanın 2004 döneminde etkinliği azalmıştır. Ancak bu firmalardan Kale Oto sanayii ölçeğe göre azalan getiriyle etkinliği azalmışken, diğerlerinin etkinliği azalmış olmasına rağmen ölçeğe göre artan getiriyle çalışmaktadırlar. Cevher Makine Sanayii ise 2004 döneminde etkinliğini artırarak neredeyse tam etkinlik sınırına yaklaşmıştır.



2004 dönemi verileriyle 13 firmaya ait toplam etkinlik değerlerine göre potansiyel düzeltmeler yukarıdaki grafikte gösterilmiştir. Bu grafikten görüleceği üzere firmaların toplamda girdilerini azaltmaları gerekmektedir. Mevcut çıktı düzeyine göre, toplamda net aktiflerin %21,54 oranında, öz sermayenin %23,05 oranında ve çalışan sayısının da %17,73 oranında azaltılması gerekmektedir.

Etkinlik analizinde etkin olan referans firmalar ve bu firmaların etkin olmayan firmalar için kaç kez referans olarak kullanıldığı ise aşağıdaki gibi belirlenmiştir. Etkin firmalardan olmasına rağmen Erkunt Sanayi A.Ş. program tarafından referans olarak kullanılmamıştır.

Tablo 2: Referans Firmalar ve referans olma sıklığı

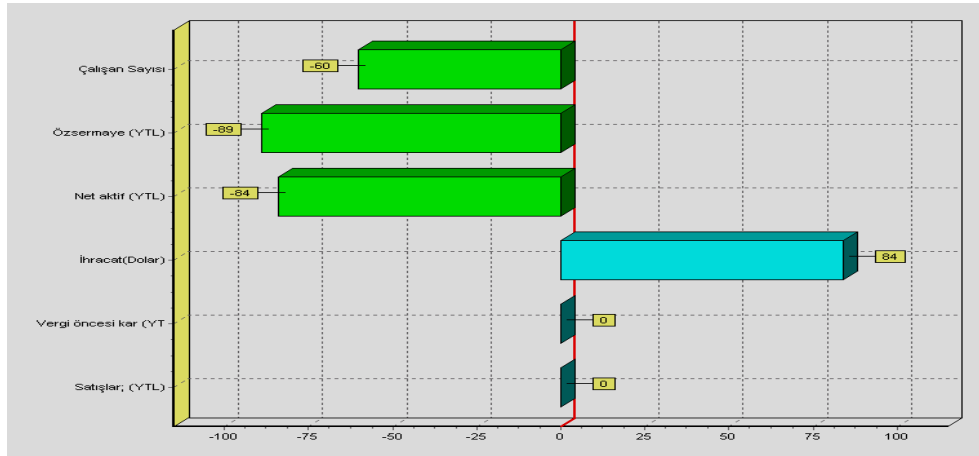
Firma İsmi	Referans Olma Sayısı
Temsa Sanayi ve Tic. A.Ş.	5
Honda Türkiye A.Ş.	5
Nursan Elektrik Donanım Sanayi	2
Mercedes Benz Türk A.Ş	2
Man Türkiye A.Ş.	2
Teknik Malzeme Ticaret ve Sanayi	1

2004 Verileriyle CCR modelinde etkin olmadığı gözlenen 7 firmanın etkisizlik kaynakları, girdi ve çıktı değişkenlerine ait hedef değerler ile potansiyel düzeltme değerleri de sırasıyla aşağıdaki gibidir.

Tablo 3: BMC Sanayii

Inputs / Outputs	Gerçek değer	Hedef	Potansiyel düzeltme %
Çalışan Sayısı	3023	1202	-60,24
Öz sermaye (YTL)	1.046.000.000	104.778.485	-89,98
Net aktif (YTL)	1.803.000.000	272.981.013	-84,86
İhracat(Dolar)	53.000.000	97.956.662	84,82
Vergi öncesi kar (YTL)	67.000.000	67.000.000	0
Satışlar; (YTL)	683.000.000	683.000.000	0

BMC firmasını etkinsizliğine sebep olan faktörler çalışan sayısı, Öz sermaye, net aktifler ve ihracattır. Çıktı yönelimli ve ölçüğe göre sabit getiri varsayımıyla BMC firması çalışan sayısını % 60,24 oranında, öz sermayesini %89,98 oranında, Net aktiflerini de %84,86 oranında azaltmalıdır. Mevcut girdilerle de bu firmanın ihracatını %84,82 oranında artırılması gerekmektedir. BMC firmasına referans olan firmalar Temsa San. Tic. İle Anadolu Honda firmalarıdır.

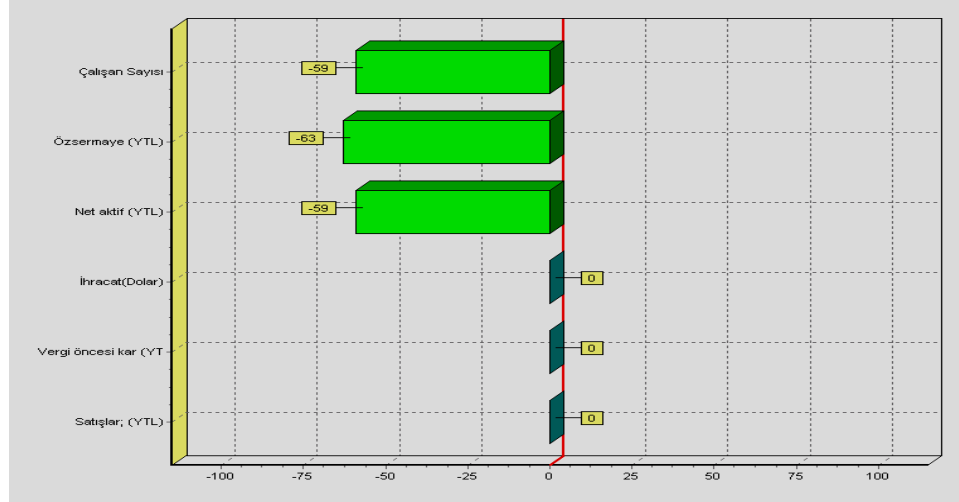


Tablo 4: Hema Endüstri A.Ş.

Inputs / Outputs	Gerçek değer	Hedef	Potansiyel düzeltme %
Çalışan Sayısı	1875	761	-59,43
Öz sermaye (YTL)	168.446.298	61.768.751	-63,33
Net aktif (YTL)	267.007.436	108.325.555	-59,43
İhracat(Dolar)	46.211.072	46.211.072	0
Vergi öncesi kar (YTL)	14.322.665	14.322.665	0
Satışlar; (YTL)	236.108.031	236.108.031	0

Hema Endüstri A.Ş.'nin girdilerini etkin kullanmadığı görülmektedir. Bu doğrultuda Çalışan sayısını %59,43, öz sermayesini %63,33 ve net aktiflerinin de %59,43 oranında azaltılması bu firmanın etkin hale gelmesini

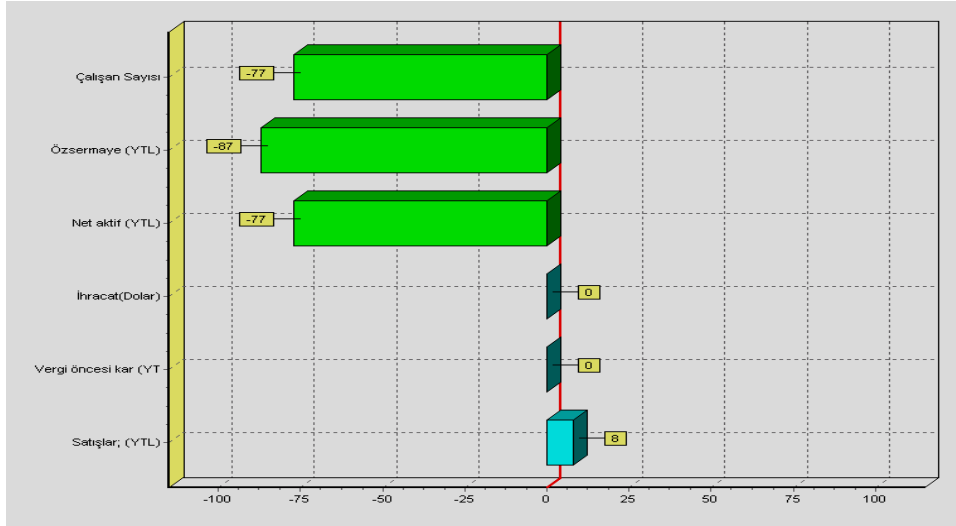
sağlayacaktır. Hema endüstri için referans olabilecek firmalar Temsa, Nursan, Man ve Honda'dır.



Tablo 5: Kale Oto Radyatör

Inputs / Outputs	Gerçek değer	Hedef	Potansiyel düzeltme %
Çalışan Sayısı	701	155	-77,91
Öz sermaye (YTL)	135.425.988	16.490.078	-87,82
Net aktif (YTL)	165.401.078	36.531.650	-77,91
İhracat(Dolar)	13.786.233	13.786.233	0
Vergi öncesi kar (YTL)	6.653.738	6.653.738	0
Satışlar; (YTL)	89.743.758	97.623.747	8,78

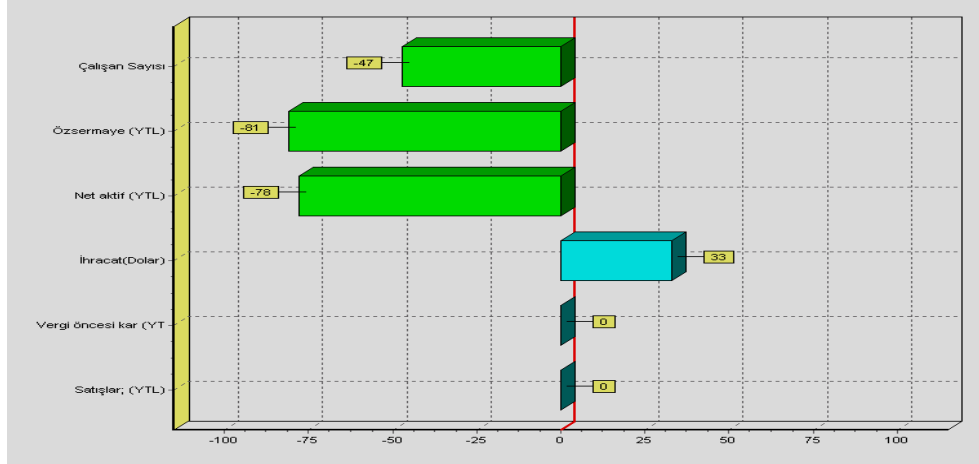
Kale Oto Radyatör firmasını ihracat ve vergi öncesi kar gibi iki çıktıda etkinliği elde edebildiği buna karşılık satışlarda yaklaşık % 9'luk bir artış yapması gerektiği, girdilerde ise tamamen etkisiz çalıştığı görülmektedir. Firmanın girdi etkinliğini sağlamak için çalışan sayısını % 78 oranında azaltarak 155 kişiye düşürmesi gerekmektedir. Aynı şekilde net aktiflerinin de %78 oranında, öz sermayenin ise % 88 oranında azaltılmalıdır. Kale firmasına referans olan firmalar; Temsa, Man ve Honda'dır.



Tablo 6: Tırsan Treyler Sanayii

Inputs Outputs	Gerçek değer	Hedef	Potansiyel düzeltme %
Çalışan Sayısı	299	156	-47,79
Öz sermaye (YTL)	94151386	17817984,7	-81,08
Net aktif (YTL)	192598032	41893070,86	-78,25
İhracat(Dolar)	11803339	15743533,49	33,38
Vergi öncesi kar (YTL)	6252538	6252538	0
Satışlar; (YTL)	126910546	126910546	0

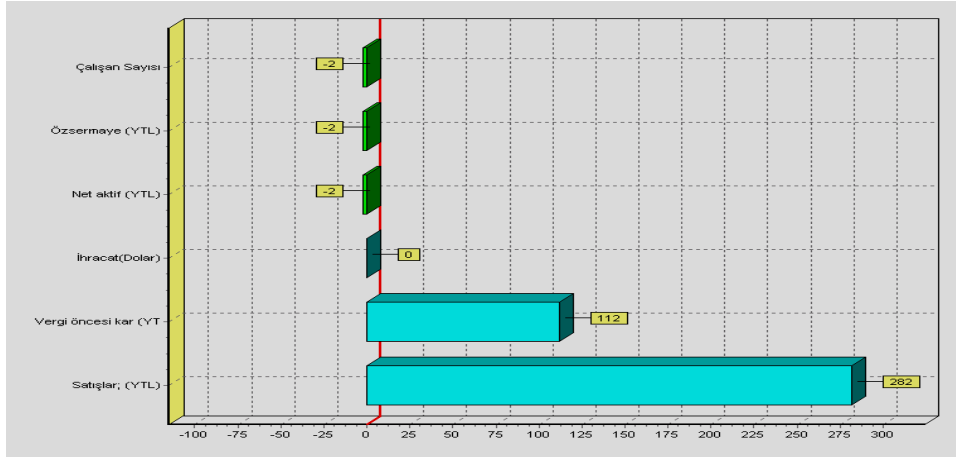
Tırsan firması girdilerinden; çalışan sayısı %48, öz sermaye %81 ve net aktif değerleri de %78 oranında azaltılırsa girdi etkinliği sağlanmış olacaktır. Ayrıca ihracatta da %33,38'lik bir artışla çıktı etkinliğine de ulaşılabacaktır. Firmanın etkinlik sınırlarını belirlenmesinde referans firmalar Temsa ve Honda firmalarıdır. Firmanın etkinlik değerlerine göre iyileştirme projeksiyonu aşağıdaki grafikte gösterilmiştir.



Tablo 7: Cevher Makine ve Döküm Sanayii

Inputs Outputs	Gerçek değer	Hedef	Potansiyel düzeltme %
Çalışan Sayısı	600	584	-2,63
Öz sermaye (YTL)	20996233	20443582,85	-2,63
Net aktif (YTL)	91476712	89068917,32	-2,63
İhracat(Dolar)	34795000	34795000	0
Vergi öncesi kar (YTL)	2467448	5238724,8	112,31
Satışlar; (YTL)	66933021	256131912,88	282,67

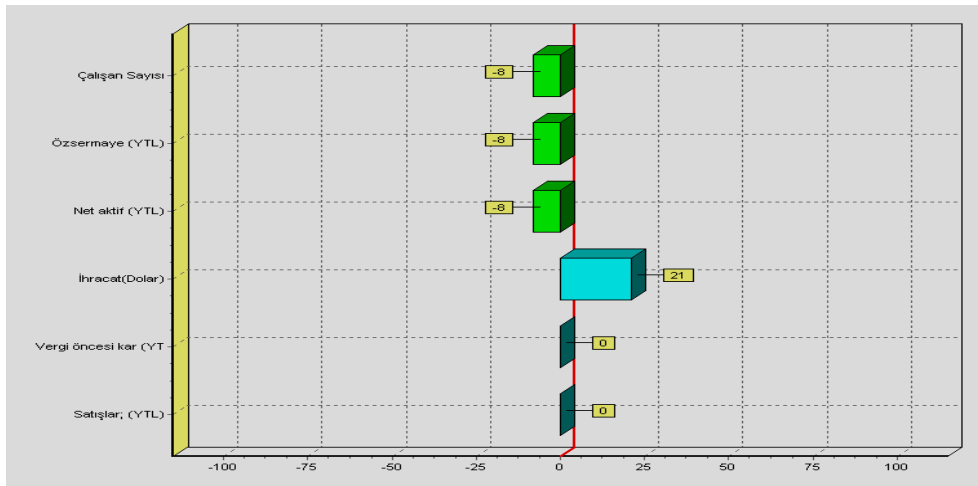
Cevher Makine ve Döküm Sanayii her ne kadar 1999 yılına göre daha etkin çalışıyor olsa da girdilerinde küçük iyileştirmelerle, çıktılarında da daha büyük iyileştirmelerle etkinliğini artıracığı gözlenmektedir. Buna göre firmanın tüm girdilerini %2,63 oranında azaltması, çıktılarından karını % 112,31 oranında, satışlarını da %282,67 oranında artırması gerektiği görülmektedir. Firma açısında doğrudan karı artırmak zor olabilir ama satışların artırılması karın artması anlamına gelecektir. Firmanın etkinlik değerlendirmesinde referans olan firmalar; Mercedes, Teknik Malzeme ve Honda'dır.



Tablo8: Mako Elektrik Sanayii A.Ş.

Inputs Outputs	Gerçek değer	Hedef	Potansiyel düzeltme %
Çalışan Sayısı	945	866	-8,37
Öz sermaye (YTL)	16500000	15119317,52	-8,37
Net aktif (YTL)	80944572	74171314,29	-8,37
İhracat(Dolar)	25000000	30418252,2	21,67
Vergi öncesi kar (YTL)	15920102	15920102	0
Satışlar; (YTL)	168098314	169625378,89	0,91

Mako Elektrik 1999 yılına göre etkinliği azalmış bir firmadır. Girdilerinin tamamını %8,37 oranında azaltıp, çıktılarında özellikle ihracatını %21,67 oranında, satışlarını da yaklaşık %1 oranında artırması halinde etkin hale gelebilecektir. Mako'nun referans firmaları, Mercedes, Temsa ve Nursan'dır.



Firmaların ölçeğe göre etkinliklerinin değerlendirilebilmesi için öncelikle ölçek büyüklüklerine göre sınıflandırılması gerekmektedir. Bu sınıflandırmayı yaparken firmaların 2004 yılı öz sermayeleri veya net aktif büyüklükleri kriter olarak kullanılabilir. Sınıflandırma aşamasında öncelikle istatistiksel çalışmalarda sıkça kullanılan aşağıdaki formüllerden (Yakıcı ve Çankaya, 2002, 34) yararlanılarak beş sınıf sayısı ve 360 Milyon YTL büyüklüğünde sınıf aralığı bulunmuştur.

$$\text{Sınıf Sayısı} = 1 + 3.3 \log n \text{ veya } \text{Sınıf Sayısı} = n^{1/2}$$

$$\text{Sınıf Aralığı} = \text{Değişim Aralığı } (X_{max} - X_{min}) / \text{Sınıf Sayısı}$$

Her iki büyüklük kriterine göre birinci en büyük ölçekte sadece bir firma (BMC), ikinci ölçeğe uyan firma bulunamamış, ikinci ölçekte bir (Mercedes) ve dördüncü ölçekte de bir firma (Hema End.) bulunmuştur. Geriye kalan 10 firma beşinci ölçek içinde yer almaktadır. Ancak anlamlı bir mukayese yapabilmek için daha subjektif bir sınıflandırmayla 2004 yılı net aktif değerleri büyüklük kriteri olarak kullanılmış ve aşağıdaki tablo elde edilmiştir.

Tablo 9: Firmaların Ölçeğe Göre Verimlilikleri

Ölçek Büyüklüğü	Sınıf Aralığı (Milyon YTL)	Firma İsmi	Firma Etkinliği (%)		
			CCR	BCC	ÖGGetiri
1	≥1,500	BMC Sanayii AŞ	39,76	68,98	Artan
2	1,500 – 1,000	-	-	-	-
3	1,000 – 500	Mercedes Benz AŞ	100,00	100,00	Sabit
4	500 – 100	Man AŞ	100,00	100,00	Sabit
		Hema AŞ	40,57	41,33	Artan
		Temsa AŞ	100,00	100,00	Sabit
		Tırsan Sanayii	52,21	100,00	Sabit
		Honda AŞ	100,00	100,00	Sabit
		Kale Oto	22,09	28,58	Azalan
5	≤ 100	Cevher Makine AŞ	97,37	100,00	Sabit
		Erkunt AŞ	100,00	100,00	Sabit
		Teknik Malzeme	100,00	100,00	Sabit
		Mako Elektrik San.	91,63	92,52	Artan
		Nursan Elektrik	100,00	100,00	Sabit

Ölçeği en büyük olan BMC firması ölçeğe göre artan getiri ile çalışarak etkinliğini artırmaya çalışmaktadır. Üçüncü ölçekte olan Mercedes Benz AŞ. Etkin kaynak kullanımına sahip bir firmadır. Dördüncü ölçekte bulunan Man, Temsa ve Honda tam etkinlikle çalışan firmalardır. Tırsan firması BCC modeline göre etkin görünürken CCR de etkinliğini sağlayamamış görünmektedir. Diğer iki firmadan Hema AŞ., Artan getiri ile uygun ölçekte olmadığını göstermektedir. Onun için etkin değildir. Kale ise, Azalan getirili etkin olmayan bir firmadır. Beşinci ölçekteki firmaların neredeyse tamamı etkin

gözükmektedirler. Sadece Mako AŞ., Artan getiri ile yaklaşık %92'lik etkinliğe ulaşabilmiştir. Bu tablonun yansıttığı en önemli görüntü en küçük ölçekte çalışan firmaların diğer firma ölçeklerine göre daha etkin olmasıdır. Buna göre ölçek büyüdükçe etkinliğin artmadığı aksine küçük ölçekteki firmaların daha etkin oldukları söylenebilir.

IV. Sonuç

Bu çalışmada otomotiv sanayiinde faaliyette bulunan “İlk 500 Firma” sıralamasına giren seçilmiş 13 firmanın çok sayıda girdi ve çıktısı kullanılarak kaynak kullanımındaki etkinlikleri değerlendirilmiştir. Etkinlik analizinde en çok kullanılan ve oldukça başarılı sonuçlar veren DEA yöntemiyle “ölçeğe göre sabit getiri” ve “ölçeğe göre değişken getiri” varsayımlarıyla CCR ve BCC modelleri elde edilmiş ve dikkate değer aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır.

Öncelikle DEA ile firmaların etkinsizliklerinin sebepleri veya kaynakları belirlenebilmiş ve hangi faktörlerde ne oranda düzeltme yapılması gerektiği ortaya konulabilmiştir.

Mercedes Benz, Erkunt Sanayi A.Ş. ve Teknik Malzeme gibi üç firma hem 1999 hem de 2004 yıllarında tam etkin olarak çalışan firmalardır. Man, Temsa, Anadolu Honda ve Nursan gibi dört firma da 2004 döneminde 1999'a göre etkinlikleri artan ve tam etkin çalışan firmalardır. BMC, Hema Endüstri A.Ş., Kale Oto, Tırsan, ve Mako gibi beş firmanın 2004 döneminde etkinliği azalmıştır. Etkinliği azalan firmalardan Kale Oto sanayii ölçeğe göre azalan getiriyle, diğerleri ölçeğe göre artan getiriyle çalışmaktadırlar. Cevher Makine Sanayii ise 2004 döneminde etkinliğini artırarak neredeyse tam etkinlik sınırına yaklaşmıştır.

Etkin çalışmayan altı firmanın temel etkinsizlik sebebi genellikle girdilerdir. Etkin olmayan firmaların girdilerini azaltmaları gerekmektedir. Mevcut çıktı düzeyine göre, toplamda ortalama olarak net aktiflerin %21,54 oranında, öz sermayenin %23,05 oranında ve çalışan sayısının da %17,73 oranında azaltılması gerekmektedir. Artırılması tavsiye edilen çıktılar ise üç firmada ihracat, iki firmada da satışlardır.

Ölçek büyüklüğüne göre en küçük ölçekteki firmaların daha etkin oldukları gözlenmiştir.

Çalışmada uygulanan yöntemin elverişli sonuçlar verdiği gözlenmiş olmasına rağmen firmaların tamamına ait verilerin elde edilebilmesi ve daha çok girdi ve çıktı değişken kullanılması halinde otomotiv sektöründe kaynak kullanımı açısından tam ve daha net sonuçlara ulaşılması mümkündür. Böylece son yıllarda ülkemizde lokomotif sektör olma özelliğine bürünmüş olan otomotiv sanayiinin toplam faktör ve kaynak tahsis etkinliği elde edilebilecektir. Benzer yaklaşımla diğer sektörler de değerlendirilerek sektörler arası etkinlik mukayesesi yapılabilir, tahsis etkinliğine yönelik politikalar üretilbileceği gibi istihdam konusunda da fikir verici sonuçlar elde edilebilir.

Kaynaklar

- Abbott, M. ve Doucouliagos C., (2001) "The Efficiency of Australian Universities: A DEA", *Economics of Education Review*, 22, ss. 89 97.
- Banker, R.D., Charnes A., Cooper W., (1984), "Some Models for Estimating Technical and Scale Efficiencies in DEA" *Management Science*, Vol. 30/9, pp.1078-1092.
- Banker, R.D. ve Morey R.C., (1986a) "Efficiency Analysis for Exogenously Fixed Inputs and Outputs", *Operations Research*, 34, ss.513 521.
- Banker, R.D. ve Morey R.C., (1986b) "The Use of Categorical Variables in DEA" *Management Science*, 32, ss.1613 1627.
- Banker, R.D., Conrad, R.F. ve Strauss, R.P. (1986), "A Comparative Application of DEA and Translog Methods: An Illustrative Study of Hospital Production", *Management Science*, 32, ss. 30 44.
- Banxia Software Limited (2003), "Frontier Analyst, Efficiency Analysis Software", Version 3.0, U.K.
- Capital, (2005) "Türkiye'nin İlk 500 Firması", CD formatı.
- Charnes, A., Cooper, W., Lewin, A.Y. ve Seifard L.M., (1995) "DEA, Theory, Methodology and Applications", Paperback (Copyrighted Material).
- Charnes, A., Cooper, W.W. ve Rhodes, E., (1978) "Measuring The Efficiency of Decision Making Units", *European Journal of Operational Research*, 2, ss. 429 444.
- Coelli, T., Estache, A., Parelman, S. ve Trujillo, L. (2003), "A Primer on Efficiency Measurement for Utilities and Transport Regulator", The World Bank, Washington D.C., U.S.A..
- Cooper, W. ve Seifard, L.M., (2000), *DEA: A Comprehensive Text With Models, Applications, References and DEA-Solver Software*, Kluwer Academic Publishes, London.
- Deliktaş, E., (2002) "Türkiye'de Özel Sektör İmalat Sanayinde Etkinlik ve Toplam Faktör Verimliliği Analizi", *ODTÜ Gelişme Dergisi*, 29(3-4), ss.247 284.
- Diewert, W.E. ve Lawrence, D. (1999) "Measuring New Zealand's Productivity", Treasury Working Paper, No:99/5, ss.1 40.
- Dündar, H. ve Lewis, D.R., (1995) "Departmental Productivity in American Universities: Economics of Scale and Scope", *Economics of Education Review*, 14, ss. 119 144.
- Ehu, J., (2000) "Multi-Factor Performance Measure Model with an Application to Fortune 500 Companies", *European Journal of Operational Research*, 123, ss.105 124.

- Färe, R., Grosskopf, S., Logan, J. ve Lovell, C.A.C., (1985), *Measuring Efficiency in Production with an Application Electric Utilities*, The Measurement of Efficiency of Production, Kluiver Academic Publishers, Boston.
- Färe, R., Grosskopf, S. ve Lovell, C.A.K., (1985), *The Measurement of Efficiency of Production*, Studies in Productivity Analysis Series, Kluiver-Nijhoff Publishing, Dordrecht.
<http://www.treasury.gov.nz/workingpapers/99-5.htm>
- Kalijaran, M. ve Shand, R.T. (1999), "Frontier Production Functions and Technical Efficiency Measures", *Journal of Economic Surveys*, 13(2), ss.149-172.
- Kök, R. ve Deliktaş, E., (2003), *Endüstri İktisadında Verimlilik Ölçme ve Strateji Geliştirme Teknikleri*, Dokuz Eylül Üniversitesi İİBF Yayını, İzmir.
- Kutlar, A., (2004) "Cumhuriyet Üniversitesi Bünyesindeki Fakültelerin Performans Değerlendirmesi", Cumhuriyet Üniversitesi Yayınlanmamış Araştırma Projesi.
- McLaughlin, P.C. ve Coffey, S. (1990) "Measuring Productivity in Services", *International Journal of Service Industry Management*, 1, ss. 46-63.
- Perman, R., (1991) "Cointegration: An Introduction to The Literature", *Journal of Economic Studies*, 18, ss.15-28.
- Rao, D.S.P. ve Coelli, T.O. (1998), "A Cross Country Analysis of GDP Growth, Catch-Up and Convergence In Productivity and İnequality", Centre for Efficiency and Productivity Analysis (CEPA), Department of Economics, University of New England, Australia, Working Papers, 5/98 ss.1-39.
- Roll, Y., Golony, B. ve seroussy, D., (1989) "The Efficiency of Maintenance Units in The Israel Air Force" *European Journal of Operation Research*, 43, ss.2-9.
- Sherman, H.D. ve Gold, F. (1986), "Bank Branch Operating Efficiency", *Journal of Banking and Finance*, 9, ss.197-315.
- Tarım, A. ve Cingi, S., (2000), *Türk Banka Sisteminde Performans Ölçümü: DEA-Malmquist TFP Endeksi Uygulaması*, Türkiye Bankalar Birliği Araştırma Serisi, no:1
- Tarım, A., (2001), *Veri Zarflama Analizi: Matematiksel Programlama Tabanlı Görel Etkinlik Ölçüm Yaklaşımı*, armağan_tarım@hacettepe.edu.tr
- Ulucan, A., (2000) "Şirket Performanslarının Ölçülmesinde VZA Yaklaşımı: Genel ve Sektörel Değerlendirmeler", *Hacettepe Üniversitesi İİBF Dergisi*, 18, ss. 405-418.

- Yakıcı, T.A. ve Çankaya, F., (2002) “Türk Bankacılık Sisteminin Ölçek Ekonomileri Açısından Değerlendirilmesi”, *Bankacılık Dergisi*, sayı 43, ss.30 50.
- Zhu, J., (1996), “DEA/AR Analysis of the 1988-1989 Performance of the Nanjing Textile Corporation”, *Annals of Operations Research*, v. 66, ss.311 355.
- Zhu, J., (2000), “Multi-factor Performance Measure Model with an Application to Fortune 500 Companies”, *European Journal of Operational Research*, v. 123, ss.105 124.