

**TC
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANA BİLİM DALI
İŞLETME YÖNETİMİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**OTOMOTİV SEKTÖRÜNDE VERİ ZARFLAMA
ANALİZİ İLE FİNANSAL ETKİNLİK ÖLÇÜMÜ**

**ÇAĞATAY BİÇEN
07713021**

Yrd. Doç. Dr. ESRA ÖZTAMAN

**İSTANBUL
2010**

TC
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANA BİLİM DALI
İŞLETME YÖNETİMİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

OTOMOTİV SEKTÖRÜNDE VERİ ZARFLAMA
ANALİZİ İLE FİNANSAL ETKİNLİK ÖLÇÜMÜ

ÇAĞATAY BİÇEN
07713021

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih: 17.05.2010
Tezin Savunulduğu Tarih: 28.05.2010

Tez Oy birliği / Oylukla ile başarıyla bulunmuştur.

	Unvan	Ad Soyad	İmza
Tez Danışmanı:	Yrd. Doç. Dr.	ESRA ÖZTAMAN	
Jüri Üyeleri:	Doç. Dr.	Turhan Erkinan	
	Yrd. Doç. Dr.	Ceren Erdin	
		İSTANBUL	
		MAYIS, 2010	

ÖZ
OTOMOTİV SEKTÖRÜNDE VERİ ZARFLAMA ANALİZİ İLE FİNANSAL
ETKİNLİK ÖLÇÜMÜ

Çağatay Biçen

Mayıs, 2010

Bu tez çalışmasının amacı, Türkiye Otomotiv Sektöründe, motorlu taşıt üretimi yapan firmaların finansal etkinliklerinin incelenmesidir. Çalışmada, finansal yönden etkin olan ve olmayan firmalar belirlenmiş; etkin olmayan firmalara da, etkin çalışabilmeleri için kendilerine referans olan etkin firmalar yardımıyla hedef değerler belirlenmiştir. Ayrıca, finansal etkinlik düzeyinin, bazı finansal oranlarla ve firmanın sermaye yapısıyla (yerli-yabancı) ilişkisi incelenmiştir. Genel olarak otomotiv sektörü, içinde bulunduğu ekonomilerde, en büyük ciro, kar ve istihdam seviyelerine sahip, ülke ekonomisine en çok katkıyı sağlayan ve aynı zamanda kriz dönemlerinde çok fazla kırılgan olan sektörlerden biri olduğundan, bu çalışma için seçilmiştir. Analiz yöntemi olarak, sektörün yapısına uygun olan, çok girdili ve çok çıktılı sistemleri karşılaştırma imkânı sunan Veri Zarflama Analizi seçilmiştir. VZA, seçilen girdilerin ve çıktıların birimlerinden bağımsız olarak etkinlik analizi yapmakta; oluşturduğu referans kümeleri sayesinde etkin olmayan firmalara da hedef değerler belirlemektedir. Uygulamada girdi olarak: Özsermaye, Toplam Aktif ve İstihdam; çıktı olarak: Ciro, Net Kar ve İhracat rakamları seçilmiştir. Çalışma sonucunda, analize dahil edilen on firmanın beş tanesinin finansal yönden etkin olduğu, diğerlerinin ise değişik seviyelerde etkin olmadıkları sonucuna ulaşılmıştır. Firmaların etkinlik seviyelerinin, çeşitli finansal oranlarla ilişkisi yorumlanmış; sermaye yapısıyla ise bir ilişkisi olmadığı ortaya çıkmıştır.

Anahtar Kelimeler: Otomotiv Sektörü, Finansal Etkinlik, Veri Zarflama Analizi

ABSTRACT

ASSESSING FINANCIAL EFFICIENCY IN THE AUTOMOTIVE INDUSTRY USING DATA ENVELOPMENT ANALYSIS

Çağatay Biçen

May, 2010

The aim of this study is analyze to financial efficiency of companies which produce motor vehicle in Turkish Automotive Industry. In this study, efficient and non-efficient companies was designated and target values was designated to non-efficient companies via reference clusters that include efficient companies. Also, relation of financial efficiency, financial ratios and the form of capital (domestic-foreign) were analyzed. For the efficiency analysis, we choose the automotive industry because, this industry generally, has the biggest turnover, profit and employment rates and provides the biggest benefit to the economy. At the same time, this industry is very fragile, expecially in the crisis periods. As a method of the analysis, Data Envelopment Analysis that convenient to texture of automotive industry, was choosen. DEA gives an opportunity to compare systems which have lots of inputs and outputs, also DEA does efficiency analysis as unreliant from type of the inputs and outputs. In addition, the method makes reference clusters that, designate the target values, to non-efficient companies. In this study, equity, total assets and employment are designated as inputs; turnover, profit and exportation are designated as outputs. End of the study, five of ten desicion making units were found efficient at the finacial perspective. Other five DMU were found non-efficient with different degrees. The relationship between efficiency values and some financial ratios, was interpreted. In addition there was not found a realtion between the form of capital and efficiency.

Key Words: Automotive Industry, Financial Efficiency, Data Envelopment Analysis

ÖNSÖZ

Hızla değişen pazar şartları ve her an olumsuz senaryolara gebe olan ekonomik koşullar altında, özellikle üretim sektöründeki firmaların tüm verimsizlik, etkinsizlik durumlarını ve gereksiz girdi kullanımlarını sıfıra indirmeye çalışması gerekmektedir. Böylece her türlü ekonomik koşul altında yapılarını mümkün olduğunca değiştirmeden hayatlarını ve ekonomiye katkılarını sürdürebilirler.

Çalışmamızın sonucunda da, ülkemizde en önemli sektörlerden biri olan otomotiv sektöründeki firmaların finansal etkinliklerini ve olması gereken değerlerini, Veri Zarflama Analizi Yöntemiyle göstermeye çalıştık.

Bu tez çalışması boyunca, değerli yardımlarını ve önerilerini esirgemeyen, çalışmamın tüm bölümlerini titizlikle ele alıp inceleyen ve bana yol gösteren kıymetli hocam ve tez danışmanım Yrd. Doç. Dr. Esra Öztaman'a sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum. Çalışmamın her aşamasında fikirlerini ve deneyimlerini benimle paylaşarak bana yol gösteren Arş. Gör. Dr. Ayşe Demirhan'a teşekkürü bir borç biliyorum. Tez çalışmam sürecinde her zaman yanımda olan, maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen canım aileme çok teşekkür ediyorum.

İstanbul

Çağatay Biçen

Haziran 2010

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAY SAYFASI

ÖZ	iii
ABSTRACT	iv
ÖNSÖZ.....	v
İÇİNDEKİLER.....	vi
TABLolar LİSTESİ.....	x
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xi
KISALTMALAR.....	xii
1. GİRİŞ	1
2. İŞLETMELERDE PERFORMANS ANALİZİ VE TEMEL KAVRAMLAR.....	4
2.1. Verimlilik	4
2.1.1. Verimliliği Etkileyen Etmenler	9
2.1.2. Verimliliğin Bağlı Olduğu Değişkenler	10
2.1.3. Verimlilik Ölçümü	11
2.2. Etkililik.....	13
2.3. Etkinlik.....	15
2.3.1. Teknik Etkinlik.....	17
2.3.2. Ölçek Etkinliği	19
2.3.3. Tahsis Etkinliği.....	20
2.4. Karlılık ve Bütçeye Uygunluk.....	22
2.5. İşletmeler Arası Performans Karşılaştırmaları	22
2.6. İşletmelerde Performans Ölçümü.....	23
2.6.1. Performans Yönetimi	25
2.6.2. Performansın Denetimi.....	26
2.6.3. Performans Analizi ve Sorunları	26
2.6.3.1. Performans Analizinin Teknik Sorunları.....	27

2.6.3.2. Performans Analizinin Örgütsel Sorunları	28
2.6.4. Sınır Etkinliği İle Performans Ölçüm Yaklaşımları	29
2.6.4.1. Parametrelili Yöntemler	29
2.6.4.2. Parametresiz Yöntemler	32
3. VERİ ZARFLAMA ANALİZİ.....	34
3.1. Veri Zarflama Analizinin Tanımı.....	34
3.2. Veri Zarflama Analizinin Tarihsel Gelişimi ve Literatürü.....	37
3.3. Veri Zarflama Analizindeki Kavramlar	42
3.4. Veri Zarflama Analizinin Amaçları Ve Uygulama Alanları	45
3.4.1. Veri Zarflama Analizi ve Kıyaslama (Benchmarking).....	48
3.4.2. Veri Zarflama Analizi ve Oran (Rasyo) Analizleri	48
3.4.3. Veri Zarflama Analizi ve Hedef Programlama	49
3.5. Veri Zarflama Analizinin Sistematiik Yapısı	49
3.5.1. Tek Girdi ve Tek Çıktıdan Oluşan Sistemler	50
3.5.2. İki Girdi ve Tek Çıktıdan Oluşan Sistemler	53
3.5.3. Bir Girdi ve İki Çıktıdan Oluşan Sistemler	56
3.5.4. Çok Girdili ve Çok Çıktılı Sistemler	57
3.6. Veri Zarflama Analizinin Matematiksel Yapısı	60
3.6.1. Kesirli Programlama Modeli	60
3.6.1.1. Girdi Yönelimli Kesirli Programlama	63
3.6.1.2. Çıktı Yönelimli Kesirli Programlama	64
3.6.2. Primal (Ağırlıklı) Doğrusal Programlama Modeli	65
3.6.2.1. Girdi Yönelimli Primal Doğrusal Programlama.....	65
3.6.2.2. Çıktı Yönelimli Primal Doğrusal Programlama	66
3.6.3. Dual (Zarflamalı) Doğrusal Programlama Modeli	67
3.6.3.1. Girdi Yönelimli Dual Doğrusal Programlama	68
3.6.3.2. Çıktı Yönelimli Dual Doğrusal Programlama	73
3.7. Temel Veri Zarflama Analizi Yaklaşımları.....	74
3.7.1. Ölçeğe Göre Sabit Getiri Yaklaşımı (CCR)	75
3.7.2. Ölçeğe Göre Değişken Getiri Yaklaşımı (BCC)	78
3.8. Veri Zarflama Analizi Uygulama Aşamaları	80
3.8.1. Karar Birimlerinin Seçilmesi.....	80
3.8.2. Girdi ve Çıktı Kümelerinin Belirlenmesi	82

3.8.3. Uygun VZA Modelinin Seçilmesi ve Etkinlik Değerlerinin Hesaplanması.....	83
3.8.4. Etkinlik Değerleri ve Etkinlik Sınırı.....	85
3.8.5. Referans Gruplarının (Kümesinin) Oluşturulması	86
3.8.6. Etkin Olmayan Karar Verme Birimleri İçin Hedef Belirlenmesi.....	86
3.8.7. Sonuçların Değerlendirilmesi.....	87
3.9. Veri Zarflama Analizinin Güçlü ve Zayıf Yönleri	87
3.9.1. Veri Zarflama Analizinin Güçlü Yönleri	87
3.9.2. Veri Zarflama Analizinin Zayıf Yönleri.....	88
4. OTOMOTİV SEKTÖRÜ HAKKINDA GENEL BİLGİLER.....	90
4.1. Dünya Otomotiv Sektörü.....	92
4.2. Türkiye Otomotiv Sektörü.....	96
4.3. Türkiye’de Otomotiv Sektörünün Topluma ve Ülke Ekonomisine Katkıları	102
4.4. Türkiye’de Otomotiv Sektörünün Önemli Sorunları.....	105
4.4.1. İthalat Artışı.....	105
4.4.2. Ana ve Yan Sanayi Arasında İşbirliği Eksikliği.....	106
4.4.3. Sektörün Diğer Sorunları.....	108
4.5. Otomotiv Sektöründe Geleceğe Yönelik Beklentiler ve Hedefler	109
5. OTOMOTİV SEKTÖRÜNDE VERİ ZARFLAMA ANALİZİ İLE FİNANSAL ETKİNLİK ÖLÇÜMÜ UYGULAMASI.....	114
5.1. Araştırmanın Amacı	114
5.2. Araştırmanın Problemi	114
5.3. Araştırmanın Önemi.....	114
5.4. Otomotiv Sektöründe Finansal Etkinlik Analizi Modeli.....	116
5.5. Araştırmanın Sınırlılıkları	117
5.6. Araştırmanın Varsayımları	117
5.7. Gözlem Kümesinin Seçimi.....	117
5.8. Girdi - Çıktı Kümelerinin Belirlenmesi.....	117
5.9. Girdi Yönelimli Veri Zarflama Analizi Modeli	120
5.10. Veri Zarflama Analizi İle Finansal Etkinlik Sonuçları.....	121
5.11. Finansal Oranlar İle Finansal Etkinlik İlişkisi.....	129
5.11.1. Toplam Aktif Devir Hızı – Etkinlik İlişkisi	130
5.11.2. Toplam Aktif Karlılığı – Etkinlik İlişkisi.....	131
5.11.3. Net Kar Marjı – Etkinlik İlişkisi.....	132

5.11.4. Öz sermaye Karlılığı – Etkinlik İlişkisi.....	133
5.11.5. Yerli Sermaye Oranı – Etkinlik İlişkisi.....	135
6. SONUÇ.....	136
KAYNAKÇA	141
EKLER.....	145
Ek 1. Firmalar İçin Oluşturulan Denklemler Ve Sonuçları.....	145
ÖZGEÇMİŞ.....	158

TABLÖLAR LİSTESİ

	Sayfa No
Tablo 1: Verimlilik Türleri	13
Tablo 2: Yıllara Göre Veri Zarflama Analizi Yayınları	39
Tablo 3: Tek Girdi ve Tek Çıktıdan Oluşan Sistemler	50
Tablo 4: İşyerlerine Ait Etkinlik Değerleri	53
Tablo 5: İki Girdi ve Bir Çıktıdan Oluşan Sistemler	53
Tablo 6: Bir Girdi ve İki Çıktıdan Oluşan Sistemler	56
Tablo 7: Hastane Örneği	58
Tablo 8: Sabit Ağırlıklar ve VZA ile Hesaplanmış Etkinlik Değerleri	59
Tablo 9: Girdi Yönelimli Primal Modelden Dual Modele Geçiş	69
Tablo 10: 1982-2008 Yılları Arasında Otomotiv Firmalarının 500 Büyük Sanayi Kuruluşu İçindeki Payı(%)	97
Tablo 11: Kapasite Kullanım Oranları	100
Tablo 12: Girdiler Tablosu	119
Tablo 13: Çıktılar Tablosu	119
Tablo 14: Firmaların Etkinlik Düzeyleri	124
Tablo 15: Ford Otomotiv Analiz Sonuçları	124
Tablo 16: Karsan Otomotiv Analiz Sonuçları	126
Tablo 17: Etkin Firmaların Etkin Olmayanlara Referans Olma Sayıları	128
Tablo 18: Finansal Oran Grafiklerindeki Firma Kodları	129

ŞEKİLLER LİSTESİ

	Sayfa No
Şekil 1: Verimlilik.....	8
Şekil 2: Verimliliği Etkileyen Etmenler.....	9
Şekil 3: Verimlilik Çemberi.....	12
Şekil 4: Teknik Etkinlik.....	18
Şekil 5: Tahsis Etkinliği.....	21
Şekil 6: Tek Girdi/Çıktılı Mağaza Örneklerinin Karşılaştırılması.....	51
Şekil 7: Regresyon Çizgisi ve Etkinlik Sınır Çizgisi.....	52
Şekil 8: İki Girdi ve Bir Çıktıdan Oluşan Sistemler	54
Şekil 9: A Mağazasına Ait Etkinlik İyileştirmesi	55
Şekil 10: Bir Girdi ve İki Çıktıdan Oluşan Sistemlerde İyileştirme	56
Şekil 11: BBC ve CCR Modellerinde Üretim Üst Sınırı	79
Şekil 12: Toplam Pazar (Otomotiv + Ticari Araç)	99
Şekil 13: Toplam Üretim ve Otomobil Üretimi.....	100
Şekil 14: Üretim ve İhracat Miktarları.....	103
Şekil 15: Dünya Otomotiv Sektörü: Üretim, İhracat, Pazar	104
Şekil 16: 1983-2008 Döneminde Otomotiv Sanayinin İstihdam Payı(%).....	104
Şekil 17: Üretim Sektöründe Finansal Etkinlik Analizi Modeli.....	116
Şekil 18: Ford Firması Girdi-Çıktı İyileştirme Oranları	125
Şekil 19: Ford Firması Referans Kümesi Dağılımı.....	125
Şekil 20: Karsan Firması Girdi-Çıktı İyileştirme Oranları	127
Şekil 21: Karsan Firması Referans Kümesi Dağılımı.....	127
Şekil 22: Top. Aktif Devir Hızı - Etkinlik Grafiği.....	130
Şekil 23: Top. Aktif Karlılığı - Etkinlik Grafiği	132
Şekil 24: Net Kar Marjı - Etkinlik Grafiği.....	133
Şekil 25: Öz Sermaye Karlılığı - Etkinlik Grafiği	134
Şekil 26: Yerli Sermaye Oranı - Etkinlik Grafiği	135

KISALTMALAR

BCC	: Banker, Charnes, Cooper
CCR	: Charnes, Cooper, Rhodes
DEA	: Data Envelopment Analysis
DMU	: Decision Making Unit
DPT	: Devlet Planlama Teşkilatı
İMKB	: İstanbul Menkul Kıymetler Borsası
İSO	: İstanbul Sanayi Odası
İTO	: İstanbul Ticaret Odası
İVO	: İşgücü Verimlilik Oranı
KKO	: Kapasite Kullanım Oranı
KVB	: Karar Verme Birimi
MVO	: Malzeme Verimlilik Oranı
OEM	: Original Equipment Manufacturer
OSD	: Otomobil Sanayicileri Derneği
ÖTV	: Özel Tüketim Vergisi
SVO	: Sermaye Verimlilik Oranı
VZA	: Veri Zarflama Analizi

1. GİRİŞ

Günümüzde tüm sektörlerde artan firma sayısı ve gelişen küreselleşme olgusu; firmaları, kaynaklarını en etkin şekilde kullanmaya ve tüm segmentlerde tam etkinlik seviyesine ulaşmaya zorlamaktadır. Firmaların bu çabalarının, ne ölçüde başarıya ulaştığını görebilmelerinin en doğru yolu da, kendileriyle aynı sektördeki diğer firmalarla yapacakları karşılaştırmalardır. Artık global pazarda faaliyet gösteren çoğu firmanın hayatını sürdürebilmesi, rakiplerine göre konumlarına bağlıdır. Bu yüzden firmalar sektörde nerede olduklarını, rakiplerinin ne durumda olduğunu ve en etkinlerin seviyesine çıkabilmek için neler yapmaları gerektiğini bilmek istemektedirler. Bu çalışmada incelen otomotiv sektörü de, global pazara hizmet vermesi, hızla değişen teknolojik, finansal ve örgütsel yapıları, ekonomik koşullara karşı fazla kırılgan yapısı ve acımasız pazar şartlarıyla; firmaların sürekli birbirini kıyaslaması gerektiği bir sektördür. Bu sektördeki firmalar, bulundukları ekonomilerde en güçlü ayaklardan birini oluşturduklarından, gerek hayatlarını sürdürebilmeleri, gerekse ülke ekonomisine ve istihdamına katkılarına devam edebilmeleri için en etkin şekilde kaynaklarını kullanmalı ve süreçlerini planlamalıdır.

Özellikle otomotiv sektörü gibi çoklu girdi ve çoklu çıktı bileşimine sahip sektörlerde firmaların en iyilerle kendilerini kıyaslaması için kullanılabilecek yegâne yöntem Veri Zarflama Analizidir. Parametresiz bir yöntem olan, dolayısıyla sonlu sayıda parametreye bağlı bir fonksiyona ihtiyaç duymayan VZA, aynı zamanda, girdi ve çıktıların birimlerinden bağımsız olarak da hesaplama yapma imkânı verir. Bu yöntem ile firmalar; geniş bir bantta belirleyebilecekleri girdi-çıktı bileşimleriyle, birbirlerini kıyaslama, en iyileri belirleme ve onların seviyelerine ulaşabilmek için yapmaları gerekenlerle ilgili verilere ulaşma imkanı bulabilmektedirler.

VZA’da sektörün yapısına göre iki farklı model kurulabilir; eğer çıktı düzeyi belirli ise, belirli bir çıktı miktarının üretilebileceği minimum girdi miktarını; eğer girdi düzeyi belirli ise, belirli bir girdiyle üretilebilecek maksimum çıktı miktarını analiz eden girdi yönelimli ve çıktı yönelimli modellerle etkinlik analizi yapılabilir.

Bu çalışmada da Türkiye ekonomisindeki en önemli sektörlerden biri olan otomotiv sektöründe, bizzat motorlu taşıt üretiminde faaliyet gösteren firmaların etkinlikleri incelenmiştir. Çalışmanın akademik bir araştırma amacıyla tarafsız bir şekilde yapılması önem taşımaktadır. Zira firmaların kendi bünyelerinde yapılan araştırmalarda, hesap verme yükümlülüğü gibi nedenlerle bazı sonuçlarda objektif davranılamaması söz konusudur. Bu da stratejik olarak doğru kararları vermesi gereken üst yönetimi yanıltarak, hatalı kararlar vermelerine neden olabilir ve bu kararlar o firma için hayati önem taşıyabilir. Akademik alanda ise, bu konuda yapılmış az sayıdaki çalışmada firma seçimi noktasında hatalı sonuçlara neden olabilecek seçimler yapıldığı görülmüştür. Firmaların, aynı sektör başlığı altında faaliyet göstermesi; hepsinin aynı anda birbiriyle kıyaslanabileceği anlamına gelmemektedir. Zira aynı sektör altında, tamamen farklı girdi-çıkıtı bileşimlerine sahip, farklı ölçeklerde birçok firma bulunmaktadır.

Benzer girdi-çıkıtı bileşimlerine sahip ve aynı zamanda birbirlerine rakip konumda bulunan firmaların kıyaslanması doğru olacaktır ki, VZA da ancak bu şekilde doğru sonuç verecektir. Bununla beraber tanımında belirtilen; “benzer girdi-çıkıtı bileşimine sahip karar verme birimleri” ifadesi ve 1978 yılında yöntemin ortaya çıkışında, Charnes, Cooper ve Rhodes’un çalışması da bunu destekler niteliktedir. Bu çalışma da sadece motorlu taşıt üretimi yapabilen ve benzer girdi-çıkıtı bileşimine sahip firmalar incelenmiştir.

Tezin birinci bölümünde, işletmelerin performans analizi ile ilgili temel kavramlara yer verilmiştir ve performans yönetimi, analizi ve sorunları ile ilgili konular açıklanmıştır. İkinci bölümde ise, Veri Zarflama Analizi; temel kavramları, sistematik yapısı, matematiksel modelleri, analiz yaklaşımları, uygulama aşamaları ve güçlü-zayıf yönleriyle, ayrıntılı olarak anlatılmış ve okuyucunun uygulamayı rahat anlayabilmesi için tam bilgi sahibi olması hedeflenmiştir.

Tezin üçüncü bölümünde, incelen otomotiv sektörünün dünyadaki ve Türkiye’deki durumu hakkında genel bilgiler verilmiş; analize konu olan Türk Otomotiv Sektörünün de, ekonomiye katkıları, önemli sorunları, geleceğe yönelik beklenti ve hedefleri hakkında bilgiler verilmiştir. Son bölüm ise, uygulama kısmından oluşmaktadır. Türk Otomotiv Sektöründe faaliyet gösteren ve analize dahil edilen firmaların finansal etkinlikleri VZA ile incelenmiştir. Analizde kullanılacak VZA modeli ve girdi-çıktı kümelerinin belirlenmesi hakkında bilgiler verilip, analiz sonuçları açıklanmıştır. Firmaların etkinlik düzeyleri tablo halinde verilerek, etkin olmayan firmalar için oluşturulan referans kümeleri ve etkin olabilmeleri için gerekli hedef değerleri belirtilmiştir. Bu temel analize ek olarak; firmaların etkinliklerinin, çeşitli finansal oranlarla (Toplam Aktif Devir Hızı, Toplam Aktif Karlılığı, Net Kar Marjı, Özsermaye Karlılığı) ve sermaye yapısıyla (Yerli-Yabancı-Karma) ilişkisi grafiklerle sunularak, yorumlanmıştır.

2. İŞLETMELERDE PERFORMANS ANALİZİ VE TEMEL KAVRAMLAR

2.1. Verimlilik

Günümüzde verimlilik yaşamımızın her alanına giren bir kavram durumundadır. Sınırsız ihtiyaçları karşılayacak kaynakların kıt olması, bunların en iyi şekilde değerlendirilmesini zorunlu kılmaktadır. Böylece verimlilik kavramı her geçen gün daha çok ön plana çıkmaktadır.

Verimlilik kavramı ülkelerin kalkınma çabalarının değerlendirilmesinde esas olan göstergelerden biridir. Ulusal refahın artırılmasında verimliliğin oldukça önemli rolü olduğu düşüncesi yaygın bir kabul görmektedir. Kalkınma düzeyini yükseltmek isteyen her toplumun temel hedefi mevcut kaynaklarını en yararlı yerlerde ve en yararlı biçimde kullanarak üretimini en çoğa çıkarmak olacağından, bu ülkeler için verimlilik çok önemli bir kavram olarak ön plana çıkmıştır.¹

Dar anlamda üretim odaklı bir kavram olan verimlilik, asıl olarak etkenlik ve etkililik bileşenlerinden oluşmakla birlikte, randıman, yenilik, çalışma yaşamının kalitesi gibi performans boyutlarını da içine almaktadır.²

JPC (Japan Productivity Company)ye göre ise; her şeyden önce verimlilik iyileştirmesinin amacı; üretim maliyetini azaltmak, pazarı genişletmek, istihdamı artırmak, daha yüksek gerçek ücretler için çalışmak ve iş gücünün, yönetimin ve tüketicilerin yaşam standartlarını iyileştirmek için kaynak yararlılığını, insan gücünü, varlıkları v.b. bilimsel olarak maksimize etmektir.³

¹ Alper Aydın, **İmalat sanayi ve Alt Kollarında Verimlilik, Üretim, İstihdam, Ücret ve İşçi, Saat Göstergeleri**, (Ankara, MPM Yayınları, 1999), 25.

² M. Baş, A. Artar, **İşletmelerde Verimlilik Denetimi, Ölçme ve Değerlendirme Modelleri**, (Ankara, MPM Yayınları, 1991), 36.

³ R. JURAİY, “İşletmelerde Verimlilik Ölçme ve Değerlendirme”, (Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, 1996), 2.

Verimlilik;⁴

- Doğru işi, doğru biçimde, doğru ölçekle yapmayı hedefleyen akılcı yaşam biçimidir; Sürekli değişimi hedefleyen bir inançtır;
- Kaynakların etken ve etkili kullanıldığına ilişkin bir ölçü olup, üretim odaklı bir olgudur;
- Örgütsel performansın fiziksel bir ölçümüdür;
- Gelişmişlik düzeyinin bir göstergesidir.

Performans ölçütlerinden biri olan ve yaygın olarak kullanılan verimlilik, diğer anlamıyla üretkenlik veya prodüktivite yani bir üretim ya da hizmet sisteminin ürettiği çıktı ile bu çıktıyı elde etmek için kullandığı girdi veya girdiler arası ilişki olarak tanımlanmaktadır. Bu tanımda olduğu gibi verimlilik, üretim sürecinde kaynakların etkin kullanılması şeklinde yorumlanınca, etkinlik kavramıyla karıştırılabilmektedir. Ancak etkinlik tamamen fiziki birimlere dayanmaktadır ve fiziki birimler halinde ölçülen girdiye göre çıktı oranıdır. Oysaki bir firmada verimlilik, işgücü, hammadde, makine, teçhizat donanımı ile kullanılan sermaye miktarı, teknolojik düzey, firmaların yönetim ve organizasyon yapısı, yenilik ve bilgiye açık olmaları gibi pek çok faktöre bağlı olarak oluşmaktadır.

Verimlilik Göstergeleri Örnekleri:⁵

- Üretilen ürün başına maliyet (maliyet/çıktı)
- Taburcu olan hasta başına tedavi süresi (zaman/çıktı)
- Birim karayolu başına bakım onarım maliyeti (maliyet/çıktı)
- İşlemi tamamlanan her bir müracaat için değerlendirme süresi (zaman/çıktı)
- Sağlanan turizm geliri başına tanıtım harcaması (maliyet/sonuç)
- Aşılanan çocuk başına maliyet (maliyet/çıktı).

⁴ Reha Yolalan, **İşletmeler Arası Göreli Etkinlik Ölçümü**, (Ankara: Milli Prodüktivite Yayınları, 1993), 483.

⁵ DPT, **Kamu Kuruluşları İçin Stratejik Planlama Klavuzu**, (Ankara, 2003), 4.

Başka bir tanıma göre verimlilik artışı beş şekilde oluşabilmektedir:⁶

1. Daha az kaynak (girdi) kullanıldığında aynı düzeyde çıktı üretildiğinde,
2. Kullanılan kaynakların miktarı değişmeden daha çok sayıda çıktı üretildiğinde,
3. Daha girdi ile daha çok çıktı üretildiğinde,
4. Girdilerde bir artış olduğunda, çıktı miktarında daha büyük oranda bir artış gerçekleştiğinde,
5. Tam tersi şekilde, girdilerde yapılan bir azaltma sonucunda, çıktılarda daha küçük miktarda azalma meydana geldiğinde, verimlilik değerinde artışlar gözlenmektedir.

İlerleyen yıllarda klasik okul iktisatçıları tarafından yoğun olarak kullanılan verimlilik kavramı, Smith ve Ricardo gibi iktisatçıların daha çok tarım sektöründe emek verimliliğine yoğunlaşmasıyla, literatürde iyice yer kazanmaya başlamıştır. Smith' göre değeri üreten emektir. Emegın verimliliğini arttıran en önemli faktörler ise; sermaye, işbölümü, bilgi ve beceride ihtisaslaşmadır. Birleşik devletlerde de emek verimliliği oldukça önemli hatta Avrupa'dakinden daha önemli görülmüştür. Çünkü emeğe göre diğer üretim faktörleri (arazi, su kaynakları, madenler vs.) oldukça boldu ve emegın marjinal verimliliği çok yüksekti. Bu da işçilerin arzu ettikleri gibi bir ücret marjında sanayi de ve ticarete çalışmalarını sağlamıştı.⁷

Sanayi devrimi sırasında ABD'de emek verimliliği ölçümü en çok tartışılan kavramlar olmasına rağmen, üretim kapasitesiyle ilgili olan ve devam eden üretim süreçlerinde ilgi duyulan özel verimlilik alanları oluşmuştur. Örneğin bir petrol rafinerisinde günlük üretilen ham petrol varil oranı, otomotiv montaj sanayinde günlük veya vardiyaya göre üretilen araç sayısı veya çelik endüstrisinde bir dönemde üretilen malın birim ton değeri gibi.⁸

⁶ Boaz Golany, Gang Yu, "Theory and Methodology Estimating Returns To Scale In DEA", **European Journal Of Operations Research**, Vol.103, Issue 1, (1997): 28.

⁷ Fehim Bakırcı, **Üretimde Etkinlik Ölçümü ve Veri Zarflama Analizi Teori ve Uygulama**, (Tokat, Atlas Yayınları, 2006), 42.

⁸ Age, 42.

Uzun bir tarihsel geçmişe sahip olan verimlilik kavramı son yüzyıl içerisinde iktisatçılar tarafından ürün ile girdiler arasındaki oransal ilişki olarak yorumlanmaya başlanmış ve daha açık ve net bir anlam kazandırılmıştır. Bu yaklaşımla verimlilik matematiksel olarak çıktının girdiye oranı, yani; $\text{Verimlilik} = \text{Çıktı} / \text{Girdi}$ olarak ifade edilebilir. Bu ilişkiden yola çıkarak ilk olarak verdiğimiz tanımla, “verimlilik, bir üretim veya hizmet sisteminin ürettiği çıktı ile bu çıktıyı elde etmek için kullanılan girdilerin oranından oluşan bir katsayıdır” biçiminde yeniden düzenleyebiliriz. Buna göre, eğer herhangi bir üretim birimi, kullanılan üretim faktörleri bileşiminden daha önceki dönemlere göre daha fazla veya daha iyi ürün elde etmişse, verimliliği sağlamıştır” sonucuna varılır. Mevcut üretim sürecinde uygulanan yöntemlerde, girdi miktarında, üretim kapasitesinde, çıktı karmasında oluşan tüm değişimlerin “çıktı/girdi” ilişkileri düzeyinde göstergesidir.⁹

Bu değişimler kabaca üç biçimde ifade edilebilir;

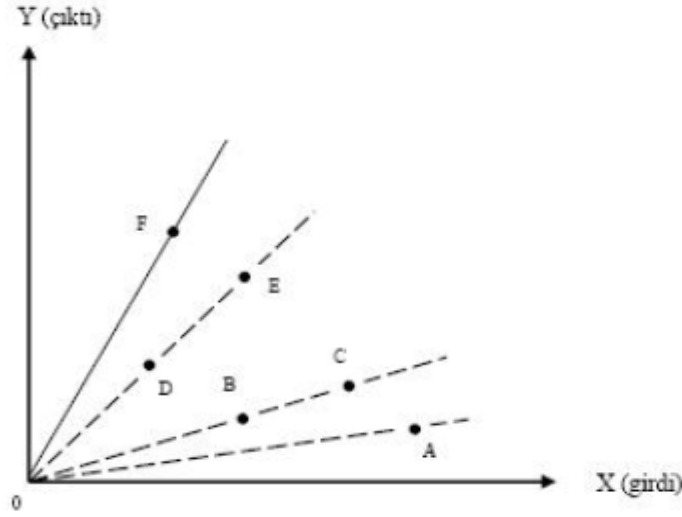
- Aynı girdi ile daha çok çıktı elde etmek
- Aynı çıktıyı daha az girdi ile elde etmek
- Çıktıyı girdiden daha fazla arttırmak

Yukarıda verilen verimlilik değerlendirmesi, tek bir girdi kullanarak tek bir çıktı alan firmalar için iyi bir ölçü olabilir. Girdiyi, çıktıyı ve bununla birlikte, girdi başına çıktı olarak tanımlanan verimliliği ölçmekte herhangi bir sorun yoktur. Ancak çok girdi ve çok çıktılı karar birimlerini içeren değerlendirmelerde, bu yaklaşım, yetersiz kalabilmekte ve hatalı sonuçlar verebilmektedir. Bu tür olumsuzlukları ortadan kaldırmak için çok girdili ve çok çıktılı analizler yapılır. Birbirine benzemeyen girdi ve çıktı unsurları maliyet ya da değer ağırlığı gibi yöntemler kullanılarak benzer birimler haline getirilirler. Daha sonra toplam girdi ve çıktı faktörlerinin oranına bakarak bir değerlendirme yapılmaktadır. Ancak bu değerlendirme fiziki birimler oranı olarak değil de ekonomik birim oranı olarak anlam kazanabilmektedir. Bu yaklaşımda farklı girdi ve çıktıların nasıl toplanacağı konusunda bir belirsizlik vardır. Ancak daha ileride gösterilecek olan veri zarflama analizi bu konuda yeni açılımlar sağlamaktadır.¹⁰

⁹ Zuhal Akal, **İşletmelerde Performans Ölçüm Ve Denetimi -Çok Yönlü Performans Göstergeleri**, (Ankara, MPM Yayınları, 2002), 25.

¹⁰ Bakırcı, **age**, 44.

Herhangi bir karar biriminin verimliliğini, çıktının girdiye oranı olarak tanımlamıştık. Tek girdi-tek çıktı durumu dikkate alındığında, (0,0) noktasından başlayan ve karar birimini temsil eden noktadan geçen ışının eğiminin, bu karar birimi için verimlilik değerini verdiğini söyleyebiliriz; bu ışının eğiminin artması verimliliğin yükseldiğini göstermektedir. Şekil 1’de tek girdi ve tek çıktı durumu için gözlenen çeşitli karar birimleri verilmiştir. Bu karar birimleri arasında en yüksek verimlilik düzeyine sahip karar biriminin F olduğu görülmektedir. Çıktısının girdisine oranı ve dolayısıyla eğimi en yüksek olan karar birimidir. D ve E karar birimleri ise farklı ölçeklerde çalışmalarına rağmen aynı verimlilik düzeyine sahip karar birimleri olarak F ’in ardından ikinci en verimli karar birimi oldukları görülmektedir. Benzer şekilde B ve C karar birimleri de farklı ölçeklerde aynı verimliliğe sahip iki karar birimi olarak gözlenebilmektedir. En düşük verimliliğe sahip A karar birimi ise, tüm karar birimleri arasındaki en az çıktıyı yine tüm karar birimleri arasında en fazla girdi kullanarak elde eden karar birimidir.



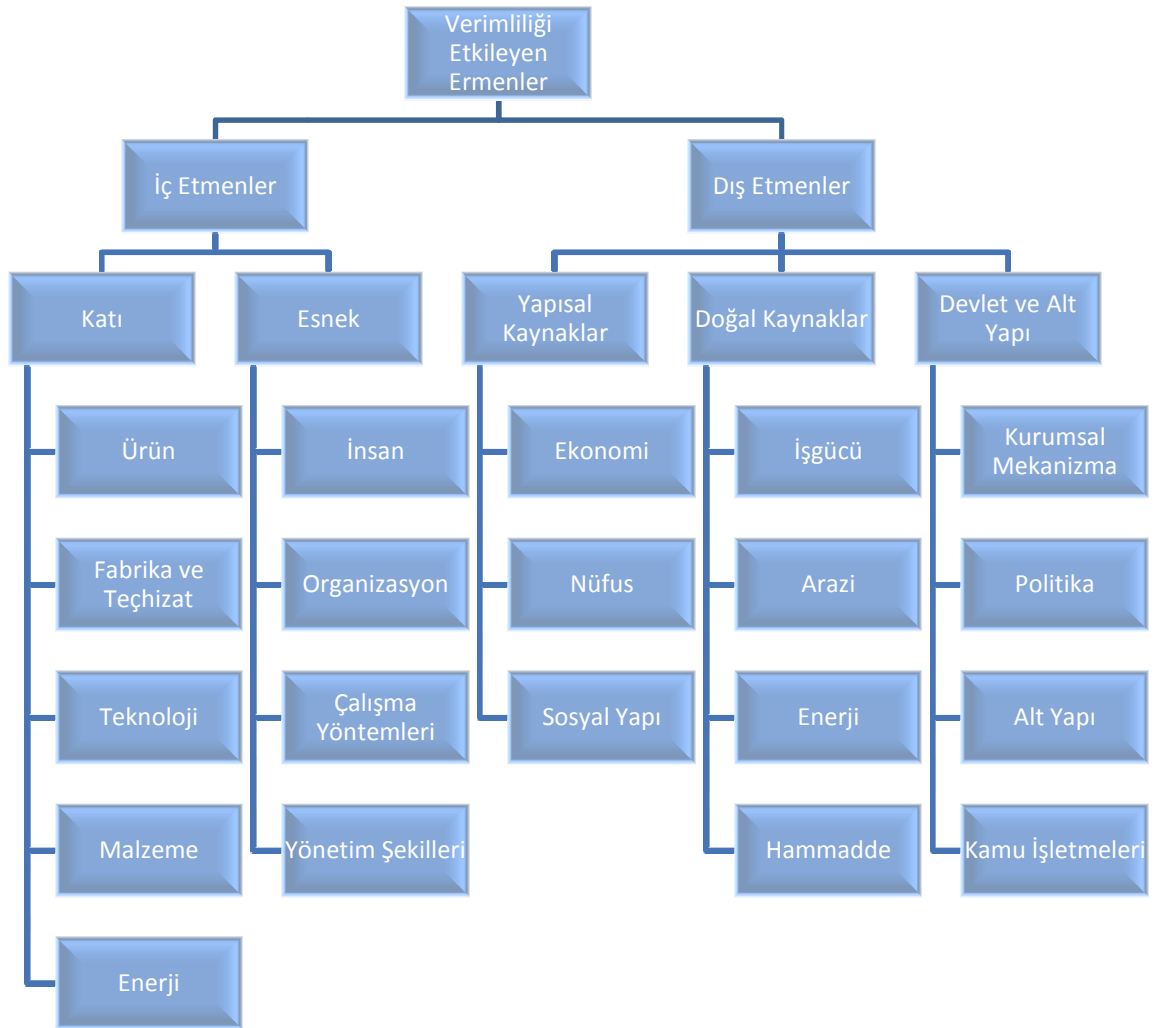
Şekil 1: Verimlilik

Bakırcı, age, 45.

Günümüzde ise verimlilik, elde edilen ürün ve hizmetin kalitesini yükseltme, çevreyi koruma, çalışanlara en iyi yaşam ve çalışma koşullarını sağlama ve bu arada birim girdi başına üretim miktarını artırma çabalarının bir bütünü olarak karşımıza çıkmaktadır.

2.1.1. Verimliliği Etkileyen Etmenler

Verimliliği etkileyen pek çok etken bulunmaktadır. Bu etkenler öncelikle iç ve dış etkenler olmak üzere ikiye ayrılır. İç etkenler işletmenin bünyesinde, girdi ve çıktılar üzerinde etkili olan etkenlerdir. Bu iç etkenler de kendi içinde, katı etkenler (kolay değiştirilemeyen) ve esnek etkenler (kolay değiştirilebilen) olmak üzere ikiye ayrılır. Dış etkenler ise, hükümet politikalarını ve kurumsal mekanizmaları, ekonomik ve sosyal koşulları, finansman, enerji, hammadde sağlama olanaklarını kapsamaktadır. Görüleceği üzere dış etkenler işletme tarafından denetlenemeyen etkenlerdir.



Şekil 2: Verimliliği Etkileyen Etmenler

Zeyyat Sabuncuoğlu, Tuncer Tokol, İşletme, (Bursa, Furkan Ofset, 2003), 30.

2.1.2. Verimliliğin Bağlı Olduğu Değişkenler

Burada da verimlilik artışının, hangi etkenlere bağlı olduğuna, kaynaklarının neler olabileceğine ve verimliliğin nelerden etkilenebileceğine kısaca değinmek gerekirse;¹¹

- **Ürün tasarımında ve bileşimindeki değişmeler**, verimlilik oranlarının zaman içinde değişmesine yol açar. Bu tür değişmeler, ürünü alıcı için beğenilir ve çekici kılan, imalatı kolaylaştırıcı, maliyeti azaltıcı yönde alınan önlemlerle sağlanabilir ve üretim akışını hızlandırarak verimliliği olumlu yönde etkiler. Üründeki tasarım ve bileşim değişimleri, teknik bilginin oluşum ve yayılma sürecindeki hızla bağlı olarak üretimi ve verimliliği etkiler.
- **Üretim İşleminin gerçekleştirildiği üretim sürecinin niteliğindeki gelişmeler**, verimliliği artırır. Bunlar, bilimsel ve teknolojik gelişmelerin üretime uygulanmasından kaynaklanan gelişmelerdir. Öte yandan, işletmelerin bünyesinde gerçekleştirilebilecek araştırma-geliştirme çalışmaları ve işletme içi teknik ve yönetici personelden sağlanabilecek yaratıcı katkıların da, üretim sürecinde girdi tasarrufu sağlayıcı, üretim akışını hızlandırıcı yeni düzenlemeler getirerek verimliliği artırabileceği bir gerçektir.
- **Üretim sürecinin kapsamında meydana gelebilecek değişiklikler** verimliliği etkiler. Kimi zaman işletmeler hammadde yerine yarı mamul alıp sadece bunları işleyerek kapsam daraltmasına gidebilirler. Böyle durumlarda, genellikle, riski ve maliyeti fazla olan birimler devreden çıkartılacağından, verimlilik düzeyinde gelişme gözlenir.
- **Örgüt ve yönetimdeki değişmeler** de verimliliği etkiler. İşyeri örgütlenmesinde, yerleşme planında, malzeme taşınmasında, üretim planlama ve denetiminde, aktif ve pasif varlıkların yönetiminde sağlanan başarılar, verimliliği artırır.
- **Üretimde kullanılan sabit sermaye kapasitesi** (makine ve donatı) ancak yeni yatırım ve genişleme projeleri ile artırılabilir. Bu nedenle, söz konusu girdinin kısa dönemde sabit olduğunu kabul etmek yanlış olmaz.

¹¹ Emine Üstündağ, “Veri Zarflama Analizi İle Verimliliğin Değerlendirilmesi: Çimento Sektöründe Bir Uygulama”, (Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, F.B.E., 2009), 14.

Bu durumda, kurulu sermaye kapasitesinin ve işgücü girdisinin mümkün olduğunca eksiksiz kullanımı, verimliliği artırıcı yönde etki yapar. Kurulu kapasitenin tamamının kullanılmasını önleyici piyasa koşulları, konjonktürel dalgalanmalar, ekonominin yapısal bozuklukları, darboğazlar (ithalat güçlükleri, enerji kısıtlamaları, grevler vb.) kapasite kullanımını, dolayısıyla verimliliği olumsuz yönde etkileyen faktörlerdir.

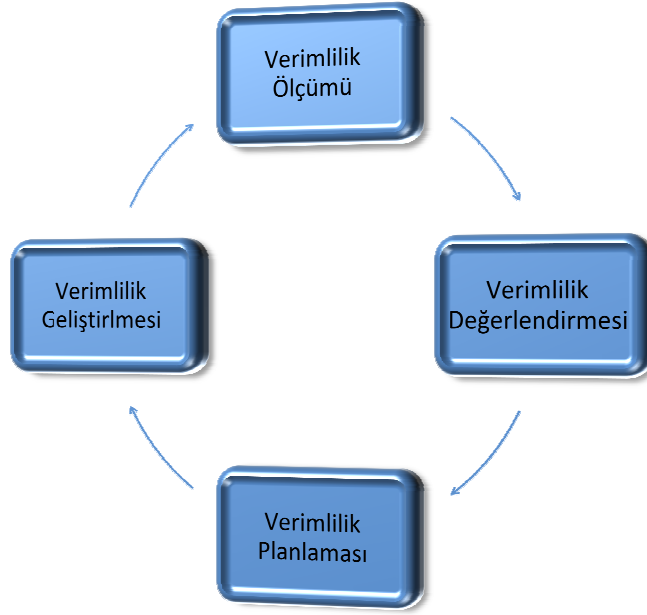
2.1.3. Verimlilik Ölçümü

İşletmeler kendilerine uygun verimlilik ölçütlerini belirlemekte özgürdürler. Fakat kullanılacak olan bu ölçütler olaylara ve durumlara göre farklılaşmaktadır, hatta durum sayısı kadar verimlilik ölçütü bulunabilmektedir. Bazı verimlilik ölçütleri diğerlerine göre daha açıklayıcı olduğundan, işletmelerde verimlilik ölçümleri ayrıntılı olarak yapılmalıdır.

İşletmelerde performans ve verimlilik ölçümleri gelişme faaliyetleri için kritik bir yer tutmaktadır. Ölüm sonuçları verimlilik için neler gerektiğini tanımlamaya yardımcı olur ve en çok ihtiyacı olan departman ve uygulamalarda, iyileşme yapılabilmesi için, gerekli kaynaklara odaklanmak amacıyla kullanılabilir. Performansın ortaya konulmasını, geri beslemeyi ve performansın en üst düzeye çıkmasını sağlayacak olan faktörlerin belirlenmesi için verimlilik ölçümleri oldukça gereklidir. Verimlilik ölçümü büyümeyi sağlamak için üretim sektöründe, hizmet sektöründe ve kar amacı gütmeyen sektörlerde de kullanılabilir.

Çıktının girdiye oranından oluştuğu düşünülen verimin sanıldığından çok daha fazla boyutu vardır. Şekilde yer alan verimlilik çemberi, verimlilik ölçümünün bir döngünün parçası olduğunu göstermektedir. Bu ölçü sistemi dinamik bir süreçtir ve tekrarlanması gerekmektedir. Ama verimlilik sağlayarak katma değer ise işletmenin verimlilik açısından nerede olduğunun bilinmesine yani verimlilik ölçümü yapılmasına ihtiyaç duyulur. İşletmenin durumunun değerlendirilmesinden sonra belirli bir plan çerçevesinde hareket edilerek amaç olarak belirlenmiş düzeye ulaşılmaya çalışılır.¹²

¹² İlknur Yavuz, **Verimlilik ve Etkinlik Ölçümünde Yeni Yaklaşımlar ve İllere Göre İmalat Sanayinde Etkinlik Karşılaştırmaları**, (Ankara, MPM Yayınları, No:667, 2003), 14.



Şekil 3: Verimlilik Çemberi

İlknur Yavuz, **Verimlilik ve Etkinlik Ölçümünde Yeni Yaklaşımlar ve İllere Göre İmalat Sanayinde Etkinlik Karşılaştırmaları**, (Ankara, MPM Yayınları, 2003), 14

Tüm bu unsurlar belirlendikten sonra işletme eksik yönlerini görebilmekte ve yapılan verimlilik ölçümleri amacına ulaşabilmektedir. Hedeflenen sapmaların, israf edilmiş ya da atıl kalmış kaynakların girdi ve çıktı miktarlarının, diğer işletmelerle karşılaştırılabilme olanaklarının ve işletmenin o zamana kadar verimlilik düzeyinde meydana gelmiş değişikliklerin belirlenmesi, hem verimlilik ölçümlerine ışık tutmakta hem de ileriki yıllarda verimlilikte olabilecek değişme ve gelişmelerin tahmin edilmesini sağlamaktadır.

Bir üretim ya da hizmet sürecinde girdilerin ve ürünlerin çeşitliliğinin çok rastlanan bir durum olması, verimlilik ölçümlerinde, çıktı-girdi bileşimlerinin çeşitliliğine dayalı göstergelerin geliştirilmesini gerektirmiştir. Buna göre verimlilik göstergeleri üç grupta toplanmaktadır;

- a. Toplam Verimlilik Oranı:** Toplam Verimlilik, belirli bir dönemde elde edilen toplam üretimin (çıktının) bu üretim için kullanılan toplam girdiye oranıdır. Toplam verimlilik oranları örgütün etkinliğinin en iyi göstergelerinden biridir.

Toplam Girdi, işgücü, malzeme, sermaye, enerji vb. girdilerin toplamıdır. $TV = \text{Toplam Üretim} / \text{Toplam Girdi}$

- b. Çok Faktörlü Verimlilik Oranı:** Toplam çıktı ya da çıktının bir bölümü ile girdilerin bir türü ya da birkaç çeşit girdi türü arasındaki ilişkileri ölçen orandır. $ÇFV = \text{Çıktı} / (\text{İşgücü} + \text{Malzeme} + \text{Enerji})$
- c. Kısmi Verimlilik Oranı:** Toplam çıktının ya da bir bölüm çıktının, ayrı ayrı her bir girdi türüne oranlanması ile elde edilir. Bu oranlar, bir girdi cinsinin birim miktarına düşen üretim miktarını gösterir.

Tablo 1: Verimlilik Türleri

Verimlilik Türü	Formül	Örnek
Kısmi Verimlilik	Çıktı/ Tek bir girdi	Çıktı/ İşgücü
Çoklu Faktör Verimliliği	Çıktı/ Birden fazla girdi	Çıktı/ İşgücü+Makine
Toplam Verimlilik	Çıktı/ Tüm girdiler	Çıktı/ İşgücü+Makine+Sermaye+Hammadde+Enerji

Kaynak: Yavuz, **age**, 3.

2.2. Etkililik

Türk Dil Kurumu'na göre sözlük anlamı “*etkili olma durumu, müessiriyet*” olan etkililik kavramı kısaca, gerçekleştirilmek istenen ile gerçekleşenin karşılaştırılmasıdır ve basit olarak amaçları gerçekleştirme derecesi olarak tanımlanabilir. Etkililik firma ya da işletmelerin önceden tanımlanmış hedeflerine ulaşmak amacıyla gerçekleştirdikleri faaliyetlerinin sonunda, bu hedeflere ulaşma derecesini belirlemektedir. Sıklıkla etkinlik ile aynı anlamda kullanıldığı görülen etkililik, gerçekte etkinlikten oldukça farklı bir kavramı ifade etmektedir.¹³

¹³ Cengiz Dikmen, “Veri Zarflama Analizi İle Üniversitelerin Etkinliğinin Ölçülmesi”, **Kocaeli Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi**, c: 3, s: 6, (2008), 3.

Etkinlik *mevcut kaynakların kullanımı* ile ilgili bir kavram olmasına karşın etkililik *amaçlarla ve çıktılarla* ilgili bir kavramdır. Etkililik” belirlenen amaçların başarıma, “Etkinlik” ise sonuçları en az kaynakla elde etme başarısının ölçüsü olarak tanımlanmaktadır. Bu bağlamda, çıktının girdiye oranı söz konusu olduğunda “verimlilik”, çıktıların en az kaynakla elde edilme başarısı söz konusu olduğunda “etkinlik” kavramı kullanılmalıdır.

Etkililik, örgütün önceden tanımlanmış amaçlarına ulaşmak amacıyla gerçekleştirdikleri etkinliklerin sonucunda bu amaçlara ulaşma derecesidir. Etkililik çıktılarla ilgili bir kavramdır. Oysa etkinlik, mevcut kaynakların kullanımı ile ve araçlarla ilgilidir. Bu durumda bir firma etkin olabilir ancak etkili çalışmayabilir ya da tam terside geçerlidir. Etkililik kavramı ulaşılacak bir çıktı hedefi, yani bir performans standardının başarılmaması veya bütün kısıtlamalar kaldırıldığında mümkün bir ideal potansiyeli içermektedir.

Etkinlik, işi doğru yapmak; etkililik, doğru işi yapmak olarak basitçe tanımlanabilir. Basit birer örnek vermek gerekirse; bir camın üzerindeki haşerenin yok edilmesi işini ele alalım. Bunun için camın üzerine sert bir cisim atmak gibi bir yöntem seçilmiş olabilir. Etkililik açısından başarılı bir iş ortaya çıkmıştır, çünkü haşere yok edilmiştir. Etkinlik açısından bakıldığında, haşere ile birlikte camda kırılmıştır, yani iş doğru yapılmamıştır, yani burada etkinlikten söz edemeyiz. Pazar araştırması yapılmadan girilen bir sektörü ele alalım; üretimi en etkin, en verimli şekilde yapabilirsiniz. Ancak, en başta yanlış ürün ya da pazar seçimi yapıldığı için ürünün istenen satış rakamlarına ulaşması imkânsız olacaktır. Burada da iş doğru yapılmıştır, ancak, doğru iş yapılmadığından, ulaşılan etkinlik seviyesinin hiçbir önemi kalmamıştır.

Etkililik daha çok şu soruların cevabı gibi gözükmektedir.¹⁴

- Gerçekten ihtiyaç duyulan, yararlı mal ve hizmetler üretildi mi?
- Çıktı üretiminde ne sağlanmak isteniyorken ne sağlandı?
- Ve sonuç olarak dönem başındaki planlarımızın % kaçını gerçek oldu?

¹⁴ Elmas Yıldız, “Kavramsal Düzeyde Etkinlik, Etkililik Ve Verimlilik Olgularına Bir Bakış” <http://www.eko-finans.com/makale1> [13.02.2010], 1.

2.3. Etkinlik

Etkinlik kısaca, eldeki mevcut kaynaklarla ulaşılabilinecek optimum çıktı düzeyine ulaşma derecesi olarak tanımlanabilir. Prokopenko, etkililiği; elimizde var olan girdilerden, ihtiyaç duyulan çıktının, elde edilme derecesini ve var olan kapasitesinin kullanılma durumunu gösteren bir kavram olarak tanımlar. Etkinlik, çıktıları üretmede, kaynakların optimal kullanılma derecesini belirleyen, literatürde bir çok boyutu içeren geniş bir kavram olarak karşımıza çıkmaktadır.¹⁵

Genel tanımlama ile etkinlik işletmelerin belirlemiş oldukları amaçlar doğrultusunda harcadıkları çabalar sonucunda, bu amaçlara ne ölçüde ulaşabildiklerini belirleyen bir performans göstergesidir. Etkinlik, işletmelerin bulundukları sektör içindeki durumlarına yönelik olarak belirledikleri amaçlarla ilgilidir. İşletme için elde edilen sonuçlar, tüm departmanların ve işletme bünyesindeki tüm unsurların ortak elde ettikleri sonuçlar olduğundan, etkinlik, toplam performansı yansıtan en önemli performans göstergesidir.

Kopman, üretim etkinliği ile Pareto Optimumu kavramını birleştirmektedir. Pareto – Kopman, etkinliği; girdi ya da çıktıların bazılarını kötüleştirmeksizin herhangi bir girdi ya da çıktıyı geliştirmek mümkün değilse, üretimi yapan firma ya da işletme tam etkindir, şeklinde tanımlamaktadır.¹⁶

Etkinliğin ölçülmesi için birbirleriyle ilişkili bir dizi etkinlik kavramı geliştirilmiştir. Bir işletmenin minimum maliyet düzeyinde üretim yapmadaki başarısına maliyet etkinliği denir. Farrel maliyet etkinliğini Teknik Etkinlik ve Tahsis Etkinliği olarak ikiye ayırmıştır. Teknik etkinlik, işletmelerin elinde bulundurduğu girdi bileşimini en uygun biçimde kullanarak en çok çıktıyı üretmedeki başarısı, tahsis etkinliği de girdi fiyatlarını göz önünde bulundurarak en uygun girdi bileşimini seçme başarısı olarak tanımlanır.¹⁷

Etkinlik kavramı çoğu kaynakta verimlilik ile aynı anlamda kullanılmaktadır. Fakat kavram olarak da matematiksel hesaplama yöntemi olarak da birbirlerinden ayrı anlaşılmaları gerekmektedir.

¹⁵ Joseph Prokopenko, **Verimlilik Yönetimi, Uygulamalı El kitabı**, çev. O.Baykal, (Ankara, MPM Yayınları, 2003), 44.

¹⁶ Yıldız, age, 6.

¹⁷ Hüseyin Aktaş, “İşletme Performansının Ölçülmesinde Veri Zarflama Analizi”, **C.B.Ü. İİBF Yönetim Ve Ekonomi Dergisi**, c:7, s:1, (2001): 164.

Verimlilik en basit tanımı ile çıktının girdiye oranıdır. Fakat kavram olarak oldukça geniş bir tanımlama ve kullanım alanı vardır. Verimlilik matematiksel olarak hesaplandığında göreceli bir kavram olmadığı ortaya çıkmaktadır. Çünkü incelenen karar birimlerinin verimliliklerini ayrı ayrı hesaplamak mümkündür. Fakat etkinlik kavramı, özellikle çok sayıda girdi kullanarak çok sayıda çıktı üreten işletmelerin etkinlikleri söz konusu olduğunda, göreceli bir kavram olmaktadır. İncelenecek ve karşılaştırması yapılacak olan karar birimlerinin etkinliklerinin birbirlerinden bağımsız olarak belirlenmesi mümkün değildir.

Etkinliğin verimlilikten farklı nitelikleri bulunmakla birlikte aynı zamanda yakından ilişkilidirler. Etkinliğin sadece verimlilik ile değil etkililik ile de benzer yönleri vardır. Etkililik işletmenin belirlenen amaçlarını başarabilme derecesi olarak tanımlanmaktadır ve etkinliğinde işletme amaçları ile yakından ilişkisi vardır.¹⁸

Genel bir anlatım ile etkin üretim, minimum girdi ile isten çıktıyı üretmeyi başarmak olarak tanımlanmaktadır. Bu durum başlangıçta maksimum verimlilik olarak anlaşılıyor olabilir. Fakat etkin üretim en iyi verimliliği garanti edemez. Aralarındaki farkı göstermek için bir örnek verirek: Bir tekstil işletmesi, günde 100 pantolon üretebilmektedir. İşletmenin, iş gücü girdisinde azaltmaya gittiğini düşünelim. İşgücündeki bu azaltma, pantolonlardaki kusur oranlarını %3'ten %8'e çıkarıyorsa işletme bundan hiçbir şey kazanmayacaktır. Aksine geri dönen üretimlerin ve hurdaların maliyeti azaltılan iş gücü maliyetinden fazla olabilir. Eğer azaltılan işgücü maliyetleri ikinci derece kaliteye yol açıyorsa; üretim sayısal olarak daha etkin yapılıyor gibi görünse de, toplam verimlilik azalmış olur. İşletmeler %100 etkin olmadan da yaşamlarını sürdürebilirler, ancak, sürekli etkinsizlik durumu yaşıyorlarsa kapanma durumuna gelebilirler.

İşletme birimlerinin etkinliklerini belirlemek uzun süreden beridir bir yönetim problemi olmuştur, fakat etkinlik ölçümünün en zor olan kısmı eşitli girdilerle, çeşitli çıktılar üreten işletmelerde bu sorunu çözmektir.

¹⁸ Akal, age, 18.

Etkinlik ölçümü işletmelerin bulunduğu sanayi kolunda hangi konumda olduklarının belirlenmesine imkan vermekte ve işletmelerin ellerinde bulunan girdilerle ne ölçüde ideal çıktı üretebileceklerini göstermektedir. Bir işletmenin elinde bulunan girdi bileşimini en optimum şekilde kullanarak mümkün olan en çok çıktıyı üretmedeki başarısı “teknik” etkinlik, girdi ve çıktı fiyatlarını göz önünde bulundurarak en uygun girdi bileşimini seçmedeki başarısı “tahsis” etkinliği ve en uygun ölçekte üretim yapmadaki başarısı da “ölçek” etkinliği olarak tanımlanmaktadır. Bu bileşenlerin tümü, işletmenin genel ekonomik etkinliğini belirlemektedir.¹⁹

2.3.1. Teknik Etkinlik

Üretim, girdilerin çıktılarına dönüştürülme sürecidir. Bu sürecin etkin olabilmesi mevcut teknoloji ve teknolojik değişme çerçevesinde, belirli bir girdi birleşiminin en verimli şekilde kullanılarak optimum çıktının elde edilmesine bağlıdır.²⁰ Bu bağlamda teknik etkinlik, girdi bileşiminin en verimli şekilde kullanılarak mümkün olan maksimum çıktıyı üretme başarısıdır.

Teknik etkin olan karar birimlerinin etkin üretim sınırı üzerinde yer almaları gerekmektedir. Bu anlamda üretim sınırı, teknik etkin olan tüm mümkün üretim karışımlarının kümesidir.

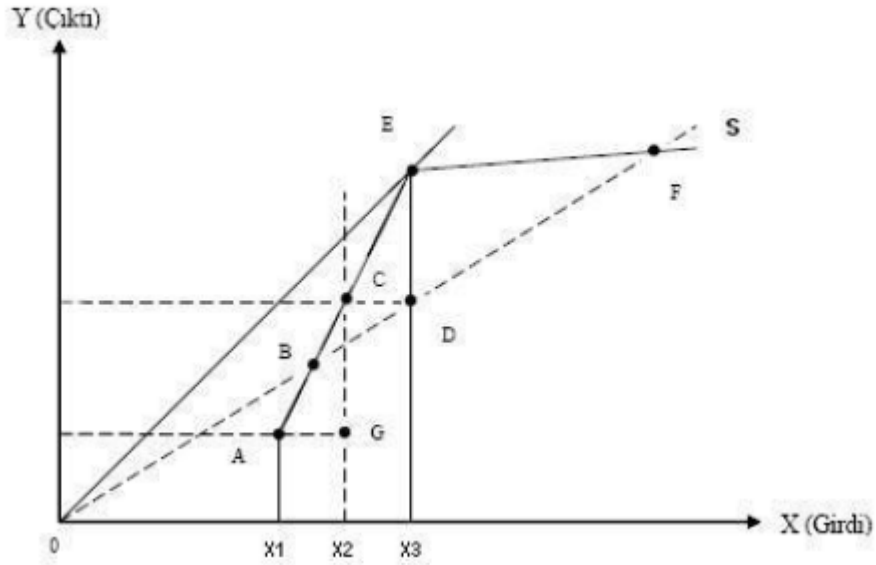
Başka bir deyişle etkin üretim sınırında faaliyet gösteren firmalar girdilerin çıktılarına dönüştürülmesinde tam teknik etkinliğe (full technical efficiency) sahiptir. Etkin üretim sınırı, bir mal ve hizmetin üretiminde, veri teknoloji seviyesinde, optimal girdi bileşimiyle elde edilebilecek en yüksek üretim miktarlarının oluşturduğu teorik sınır olarak tanımlanmaktadır. Teorik olarak bu sınır, teknik etkinliğe ulaşmış yani üretim sınırını tanımlayan karar birimleri ve bunların doğrusal kombinasyonları sonucunda ortaya çıkan varsayımsal karar birimlerinin oluşturduğu sınır olarak da tanımlanabilir.²¹

¹⁹ Yolalan, age, 6.

²⁰ Armağan Tarım, **Veri Zarflama Analizi Matematiksel Programlama Tabanlı Görelî Etkinlik Ölçüm Yaklaşımı**, (Ankara, Sayıştay Yayınları, 2001), 14.

²¹ Aktaş, age, 164.

Şekil 4'te, S etkin üretim sınırı, tam teknik etkinlik koşullarında belirli çıktı düzeylerini üretmek için gerekli minimum girdi miktarlarını göstermektedir. Tek girdi ve tek çıktı durumu dikkate alınarak yapılan analize de elde edilen sonuçlara göre, A, B, C, E, F karar birimleri etkin üretim sınırının üzerinde bulunmakta ve teknik etkin olarak tanımlanmaktadır. G ve D karar birimleri ise bu sınırın altında, teknik etkin olmayan bir durumdadır. G karar birimi A ile aynı miktarda çıktıyı A 'dan daha fazla girdi ile üretmektedir. Yine aynı karar birimi G, C ile aynı girdi miktarını kullanmasına karşın, C karar biriminden çok daha az miktarda çıktı üretmektedir. Bu üç karar birimi arasında yaptığımız kısa analizde G karar biriminin C'ye doğru kayarak teknik etkinliğini arttırabileceği sonucuna varabiliriz. Yine aynı üç karar birimi arasında C en verimli karar birimi olarak gözlenmektedir. Teknik etkin olan A, C kadar verimli değildir ve C'ye doğru kayarak teknik etkinliğini korurken verimliliğini de arttırabilir.²²



Şekil 4: Teknik Etkinlik

Aktaş, age, 165.

Aynı üretim imkanlar kümesinde başka bir karar birimi olan D, B ve F karar birimleri ile aynı verimlilik düzeyine sahip olması karşın teknik etkin değildir. Aynı şekilde D karar birimi, E karar birimi ile aynı miktarda girdi kullanarak ondan daha az çıktı elde etmektedir.

²² Age, 165.

En yüksek verimlilik düzeyine sahip E'ye doğru kayarak hem verimliliğini hem de teknik etkinliğini arttırabilir. Bu birimin teknik etkinlik derecesi etkin üretim sınırından uzaklığının bir ifadesi olarak Ox_2/Ox_3 oranıdır. G karar biriminin ise etkin üretim sınırına olan uzaklığı olarak Ox_1/Ox_2 oranıdır.

2.3.2. Ölçek Etkinliği

Teknik etkinlik kavramını teknik etkinlik ve ölçek etkinliği olarak bileşenlerine ayırmak mümkündür. Birçok mal ve hizmetin üretilmesinde işletme ölçeği (büyüklüğü) üretim fonksiyonun özelliklerine bağlı olarak teknik etkinlik seviyesini etkiler. Kısaca uygun ölçekte üretim yapma başarısı olarak tanımlanabilen ölçek etkinliği, en verimli ölçek büyüklüğüne olan yakınlık kıstası ile araştırılır.²³

Bir üretim sürecinde, girdiler aynı oranda arttırıldığında çıktı seviyesindeki artış, girdilerdeki artış oranından farklı ise ölçeğe göre değişken getiri söz konusudur. Bu farklılık artı yönde ise, yani çıktılardaki artış girdilerden fazla ise ölçeğe göre artan getiri, eksi yönde ise yani çıktılardaki artış girdilerden daha az ise, ölçeğe göre azalan getiri söz konusudur. Eğer girdiler aynı oranda arttırıldığında çıktı seviyesindeki artış, girdilerdeki artış oranından farklılık göstermiyorsa bir başka deyişle, girdi miktarındaki 1 birimlik artışa karşılık çıktı miktarında da 1 birimlik artış gerçekleşiyorsa, ölçeğe göre sabit getiriden bahsedilir. Herhangi bir işletme için, üretim fonksiyonu, ölçeğe göre değişken (artan ya da azalan) getiri özelliğine sahip ise çok küçük ya da çok büyük olmak istenen bir durum değildir.²⁴

Şekil 4' de en verimli ölçek büyüklüğüne sahip E karar birimi, ölçek etkinliğine sahip durumdadır. X_3 birim girdi, optimum çıktı için en verimli girdi miktarıdır. Bu miktarın oluşturduğu sınırın altında (EX_3 doğrusunun solunda) kalan karar birimleri (A,B,C), teknik etkinliklerini korumak kaydıyla, ölçeklerini büyüttükleri zaman verimliliklerinin artacağı yorumu yapılabilir. Bu durum ölçeğe göre artan getiri olarak adlandırılır. Bu kısımda yer alan karar birimleri girdi miktarlarını 1 birim arttırdıklarında çıktı miktarlarında 1 birimden daha büyük bir artışla karşılaşacaklardır.

²³ Tarım, age, 17.

²⁴ Aktaş, age, 165.

Bu sınırın üstünde (EX_3 doğrusunun sağında) kalan karar birimleri ise (F), teknik etkinliğini koruyarak ölçeğini küçülttüğü zaman verimliliğinde artış gözleyecektir. Bu durum da ölçeğe göre azalan getiri olarak adlandırılır. Bu kısımda yer alan F karar birimi girdi miktarını X_3 seviyesine kadar düşürerek fazla miktarda üretimden kaynaklanan etkinsizliğine son verebilir. Bir başka karar birimi olan D ise, en verimli ölçek büyüklüğüne sahip E ile aynı ölçektedir. Optimum ölçekte üretim yapmasına rağmen, E'den daha az çıktı elde eden D'nin, kaynaklarını iyi kullanmadığı sonucuna varılabilir. Bu bölümde bahsedilen üretim sınırı ölçeğe göre değişken getiri özelliği göstermektedir. Ancak bu üretim sınırında ölçeğe göre sabit getiri aralığının bulunmadığına dikkat çekilmektedir. Diğer bir deyişle üretim sınırı ölçeğe göre artan getiri bölgesinden direkt olarak ölçeğe göre azalan getiri bölgesine geçmektedir. Ölçek etkinliği optimal ölçekte üretim yapmaktan kaynaklanan kayıpları ortaya koymaktadır. Dolayısıyla uygun ölçekte üretim yapma başarısı olarak nitelendirilmektedir. Bu noktada, en verimli ölçek büyüklüğünün altında ya da üstünde üretim yapan firmaların verimliliğinin düştüğü gözlemlenmektedir.

2.3.3. Tahsis Etkinliği

Bütçesi sınırlı olan ve sadece iki girdi faktörü kullanan bir karar biriminin, bu sınırlı bütçenin tamamı ile girdi faktörlerinden ne miktarda tedarik edebileceğini veren ilişki eş maliyet doğrusu ile gözlemlenebilmektedir. Eş maliyet doğrusu, fiyatları veri olan iki üretim faktöründen belirli bir harcama ile satın alınabilecek en yüksek miktarları gösteren bir doğrudur. Firmanın kullandığı girdi maliyetleri dikkate alınarak, belli bir çıktı düzeyini elde edebildiği, en düşük maliyetli girdi bileşimi (optimum faktör bileşimi), eş ürün eğrisi ile, eş maliyet doğrusunun, birbirine teğet olduğu noktada oluşur.²⁵

Şekil 5'te QQ' eğrisi mevcut iyi üretim teknolojiyi kullanarak sabit miktardaki bir çıktıyı üretmek için olası girdi bileşimlerini temsil eden, etkin üretim sınırını; WW' ise eş maliyet doğrusunu temsil etmektedir. QQ' eğrisinin her noktasında firma tam teknik etkinliğine, WW' eş maliyet doğrusunun üzerindeki her noktada ise, tahsis etkinliğine sahiptir.

²⁵ Bakırcı, age, 166.

²⁶ **Age, 167.**

2.4. Karlılık ve Bütçeye Uygunluk

Kar, satışlarla maliyetler arasındaki artı farktır. Bu farkın eksi oluşu zararı ifade eder. Karlılık ise, dönemsel karın satışlara bölünmesiyle bulunan bir orandır. Kar bir neden değil, bir sonuç olmalıdır. Karlı işletmeler, sürekliliklerini sağlayarak topluma yarar sağlayabilirler. Toplumun ekonomik doyumunu sağlamaya, sağlıktan savunmaya, eğitimden sanata kadar birçok önemli hizmete bu şekilde kaynak ayrılabilir.

Bütün bunlara karşın kar, yinede bir amaç olarak değil bir gereksinim ve sorumluluk olarak görülmelidir. Kar ve karlılık, en kolay ölçülebilen performans boyutudur.

Bütçeye uygunluk, kar amacı gütmeyen kamu işletmelerinde karlılığın yerine bir performans göstergesi olarak kullanılır. Günümüzde gelişen tekniklerle hazırlanan gerçekçi ve ayrıntılı bütçeler ile gerçekleşen değerler arasındaki farklılık ne kadar az olursa işletmenin bütçeye uygunluk açısından gösterdiği performans yüksek olacaktır. Bu rasyo, performansın ölçülmesinde kullanılmasının yanı sıra gelecek dönemlerin performans planlamasına katkıda bulunur.

2.5. İşletmeler Arası Performans Karşılaştırmaları

İşletmeler arası karşılaştırmalar, işletmelerin etkinliklerinin belirlenebilmesi için performans ölçümünde önemli bir yol göstericidir. İşletmeler arası karşılaştırmalar, aynı iş kolunda benzer ürünler üreten ya da hizmetler sunan işletmelere, güçlü ve zayıf taraflarını birbirleriyle kıyaslama olanağı sağlamaktadır. Bu yönüyle işletmeler arası karşılaştırmalar, yöneticiler için karar vermede oldukça önemli bir araç olmaktadır. İşletmeler arası karşılaştırmalarda karşılaştırma ölçütü benzer işletmelerin gösterdiği performanslardır. İşletmeler kendi sektörlerinde faaliyet gösteren, en iyi veya ortalama performansı olan işletmeleri kendilerine referans olarak alıp, hedeflerini belirlemede ölçüt olarak kullanabilmektedirler. Bu nedenle Veri Zarflama Analizi gibi yöntemlerle yapılan işletmeler arası karşılaştırmaların performans ölçümünde önemli bir yeri vardır. İşletmeler arası karşılaştırmaların temel amaçlarını aşağıdaki şekilde özetlemek mümkündür:²⁷

1. İşletmenin performansını, benzer işletmelerin performansı ile karşılaştırma olanağı sunarak, işletmenin durumunu yöneticilere göstermek.

²⁷ Age, 13.

2. Yönetimin dikkatini, bu karşılaştırmalar sonunda ortaya çıkan güçlü ve zayıf yönler'e çekmek.
3. Yönetime gelişmenin ve etkinliğin değ'erlendirebilme imkanı sağlamak.

İşte bu amaçlara yönelik olarak işletmeler, temelde, işletmenin kaynak kullanım düzeyi, işletme içindeki ve dışındaki potansiyel, rekabet ortamının ve pazarın değ'erlendirilmesi gibi konularda bilgi sahibi olabilmek için işletmeler arası karşılaştırmalara başvururlar. Bu tür bilgileri elde edebilmek ve işletmeler arası karşılaştırmalarda başarılı olabilmek için işletmelerin bazı ilkelere dikkat etmesi gerekmektedir.

Bu ilkeleri özetlersek:

1. Verilerin toplandığı dönemler, sektörün ve ekonomik durumun dönemsel incelenmesi gerekliliğ'inden dolayı aynı döneme ait olmalıdır.
2. Mali tablolar kullanılacaksa, doğruluğ'u kanıtlanmış olanlar analize dahil edilmelidir.
3. Karşılaştırılacak olan işletmelerin sektör veya işkolu özellikleri birbirleriyle örtüşmelidir.
4. Karşılaştırma yapılırken iyi, orta ve kötü performanslı olan işletmeler dikkate alınmalıdır.
5. Ölçümün doğruluğ'u için, sayısal göstergeler kullanılmalıdır.

Bu ilkeler göz önünde bulundurularak yapılacak olan karşılaştırmalar gerçeğ'i büyük ölçüde yansıtan objektif çalışmalar olacaktır. Ve bu tür objektif çalışmalar işletmelere güçlü ve zayıf yönlerini doğru olarak saptama olanağ'ı verecektir.

2.6. İşletmelerde Performans Ölçümü

Performans sözcüğü, belirli bir zaman birimi içerisinde üretilen mal veya hizmet miktarı olarak tanımlanmakta ve literatürde işlevine göre "etkinlik", "verim", "ç'ıktı" kavramlarıyla, bunun yanı sıra bireyin yeteneğ'i ve motivasyonu arasındaki etkileşimin bir sonucu şeklinde ifade edilmektedir.²⁸

²⁸ M. Akif Helvacı, "Performans Yönetim Sürecince Performans Değ'erlendirmenin Önemi", **Anakara Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi**, c:35, s:1-2, (2002): 156.

Günümüzde örgütlerde karşılaşılan en önemli sorunlardan biri, çalışanlara verilen görevlerin ne ölçüde gerçekleştirildiğinin ya da onların iş görme yeteneklerinin ne olduğunun belirlenmesidir. Bu sorun, örgütlerde özellikle performans kavramının hızla önem kazanmasına yol açmıştır.²⁹

Günümüzde işletmeler, yeni yönetim anlayışlarına göre yönetilmektedirler. Bu anlayışların temelinde, müşteri odaklılık ve süreç yönelimi yer almaktadır. Gün geçtikçe artan rekabet şartları işletmeleri bu yeni yönetim anlayışlarına yöneltmiş ve mecbur bırakmıştır. Genellikle işletmeler rakiplerine göre daha fazla tercih edilebilmek için müşteriye en iyi, en kaliteli ürünü ya da hizmeti; en iyi servis koşullarıyla sunabilmeyi birincil amaç haline getirmişlerdir. Aksi halde bu rekabet ortamında ayakta kalmaları mümkün olmayacaktır. Bu noktada işletmeler, rekabet ortamı içinde nerede olduklarını bilmek zorundadırlar.

Bunun içinde her işletmede yerleşmiş bir ölçme değerlendirme sisteminin olması gerekmektedir. Bu sistem her işletmede bulunan departmanların tümünü ve birbirleri ile olan ilişkilerini değerlendirebilecek güçte olmalıdır. Çünkü her departman için ölçüm kriterleri farklıdır; üretim bölümü için amaç en düşük maliyetle üretimi gerçekleştirmek iken; pazarlama-satış departmanının amacı en yüksek satış hasılatı ve kar marjına ulaşmaktır.³⁰

Ekonomik koşullarındaki gelişmeler, üretim yöntemlerindeki gelişmeler ve rekabetin artması işletmeleri üretim süreçlerinde iyileştirme yapmaya zorlamaktadır. Toplam Kalite Yönetimi ve Tam Zamanında Üretim gibi yöntemler, üretkenliği ve kaliteyi artırırken, zamanı ve maliyeti azaltmayı amaçlar. İşletmelerde kullanılan bu yöntemlerle her departmanın performans göstergeleri daha da farklılaşmaktadır.

Kurulacak olan performans ölçüm sisteminin işletmeyi başarıya götürecek farklı göstergeleri de içermesi gerekir. Uygun performans göstergelerinin belirlenmesi, davranışları yönlendirmek, çalışanları motive etmek, teşvik sistemlerini düzenlemek, bir işletmenin finansal verilerini daha olumlu hale getirmek gibi nedenlerle oldukça gereklidir.

²⁹ Levent Bayram, Geleneksel Performans Değerlendirme Yöntemlerine Yeni Bir Alternatif: 360 Derece Performans Değerlendirme, **Sayıştay Dergisi**, s:62, 47.

³⁰ Akal, **age**, 10.

2.6.1. Performans Yönetimi

Performans yönetimi, kurumu ileriye götürecek amaçların oluşturulmasını, kaynakların dağılımını ve öncelikli alanlara tahsisini sağlayarak uygulanan politikaların belirlenen amaçlara ulaşmayı sağlayıp sağlamayacağını kontrol eden ve kurumsal kültür ile kurumsal sistem ve süreçler üzerinde olumlu etkiler meydana getirmek üzere performans bilgisini kullanan bir yönetim sistemi olarak tanımlanmaktadır. Performans yönetimi, amaç ve hedeflerin belirlenmesini, performansın ölçülmesini, değerlendirilmesini ve raporlanmasını içeren geniş bir kavramdır.³¹

Performans yönetiminin genel amacı, örgütün etkinliklerini, kendi becerilerini ve katkılarını sürekli iyileştirmeleri için, bireylerin ve grupların sorumluluk üstlendikleri bir kültür oluşturmaktır.³²

Performans yönetim sisteminin bir diğer amacı da, sadece geçmişte gösterilen performansın seviyesini ortaya çıkarmak değil, kişi ve kurumların geleceğe yönelik potansiyel performanslarını da belirlemek, uygun motivasyon ve yönlendirmelerle gelecekteki performanslarını aktif bir yaklaşımla yükseltmektir.³³

Performans yönetimin başlangıç noktası, işletmeye rekabet gücünü kazandıracak stratejiler ve geleceğe dönük hedefler belirlemektir. İkinci aşama ise mevcut performans düzeyinin ölçülmesi ve değerlendirilmesi, yönetim sistemleri ve süreçlerin stratejilere uygun olmasını sağlamaktır. Bu aşamadan sonra performansı geliştirmeye yönelik planlama süreci gelir. Planlama çalışmalarıyla performansı geliştirme amacına, planların performans ölçüm ve denetim sistemleriyle uyumlu olarak hazırlanmasına, planlamanın işletmenin tüm birimlerini ve çalışanlarını ortak hedef ve amaçlara yöneltebilme niteliklerine özel bir ağırlık verilmektedir. Üçüncü aşamada da performansı geliştirmek için önlemleri belirlemek ve bunlara ilişkin hazırlıkları uygulamaya koymaktır.

Performans yönetimi, "kendini yönetme " üzerine yoğunlaşır. İnsanlara yardım edilerek ve rehberlik yapılarak gelişmeleri teşvik edilir ve örgütteki insanlar bu konuda yöneticilere ve örgüte gereksinim duyarlar.

³¹ Ebru Yenice, Performans Ölçümünde Karşılaşılan Sorunlar Ve Kurumsal Karne (Balanced Scorecard) Yaklaşımı, **Bütçe Dünyası Dergisi**, c:2, s:25, (2007): 95.

³² **Age**, 156.

³³ Bayram, **age**, 47.

2.6.2. Performansın Denetimi

Performans denetimi, ölçme ve değerlendirme sitemleriyle ifade edilir. Performans değerlendirme ile işgörenlere, yaptıkları işe ilişkin geribildirim verilerek, örgüt için onların bireysel katkılarını arttırmak amaçlanmaktadır. Bu doğrultuda performans değerlendirmesi, çalışanlar açısından önem taşıdığı kadar, örgütler açısından da önem taşımaktadır.

Performans değerlendirme ile örgüt içerisinde yer alan tüm bireyler etkinliklerini, yeterliliklerini, fazlalıklarını, yetersizliklerini gözden geçirme fırsatı bulacaklar ve sonrasında çalışan, eksiklikleri ve yetersizlikleri ortaya çıktığında bunları giderme ve yeteneklerini geliştirme imkânı kazanacaktır.

Planlanmış bir performans değerlendirmenin yöneticiye, çalışana ve genel anlamda örgüte sağlayacağı çeşitli yararlar bulunmaktadır. Performans değerlendirmenin örgüte sağlayacağı yararları aşağıdaki şekilde özetlemek mümkündür.³⁴

- Performans değerlendirmesi, yapılan iş ve o işi yapan kişiler hakkında yöneticiye değerli bilgiler verir. İş ve kişiyi gerçekten anlamasını sağlar.
- İş beklentileri ve sonuçları hakkında yönetici ve çalışan arasında iyi bir iletişim kurulduğu zaman, geliştirilmiş yöntemler ve yeni fikirler için fırsatlar yaratılır.
- Örgütün hedef ve misyonunun uygulanmasında yardımcı olur.
- Hangi işlerin yapılacağı konusu açıklığa kavuşturulur.
- Ücret standartlarını saptamak ve başarı artışlarını ödüllendirmek daha kolay ve objektif olacaktır.
- Yükseltme kararlarını vermek ve yeni görevler ve transferler için nitelikli elemanlar seçmek kolaylaşır.

2.6.3. Performans Analizi ve Sorunları

Performans analizi ekonomik düzeylerde karar almaya yardımcı olan etkili bir araçtır. Ulusal ve sektörel düzeydeki performans endekslerinin, ekonomik performansının, sosyal ve ekonomik politikaların niteliğinin değerlendirilmesini sağlar.

³⁴ Bayram, age, 50.

Performans değerlendirme, daha önce de belirtildiği gibi kişilerin iş başarılarına ilişkin verilerin değerlendirilmesini gerektirir. İnsana yönelik değerlendirmelerin de her zaman beraberinde yanılığı payları taşıdıkları bilinmektedir. Dolayısıyla performans değerlendirme sürecinde bir takım sorunlarla karşılaşılmaktadır.³⁵

Performans lmnn çok fazla olumlu etkisi olmasına karşın bazı olumsuz etkileri de söz konusu olabilmektedir. Bu sorunların bir kısmı lmn zorluklarından kaynaklanan teknik zorluklar iken diğer bir kısmı ise kişilerin performans lmne verdiği psikolojik tepkilerden kaynaklanmaktadır. Performans analizinin sorunları performans ölçüm teknikleriyle ilgili olanlar ve kuruluşlarla ilgili olanlardır.

2.6.3.1. Performans Analizinin Teknik Sorunları

Teknik sorunlar, ölçüm sistemi tasarımcısının dikkate alması gereken sorunlardır. Tasarımcı şu noktalara dikkat etmelidir:³⁶

- Farklı tipteki girdiler, ortak bir payda da nasıl toplanacaktır,
- Zaman içinde girdide meydana gelen nitel veya nicel değişmeler nasıl ele alınacaktır,
- Girdi ve çıktı lmlerinin birbirlerinden bağımsız olmaları nasıl sağlanacaktır.

Kimi kuruluşlar tüm dikkatlerini belli bir bölümün performansı üzerine yoğunlaştırmaktadırlar. Bu durum yöneticilerin etkinlikleri, çıktı ve sonuçları karşılaştırmaları, devlet dairelerinde görülen tipik bir hatadır. Örneğin, eğitim programlarında yanlış ölçüt, eğitim görenlerin sayısının alınmasıdır; doğru ölçüt ise, eğitim görenlerden işe yerleşenler ya da performansını geliştirenlerin sayısının alınması olacaktır.

Bir lm tekniği uygulanırken izlenilmesi gereken iki önemli basamak vardır:

1. lm dönemi sresinin belirlenmesi,
2. lm tekniğinin seçilmesi,

Bu basamaklarda yapılacak yanlış bir işlem ya da alınacak yanlış bir karar lmn sağlıklı olmasını engelleyecektir.

³⁵ Helvacı, **age**, 160.

³⁶ Yenice, **age**, 97.

2.6.3.2. Performans Analizinin Örgütsel Sorunları

Performans ölçümü yapılırken elde edilen sonuçlara kurum tarafından etki edilebilir. Örneğin daha başarılı olan alanlara ilişkin kurum hedef ve göstergeleri belirlenirken başarılı olunmayan ancak gelişmesi gerekli bazı alanlar görmezden gelinebilir. Bu şekilde hareket edilerek kurum olduğundan daha başarılı gösterilebilir. Böylece, performans ölçümü sadece kurumun kendi faaliyetlerinin ve tercihlerinin doğru olduğunu kanıtlama amacı haline gelebilmektedir.³⁷

Performans ölçüm sonuçlarının ödüllendirilmesi rakamlarla oynamanın en önemli nedeni olabilmektedir. Performans ölçümü yapıldığında kamu idarelerinin belirli standartlara göre düzenli olarak çıktılarını arttırmaları beklenmektedir. Ancak bu çıktı artışı aslında sadece görünüşte meydana gelebilmektedir. Performansı denetlenen departman yöneticileri, belli bir başarı düzeyine ulaşmaları beklendiğinden, performans analiz sonuçlarına etki yapabilmektedirler. Analizi yapan çalışanların, aynı departman içinde görev yapanlardan oluşması, yöneticilerinden önce kendilerinin de, bazı başarısızlıkları gizlemek adına, sonuçlarda manipülasyona gitmesine neden olabilir. Bu yüzden yapılacak araştırma ve analizlerin, ilgili departmanlardan ve yöneticilerden bağımsız kişilerce yapılması daha sağlıklı olacaktır.

Kurumun yenikçiliğe yaklaşımı açısından bakıldığında, performans ölçümü kurumun yenilik yapmasını engelleyebilmektedir. Performans ölçümü yapan bir kurum performans hedefini iyi bir şekilde yerine getirmek amacıyla aynı ürünü daha az zamanda üretmek için çaba harcayacaktır. Bu durumda görelilik olarak daha kolay üretilen ürünler ile performansı arttırmanın mümkün olması düşüncesi yenilik yapmak yerine sürekli bu ürününün üretilmesine yol açacaktır. Yenilik yapmak isteyenler bilinmeyen bir konuyu araştıraraklar ve sonucun beklediklerinden kötü veya daha farklı olma riskini de alacaklardır. Sonuçta yenilik yapmak kurumun çıktılarına zarar da verebilmektedir. Böylece performans ölçümü üretim şeklinin değiştirilmesini ve farklı ürünlerin üretilmesini engelleyebilmektedir.³⁸

³⁷ Yenice, age, 95.

³⁸ Age, 96.

Performansın ölçülmesi ve performans bilgi sisteminin oluşturulması uzmanlık gerektiren bir işlemdir. Performans ölçümü konusunda uzmanlaşmış kişiler olsa dahi her birimin performans göstergelerinin belirlenmesi ve bilgi ihtiyacının ortaya konması amacıyla o birimin faaliyet alanlarını çok iyi bilen bir çalışanın mutlaka performans ölçüm çalışmalarının içinde yer alması gerekecektir. Kurumlarda bu görevleri yerine getirecek yeterli eleman bulunmadığı takdirde diğer işlerle görevli elemanlar mesailerinin belirli bir bölümünü performans ölçümü ile ilgili gereklilikleri yerine getirmeye ayıracaktır. Bu gibi yeterli elemanın olmadığı durumlarda, yapılacak performans analizi, çalışanların mevcut işlerini aksatma riski ve performans düşüklüğü gibi sorunlara neden olabilecektir.

2.6.4. Sınır Etkinliği İle Performans Ölçüm Yaklaşımları

Etkinliğin sınır analiziyle ölçümünde, parametrik ve parametrik olmayan iki yöntem kullanılmaktadır. Bu yöntemler, sınırın şekli, rastsal hatanın varlığı ve dağılımı ile etkinsizliğin dağılımına ilişkin varsayımlarla birbirinden ayrılmaktadır.

2.6.4.1. Parametrelili Yöntemler

Parametrik yöntemlerde, analitik olarak bir üretim fonksiyonunun geçerliliği kabul edilerek, fonksiyondaki parametreler tahmin edilmeye çalışılır. Basit oran analizlerinin aksine, parametrik yöntemlerde etkinlik, tek çıktının birden fazla girdi ile ilişkisinin araştırıldığı çoklu regresyon teknikleriyle ölçülür. Bu teknikte, bağımlı değişkendeki (çıktıdaki) değişmelere neden olduğu düşünülen bağımsız değişkenlerin (girdilerin) etkileri belirlenmeye çalışılır. Parametrik yöntemlerde genel olarak bir gözlem kümesi ve bu küme içinde en iyi performansın regresyon çizgisi (etkinlik sınırı) üzerinde olduğu varsayılarak, bu çizgiden sapma göstermeyen gözlemler etkin; bu gözleme göre başarısız olan diğer gözlemler de etkinsiz olarak tanımlanır.³⁹

Çoklu regresyon analizi ile yapılan etkinlik ölçümünde, regresyon doğrusunun üzerinde yer alan birimler etkin olarak tanımlanırken, doğrunun altında kalan birimler etkin olmayan olarak nitelendirilmektedir. Analiz sonunda elde edilen artık değerlerden, pozitif artık verimliliği, negatif artık ise verimsiz karar birimlerini tanımlamaktadır.

³⁹ Bakırcı, age, 100.

Bir başka deyişle incelenen gözlem kümesi içinde en iyi performansın regresyon çizgisi üzerinde bulunduğu ve bu çizginin etkinlik sınırı olduğu varsayılarak, bu çizgiden sapma göstermeyen gözlemler etkin, bu gözleme göre başarısız olan diğer gözlemler ise etkinsiz olarak tanımlanır.

- **Rastsal(Stokastik) Sınır Yaklaşımı:** Bu yaklaşım ekonometrik yaklaşım olarak da bilinir. Bu yaklaşımda açıklanan değişkenlerle (maliyet, kar ve üretim gibi) açıklayıcı değişkenler (girdi, çıktı ve çevresel faktörler gibi) arasında fonksiyonel bir ilişki kurulmakta ve rastsal hata teriminin varlığına izin verilmektedir. Bu yaklaşımda sözü edilen rastsal hata ile etkin olmayan gözlemlerin birbirinden ayrılması gerekmektedir.⁴⁰

- **Serbest Dağılım Yaklaşımı:** Sadece panel data verilerinin kullanılmasıyla, bazı kısıtlar altında hata terimlerinin ve onun bileşenleri olan rastsal hata ve etkin olmayan gözlemin herhangi bir dağılıma sahip olabileceği varsayılan bir yaklaşımdır. Bu yaklaşımda her firmanın uzun vadede etkinliği sabittir; en azından istikrarlıdır ve ölçüm hataları da yine sıfıra yaklaşır. Bu varsayımlar, etkin olmayan gözlemlerin pozitif olmaları şartıyla geçerlidir. Bu yaklaşımda hata teriminin ve etkinsizliklerin dağılımı üzerinde stokastik yaklaşımda olan güçlü varsayımlar kaldırılmıştır. Etkinliğin istikrarlı olması, etkinsizliklerin negatif olmayan herhangi bir dağılım göstermesi ve rastsal hatanın ise, ortalaması sıfır olacak şekilde dalgalanması yaklaşımına ilişkin varsayımlardır. Serbest dağılım yaklaşımı her firmanın herhangi bir noktada ki etkinsizliğinden ziyade en iyi uygulamadan ortalama sapmasını göstermektedir.⁴¹

- **Yoğun Sınır Yaklaşımı:** Bu yaklaşım stokastik sınır ve serbest dağılım yaklaşımlarından, dağılım üzerine yapılan varsayımlar açısından farklılaşmaktadır. Stokastik sınır ve serbest dağılım yaklaşımları arasındaki esas fark; gözlem değerleri ile varsayımsal değerler arasındaki farkı oluşturan, etkin olmayan gözlem ve rastsal hata unsurlarının dağılımlarına ilişkin varsayımlardır. Yoğun sınır yaklaşımında ise bu iki unsurla ilgili herhangi bir varsayım söz konusu değildir. Sadece gözlenen ve beklenen değerler arasındaki farkların en büyük ve en küçük değerlerinin rastsal hatayı, diğer değerlerin ise etkin olmayan gözlemleri oluşturduğu varsayılır.

⁴⁰ Allen N. Berger and David B. Humphrey, "Efficiency of Financial Institutions: International Survey and Directions for Future Research", **European Journal of Operational Research**, c: 98, s. 178, (1997): 7.

⁴¹ Age, 7.

Böylece yoğun sınır yaklaşımı bir tek üretim biriminin etkinliğinin ölçümü için uygun olmayan bir yaklaşım haline gelir. Yani bir karar biriminin etkinliği için nokta tahmini yapmaya imkan tanımaz. Ancak tam etkinliğin düzeyi konusunda tahmin yapmayı kolaylaştırır.⁴²

Literatüre bakıldığında bu yaklaşımlarla yapılan araştırmalarda kalın sınır yaklaşımının çok kullanılmadığı görülür. Buna karşın rastsal sınır yaklaşımı ve serbest dağılım yaklaşımları daha sıklıkla kullanılmaktadır.

- **Regresyon Analizi:** İki ya da daha çok değişken arasındaki ilişkiyi belirtmek için kullanılan matematiksel bir teknik olarak da tanımlanabilen regresyon analizi, ikiden fazla değişkenle değerlendirme yapabilme bakımından oran analizine göre daha kapsamlı ve daha gerçekçi olarak kabul edilir. Ancak regresyon tekniğiyle ölçüm yapmanın da temelde üç tane sakıncası vardır:

Bunlardan birincisi, regresyon analizinin en iyi performansı gösteren birimi referans olarak alması yerine, ortalama performans gösteren birime göre etkinlikleri tanımlamasıdır.⁴³ Bu durum diğer karar birimlerinin en iyi performansı gösteren karar birimine doğru iyileştirmeye imkan vermez, ortalamaya yaklaşımlarını hedef alır. Bu da performans iyileştirme değil, en iyi performansı ortalama performans olarak kabul etmek anlamına gelir.

Diğer bir sakınca ise regresyon analizinin, birden çok bağımsız değişkene karşın ancak bir bağımlı değişkenin analizini yapabilmesidir. Oluşan modeller, bir/birden çok girdili, tek çıktılı olarak sınırlanmak zorundadır. Dolayısıyla çok çıktılı üretim ve hizmet birimlerinde, hatta çıktının ne olduğu konusunda bir uzlaşmanın olmadığı bir birimde bu yöntemlerin kullanılabilirliği sınırlıdır.⁴⁴

Regresyon analizinin kullanımına ilişkin üçüncü sakınca ise kullanılan üretim fonksiyonunun yapısına ilişkindir. Regresyon analizi, eşitlikte bulunan çıktılarla girdilerin nasıl ilişkilendirildiğine dair parametrik bir üretim fonksiyonu gerektirir.

⁴² Bakırcı, **age**, 103.

⁴³ Thanassoulis, E., “A Comparison Of Regression Analysis And Data Envelopment Analysis As Alternative Methods For Performance Assessments”, **Journal Of The Operational Research Society**, 44(11), (1993): 1129-1144

⁴⁴ Bakırcı, **age**, 104.

Özellikle yapısal üretim fonksiyonunun tanımlanmasının güç olduğu kurumlarda regresyon analizi performans ölçümünde oldukça yetersiz kalmaktadır. Diğer bir yandan, aynı sektörde faaliyet göstermesine karşın, farklı teknolojiler ve farklı girdi kombinasyonları kullanarak üretim yapan firmalar arasında, üretim fonksiyonunun tek bir yapıda tanımlanmasının zorluğu, regresyon analizinin gerektirdiği ortak bir fonksiyonun kullanılmasını güçleştirmektedir.

2.6.4.2. Parametresiz Yöntemler

Parametrik yöntemlerin eksik yönlerinin giderilmesi amacıyla literatüre giren bu yöntemler, etkinlik sınırına olan uzaklığı doğrusal programlama tabanlı teknikler kullanarak ölçmeye çalışır. Bu yöntemler üretim fonksiyonunun ardında herhangi bir analitik formun varlığını öngörmezler. Bu nedenle birden fazla girdi ve çıktının bulunduğu üretim alanlarında etkinliği ölçebilecek esnekliğe sahiptirler. Parametrik olmayan etkinlik ölçme yöntemlerinin büyük çoğunluğu girdi ve çıktı birimlerinden bağımsızdır. Bu özellikleri ile işletmenin değişik boyutlarının aynı anda ölçülebilmesine imkân sağlamaktadır. Bu ölçütler, her bir üretim birimi için göreceli etkinliği hesaplarken; amaç fonksiyonlarını ayrı ayrı optimize etmekte ve her üretim birimi için en uygun amaç kümesini belirlemektedir.⁴⁵

Her yöntem gibi bir takım dezavantajlara sahip olan parametrik olmayan yöntemlerin en büyük eksikliklerinden biri, veri tabanına karşı son derece duyarlı olmasıdır. Veri setlerinde oluşabilecek en küçük bir hatanın, ölçümde büyük sapmalar meydana getirebileceği gibi, hatasız verilerden oluşsa bile seçilen girdi çıktı bileşenlerinin üretim dönüşümünü iyi temsil edemediği durumlarda da etkinlik ölçümü başarısız olmaktadır. Bu nedenle girdi ve çıktı verilerinin, meydana gelebilecek hatalardan uzak tutulması ve belirlenmiş girdi çıktı bileşenlerinin üretim sürecini iyi bir şekilde temsil etmesi ölçümün tutarlılığı açısından kritik önem taşımaktadır.

Bu yöntemlerde gözlem kümesi, etkin olan ve etkin olmayan şeklinde iki ana gruba ayrılır ve etkin olmayan her bir karar biriminin etkin hale dönüştürülmesi için ne gibi önlemler alınması gerektiğine ilişkin önemli bilgiler türeterek yöneticilere yol gösterir.

⁴⁵ Age, 104.

Parametrik olmayan etkinlik ölçütleri; girdiye ve çıktıya yönelik olmak üzere iki ana gruba ayrılabilirler. Girdiye yönelik olanlar, herhangi bir çıktı düzeyi için etkin olmayan karar birimlerinin girdilerini ne derece azaltmaları gerektiğini araştırırlar. Benzer şekilde, çıktıya yönelik etkinlik ölçütleri ise herhangi bir girdi bileşimi için etkin olmayan karar birimlerinin etkin duruma getirilebilmesi amacıyla çıktılarını ne kadar arttırabilecekleri üzerinde dururlar.⁴⁶

Parametrik olmayan etkinlik ölçüm yöntemi olarak iki temel analiz yaklaşımından bahsedilmektedir. Bunlar; Veri Zarflama Analizi(Data Envelopment Analysis) ve Serbest Atılabilir(Düzenleme) Zarf Modeli (Free Disposal Hull).

⁴⁶ Yolalan, age, 15.

3. VERİ ZARFLAMA ANALİZİ

3.1. Veri Zarflama Analizinin Tanımı

VZA (Veri Zarflama Analizi) tekniği parametrik olmayan, doğrusal programlama prensiplerine dayanan, organizasyonlar arası göreceli etkinlik kıyaslaması yapan bir yöntemdir. Literatürde Karar Verme Birimleri (KVB) olarak geçen birbiri ile aynı girdileri kullanarak benzer çıktıları üreten kurum ve kuruluşları karşılaştırarak göreceli verimliliğini ölçebilen ve etkinlik analizi yapabilen bir analiz yöntemidir.⁴⁷

Veri Zarflama Analizi, farklı ölçekle ölçülmüş birden fazla girdi ve çıktının karşılaştırma yapmayı zorlaştırdığı durumlarda, karar verme birimlerinin göreceli performanslarını ölçmeyi amaçlayan doğrusal programlama tabanlı bir tekniktir.

Bu tanımlardan yola çıkarak VZA kavramını, benzer girdiler kullanarak çıktı ya da çıktılar ortaya koymakla sorumlu karar noktalarının göreceli etkinliklerini değerlendirmek için kullanılan ve doğrusal programlama tabanlı bir yöntem olarak tanımlayabiliriz. VZA yöntemini 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/çıktı oranlarında etkinliklerinin nasıl arttırılabileceği (senaryolar) ve referans olarak kullanılabilecek karar noktalarına ilişkin bilgiler elde edilir.⁴⁸

⁴⁷ Finn R. Forsund, Nikias Sarafoglou “On the Origins of Data Envelopment Analysis”. **Journal of Productivity Analysis**, s:17, (2002): 23.

⁴⁸ İpek D. Karakoç, “Veri Zarflama Analizi’ndeki Ağırlık Kısıtlamalarının Belirlenmesinde Analitik Hiyerarşi Sürecinin Kullanımı”, **DEÜ Dergisi**, c:18 s:2, (2003): 1.

İngilizce literatürdeki adı, “Data Envelopment Analysis (DEA)” olan Veri Zarflama Analizi, doğrusal programlama teorisinin prensiplerine dayanan ve literatürdeki adı “Decision Making Units (DMU)” olan karar verme birimlerinin (KVB) göreceli verimliliğini ortaya koyar. VZA” da “Karar Verme Birimi” teriminin anlamı, bazı girdileri bazı çıktılara dönüştürmekten sorumlu işletme ya da ekonomik kuruluşlardır. Bu tanım içerisine şirketler, organizasyonlar, şirket içi departmanlar, ülkeler vb. girebilir.⁴⁹

Benzer KVB”lerin gözlenen girdi ve çıktıları esas alınarak göreceli teknik etkinliklerin değerlendirmesi VZA”nın temelini oluşturur. Burada KVB”lerin karşılaştırma sürecinde üretim fonksiyonunun yapısı çok önemlidir. Çünkü VZA, gözlenen KVB”lerin girdi ve çıktı miktarlarına göre, en iyi üretim bileşimini baz alarak bir sınır tespit eder ve herhangi bir KVB”nin verimliliğini bu sınıra olan uzaklığına göre göreceli olarak analiz eder.

Çok çıktı ve çok girdi olmadığı durumlarda (girdi ve çıktı miktarlarının ikiden az olduğu durumlar) KVB”lerin etkinliğinin hesaplanması oldukça kolay olmasına rağmen çoklu girdi ve çıktı bulunan sistemlerde girdiler ve çıktılar arasındaki ilişkilerin formüle edilip matematiksel işlemler yapmak ancak doğrusal programlama ile gerçekleştirilebilir. Doğrusal programlama problemi olarak ifade edilebilen bir problemde gerçekleşmesi arzu edilen amacın açık ve ölçülebilir bir şekilde bir doğrusal fonksiyon olarak tanımlanması, bu amacın gerçekleşme derecesini kısıtlayan sınırlı kaynakların sınırlılık derecelerinin bilinmesi ve doğrusal eşitlik ya da eşitsizlik olarak ifade edilmesi gerekmektedir. VZA yöntemi, doğrusal programlama tabanlı, parametrik olmayan bir yöntemdir.⁵⁰

Doğrusal programlamanın temel konusu, sınırlı kaynakların yarışan faaliyetler arasında en iyi (optimal) biçimde dağıtımının sağlanması problemi ile ilgilidir. Bu bağlamda, doğrusal programlama optimizasyon problemlerinin çözümünde kullanılan matematiksel bir teknik olmaktadır.

⁴⁹ Gautam Appa. H.Paul Williams, “A New Framework for The Solution of DEA Models”, **London School of Economics and Political Science**, (2004): 4.

⁵⁰ Bakırcı, **age**, 119.

Doğrusallık özelliği, matematik modeldeki tüm fonksiyonların doğrusal fonksiyon olması gerektiğini açıklar. Programlama kelimesi, planlama ile eş anlamlıdır. Doğrusal programlama, değişkenlere ve kısıtlayıcılara bağlı kalarak amaç fonksiyonunu en uygun (maksimum veya minimum) kılmaya çalışır.⁵¹

VZA, herhangi bir gözlem kümesi içinde en az girdi bileşimini kullanarak en çok çıktı bileşimini üreten “en iyi” gözlemleri, diğer bir ifadeyle etkinlik sınırını oluşturan KVB’leri belirler. Söz konusu sınırı “referans” olarak kabul edip, etkin olmayan KVB’lerin bu sınıra olan etkinlik düzeylerini radyal olarak ölçer. VZA çoklu girdi ve çıktı değişkenlerinin bir doğrusal programlama modelinde kullanılarak her bir gözlem için bir tek etkinlik skorunun elde edilmesini sağlar.

VZA yönteminin adı, etkinlik sınırının üretim imkânları kümesindeki en az bir noktadan geçmesi ve diğer tüm noktaların bu sınır üzerinde olması ya da altında kalması özelliğinden yola çıkılarak verilmiştir. Çünkü matematik dilinde, bu türde bir sınırın bu noktaları zarfladığı söylenmektedir.⁵²

İstenilen çıktıların elde edilme sürecinde girdilerin hangi seviyeye kadar kullanıldığının belirlenmesinde etkinlik ve verimlilik analizleri çok önemli yönetim araçlarıdır. Ekonomi yaklaşımı, büyük bir veri grubunun analizi ile belirlenebilecek, genellikle zaman üzerinde sabit özellikli girdi-çıktı ilişkilerini ele alır. Mühendislik yaklaşımında ise verimlilik performansı uygun olarak belirlenmiş mühendislik standartlarının karşılaştırılmasıyla ölçülür. Diğer yaklaşımlar verimliliği oran analizleri yolu ile ya da kabul edilmiş hesaplama tekniklerinin çeşitli varyasyonlarıyla belirler. Bu yaklaşımlardan hiçbiri, verimliliğin hizmet ve kamu sektöründe ya da kâr amacı gütmeyen organizasyonlarda ölçümü için doyurucu değildir. Bu durum bazı uygun şartların ekonomik terimlerle ifade edilmediği özel sektör işletmeleri için de geçerlidir.⁵³

⁵¹ Guan, Jian Cheng. “A study of the relationship between competitiveness and technological innovation capability based on DEA models”, www.sciencedirect.com [02.03.2010]

⁵² William W. Cooper, L. M. Seiford, Kaoru Tone, **Data Envelopment Analysis: A Comprehensive Text with Models, Applications, References and DEA-Solver Software, Second Edition**, (USA, Kluwer Academic Publishers, 2004, 2.

⁵³ Aslan Gülcü, Akin Coşkun, “Cumhuriyet Üniversitesi Dış Hekimliği Fakültesi’nin Veri Zarflama Analizi Yöntemiyle Göreceli Etkinlik Analizi”, **C.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi**, c:5, s: 2, (2004): 95.

3.2. Veri Zarflama Analizinin Tarihsel Gelişimi ve Literatürü

Etkinlik ve etkinliğin hesaplanması kavramlarına ilişkin başlangıç noktası Farrell'in 1957 yılındaki "The Measurement of Productive Efficiency" adlı orijinal çalışması gösterilmektedir. Farrell bu çalışmasında, mikro düzeyde etkinlik ve üretkenlik çalışmalarına ilişkin yeni yaklaşımların temelini atmıştır.⁵⁴

Veri zarflama analizi ise ilk olarak Farrell'in bu çalışmasından (1957) yola çıkarak 1978'de Charnes, Cooper ve Rhodes'un "European Journal of Operations Research'te yayınlanan makaleleri ile ortaya çıkmıştır. Ürettikleri mal ya da hizmet açısından birbirine benzer ekonomik karar birimlerinin "görelî" etkinliklerinin ölçülmesi amacıyla geliştirilmiş olan parametrik olmayan bir etkinlik ölçütü olarak tanımlanmıştır.⁵⁵

Bu noktadan hareketle, Veri Zarflama Analizinin tarihinin Dr. Edwardo Rhodes'in Carnegie Mellon Üniversitesindeki Şehir ve Kamu konulu araştırma tezi ile başladığı söylenebilir. W. W. Cooper danışmanlığında Edwardo Rhodes, Program Follow Through'u değerlendirmiştir. Bu program dezavantajlı öğrenciler (çoğunlukla siyah ve İspanyol öğrenciler) için eğitim programıdır ve Federal Hükümet'ten destek ile ABD'deki kamu okullarına uygulanmıştır. Analiz ise Program Follow Through'a dahil olmuş ve olmamış okul gruplarının performansını karşılaştırmayı içermektedir.

Burada 70 tane okulun görelî teknik verimliliğini fiyatları göz ardı ederek çoklu girdi ve çıktılarla tahmin etme arzusu, Charnes-Cooper-Rhodes formülasyonu olarak bilinen VZA oransal formülünü doğurmuş ve VZA'yı ilk duyuran çalışma olarak European Journal of Operation Research'de 1978 yılında yayınlamıştır. Bu formül ölçeğe göre sabit getiri durumunu varsayım üzerine kurulmuştur.⁵⁶

VZA modelleri girdiye ve çıktıya yönelik olmak üzere iki ayrı formülasyona sahiptir ve verimsizlik kaynaklarının yanı sıra verimsizlik türlerini de irdeleyebilecek boyuta getirilmiştir.

⁵⁴ Cengiz Dikmen, "Veri Zarflama Analizi İle Üniversitelerin Etkinliğinin Ölçülmesi" **Kocaeli Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi**, c:3-4, s: 3-6, 2008, 5.

⁵⁵ Wade, D. Cook, Larry M. Seiford, "Data envelopment analysis (DEA)", **European Journal of Operational Research**, s:192 (2009), www.sciencedirect.com, [04.02.2010].

⁵⁶ Abraham Charnes ve diğ., "Data Envelopment Analysis: Theory, Methodology and Application", (Boston, Kluwer Academic Publishers, 1994), www.google.com/books, [04.02.2010]

1990'lı yıllarda VZA'nın teorik Gelişimi büyük ölçüde tamamlanmış ve modelin duyarlılık analizi ve diğer modellerle karşılaştırılması yönünde çalışmalar yapılmıştır. VZA yakın geçmişe kadar kararlı bir yapıda olan girdi ve çıktıların verimlilik analizinde kullanılmıştır.⁵⁷

VZA'nın 32 yıllık geçmişine bakıldığında parametrik olmayan verimlilik ölçüm tekniği hem teorik hem de metodolojik olarak oldukça hızlı bir evrim geçirdiği görülmektedir. Başlangıçta sadece kamu sektöründeki hizmet alanlarının genel teknik verimliliğin ölçümünde kullanılmıştır. Bunlara hastaneler, postaneler, bankacılık, mahkemeler, eczaneler, eğitim programları gibi yapılan çalışmalar örnek verilebilir. 1993 yılına kadar sağlık sektörü dışındaki eğitim bankacılık, taşımacılık vb. gibi kamu hizmet alanlarına ilişkin 800'ün üzerinde araştırma yayınlamıştır.⁵⁸

1990'lı yıllara kadar kuramsal gelişimini büyük ölçüde tamamlayan yöntem yakın zamana kadar deterministik yapıdaki girdi ve çıktıların etkinlik analizinde kullanılırken, son yıllarda olasılıksal olarak değişen girdi ve çıktılarına yönelik çalışmalar ile VZA yeni bir alana kaymış bulunmaktadır. Etkin sınırın bulunması ve etkin sınır içinde kalan etkin olmayan noktaların merkeze olan radyal uzaklıklarının hesaplanması problemi Charnes, Cooper ve Rhodes tarafından parametrik olmayan programlama tabanlı olarak çözülmüştür.

Charnes ve diğerlerinin Veri Zarflama Analizi adını verdikleri bu yaklaşım sayesinde birden çok ve değişik ölçeklerle ölçülmüş ya da değişik ölçü birimlerine sahip girdi ve çıktıların karar birimleri arasında etkinlik karşılaştırması yapmayı zorlaştırdığı durumlarda karar birimlerinin göreceli etkinliğini Farell'in yaklaşımı çerçevesinde ölçmek olanaklı hale gelmiştir.

VZA yakın geçmişe kadar belirleyici bir yapıda olan girdi ve çıktıların verimlilik analizinde kullanılmasına karşın, son yıllarda girdi ve çıktıların rastsal olarak değişebileceği durumlara yönelik çalışmalar yapılmıştır. 2000'li yıllara gelindiğimizde veri zarflama analizi üzerine yapılmış çalışmaların binlerle ifade edilebildiğini söyleyebiliriz.

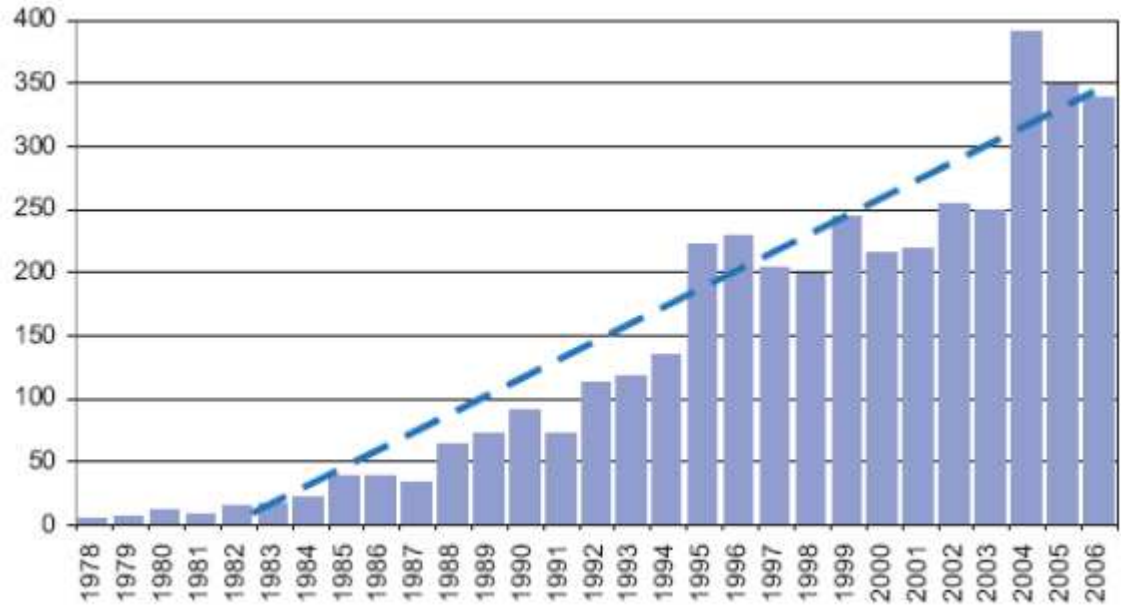
⁵⁷ R.D. Banker, R.C. MOREY, "Efficiency Analysis for Exogenously Fixed Outputs", **Operations Research**, c: 34, s: 4, (1986): 514.

⁵⁸ Age, 515.

1978-2007 yılları arasında yayınlanmış 4000 den fazla esere ulaşmak mümkündür. Bu sayı yayınlanmamış çalışmalar, konferans, sunum ve bildirilerle 7000'in üzerine çıkmaktadır. Charnes, Cooper ve Rhodes'un (CCR) 1978 yılındaki çalışmasından (Measuring The Efficiency Of Decisionmaking Units) itibaren başlayan ilk 5 yıl içerisinde yılda birkaç araştırma ile genişleyen literatür, 1984 yılından itibaren büyük bir hızla gelişerek 1995-2003 yılları arasında yılda ortalama 225 çalışma seviyesine ulaşmıştır. Bu sayı günümüzde ise yaklaşık yılda 360 çalışma olarak gözlemlenebilmektedir.⁵⁹

Tablo 2: Yıllara Göre Veri Zarflama Analizi Yayınları

Yayın Sayısı



Kaynak: Emrouznejad ve diğerleri, (2008), s.153

Klasik verimlilik analizindeki tek girdi- tek çıktıdan farklı olarak çoklu girdi çoklu çıktı temelinde hareket eden VZA, hızlı kuramsal gelişiminin yanında uygulamada da hızlı bir süreç izlemiştir. İlk başta, kar amacı gütmeyen işletmelerin karşılaştırmalı etkinliğinin ölçülmesini hedefleyen bir yöntem olarak ortaya çıkmıştır.

⁵⁹ Ali Emrouznejad, ve diğ. "Evaluation of research in efficiency and productivity: A survey and analysis of the first 30 years of scholarly literature in DEA" **Socio-Economic Planning Sciences**, c: 42, s: 3 (2008): 152. www.sciencedirect.com, [04.02.2010]

Daha sonraları kar amaçlı üretim ve hizmet sektörlerinde de işletmeler arası göreceli etkinliğinin ölçümünde yaygınca kullanılmaya başlanmıştır.

Bugüne kadar yapılan çalışmalarda Veri Zarflama Analizi şu alt gruplarda toplanmıştır;⁶⁰

1. Banka şubesi performans ölçümü uygulamaları
2. Okul etkinliğinin ölçülmesine ilişkin çalışmalar
3. Üniversite etkinliğinin ölçülmesine ilişkin çalışmalar
4. Hastane etkinliğinin ölçülmesine ilişkin çalışmalar
5. Havaalanı etkinliğinin ölçülmesine ilişkin çalışmalar
6. Kamu alanındaki bazı uygulamaları
7. Sağlık hizmetlerinin etkinliğinin ölçülmesi konusundaki çalışmalar
8. Tarım alanında yapılan çalışmalar
9. Posta servisi etkinliğinin ölçülmesine ilişkin çalışmalar
10. Taşımacılık konusunda yapılan çalışmalar
11. Hapishane etkinliğinin ölçülmesine ilişkin çalışmalar
12. Eczacılık alanında yapılan çalışmalar
13. Madencilik alanında yapılan çalışmalar
14. Elektrik kullanımı ile ilgili çalışmalar

Çakmak ,E. H. ve Zaim,O. (1991) tarafından kamu ve özel teşebbüslerde etkinlik karşılaştırılması yapılarak, VZA ile çimento sanayi üzerinde bir uygulama gerçekleştirilmiştir.

Besen, F. Buket(1994) tarafından performans yönetim sistemi ve VZA'nın sağlık sektörü üzerine bir uygulaması yapılmıştır. İstanbul'da yer alan bazı hastanelerin kadın doğum bölümlerindeki etkinliklerinin ölçülmesi amacıyla VZA'nın toplamsal model yaklaşımına göre performans değerlendirmesi yapılmıştır.

⁶⁰ S. Gattaufi ve diğ., “Content Analysis of DEA Literature and Its Comparison With That of Other OR/MS Fields”, **The Journal of the Operational Research Society**, c: 55, s: 9 (2004): 911

Albayrak ve Özcan(1996) tarafından Türk çimento sektöründe görelî faaliyet performanslarının VZA ile değerlendirilmesi amacıyla bir çalışma yapılmıştır.

İleri, İbrahim(1997) tarafından VZA kullanılarak bankacılık sektöründe bir uygulama gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada İMKB'den alınan borsa verileri, seçilen bankaların etkinlik analizleri için CCR modeli yaklaşımına göre çözdürülmüş ve sonuçlar değerlendirilmiştir.

Karsak, E. Ertuğrul ve İşcan, Firuzan(1998) tarafından Türk çimento sektöründe görelî faaliyet performansları ağırlık kısıtlamaları ve çapraz etkinlik kullanılarak VZA ile değerlendirilmiştir. Bu çalışmada kullanılan veriler İMKB'den alınmıştır. Çapraz etkinlik analizi ile de VZA'ya göre etkin çıkan firmaların kendi içinde etkinlik sıralaması yapılmıştır.

2000 yılında S. Tarım, H. I. Dener ve A. Tarım çalışmalarında 1997 Nisan-Ekim dönemi için VZA kullanılarak Antalya yöresindeki dört ve beş yıldızlı otellerin etkinlik değerlemesine yönelik bir araştırma gerçekleştirmişlerdir. Araştırmada, 10 tanesi beş yıldızlı 11 tanesi dört yıldızlı toplam 21 otel incelenmiştir.

2000 yılında Mercan ve Yolalan tarafından yapılan araştırmalarda, VZA tekniği kullanarak Türk bankacılık sektörünün performans ile ölçek ve mülkiyet yapıları arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Araştırma, Türk bankacılık sektörünün bir bütün olarak 1993'e kadar performansının arttığı ve daha sonra belirgin olarak gerilediği bulunmuştur. Ayrıca görelî olarak büyük ölçekli bankaların daha iyi bir performans sergiledikleri görülmüştür.

Çingi ve Tarım 2000 yılında yapmış oldukları araştırmalarında 1989–1990 yılları arası toplam 21 ticari bankanın, dördü devlet, onyedisi özel olmak üzere, VZA yöntemi ile bankaların görelî etkinliğini değerlendirmişlerdir. Çalışma sonunda, her yıl etkinlik sıralamasının değişken nitelikte olduğu belirlenmiştir.

Atıkbay, Tolga(2001) tarafından Türk Kara Kuvvetlerinde VZA ile performans değerlendirilmesi yapılmıştır.

Yeşilyurt, Cavit ve Alan, M. Ali(2003) tarafından Fen Liselerinin 2002 yılı göreceli etkinliğinin VZA ile ölçülmesi yapılmıştır. Çalışmada girdi olarak Fen Liseleri giriş puanları, çıktı olarak ise mezun olan öğrencilerin üniversite giriş puanları kullanılmıştır. Buna Göre 2002 yılında etkin olan Fen Liseleri, Türkiye genelinde belirlenmiştir.

Görüldüğü üzere, Türkiye’ de otomotiv sektöründe yapılan kapsamlı bir araştırma bulunmamaktadır. Otomotiv sektörünü incelemek amacıyla yapılan bazı araştırmalar bulunsada, karar verme birimleri seçimleri açısından mantıklı ve güvenilir sonuçlara ulaşıkları söylenemez. Zira, veri zarflama analizinin tanımından da yola çıkarak, benzer girdilerle benzer çıktıları üreten firmaların kıyaslanması gerekirken, aynı sektör altında gruplandırıldığı için tamamen farklı ürün gamlarına, farklı büyüklüklere, farklı teknolojilere sahip firmalar karşılaştırılmıştır. Bu firmaların birbirleriyle yarışması ya da kıyaslanması mümkün değildir. Bu çalışmada ise, gerçekten otomotiv sektöründe, sadece araç üretimi yapan ve aynı zamanda birbirlerine rakip olan firmalar araştırmaya dahil edilmiştir.

3.3. Veri Zarflama Analizindeki Kavramlar

Veri Zarflama Analizi yönteminin daha kolay anlaşılabilmesi için bazı kavramların açıklanmasının yararlı olacağı düşünülmüştür. VZA literatüründe en çok karşılaşılan terimlerin açıklamaları şu şekildedir:

- **Toplam Etkinlik (Aggregate Efficiency):** CCR Modelinden gelen ve etkinliğin ölçüsünü tanımlamak için kullanılan bir terimdir.
- **Tahsis Etkinliği (Allocative Efficiency):** Üretim sürecinin verimliliği anlamına gelmekte olup üretim maliyetlerinde girdi fiyatlarının en aza indirilmesi hedeflenmektedir. Tahsisli etkinlik, teknik etkinliğin maliyet etkinliğe oranı ile hesaplanmaktadır.
- **Ölçeğe Göre Sabit Getiri (Constant Returns to Scale):** Eğer bir karar biriminin girdisindeki artış çıktısında eşit bir artışa denk geliyorsa, bu ölçeğe göre sabit getiridir. Bu demektir ki karar biriminin ölçeği ne olursa olsun verimliliği değişmez.

- **Kontrol Edilebilen Girdiler (Controlled-discretionary-Inputs):** Bir kontrol edilmiş girdinin, karar biriminin idaresi üzerinde kontrolü vardır. Bunun sonucunda kullanılmış olan miktarı karar birimi yönetimi belirleyebilir.
- **Maliyet Etkinliği (Cost Efficiency):** Maliyet verimliliği (ekonomik verimlilik) minimum maliyetin gerçek (gözlemlenmiş) maliyete oranıdır.
- **Etkin/Etkinlik Sınırı (Efficient/Efficiency Frontier):** Etkinlik sınırı, en iyi performansı temsil eden ve girdi ve çıktıları en verimli şekilde birbirine dönüştüren veri kümesindeki karar birimlerinden oluşan sınırdır. Sınırı belirleyen karar birimleri %100 verimliliğe sahiptirler. Sınırdan olmayan herhangi bir karar birimi %100'ün altında bir verimliliğe sahiptir.
- **Etkinlik Değeri (Efficiency Score):** VZA, her karar birimi için bir etkinlik değeri türetir. Bu skor 0 ve 1 arasındadır. %100 skora sahip birim etkindir. %100'den daha düşük değer alan birimler ise etkin değildir.
- **Homojenlik (Homogeneous):** VZA çalışmaları homojen karar birimleri kümesini gerektirmektedir. Homojenlik, birimler arasında benzerlik derecesini ifade eder. Karar birimlerinin operasyonel amaçları karakterlerinde olduğu gibi benzer olmalıdır.
- **Etkin Birim (Efficient Unit):** Etkin birim, analizlerdeki diğer karar birimleri tarafından başarılan gerçek performansla karşılaştırıldığında, aynı çıktıları daha az girdilerle üretebilen ya da daha yüksek seviyedeki çıktıları aynı miktardaki girdilerle üretebilen karar birimi olarak tanımlanmaktadır. Bu karar birimleri, aynı zamanda diğer etkin olmayan karar birimlerine hedef belirlemede, onlara referans olacaklardır.
- **Girdiler (Inputs):** Karar birimi tarafından çıktı üretmek için kullanılan herhangi bir kaynağa girdi denir (ürün ya da servisler). Bu, ürün olmayan fakat karar biriminin ürettiği kaynakları da içerebilir. Bunlar kontrol edilebilir ya da edilmeyebilir.
- **Girdi İndirgemesi (Input Minimization):** Belirli çıktıların üretiminde kullanılan girdi miktarını küçültmeye çalışan analizlerde VZA adaptasyonuna girdi indirgemesi denir.

- **Çıktı (Output):** Çıktı, girdilerin (kaynaklar) süreç ve tüketiminden sonuçlanan ürünlerdir. Çıktı; fiziksel ürün, servis ya da karar biriminin amacını nasıl başardığını gösteren ölçüm olabilir.
- **Çıktı Çoğaltması (Output Maximization):** Çıktı çoğaltması, belirli girdi miktarıyla en fazla çıktı üretmeye çalışan analizlerde adapte edilmiş VZA'dır.
- **Üretkenlik (Productivity):** Tek girdi ve çıktıdan oluşan süreçlerde üretkenlik, karar biriminin çıktılarının girdilerine oranıdır. VZA üretkenliği ölçmez, üretim sürecinin verimliliğini ölçer.
- **Referans Katkısı (Reference Contribution):** Referans katkısı, bir karar birimi için etkinlik değerinin hesaplanmasına, referans karar birimi katkısının derecesini belirtmesinde kullanılan bir terimdir.
- **Ölçek Etkinliği (Scale Efficiency):** Bir karar biriminin işlem büyüklüğü en uygun olduğu zaman ölçek verimlidir. Eğer işlem büyüklüğü azaltılır ya da arttırılırsa verimliliği düşer. Ölçek verimliliği toplam verimliliği, (CCR modelinden) teknik verimliliğe (BCC modelinden) bölerek hesaplanır.
- **Bolluk (Slack):** Bolluk, az üretim çıktısını ya da fazla girdi kullanımını gösterir. Etkin olmayan karar birimini etkin hale getirmek için gerekli iyileştirmeyi gösterir. Bu iyileştirmeler girdi ve çıktıdaki artış ya da azalma şeklinde olabilir.
- **Hedefler (Targets):** Etkin olmayan karar biriminin etkin olabilmesi için girdi ve çıktıların gerekli düzenlemeleri ifade etmektedir.
- **Teknik Etkinlik (Technical Efficiency):** Karar birimi, kullanılan girdi başına çıktısını en büyüklenebilir hale getiriyorsa teknik olarak etkindir denir. Fiyat ve maliyetlerden bağımsız olarak hesaplanır.
- **Değişken (Variable):** Karar birimlerinin işlemindeki önemini belirten girdi ve çıktı faktörleridir. Örneğin çalışan sayısı, satışlar, kira, kullanılan alan gibi girdi ve çıktı sınıflandırması ölçülen sürece ve karar birimlerinin ölçülmesine karşı olan hedeflere bağlıdır.

- **Sanal Girdi ve Çıktılar (Virtual Input/Output):** Sanal girdiler, girdi değerini, asıl (primal) model çözümü olarak verilen karar birimi için karşılık gelen optimal ağırlıkla çarparak bulunur. Sanal girdi ve çıktılar her faktör için öngörülen değerin derecesini belirtir. Her karar biriminin sanal girdilerinin toplamı, girdiye yönelik modellerde daima 1'e eşittir. Sanal çıktıların toplamı ise birimin verimlilik skorunu gösterir.

3.4. Veri Zarflama Analizinin Amaçları Ve Uygulama Alanları

VZA; verimli, verimsiz ayırımını yapmasının yanı sıra; her bir karar biriminin tam verimliliğe ulaşmak için hangi girdi değişkeninden ne miktarda azaltma ve hangi çıktı değişkeninden ne miktarda artış yapması gerektiğini belirler. Bu noktaya ulaşmak için örgütsel amaçların planlama ve kontrolünde yönetsel veri sağlayan bir araç olduğu kadar, aşağıda belirtilen amaçlara yönelik olarak da uygulanabilir.⁶¹

1. Karşılaştırılan birimlerin her biri için girdi-çıkıtı boyutlarından herhangi birinde göreceli etkinsizliğin kaynaklarının ve miktarlarının belirlenmesi,
2. Etkinliğe göre birimlerin sınıflandırılması,
3. Karşılaştırılan birimlerin yönetimlerinin değerlendirilmesi,
4. Birimlerin kontrolleri dışındaki program ve politikaların verimliliklerini değerlendirmek ve program etkinsizliği ile yönetsel etkinsizliği ayırt etmek,
5. Belirlenen standarda göre etkin olan karar verme birimleri kullanılarak, etkin olmayan karar birimleri için referans girdi ve çıkıtı miktarlarının tespit edilmesi.
6. Referans karar birimlerinden hareketle, etkin olmayan karar birimlerine, etkin hale gelebilmeleri için, girdi miktarlarını ne kadar azaltmaları veya çıkıtı miktarlarını ne kadar arttırmaları gerektiğinin gösterilmesi amaçları ile VZA yöntemine ihtiyaç duyulmaktadır.

⁶¹ M. Uygur, "TCDD Limanlarında Veri Zarflama Analizi İle Performans Ölçümü", (Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, F.B.E., Ankara, 2002), 55.

Veri Zarflama Analizinin kullanılabileceği bazı konular ise şunlardır;⁶²

Eş Grupların Kullanımı: VZA, her etkin olmayan birim için ona karşılık gelen bir etkin birim kümesi tanımlar ve bu birimler etkin olmayan birimler ile eş grup oluştururlar. Eş gruptaki her birim etkin olmayan birimin girdi-çıktı yönlendirmesini alır ve etkin olmayan birimle aynı ağırlıkları kullanarak etkin duruma gelir.

Etkin Çalışma Uygulamalarının Belirlenmesi: İyi çalışma uygulamalarının belirlenmesi ve dökümünün yapılması sadece görelî etkin olmayan birimler için değil, aynı zamanda görelî etkin birimler içinde etkinliğin artırılmasına imkân sağlayabilir. Görelî etkin birimler, iyi çalışma uygulamalarının kaynağıdır. Bununla beraber etkin birimler arasında bazıları diğerlerinden daha iyi örnektir.

Hedef Belirleme: Uygulamalarda sıklıkla görelî etkin olmayan birimlerin performanslarının iyileştirilmesinde rehber olmak üzere hedeflerin belirlenmesi arzu edilir. VZA ile girdi ve çıktı düzeylerinde hedefler belirlemek olanaklıdır.

Etkin Stratejilerin Belirlenmesi: VZA, kolaylıkla birimlerin içinde çalıştıkları politikaları ve programları karşılaştırmada kullanılabilir. Ayrıca modelin uygun çözümü ile yönetsel ve program etkinliklerini değerlendirebilir.

Zaman Boyunca Etkinlik Değişimlerin Gözlenmesi: VZA ile etkinliği saptanmış bir firma daha sonraki dönemlerde etkinliğini yitirebilir ve referans olma özelliğini kaybedebilir.

Kaynak Ataması: VZA, görelî etkin ve etkin olmayan birimleri belirlediği gibi etkin olmayan birimler için kaynak koruma ya da çıktı artırma potansiyelleri için öngörüler verir. Göreceli etkin ve etkin olmayan birimlerin belirlenmesi, kaynakların prensipte hangi yönde transfer edilmeleri konusunda ilk işareti verir. Ardından her bir birimde kaynak koruma ve çıktı artırma ya/ya da girdi azaltma potansiyellerinin bilinmesi ve böylece herhangi bir operasyonun düzeyi için bilgi verir. Günlük hayatta VZA yönteminin oldukça geniş uygulama alanları vardır.

⁶² M. E. Baysal, "Veri Zarflama Analizi ile Orta Öğretimde performans ölçümü", (Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi F.B.E., Ankara, 1999), 56.

Bu alanların bazıları aşağıdaki sıralanmıştır.⁶³

1. Tıp
2. Eğitim (ortaöğretim ve üniversiteler)
3. Üretim
4. Yer Seçimi
5. Benchmarking
6. İşletme Çözümleri
7. Fast Food Lokantaları
8. Toptancı Mağazaları
9. Bankacılık
10. Silahlı Kuvvetler (personel araştırması, hava taşıtları bakımı)
11. Sporlar
12. Uzay Çalışmaları

Görüldüğü gibi ilk olarak eğitim, hastane gibi hizmet temelli sektörlerde kullanılmaya başlanan Veri Zarflama Analizi, başta bankacılık, diğer hizmet sektörleri ve üretim sektörü olmak üzere neredeyse tüm sektörlerde etkinlik ölçümü için kullanılmıştır ve kullanılmaktadır. Firmalara diğer benzerleriyle bir kıyas olanağı tanıdığından, firmanın sektör içinde nerede olduğunu görmesi bakımından çok önemsenmiştir. Sektör içindeki konuma ek olarak, etkin olmaması durumunda, etkinliği sağlayabilmesi için yapılması gerekenleri sayısal verilerle ortaya koyması, bu analiz yönteminin bu denli yaygın kullanılmasının nedenlerinden biridir.

VZA yöntemi ayrıca, işletmelerde kullanılan bazı yöntemlerle de birlikte kullanılabilir. Bu yöntemlerin en önemlileri, kıyaslama (benchmarking), oran analizleri, hedef programlama yaklaşımı gibi yöntemlerdir.

⁶³ Selim Sipahi, “Çok Amaçlı Karar Verme Teknikleri ve Bir Uygulama”, (Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, S.B.E. İstanbul, 1998), 32.

3.4.1. Veri Zarflama Analizi ve Kıyaslama (Benchmarking)

Kıyaslama, bir öğrenme ve öğretme, uyarlama, paylaşma ve gelişme sürecidir. Kıyaslama kalıcı rekabet avantajı sağlamak için oldukça gerekli bir sistemdir. Bu yöntem iki yönlü bir süreçtir ve sürece katılan işletmelerin, deneyim ve bilgilerin paylaşımı ve transferi sayesinde daha iyiyi daha çabuk yapabilmeleri mümkün olmaktadır. Kıyaslama, dünyada mevcut en iyi veya daha iyi uygulamaların araştırılması, bulunması ve sürekli iyileştirilmesi amacıyla, bu uygulamaların işletmelerin kendi süreçlerine uyarlanması faaliyetlerinin tümünü içermektedir. Kıyaslamanın unsurları arasında VZA ile en çok örtüşen unsur, sınıfında en iyinin araştırılmasıdır.

VZA yöntemi ile aynı sektörde bulunan işletmeler arasında, en etkin işletmenin tespit edilmesini sağladığından kıyaslama sürecinde önemli bir yere sahiptir. VZA yardımı ile işletmeler, bulundukları sektör içerisinde en etkin işletmeyi belirleyip, kıyaslama ortağı olarak seçebilmektedirler. Böylece kıyaslama yöntemini uygulayacak olan işletmeler açısından, en önemli unsurlardan biri yerine getirilmiş olmaktadır.

3.4.2. Veri Zarflama Analizi ve Oran (Rasyo) Analizleri

Bir işletmenin finansal durumu, faaliyet sonuçları değerlendirilirken, bilanço ve gelir tablosunda verilen kalemler arasındaki ilişkiler çok önemlidir. Bu nedenle, finansal analizde, oranlardan geniş ölçüde yararlanılmaktadır. Oran, mali tablolarda yer alan herhangi iki kalem arasındaki ilişkinin basit matematiksel ifadesi olarak tanımlanmaktadır.⁶⁴

Oran analizleri tek başına yalnızca bir girdi ve bir çıktı ile ya da iki farklı çıktı ile ilişkilidirler. Finansal olarak oranların, sadece teker teker karşılaştırılması yapılabilmektedir. VZA ise performans değerlendirmede eş zamanlı olarak tüm girdi ve çıktıları değerlendirebilmektedir. İki yöntem bir arada uygulandığında birbirlerini büyük ölçüde destekleyebilmektedirler. Oranlardan bazıları girdi bazıları çıktı olarak kabul edilerek, işletmeler arasında karşılaştırma yapılabilmektedir.

⁶⁴ Öztin Akgüç, **Finansal Yönetim**, (İstanbul, Muhasebe Enstitüsü Yayınları, No: 65, 1998), 20.

Örneğin, likidite oranları (cari oran, likidite oranı, nakit oranı v.b.) girdi ve karlılık oranları (net kar marjı, satış karlılığı, öz sermaye karlılığı, aktiflerin karlılığı v.b.) da çıktı olarak kabul edilerek işletmelerin finansal durumları karşılaştırılabilir.⁶⁵

Bu çalışmamızda etkinlik skorları için finansal oranlar dışında başka girdi ve çıktı bileşenleri kullanılmakla birlikte, yine verilerden hesaplanabilen karlılık oranları ile etkinlik skorlarının ilişkisine bakılmıştır. Böylece belli rasyoların işletme etkinliği üzerinde etkisi olup olmadığı belirlenmeye çalışılmıştır.

3.4.3. Veri Zarflama Analizi ve Hedef Programlama

Doğrusal hedef programlama modeli, hedef kısıtlaması şeklinde ifade edilen birden çok hedefin, bu hedeften sapmaları minimize etmeye çalışan tek bir amaç fonksiyonu çerçevesinde tahmin edilmeye çalışılması için oluşturulmuş bir doğrusal programlama modelidir. Hedef programlama, işletmelerin birbiriyle çelişki içerisinde olan ya da birbirlerini tamamlayan çok sayıda hedefe, mümkün olan en iyi düzeyde ulaşmalarına imkan sağlayacak kararlar almalarına yardımcı olmaktadır.

VZA ile elde edilen bilgilerden yola çıkılarak işletme yeni hedefler belirleyebilmektedir. Referans karar birimi bulunduğundan sonra işletme için olması gereken girdi ve çıktı miktarları belirlenebilmektedir. Belirlenen girdi ve çıktı miktarları da işletmeye hedef olarak konulabilirler. Bu hedefin ve bununla beraber işletmenin diğer hedeflerinin kısıtlar olarak ifade kurulan bir model, hedef programlama yöntemi ile kolaylıkla çözülebilmektedir. VZA'nın hedef programlama yöntemi uygulanırken kurulacak modele, belirlenen hedefler açısından katkısı olmaktadır.

3.5. Veri Zarflama Analizinin Sistemik Yapısı

VZA'da karar birimlerinin kullandığı girdi sayısına ve üretim sonucunda elde ettikleri çıktı sayısına göre ayrı ayrı sistemik yapılar oluşturarak çözümler üretebildiği görülmektedir. Analiz sistemleri genellikle; tek girdili ve tek çıktılı sistemler; iki girdili ve tek çıktılı sistemler; tek girdili ve iki çıktılı sistemler; çok girdili ve çok çıktılı sistemler şeklinde oluşmaktadır.

⁶⁵ Emmanuel Thanassoulis, Boussofaine, A- Dyson, R.G., "A Comparison Of Data Envelopment Analysis And Ratio Analysis As Tools For Performance Assessment", **Omega**, c: 24, s: 3, 1996, 229. www.sciencedirect.com, [05.02.2010]

Tek girdi/çıktılı sistemleri inceleyen yöntemlerden farklı olarak çoklu girdi/çıktılı sistemlerin incelenebilmesine yönelik olan veri zarflama analizinin teorik yapısından bahsetmeden önce konunun daha iyi anlaşılabilmesi için sistematik yapıya değinilecektir.

Bu bölümde karar birimlerinin girdi sayısına ve üretim sonucunda elde ettikleri çıktı sayısına göre ayrı ayrı sistematik yapılar oluşturularak, bu yapılarda gerçekleştirilen etkinlik analizleri incelenecektir.

Bölümün tamamında Cooper, Seiford ve Tone'un çalışması kaynak olarak alınmıştır. Bölümde incelenecek yapılar:

1. Tek girdi ve tek çıktılı sistem
2. İki girdili ve tek çıktılı sistem
3. Tek girdili ve iki çıktılı sistem
4. Çok girdili ve çok çıktılı sistemler, şeklindedir.

3.5.1. Tek Girdi ve Tek Çıktıdan Oluşan Sistemler

Böyle bir sistemde etkinlik, basitçe *çıkıtı/girdi* formülü ile ölçülebilir. Bunun için girdi-çıkıtı tablosu oluşturularak, sekiz ayrı mağazanın örnek bir etkinlik analizi aşağıdaki gibi yapılabilir.⁶⁶

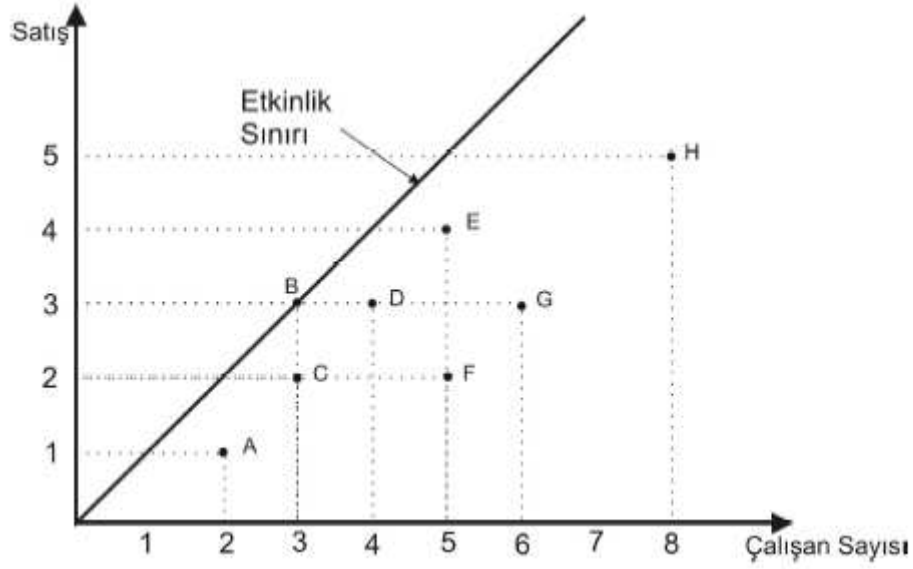
Tablo 3: Tek Girdi ve Tek Çıktıdan Oluşan Sistemler

Mağaza	A	B	C	D	E	F	G	H
<i>Çalışan sayısı</i>	2	3	3	4	5	5	6	8
<i>Satış</i>	1	3	2	3	4	2	3	5
<i>Satış/Çalışan</i>	0.5	1	0.667	0.75	0.8	0.4	0.5	0.625

Kaynak: Cooper ve diğ., **age**, 3.

Tablo 3' de en alt satır, çalışan başına düşen satış miktarını vermektedir. Bu miktar işletme ve yatırım analizi konularında sıklıkla kullanılan bir etkinlik ölçütüdür. Bu ölçüt yardımı ile B Mağazasının en etkin, F mağazasının ise en etkinsiz olduğu görülmektedir. Şekil 6'da aynı verilerin grafiksel gösterimi verilmiştir. Dikey ekseninde satışlar, yatay ekseninde çalışan sayısı gösterilmektedir.

⁶⁶ Cooper ve diğ., **age**, 2.

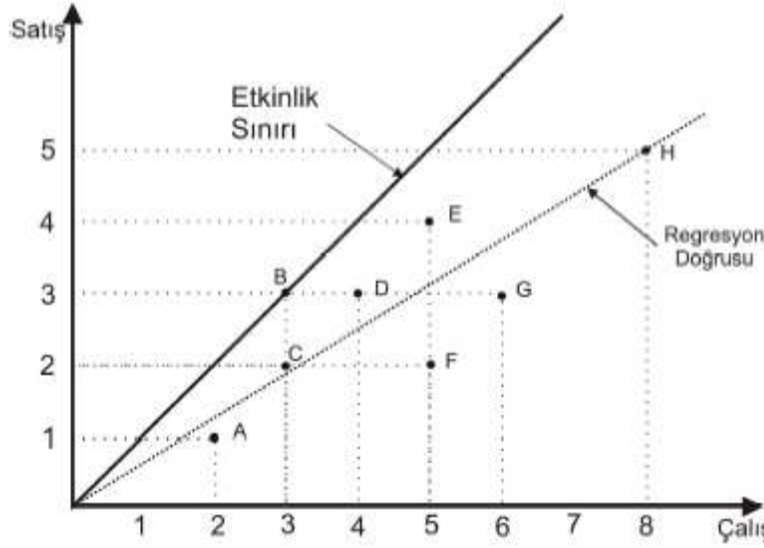


Şekil 6: Tek Girdi/Çıktılı Mağaza Örneklerinin Karşılaştırılması

Cooper ve diğ., age, 3.

Her bir noktayı orijinle birleştiren doğrunun eğimi, o nokta için kişi başına düşen satış miktarını verir. Tüm noktalar arasında en büyük eğime sahip olanın B noktası olduğu görülmektedir. Bu doğru, etkinlik üst sınırı ya da üretim ufku eğrisi olarak adlandırılır. Tekniğin ismi, etkinlik üst sınırının örneklem kümesindeki en az bir noktadan geçmesi ve diğer tüm noktaların bu sınır eğrisi üzerinde ya da altında yer alması özelliğinden esinlenilerek verilmiştir. Matematik dilinde bu şekilde bir sınırın bu noktaları “zarfladığı” söylenilir.⁶⁷ Bu verileri kullanarak, ekonomik tahminlerde bulunan regresyon çizgisi de çizilebilir ki, Şekil 7’de gösterildiği gibi bu çizgi veri noktalarının tam ortasından geçmektedir.

⁶⁷ Age, 4.



Şekil 7: Regresyon Çizgisi ve Etkinlik Sınır Çizgisi

Cooper ve diğ., age, 4.

Veri setinin sadece ortalamasını temsil eden bu çizginin üzerinde kalan noktaların mükemmel, altında kalanların ise zayıf olarak nitelendirilmesi hata olur. Diğer yandan, üst sınır çizgisi en iyi mağazanın performansını tanımlar ve diğer işyerlerinin etkinliğini, kendisine olan uzaklıkları ölçer. Bu noktadan hareketle, istatistiksel regresyon analizi yaklaşımı ile veri zarflama analizi yaklaşımı arasında çok temel bir fark olduğu görülebilmektedir. İlk yaklaşım, gözlemlerin ortalama ya da merkezi eğilim davranışını ortaya koyarken, ikinci yaklaşım, en iyi performans ve diğer performansların üst sınır çizgisi ile olan uzaklıklarının değerlendirilmesiyle ilgilidir. Bu nedenle, sözü edilen iki görüş açısının, aynı sistem için değerlendirme amaçlı kullanılması durumunda çok farklı açılımlara yol açabileceği görülmektedir. Örneğin, veri zarflama analizi mevcut gözlemlerin etkinliğinde iyileşme sağlamak için ileride incelenmek yada kıyaslama yapılmak üzere B gibi bir Mağazayı belirlerken, istatistiksel yaklaşım B mağazasını, F ve diğerlerinin dahil olduğu bir sepet içerisinde eriterek bir ortalama belirler ve olası etkinlikte iyileşme önerilerini, bu ortalamayı baz alarak yapar. Diğer işyerleri, B ile karşılaştırıldığında, diğer işyerlerinin etkin olmadığı görülmektedir. B'ye göre diğer işyerlerinin etkinliği:

$$0 \leq \frac{\text{Diğer İşyerlerinin Çalışan Başına Düşen Satışı}}{\text{B İşyerinin Çalışan Başına Düşen Satışı}} \leq 1$$

Bu hesaplamanın sonucunda oluşan mağaza etkinlik değerleri Tablo 4’de gösterilmiştir.

Tablo 4: İşyerlerine Ait Etkinlik Değerleri

Mağaza	A	B	C	D	E	F	G	H
Etkinlik	0.5	1	0.667	0.75	0.8	0.4	0.5	0.625

Kaynak: Cooper ve diğ., age, 5.

Bu işyerleri etkinliklerine göre sıralandığında:

$$1=B>E>D>C>H>A=G>F=0,4$$

En kötü olan Mağaza (F), B Mağazasının etkinliğinin $0,4 \times \%100 = \%40$ ’ına sahiptir.

3.5.2. İki Girdi ve Tek Çıktıdan Oluşan Sistemler

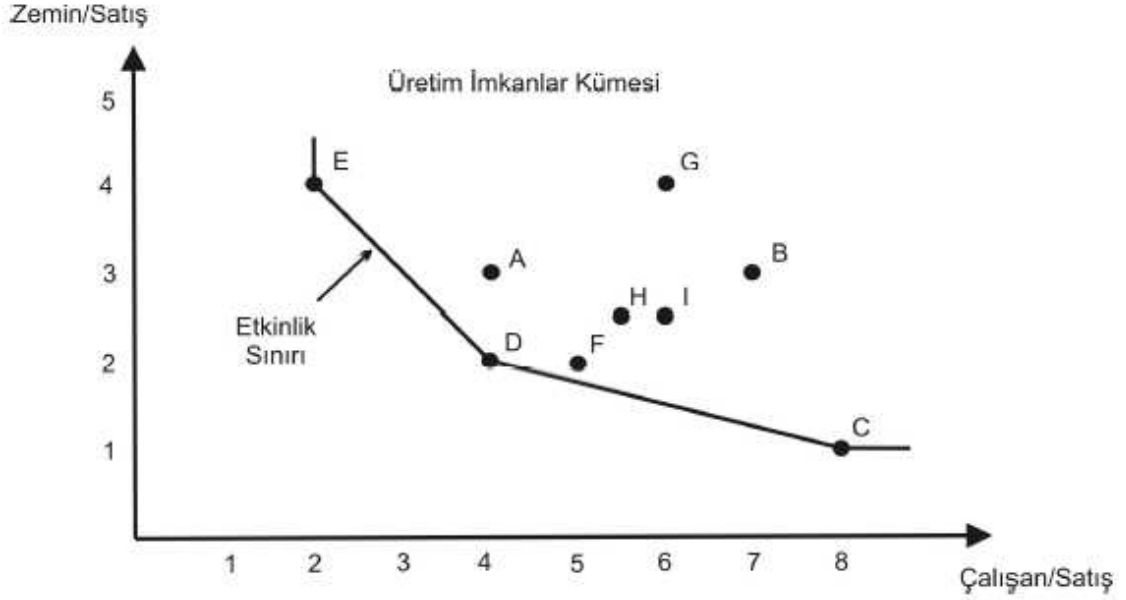
Çoklu girdi ve tek çıktı analizini göstermek için, iki girdi ve tek çıktıya sahip dokuz mağazaya ait performans, girdi ve çıktıların listelendiği Tablo 5 incelenebilir. “Sabit Ölçekli Getiri” varsayımı altında, çıktılar 1’e indirgenmiş ve girdi değerleri 1 birim çıktı üretebilmek üzere normalize edilmiştir.

Tablo 5: İki Girdi ve Bir Çıktıdan Oluşan Sistemler

Mağaza		A	B	C	D	E	F	G	H	I
<i>Çalışan (x 10)</i>	X_1	4	7	8	4	2	5	6	5.5	6
<i>Zemin (1000m²)</i>	X_2	3	3	1	2	4	2	4	2.5	2.5
<i>Satış (100.000TL)</i>	Y	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Kaynak: Cooper ve diğ., age, 6.

Örneğin grafiksel gösterimi ise Şekil 8’de gösterilmiştir. Yatay eksen x_2/y , dikey eksen x_1/y değerleri gösterilmiştir.

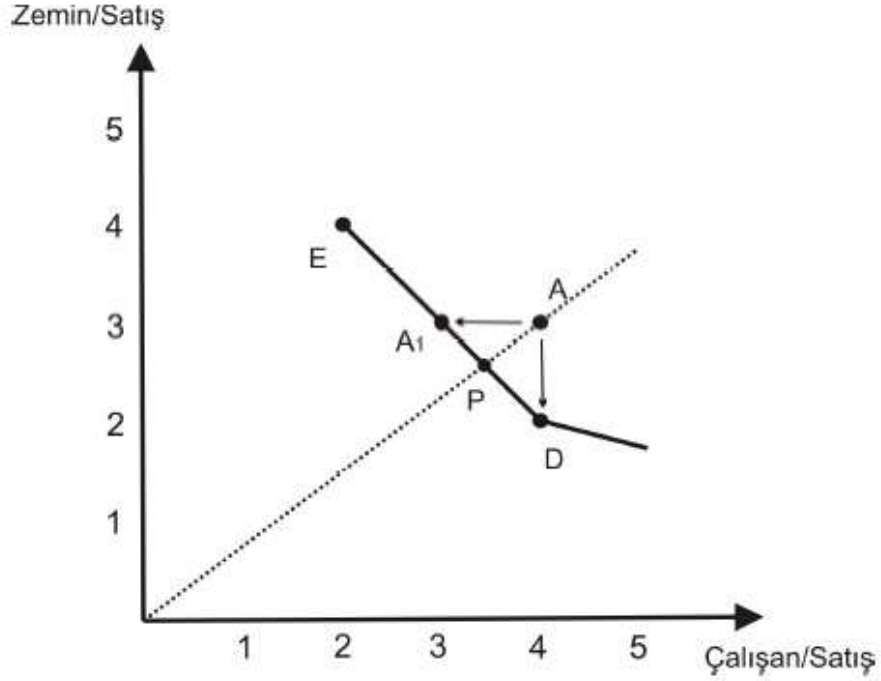


Şekil 8: İki Girdi ve Bir Çıktıdan Oluşan Sistemler

Cooper ve diğ., age, 7.

Etkinliğe bu açıdan bakıldığında, bir birim çıktı üretirken girdileri en az kullanan mağazaları daha verimli olarak nitelendirmek doğaldır. Bu sebeple orijine en yakın, E, D ve C noktalarının oluşturduğu parçalı çizgi etkinlik üst sınırını oluşturur. Bu çizginin üzerindeki tüm noktalar için, herhangi bir girdi değerinde bir iyileştirmeye gitmek (girdi azaltılması), diğer girdi değeri için kötü sonuçlar doğuracağından, bu noktalarda iyileştirme yapmak söz konusu değildir. Etkinlik üst sınır çizgisiyle zarflanmış olan noktaların tamamı “Üretim Olanak Kümesi”ni oluşturur. Mevcut teknolojik imkanlarla gerçekleştirilmesi mümkün olan girdi-çıkıtı karışımı (x, y)’lerin kümesi Üretim Olanak Kümesi olarak tanımlanmaktadır. Sınır çizgisinde olmayan mağazaların verimlilikleri, sınır çizgisi üzerinde bulunan mağazalara bağlı olarak hesaplanabilir. Örneğin Etkin olmayan A noktasının etkinsizliğini ölçmek için, orijin noktasından A noktasına bir çizgi çizilmektedir. Bu çizgi sınır çizgisini P noktasında kesmekte ve A’nın etkinliği OP/OA olarak hesaplanabilmektedir. Bu demektir ki, A’nın etkinsizliği, D ve E’nin kombinasyonu kullanılarak değerlendirilebilir. Çünkü P noktası D ve E’nin oluşturduğu çizginin üzerindedir. D ve E, A’nın referans (başvuru) grubu olarak adlandırılır. Referans grubu etkin olmayan her nokta için farklılık arz eder.

Örneğin B noktasının referans grubu, C ve D den oluşmaktadır. Bununla birlikte D noktası, etkin olmayan birçok mağazanın referans grupları içinde yer aldığından, gözlem grubunun bir temsilcisi olarak görülebilir. C ve E mağazaları da etkindir. Ancak bu mağazaların sahip olduğu bireysel özellikler, (bir girdiden çok yüksek oranda kullanmaları gibi) gözlem grubunun genelinden uzak düşmelerine sebep olmuştur.



Şekil 9: A Mağazasına Ait Etkinlik İyileştirmesi

Cooper ve diğ., age, 8.

Şekil 9 incelendiğinde, x_1 girdisini 3,4'e, x_2 girdisini de 2,6'ya düşürmek suretiyle P noktası üzerine gelerek etkin konuma ulaşabileceği söylenebilir. Çünkü P noktası orijine en yakın (etkin) firmaların oluşturduğu etkinlik sınırı ile etkin olmayan A firmasının orijine olan en kısa mesafesini temsil eden OA doğru parçasının kesişim noktasıdır. Bununla birlikte, DA₁ üzerindeki herhangi bir nokta da etkinlik iyileştirmesi için hedef alınabilir. D noktasına x_1 'in azaltılmasıyla, A₁ noktasına da x_2 'nin azaltılmasıyla ulaşılabilir. Muhtemel bir diğer iyileştirme imkanı ise; girdilerin mevcut durumu korunarak çıktıların arttırılmasıdır.

3.5.3. Bir Girdi ve İki Çıktıdan Oluşan Sistemler

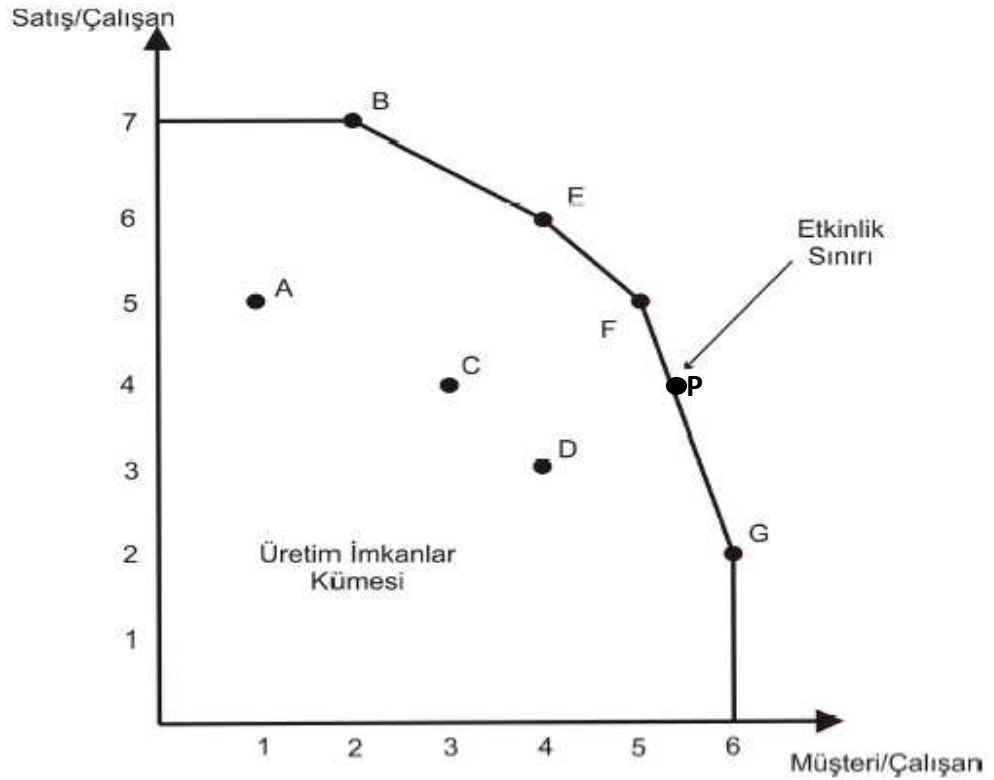
Tablo 6, 7 farklı mağazaya ait çalışan (satış elemanı) başına müşteri (10 kişi) ve satış miktarını (100 000 TL) göstermektedir.

Tablo 6: Bir Girdi ve İki Çıktıdan Oluşan Sistemler

Mağaza		A	B	C	D	E	F	G
Çalışan	X	1	1	1	1	1	1	1
Müşteri	Y ₁	1	2	3	4	4	5	6
Satış	Y ₂	5	7	4	3	6	5	2

Kaynak: Cooper ve diğ., age, 8.

Anlatım kolaylığı açısından çalışan sayısı bire indirgenmiş böylece tablodaki değerler çalışan başına satış ve müşteri olarak yer alabilmiştir. Veriler doğrultusunda etkinlik üst sınırı B,E,F ve G mağazaları tarafından belirlenmiştir.



Şekil 10: Bir Girdi ve İki Çıktıdan Oluşan Sistemlerde İyileştirme

Cooper ve diğ., age, 9.

$m(0,D) / m(0,P)$ oranı “dairese (radyal) ölçüt” olarak adlandırılır. Burada kullanılan mesafe ölçümü, öklidyen mesafesidir. Yani:

$$m(0,D) = \sqrt{4^2 + 3^2} = 5$$
$$m(0,P) = \sqrt{\left(\frac{16}{3}\right)^2 + 4^2} = \frac{20}{3}$$

Buradan;

$$m(0,D)/m(0,P) = \frac{5}{\frac{20}{3}} = \frac{15}{20} = 0,75 \text{ olarak hesaplanır.}$$

Burada hesaplanan etkinlik çıktıya yöneliktir. D mağazasının ulaştığı çıktı seviyesinin ulaşabileceği çıktı seviyesine oranıdır ve tüm çıktılara ait olduğu için, etkinliğe ulaşmak için her iki çıktıda, birbirlerine oranları bozulmadan P noktasına varıncaya kadar artırılmalıdır. Burada ifade edildiği gibi, çıktıların ya da girdilerin kendi aralarındaki oransal ilişkiyi değiştirmeden giderilen etkinsizliğe *teknik etkinsizlik* denir. Bir başka etkinsizlik türü ise çıktıların ya da girdilerin sadece bir kısmında etkinsizliğin gözlemlenmesiyle ortaya çıkar. Bu etkinsizlik türü, giderilmesi durumunda girdilerin ya da çıktıların karışımındaki oranı bozacağından, *karışık etkinsizlik* olarak adlandırılır. Teknik etkinsizlik kavramı D ve P noktaları ile anlatılabilirken, karışık etkinsizlik, A, E ve B noktaları ile açıklanabilir. A mağazasına ait etkinsizliğin giderilmesi için A’nın teknik etkinsizliğinde yapılan iyileştirme, sonucu A noktası, E noktasına yaklaştırılarak teknik etkinsizliği giderilir. Ancak E noktası, B noktası ile karşılaştırılacak olursa, E noktasının ikinci çıktı olan satış sayısında B’ ye göre yetersiz kaldığı gözlemlenecektir. Bu demektir ki; satış sayısı çıktısı için diğer çıktı olan müşteri sayısını azaltmadan ya da girdi miktarı olan çalışan sayısını arttırmadan, iyileştirme yapılabilmesi söz konusudur. Böyle bir iyileştirme çıktıların birbirleriyle olan karışım oranlarını değiştirecektir.

3.5.4. Çok Girdili ve Çok Çıktılı Sistemler

Bu noktaya kadar değindiğimiz örnekler etkinlik kavramının grafiksel olarak ortaya koyulmasında yararlı olmakla beraber, gerçek hayattaki sistemler çoklu girdi ve çıktı yapısına sahip oldukları için daha farklı yöntemler geliştirilmesini gerekli kılmaktadır.

Tablo 7’de 12 farklı hastaneye ait doktor, hemşire, yatan ve taburcu olan hasta sayıları verilmiştir. Göreli etkinlikleri araştırılan 12 hastaneye ait verilerde doktor ve hemşire sayısı girdi, yatan hasta ve taburcu olup çıkan hasta sayısı çıktı olarak alınmıştır.

Tablo 7: Hastane Örneği

Hastane	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
<i>Doktor</i>	20	19	25	27	22	55	33	31	30	50	53	38
<i>Hemşire</i>	151	131	160	168	158	255	235	206	244	268	306	284
<i>Taburcu</i>	100	150	160	180	94	230	220	152	190	250	260	250
<i>Yatan</i>	90	50	55	72	66	90	88	80	100	100	147	120

Kaynak: Cooper ve diğ. **age**, 12.

Hesaplamayı sadeleştirecek bir yol olarak, girdi ve çıktılar önceden belirlenmiş ağırlıklarla ağırlıklandırılır. Sonuçta elde edilecek oran, etkinliğin değerlendirilmesi için bir indeks verecektir. Örnek olarak:

$$\frac{v1(\text{Doktor Sayısının Ağırlığı})}{v2(\text{Hemşire Sayısının Ağırlığı})} = \frac{5}{1}$$

$$\frac{u1(\text{Taburcu Hasta Sayısının Ağırlığı})}{u2(\text{Yatan Hasta Sayısının Ağırlığı})} = \frac{1}{3}$$

Bu şekilde bir ağırlıklandırma, Tablo 8’deki etkinlik skorlarını verecektir. Bu hesaplamadaki etkinlik sonuçları, en büyük etkinlik değeri 1 olacak şekilde normalize edilmiştir.

Etkinliğin hesaplanmasında kullanılan bu yaklaşım (sabit ağırlıklar verilmesi), hesaplama kolaylığı açısından yararlı görünmekle birlikte, ağırlıklandırma değerine ilişkin pek çok soruyu da gündeme getirecektir. Daha da önemlisi herhangi bir karar birimi için etkinlik sonucunun ne ölçüde kendisinden ya da ağırlıklandırmadaki varsayımdan etkilendiğine ilişkin belirsizlikler ortaya çıkacaktır. Veri zarflama analizi bunun tam tersine, değişken ağırlıklar kullanır. VZA’da ağırlıklar, doğrudan veri setinin kendisinden üretilir ve böylece sabit ağırlık seçimindeki çok sayıda varsayım ve hesaplamadan kaçınılmış olunur. Daha da önemlisi; ağırlıklar, hastaneye en iyi ağırlık kümesini verecek şekilde seçilir.

Burada kullanılan en iyi ifadesi, her bir hastanenin her bir girdi ve çıktısına ağırlıklar belirlerken, o hastanenin çıktı/girdi oranının diğer hastanelere göre maksimizasyonu anlamına gelmektedir. En iyi kavramı, tüm sonuçlar için aşağıdaki şartlar altında geçerlidir:

- Bütün veri ve ağırlıklar pozitif ya da sıfırdır.
- Sonuçta ortaya çıkan oran 0 ile 1 aralığında olmalıdır.
- Etkinliği maksimize edilen hedef birim için uygulanan tüm ağırlıklar, tüm birimlere uygulanmaktadır.

Bunun sonucunda; hedef birim, etkinlik hesaplaması sırasında elde edilen ağırlık kümesinden daha iyi bir ağırlık kümesi seçemez. Çünkü elde edilen ağırlık kümesi, o birimin diğer birimlere göre etkinliğini maksimize ederken seçebileceği en iyi ağırlıklardan oluşmaktadır. Bu yolla hesaplanmış etkinlik değerlerini Tablo 8’ de gösterecek olursak:

Tablo 8: Sabit Ağırlıklar ve VZA ile Hesaplanmış Etkinlik Değerleri

<i>Hastane</i>	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
Etkinlik(SA)	1	0.9	0.77	0.89	0.74	0.64	0.82	0.74	0.84	0.72	0.83	0.87
Etkinlik(CCR)	1	1	0.88	0	0.76	0.84	0.9	0.8	0.96	0.87	0.96	0.96

Kaynak: Cooper ve diğ., **age**, 13.

Buradaki CCR sonuçları yorumlanacak olursa, C hastanesi için, 0,88 çıkan etkinlik, aynı hastanenin, 0,12 etkin olmadığını gösterir. Bu da demektir ki; etkin başvuru grubunun üyeleriyle kıyaslandığında C hastanesi, bütün hastanelerin kendi etkinliklerini ölçmek için “en iyi” ağırlıklarını seçebildiği bir ortamda %12’lik bir etkinsizliği göstermektedir. VZA ile her bir birim için etkinsizliğin kaynakları ve miktarları ölçülebilmektedir. Daha da ötesi, bu etkinsizlikleri karşılaştırabilmek için referans grupları da belirlenebilmektedir. Bir diğer önemli nokta ise; bu sonuçların minimal varsayımlarla, girdi ve çıktılar arasındaki ilişkilerin fonksiyonel olarak tanımlanmasına ve bu ilişkilerin her bir farklı birim için aynı olduğunu kabul etmeksizin hesaplanabilmesidir.

3.6. Veri Zarflama Analizinin Matematiksel Yapısı

3.6.1. Kesirli Programlama Modeli

Kesirli programlama modeli Charnes, Cooper ve Rhodes tarafından ilk geliştirilen modeldir. Model her KVB için ağırlıklandırılmış çıktılarla, ağırlıklandırılmış girdilerin oranından yola çıkılarak oluşturulmuştur.⁶⁸

DEA tekniği olarak adlandırılan parametrik olmayan programlama yaklaşım esas olarak kesirli programlama (fractional programming) formundadır. Kesirli programlamada standart bir çözüm yöntemi (Doğrusal programlama – simplex gibi) bulunmadığı için, etkinlik analizinde kullanılan matematiksel programlama modelinin özel yapısı kullanılarak, kesirli programlama modelini standart çözüm yöntemi bulunan doğrusal programlama modeline dönüştürmek mümkündür.⁶⁹

DEA ile ilgili olarak verilen formülasyonların doğrusal programlama formunda olduğu görülür, ancak, gerçekte VZA'nın kavramsal modeli kesirli programlama olarak düşünülmelidir. Doğrusal programlama etkinlik hesaplaması olarak kullanılan pratik bir yöntem niteliğindedir. Basit bir etkinlik oran ya da toplam faktör etkinliği, *çıktıların ağırlıklı toplam/ girdilerin ağırlıklı toplam şeklinde* formüle edilebilir. Etkinliği hesaplanmak istenen bir karar verme biriminin etkinliği şu şekilde gösterilebilir:⁷⁰

$$\frac{u_1 y_1 + u_2 y_2 + \dots + u_s y_s}{v_1 x_1 + v_2 x_2 + \dots + v_m x_m}$$

Burada,

u_l = karar biriminden elde edilen 1 nolu çıktının ağırlığı

y_l = karar biriminden elde edilen 1 nolu çıktı

v_l = karar birimine ait 1 nolu girdinin ağırlığı

x_l = karar birimine ait 1 nolu girdi

⁶⁸ A.Charnes, W. W. Cooper ve E. Rhodes, “Evaluating Program And Managerial Efficiency: An Application Of Data Envelopment Analysis To Program Follow Through”, **Management Science**, c:27, s:6, (1981): 669.

⁶⁹ Tarım, **age**, 41.

⁷⁰ Cooper ve diğ., **age**, 15.

Aynı karar biriminin (k), ürettiği çıktı miktar y_{rk} , $r=1,2, \dots, s$; bu çıktıların ağırlıkları u_{rk} , $r=1,2,\dots,s$ olsun. Bu çıktıları üretmek için kullandığı girdi miktarı x_{ik} $i=1,2,\dots,m$ ve bu girdilerin ağırlıkları v_{ik} $i=1,2,\dots,m$ ise denklem aşağıdaki biçimde yazılabilir:

$$\frac{\sum_{r=1}^s u_{rk} y_{rk}}{\sum_{i=1}^m v_{ik} x_{ik}}$$

VZA literatüründe pay ve payda kısımları birer bütün olarak algılanıp, sırasıyla sanal çıktı ve sanal girdi olarak tanımlanır. Bu tanımdan yola çıkarak denklem aşağıdaki biçimde özetlenebilir. Sanal terimi ağırlıkların gözlenmiş değil türetilmiş olduğunu göstermektedir. Söz konusu ağırlıkların sonuç olarak ekonomik anlamı olmayıp, yalnızca değerlendirilen karar verme biriminin verimliliğini maksimize eden algoritmayı karakterize etmektedir.⁷¹

$$\frac{\text{Sanal Output}}{\text{Sanal Input}}$$

VZA, bir önceki eşitlikteki çıktılar (Y_{rk}) ile girdileri (X_{ik}) veri olarak alır ve bunlara k, karar verme biriminin performansını diğer birimlerin performanslarına göre maksimize eden ağırlıklar seçmektedir.⁷²

Bu durumu şu eşitlikle gösterebiliriz:

$$\text{Max } h_k(u, v) = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rk}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ik}}$$

⁷¹ Age, 21.

⁷² William W. Cooper, Lawrence M. Seiford, Joe Zhu, **Handbook on Data Envelopment Analysis**, (Boston, International Series in Operations Research & Management Science Series, 2004), 9. www.google.com/books, [06.02.2010]

Karar birimi k , ağırlıklarını kendi toplam faktör verimliliğini maksimize edecek şekilde seçebilmelidir. Böylece, her karar biriminin kendi özel durumunu etkinlik analizi çerçevesinde tanımlaması mümkün olmaktadır. Ancak, karar birimi k' nın seçtiği ağırlık kümesinin diğer karar birimlerine uygulandığında hiç bir karar biriminin toplam faktör verimliliği 1.0' ın üzerine çıkmamalıdır. Aksi halde karar birimi k için toplam faktör verimlilik değeri gerçek dışı olur ki, verimliliğin yani çıktıların girdilerden fazla çıkması imkansızdır. Bu koşulun sağlanabilmesi için gerekli kısıt:

$$\frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rk}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} \leq 1 \quad (j = 1, \dots, n)$$

Ayrıca karar birimi k tarafından kullanılacak girdi ve çıktı ağırlıklarının negatif olamayacağı da açıktır: Bu kısıt ise şu şekilde formüle edilebilir:

$$u_r, v_i \geq 0 \quad r = 1, \dots, s; \quad i = 1, \dots, m$$

Bu açıklamalar çerçevesinde modelin son hali;

$$Max \quad h_k(u, v) = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rk}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ik}}$$

Kısıtlar:

$$\frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rk}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} \leq 1 \quad (j = 1, \dots, n)$$

$$u_r, v_i \geq 0 \quad r = 1, \dots, s; \quad i = 1, \dots, m \text{ olur.}$$

Modeldeki “u” ve “v” çıktı ve girdiler üzerindeki ağırlıkları ve eşitlikteki değişkenleri oluşturur. Modelin çözümü k, karar birimi için, bir etkinlik değeri ve bu değere ulaşmak için gerekli ağırlıklar kümesini verir. Ulaşılan etkinlik değerinin 1’e eşit olması, gözlenen performans ile potansiyel performansın birbirine eşit olduğu anlamına gelir. Bu durumda gözlenen KVB’nin en iyi gözlem olduğuna karar verilir. Etkinlik değeri 1’den küçük çıkan bir KVB ‘nin performansının ise potansiyel performanstan düşük olduğuna karar verilir.⁷³

Kesirli programlama modelinde ağırlıkların sıfıra eşit olamayacağı belirlenmiştir ve modeldeki bu kısıtlayıcılar $u_{rk} \geq \varepsilon \geq 0$ ve $v_{ik} \geq \varepsilon \geq 0$ haline dönüştürülmüştür. ε , 10^{-6} gibi çok küçük pozitif bir değer olarak alınmaktadır. Regresyon yaklaşımındaki bütün modelin tek bir optimizasyon çerçevesinde oluşturulması yerine VZA yaklaşımında her bir karar birimi için bir optimizasyon modeli kullanılmakta, böylece ortalamalar yerine bireysel değerlendirme yapılabilmektedir.⁷⁴

3.6.1.1. Girdi Yönelimli Kesirli Programlama

Bu model veri zarflama analizinin temelini oluşturmakta olup ağırlıklı ve zarflama modelleri bu modelin eksik yönlerini gidermek için bu modeli esas alarak geliştirilmiş modellerdir. Buna göre matematiksel formülasyon aşağıdaki gibidir.(Formülasyonların tamamında s çıktı sayısını, m ise girdi sayısını göstermektedir.)

$$E_k = \text{Max } h_k(u, v) = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rk}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ik}}$$

⁷³ Bakırcı, age, 128.

⁷⁴ Tarım, age, 52.

Kısıtlar;

$$\frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rk}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} \leq 1 \quad (j = 1, \dots, n)$$

$$u_r, v_i \geq 0 \quad r = 1, \dots, s; \quad i = 1, \dots, m$$

Modelin çözülmesi sonucu elde edilen değerler göreceli etkinlik ölçüleridir ve oranın 1 olması durumunda analizi yapılan KVB'nin etkin olduğu, 1'den küçük olması durumunda da etkin olmadığını söyleyebiliriz. Fakat bu modelle ilgili en büyük problem doğrusal bir program olmaması sonucu çözümünün oldukça zor olmasıdır.

3.6.1.2. Çıktı Yönelimli Kesirli Programlama

Ağırlıklı Girdi/Ağırlıklı Çıktı oranının minimize edilmeye çalışılması aslında Girdiye yönelik oransal CCR Modelinin tam tersidir. Girdiye yönelik modelin tersi düşünüldüğünde formülasyon aşağıdaki gibi olmaktadır.

$$E_k = \text{Min} \quad h_k(u, v) = \frac{\sum_{i=1}^m v_i x_{ik}}{\sum_{r=1}^s u_r y_{rk}}$$

Kısıtlar;

$$\frac{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}}{\sum_{r=1}^s u_r y_{rk}} \geq 1 \quad (j = 1, \dots, n)$$

$$u_r, v_i \geq 0 \quad r = 1, \dots, s; \quad i = 1, \dots, m$$

Amaç fonksiyonu Ek ’nın alacağı en küçük değer 1’dir ve bu değerin 1’e eşit olması halinde k karar biriminin etkin olduğu, 1’den büyük olması halinde de k karar biriminin etkin olmadığı sonucuna varabiliriz.

3.6.2. Primal (Ağırlıklı) Doğrusal Programlama Modeli

Etkinlik değerinin hesaplanmasında kesirli programlama modeli kullanılmamaktadır. Bunun nedeni girdi ve çıktı sayılarının fazla olduğu durumlarda modelin çözümünün oldukça güç olmasıdır. Kesirli programlama modelinin çözümündeki güçlükleri ortadan kaldırmak amacıyla Charnes, Cooper, Rhodes kesirli programlama modelini, doğrusal programlama modeline dönüştürebilmek için bir transformasyon kullanmışlardır.

Daha öncede bahsettiğimiz gibi VZA tekniği olarak adlandırılan parametrik olmayan yaklaşım esas olarak kesirli programlama (fractional programming) formundadır. Kesirli programlamada standart bir çözüm yöntemi (Doğrusal programlama – simplex gibi) bulunmadığı için, etkinlik analizinde kullanılan matematiksel programlama modelinin özel yapısı kullanılarak, kesirli programlama modelini standart çözüm yöntemi bulunan doğrusal programlama modeline dönüştürmek mümkündür. Charnes, Cooper ve Rhodes’un kullandıkları dönüştürme mekanizmasına göre, bir k KVB için doğrusal program dönüşümü, kesirli fonksiyondaki amaç fonksiyonunun paydasını 1’e eşitleyerek yapılır. Bu dönüşüm esnasında korunması gereken, kesrin değerinin bozulmaması kuralıdır. Pay ve paydanın değeri bir oran çerçevesinde değişse bile amaç fonksiyonunun değeri aynı kalacaktır. Charnes ve Cooper paydayı 1 değerine eşit tutarak payın aynı zamanda amaç fonksiyonunu göstermesini de sağlamışlardır.⁷⁵

3.6.2.1. Girdi Yönelimli Primal Doğrusal Programlama

Hesaplamalarda kolaylık sağlamak amacıyla oransal veri zarflama modelinin doğrusal programlamaya dönüştürülmüş şeklidir.

Kesirli formülasyonda kesrin değerini maksimize etmek için, pay ve paydanın kendi değerleri değil, birbirlerine göre değerleri önemlidir. Aynı etkiyi yakalamak paydanın bir sabite eşitlenmesi ve yalnızca payın maksimize edilmesiyle mümkündür.

⁷⁵ Emmanuel Thanassoulis, **Introduction to the Theory and Application of Data Envelopment Analysis**, (Massachusetts, Kluwer Academic Publishers, Second Printing, 2003), 65.

Bu Karar Verme Birimi için kesirli fonksiyondaki amaç fonksiyonunun paydasını 1'e eşitleyerek yapılır.

$$\sum_{i=1}^m v_{ik} = 1$$

Buna göre model şu şekli alır:

$$Max \quad h_k(u, v) = \sum_{r=1}^s u_r y_{rk}$$

Kısıtlar;

$$\sum_{r=1}^s u_r y_{rk} \leq \sum_{i=1}^m v_{ij} \quad j = 1, \dots, n$$

$$\sum_{i=1}^m v_{ij} = 1$$

$$u_r, v_i \geq 0 \quad r = 1, \dots, s; \quad i = 1, \dots, m$$

Burada yer alan amaç denklemi doğrusal bir denklem olup, girdilerin ağırlıklı toplamını 1 ile kısıtlar ve u_r, v_i için uygun değerler seçerek “k” KVB’nin ağırlıklı çıktı toplamını maksimize eder ve etkinlik değeri 1’i aşmaz. Oransal modeldeki gibi model sonucunda bulunan etkinlik ölçütlerinin değerinin 1 olması halinde üzerinde çalışılan KVB’nin etkin olduğu, 1’den küçük olması halinde ise etkin olmadığını söyleyebiliriz. Etkin olmayan KVB’leri etkin hale getirebilmek için referans kümesinde bulunan KVB’ne ya da karar birimleriyle oluşan kuramsal birime benzetmek gerekmektedir.

3.6.2.2. Çıktı Yönelimli Primal Doğrusal Programlama

Çıktıya Yönelik Ağırlıklı Doğrusal model oransal modelin doğrusal program haline getirilmiş formudur. Benzer bir doğrusal program, KVB için ağırlıklı girdiler minimize edilerek ve ağırlıklı çıktılar 1’e eşitlenerek elde edilir.

Bu doğrusal programlama modeli de;

$$\sum_{r=1}^s u_{rk} y_{rk} = 1$$

Dönüşümü kullanılarak çıktıya yönelik primal doğrusal programlama modeli elde edilmektedir.

$$Minh_k(u, v) = \sum_{i=1}^m v_{ik} x_{ik}$$

$$\sum_{r=1}^s u_{rk} y_{rk} = 1$$

$$\sum_{r=1}^s u_r y_{rk} \leq \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \quad j = 1, \dots, n$$

$$u_r, v_i \geq 0 \quad r = 1, \dots, s; \quad i = 1, \dots, m$$

Aynı oransal modeldeki gibi burada da amaç fonksiyonu Ek'nın alacağı en küçük değer 1'dir ve bu değerin 1'e eşit olması halinde k karar verme biriminin etkin olduğu, 1'den büyük olması halinde de k karar verme biriminin etkin olmadığı sonucuna varılır. Girdiye yönelik oransal modelde olduğu gibi bu modelde de etkin olmayan karar birimleri için referans kümelerinin bulunması oldukça zaman alıcıdır. Bu sebeple zarflama (dual) model geliştirilmiştir.

3.6.3. Dual (Zarflamalı) Doğrusal Programlama Modeli

Dual problem Cooper ve Rhodes tarafından çok girdi/çıkıtlı sistemlerde, tüm karar verme birimleri için, girdi ve çıktıların her birinin etkinsizliklerinin saptanabilmesi amacıyla geliştirilmiştir. Cooper tarafından araştırmaya destek vermesi için davet edilen A. Charnes'da bu çalışmaya katılmıştır.

Cooper ve Rhodes geliştirdiği dual programlama problemi ile daha önce kesirli programlama kısmında bahsettiğimiz amaç denklemini 1962 yılında Cooper ile birlikte yayınladıkları ve kesirli programlamayı inceledikleri çalışmadan yararlanarak birleştirerek dual programın VZA içine implemantasyonunu gerçekleştirmiştir.⁷⁶

Bir doğrusal programlama modeli için, aynı veriler kullanılarak farklı bir doğrusal programlama modeli formüle etmek mümkündür. Primal model ya da dual modelin çözümü modellenen program hakkında aynı bilgiyi vermektedir.

Kesirli programlama ve primal programlama modellerinde, referans olacak karar birimlerinin hesaplanması güçtür. Bulunan ağırlık değerlerinin tüm kısıtlarda yerine konması ve sonucu 0 olan kısıtlayıcılara ait karar birimlerinin referans kümesine dahil edilmesi gerekmektedir. Zarflamalı (dual) VZA modeli bu güçlüğü ortadan kaldırmaktadır ve dual değişkenler yardımı ile referans olacak karar birimleri ek bir hesaplama gerektirmeden bulunabilmektedir.⁷⁷

Zarflamalı VZA modeli ile radyal olarak ölçülemeyen fakat azaltılması veya arttırılması mümkün olan girdi ya da çıktı miktarları hesaplanabilmektedir. Zarflamalı VZA modellerinde girdiye ve çıktıya yönelik doğrusal programlama modellerinin dualleri alındığından amaç fonksiyonlarının yönü de değişmektedir.

3.6.3.1. Girdi Yönelimli Dual Doğrusal Programlama

Dual doğrusal programlama modeli ile parçalı doğrusal bir üretim yüzeyi, yani etkinlik sınırı belirlenmektedir. Girdiye yönelik doğrusal programlama modelinin duali, gerçek etkinlik sınırının parçalı doğrusal bir benzerini, m tane girdinin miktarlarını, s tane çıktının üretim seviyesini karşılamak için minimum yaparak kurmaktır. Diğer bir deyişle; girdiye yönelik model, belirli bir çıktıyı üretmek için gerekli minimum girdi miktarının hesaplanmasını sağlamaktadır.⁷⁸

⁷⁶ Zhu ve diğ., age, 9.

⁷⁷ Age, 9.

⁷⁸ Thanassoulis, age, 83.

Girdiye yönelik ağırlıklı primal modelden zarflamalı dual modele geçiş aşamasında dual problemin değişkenleri, negatif olmayan bir gerçek değişken α ve negatif olmayan bir vektör λ ile ifade edilmektedir. Primal ve dual kısıtlayıcılar arasındaki ilişki aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Tablo 9: Girdi Yönelimli Primal Modelden Dual Modele Geçiş

Primal Değişken	Primal Kısıtlayıcı	Dual Değişken	Dual Kısıtlayıcı
$v_{ik} \geq \varepsilon$	$\sum_{i=1}^m v_{ik} x_{ik} = 1$	α	$\alpha x_{ik} - \sum_{j=1}^n x_{ik} \lambda_k \geq 0$
$u_{rk} \geq \varepsilon$	$\sum_{r=1}^s u_{rk} y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_{ik} x_{ij} \leq 0$	λ_j	$\sum_{j=1}^n y_{ik} \lambda_k \geq y_{rk}$

Kaynak: Zhu ve diğ., 10.

Girdiye yönelik ağırlıklı VZA modelinin duali olan zarflamalı model aşağıdaki şekilde kurulmaktadır.

$$F_k = \text{Minimum } \alpha$$

$$\alpha x_{ik} - \sum_{j=1}^n x_{ik} \lambda_k \geq 0$$

$$\sum_{j=1}^n y_{ik} \lambda_k \geq y_{rk}$$

$$\lambda_j \geq 0$$

Zarflamalı VZA modelinde aylak değişkenlerin değeri oldukça önemlidir. Çünkü k karar biriminin etkin olabilmesi için $\alpha=1$, $\lambda_k=1$, $\lambda_j=0$ ve aylak değişkenlerin değeri de sıfıra eşit olmalıdır. Bu nedenle aylak değişkenlerin değeri de sıfıra eşit olmalıdır.

Ayrıca amaç fonksiyonunda $-\varepsilon \sum_{i=1}^m s_i^- - \varepsilon \sum_{r=1}^s s_r^+$ teriminin yer alması gerekmektedir.

Eğer aylak değişkenlerin değeri sıfırdan farklı ise α değeri 1'e eşit olsa bile, aylak değişken değerleri $-\varepsilon$ ile çarpıldığı için etkinlik değeri 1'in altına inmektedir. Bu da söz konusu karar verme biriminin etkin olamamasına neden olmaktadır. Böylece, etkinliğin gerçekleşmesi için gerekli olan, etkinlik değerinin 1 ve aylak değişken değerlerinin 0 olması koşulu amaç fonksiyonuna dahil edilmiş olmaktadır.⁷⁹

Aylak değişkenler modele girdiğinde girdi yönelimli zarflamalı VZA modeli şu şekilde gösterilebilir:

$$E_0 = \text{Min} \alpha - \varepsilon \sum_{i=1}^m s_i^- - \varepsilon \sum_{r=1}^s s_r^+$$

Kısıtlar;

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j + s_i^- - \alpha x_{i0} \geq 0 \quad i = 1, \dots, m$$

$$\sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j + s_r^+ - y_{r0} \geq 0 \quad r = 1, \dots, s$$

$$\lambda_j, s_i^-, s_r^+ \geq 0 \quad j = 1, \dots, n$$

⁷⁹ Tarım, age, 79.

Modellerde kullanılan parametreler ise:

Ek: Etkinlik oranı

U_r : k, KVB tarafından r'nci çıktıya verilen ağırlık

V_i : k, KVB tarafından i'inci girdiye verilen ağırlık

Y_{rj} : j, KVB tarafından üretilen r'inci çıktı

X_{ij} : j.KVB tarafından kullanılan i'inci girdi

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

λ_j : j KVB'ne ait yoğunluk değeri

Asıl modelde girdilerin ağırlıklı toplamı 1'le kısıtlanır ve u_r ile v_i için uygun değerler seçilerek karar biriminin ağırlıklı çıktı toplamını en büyüklenmeye çalışır. Doğrusal olmayan (kesirli) modeldeki 1'den küçüktür kısıtı asıl doğrusal modelde de mevcuttur. Böylece etkinlik değeri 1 değerini aşamaz. Dual modelde karar birimi ancak ve ancak etkinlik oranı α değeri 1'e ve tüm aylak değişkenler sıfıra eşit ise göreli olarak etkin olarak tanımlanır. Dual modelde girdi veya çıktı üzerindeki ağırlıklar yerine karar birimleri üzerindeki ağırlıkları λ_j hesaplanmaktadır. Ayrıca ikil modelde ağırlıklar sıfıra eşit ya da büyük olmalıdır.⁸⁰

Dual program girdi ve çıktı üzerindeki (m+s) kısıt sayısı; n adet KVB üzerindeki n adet kısıt taşıyan program için, hesaplama kolaylığı nedeniyle tercih edilmektedir.

Amaç fonksiyonu, α ' yı (büzülme katsayısı) k karar birimi için minimum yapmaktadır. K karar biriminin etkin olarak nitelendirebilmesi için aşağıdaki koşulların gerçekleşmesi gerekmektedir:

$$\alpha = 1, s_i^- = 0, s_r^+ = 0, \lambda_k = 1, E_k = 1$$

⁸⁰ Barış B. Ulutaş, “Türkiye’deki Havaalanı Etkinliklerinin Veri Zarflama Analizi ile Değerlendirilmesi” (Yüksek Lisans Tezi, Osman Gazi Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı Yöneylem Araştırması Bilim Dalı, Eskişehir, 2006), 14.

Optimal girdiler ve çıktılar (sanal girdiler ve çıktılar), yani her etkin olmayan her karar birimi için belirlenen girdi ve çıktı değerleri, etkin olan karar birimlerinin doğrusal kombinasyonlarından oluşmaktadır.

Her karar birimi için kurulan modelde λ değeri sıfırdan farklı çıkan etkin karar birimleri, ilgili karar biriminin referans kümesini oluşturmaktadır. Referans karar birimleri aşağıdaki şekilde hesaplanmaktadır.⁸¹

$$\text{Sanal Input} : \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j$$

$$\text{Sanal Output} : \sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j$$

Burada j. Karar birimleri, etkin olmayan karar biriminin referans kümesinde yer alan karar birimleridir. Örneğin dört karar birimi olan(A, B, C, D), üç girdi ve 2 çıktıdan oluşan bir sistemin çözümü sonunda, A firması için aşağıdaki değerlere ulaşılmış olsun;

$$E_A = 0,9167, \alpha = 9167, \lambda_A = 0, \lambda_B = 0,833, \lambda_C = 0, \lambda_D = 0$$

$$s_1^- = 58,3333, s_2^- = 0, s_3^- = 1,6667, s_1^+ = 0, s_2^+ = 0,5$$

Elde edilen sonuçlara bakıldığında A firmasının etkinlik değerinin %91,67 olduğu görülmektedir. A firmasının referans kümesine girecek olan firma ise λ değeri sıfırdan farklı tek firma olan B firması olacaktır. Çünkü λ değeri sıfırdan farklı olan birim ya da birimler, etkin olmayan karar biriminin referans kümesine dahil olmaktadır. Bu referans kümesinden yararlanarak A firması için hesaplanacak hedef değerler yani, sanal girdi ve çıktı miktarları; B firmasının girdileri ve çıktılarının tek tek 0,833 ile çarpılması sonucu bulunacaktır. Yani B firmasının birinci girdisinin 0,833 ile çarpımının sonucu, A firmasının birinci girdisinin olması gereken, hedef değerini verecektir. A firması etkin olabilmek için girdilerini ve çıktılarını bu hedef değerlere getirmek zorundadır.

⁸¹ Thanassoulis, **age**, 82.

3.6.3.2. Çıktı Yönelimli Dual Doğrusal Programlama

Çıktıya yönelik doğrusal programlama modelinin duali, yani çıktıya yönelik zarflamalı VZA modeli, belirli bir girdi miktarı ile üretilebilecek çıktı miktarını maksimum yapacak şekilde kurulmaktadır. Çıktıya yönelik modelde, her bir çıktının miktarı, başka herhangi bir girdi miktarı artırılmadan veya herhangi bir diğer çıktı miktarı azaltılmadan artırılmıyorsa, söz konusu karar biriminin etkin olduğu söylenebilmektedir.⁸²

Bu modelde aynı girdiye yönelik modelde olduğu gibi çıktıya yönelik ağırlıklı VZA modelinin duali alınarak elde edilir. Bu model yardımıyla etkin olmayan karar birimlerinin hangi girdi ve çıktıları atıl bıraktığını ve etkin hale gelebilmek için referans almaları gereken karar birimlerini kolayca bulabiliriz.

Çıktı yönelimli dual modelde de amaç fonksiyonuna $+\varepsilon\left(\sum_{i=1}^m \sigma_i^- - \varepsilon \sum_{r=1}^s \sigma_r^+\right)$ teriminin

eklenmesi gerekmektedir. Eğer aylak değişkenlerin değeri sıfırdan farklı ise μ değeri 1'e eşit olsa bile aylak değişken değerleri ε ile çarpıldığı için etkinlik değeri 1'in üzerine çıkmaktadır. Amaç fonksiyonu değerinin 1'in üzerine çıkması da ilgili karar biriminin etkin olmamasına neden olmaktadır. Böylece, görelî etkinliğin gerçekleşmesi için gerekli olan, etkinlik değerinin 1 ve aylak değişken değerlerinin 0 olması koşulu amaç fonksiyonuna dahil edilmiş olmaktadır.

$$F_k = \text{Max} \mu + \varepsilon \sum_{i=1}^m \sigma_i^- + \varepsilon \sum_{r=1}^s \sigma_r^+$$

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} \theta_j + \sigma_i^- - x_{ik} = 0 \quad i = 1, \dots, m$$

$$\sum_{j=1}^n y_{rj} \theta_j + \sigma_r^+ - (\mu y_{rk}) = 0 \quad r = 1, \dots, s$$

$$\theta_j, \sigma_i^-, \sigma_r^+ \geq 0 \quad j = 1, \dots, n$$

⁸² Aslan Gülcü, "Cumhuriyet Üniversitesi Araştırma Hastanesi Üzerinde VZA Yöntemi ile Görece Verimlilik Analizi", **Verimlilik Dergisi**, s: 4, 2001, 122.

Burada, μ : Göreli etkinliği ölçülen k karar biriminin çıktılarının ne kadar arttırılabileceğini belirleyen genişleme katsayısı,

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

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

Y_{rj} : j . karar birimi tarafından üretilen r . çıktı,

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

θ_j : j . karar biriminin aldığı yoğunluk değeri,

s_i^- : k . karar biriminin i . Değerine ait atıl değer

s_r^+ : k . karar biriminin r . Değerine ait atıl değer

ϵ : Yeterince küçük pozitif bir sayı (örneğin 0,00001) olarak tanımlanmaktadır.

Amaç fonksiyonu, μ 'yü (genişleme katsayısı) k karar birimi için maksimum yapmaktadır. K karar biriminin etkin olarak nitelendirebilmesi için aşağıdaki koşulları sağlaması gerekmektedir.

$$\mu = 1, \sigma_i^- = 0, \sigma_r^+ = 0, \theta_k = 1, F_k = 1$$

3.7. Temel Veri Zarflama Analizi Yaklaşımları

Veri Zarflama Analizi modellerini sınıflarken genel olarak iki kavramdan yararlanılmaktadır. Bunlardan birincisi modelin yönelimi (girdi ya da çıktı), ikincisi ise kabul ettiği ölçek varsayımıdır (sabit getiri ya da değişken getiri). Genel etkinlik formülü Çıktı/Girdi olduğu için bir karar biriminin etkinliğini artırmanın iki yolu vardır.

- Çıktılar sabit tutulurken, girdi miktarının azaltılması
- Girdiler sabit tutulurken, çıktı miktarının artırılması

Birinci yaklaşım literatürde Girdiye Yönelik (Input Oriented) olarak bilinmekte ikinci durum ise Çıktıya Yönelik (Output Oriented) olarak değerlendirilmektedir. Girdi yönelimli modeller, herhangi bir çıktı düzeyi için etkin olmayan karar birimlerinin girdilerini ne derece azaltmaları gerektiğini belirlemeye çalışan modellerdir. Bu modellerde esas amaç kullanılan girdi miktarını minimize edebilmektir.

Çıktı yönelimli analizler ise herhangi bir girdi bileşimi için etkin olmayan karar birimlerinin etkin hale getirilmesi için çıktıların ne kadar artırılması gerektiğini belirlemeye çalışır. Çıktı yönelimli modellerde amaç, çıktıların maksimize edilmesidir.

3.7.1. Ölçeğe Göre Sabit Getiri Yaklaşımı (CCR)

Veri Zarflama Analizinin de temelini oluşturan bu model, ilk defa Charnes, Cooper ve Rhodes tarafından 1978 yılında önerilmiştir. Bu modele göre her bir karar birimi için, sanal girdi ve çıktılar, (şimdilik bilinmeyen) ağırlıklar (v_i ve u_i) altında aşağıdaki gibi tanımlanmıştır.⁸³

$$\text{Sanal Girdi} = v_1x_{1o} + \dots + v_mx_{mo}$$

$$\text{Sanal Çıktı} = u_1y_{1o} + \dots + u_sy_{so}$$

Modelde doğrusal programlama kullanılarak sanal çıktı/ sanal girdi oranını maksimize edecek ağırlıkların belirlenmesine çalışılır. CCR modelinde girdi ve çıktılar aşağıdaki şartlar altında belirlenir;

1. Her bir girdi ve çıktı unsuru için sayısal veriler elde edilir ve bu veriler tüm karar verme birimleri için pozitifdir.
2. Girdi, çıktı ve karar verme birimlerinin seçimi, analizcinin ilgi alanı içerisinde ve görece verimliliği etkileyeceği düşünülen bir küme oluşturacak şekilde yapılmalıdır.
3. Farklı girdi ve çıktıların birimleri birbirleriyle uyumlu olmak zorunda değildir. Birimler çalışan sayısı, harcanan para, yüzölçümü gibi farklılıklar gösterebilir.

N adet karar verme biriminin girdi ve çıktı verilerinden oluşan bir örneklem kümesi içinde her bir KVB'nin görece verimliliğini ölçmek için n adet optimizasyon modeli çözülmelidir. Verimliliği ölçülmek istenen her hangi bir KVB'ye genel olarak KVBo diyelim. Bu durumda o, $\{1,2,\dots,b\}$ kümesinin bir elemanıdır.

Aşağıdaki kesirsel programlama modeli, girdi ağırlıkları (v_i , $i=1,\dots,m$) ve çıktı ağırlıklarını (u_r , $r=1,\dots,s$) değişken olarak alır ve ağırlıkları hesaplar:

⁸³ Cooper ve diğ., age, 21.

$$Max\theta = \frac{u_1 y_{1o} + u_2 y_{2o} + \dots + u_s y_{so}}{v_1 x_{1o} + v_2 x_{2o} + \dots + v_m x_{mo}}$$

Aşağıdaki kısıtlar altında:

$$\frac{u_1 y_{1j} + u_2 y_{2j} + \dots + u_s y_{sj}}{v_1 x_{1j} + v_2 x_{2j} + \dots + v_m x_{mj}} \leq 1 \quad j = 1, \dots, n$$

$$u_1, u_2, \dots, u_s \geq 0$$

$$v_1, v_2, \dots, v_m \geq 0$$

Formülasyonun daha yalın gösterimi ise:

$$Max\theta = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{ro}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{io}}$$

$$\frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} \leq 1 \quad j = 1, \dots, n$$

$$u_1, u_2, \dots, u_s \geq 0 \quad r = 1, \dots, s$$

$$v_1, v_2, \dots, v_m \geq 0 \quad i = 1, \dots, m$$

Modeldeki kısıtlar, her bir karar verme birimi için sanal çıktının sanal girdiye oranının biri geçmemesi gerektiğini belirtir. Modelin amaç fonksiyonu, v_i ve u_r ağırlıklarının elde etmek ve KVBo'nun oranını maksimize etmektir. Kısıtlardan elde edilebilecek bir diğer önemli çıkarım, optimal amaç değeri 'ın en fazla bir değerini alabileceği ve bu modelde, varsayılan tüm girdi - çıktı ağırlıklarının negatif olmayan değerlere sahip olduğudur.

Çalışmamızın *VZA'nın Matematiksel Yapısı* adlı kısmında da belirttiğimiz gibi, bu kesirli programlama modeli, standart bir çözüm yöntemi bulunan doğrusal programlama modeline dönüştürülür. Buna göre bir KVB için doğrusal program dönüşümü, kesirli fonksiyondaki amaç fonksiyonunun paydasını 1'e eşitleyerek yapılır. Bu dönüşüm esnasında korunması gereken, kesrin değerinin bozulmaması kuralıdır. Pay ve paydanın değeri bir oran çerçevesinde değişse bile amaç fonksiyonunun değeri aynı kalacaktır.⁸⁴ Modeller, kesirli programlama (FP) doğrusal programlama (LP) olarak adlandırılacaktır.

LPO'nun optimal çözüm kümesi ($v=v^*$, $u=u^*$) ve optimal amaç değeri θ^* ise, aynı zamanda FPO'nun optimal çözüm kümesi ($v=v^*$, $u=u^*$) ve amaç değeri de θ^* olacaktır. Bu şekilde hesaplanan verimlilik değerleri, girdi ve çıktıların birimlerinden bağımsızdır. Optimal çözüm kümesi olan (v^* , u^* , θ^*) için *CCR verimliliği* aşağıdaki şekilde tanımlanmaktadır:

1. Eğer KVBo için $\theta^*=1$ ve $v^*, u^*>0$ olmak üzere en az bir optimal (v^* , u^*) çözümü varsa KVBo verimlidir.

2. Değilse, KVBo verimli değildir.

Bu demektir ki CCR verimsizliği, LPO'nun her bir optimal çözümü için, ya $\theta^*<1$ olma durumunda, ya da $\theta^*=1$ ve (v^* , u^*) kümesinin en az bir elemanı sıfır iken gerçekleşmektedir. (v^* , u^*), etkinlik ölçütünün maksimizasyonu anlamında KVBo için en istenen, en tercih edilen ağırlıklardır. Bu sebeple girdi "i" için optimal ağırlık değeri olan v_i 'nin büyüklüğü ve girdi "i"nin görece etkinlik açısından ne derece önemle değerlendirildiğini belirler. Sanal girdideki her bir $v_i \cdot x_{io}$ ögesi incelendiğinde, $v_i \cdot x_{io}$ değerinin bize "i" girdisinin görece önemini verdiği anlaşılır. Aynı şekilde, sanal çıktıdaki her bir $u_r \cdot y_{ro}$ değerinin, "r" çıktısının θ^* değeri içindeki görece katkısı için bir ölçüt oluşturduğu anlaşılabilir.⁸⁵

⁸⁴ Age, 24.

⁸⁵ Age, 25.

3.7.2. Ölçeğe Göre Değişken Getiri Yaklaşımı (BCC)

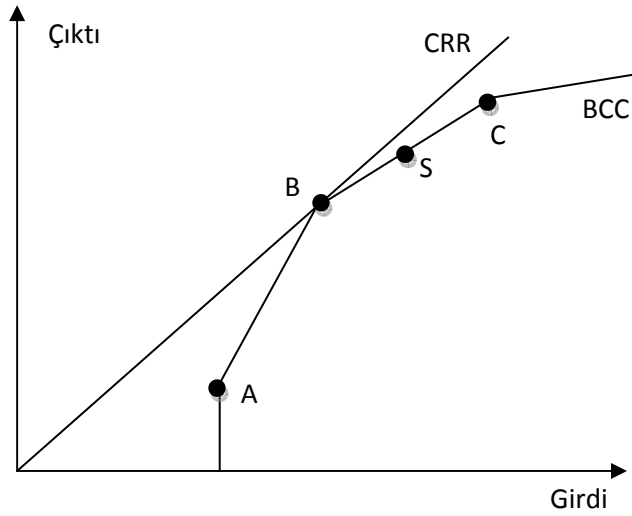
Çalışmamızın buraya kadar olan bölümünde ölçeğe göre sabit getiri varsayımı altında araştırma yapan CCR modelini inceledik. Charnes ve diğerleri (1978) tarafından geliştirilen model değişken getirili örneklerde kullanılamamakta ve karar birimlerinin teknik ve ölçek etkinlik skorlarını birlikte içeren toplam etkinlik değerlerini sağlamaktadır. Bu kısıtlamalardan kurtulmaya yönelik olarak geliştirilen BBC modelinde üretim üst sınırı, var olan karar verme birimlerinin oluşturduğu içbükey zarf tarafından taranır.

Ölçeğe göre sabit getiri durumunda etkinlik karşılaştırması, ortaya performansın daha düşük olduğu bir durum çıkarmaktadır. Çünkü karar biriminin “1” etkinlik değerine ulaşılabilmesi için hem teknik etkinliğe, hem de ölçek etkinliğe sahip olması gerekmektedir. Ölçeğe göre değişken getiri durumunda ise, ölçek etkinliği olmayan bir birim eğer bir teknik etkinliğe sahipse “en iyi gözlem” olarak etkin sınır üzerinde yer alabilir. Sonuç olarak, aynı karar birimi için teknik etkinlik ölçüsünün, ölçeğe göre sabit getiri durumunda, ölçeğe göre değişken duruma kıyasla daha düşük olduğu söylenebilir.⁸⁶

BCC formunun CCR modelinden formülasyon olarak farkı, girdi yönlü BCC modeline u_0 değişkeninin ve dual modelde ise $\sum \lambda = 1$ kısıtının eklenmesidir. Bu kısıt, $\lambda_j \geq 0$ şartı ile birlikte, b adet karar verme biriminin çeşitli şekillerdeki kombinasyonlarının, içbükey bir verimlilik üst sınır çizgisi dahilinde gerçekleşebilmesini sağlamaktadır.

Üretim üst sınırı, şekilde görüldüğü gibi parçalı doğrusal bir getiri sergiler ve bu özelliğinden dolayı da değişken yapıllı ölçek karakteristiğine sahiptir. Üretim üst sınırı AB doğru parçasında artan getirili, BC doğru parçasında da azalan getirili ölçeğe sahiptir. Her iki doğru parçasının birleştiği B noktasında ise ölçeğe göre sabit getiri gözlenir.

⁸⁶ Age, 85.



Şekil 11: BBC ve CCR Modellerinde Üretim Üst Sınırı

Cooper ve diğ., age, 87.

Şekil 11’de bir girdi ve bir çıktıdan oluşan, 4 KVB’li (A,B,S ve C) bir sistem örnelemektedir. CCR modelinin etkinlik sınırı, B noktası ile orijini birleştiren doğrudur. BCC modelinde ise etkinlik sınırı; A, B ve C noktalarını birleştiren doğru parçalarından oluşmaktadır. Bu doğrultuda A, B ve C karar birimleri BCC modeline göre etkinken, sadece B karar birimi CCR modeline göre de etkindir.

Artan ve azalan ölçeğe göre getiri mümkün olduğundan, etkinlik sınırı üzerinde ölçek etkinliğine sahip olmayan Karar Verme Birimi de bulunabilmektedir. Örneğin, A KVB ölçeğe göre artan getirili; S ve C KVB’leri ise ölçeğe göre azalan getirilidir. Bu yorum, tam ölçek etkinliğine sahip B noktasına göre olan konumları nedeniyle yapılır. Bu noktalar ölçek etkinliğine sahip olmasalar dahi, ölçeğe göre teknik etkinliğe sahiptirler. Sonuç olarak elde edilen etkinlik sınırı parçalı doğrusal bir niteliğe sahip olan ABSC sınırıdır.⁸⁷ Her bir parçada ölçeğe göre değişmekte her bir parça dual programın bir kısıdının çözümüne denk düşmektedir. Ölçek etkinliğine sahip B’ye alttan yaklaşan AB doğru parçası boyunca ölçeğe göre artan getiri, B’ye üstten yaklaşan doğru parçası boyunca ölçeğe göre azalan getiri vardır. B noktası ise hem değişken getirili, hem sabit getirili etkinlik sınırlarının kesişim noktasında olduğundan ölçek etkinliğine sahiptir.

⁸⁷ Age, 87.

Genel olarak ölçeğe göre sabit getiri durumunda etkinlik araştırması, ortaya performansın daha düşük ya da zor elde edildiği bir durum çıkarmaktadır. Çünkü KVB'nin "1" etkinlik değerine ulaşabilmesi için hem teknik etkinliğe hem de ölçek etkinliğine sahip olması gerekmektedir. Ölçeğe göre değişen getiri (BCC) durumunda ise, ölçek etkinliği olmayan bir birim eğer teknik etkinliğe sahipse "en iyi gözlem" olarak sınır üzerinde yer alabilir.

Sonuç olarak aynı KVB için teknik etkinlik ölçüsünün ölçeğe göre sabit getiri durumunda, ölçeğe göre değişen getiri durumuna kıyasla daha düşük olduğunu söyleyebiliriz.

3.8. Veri Zarflama Analizi Uygulama Aşamaları

VZA yönteminin uygulanmasında izlenen adımlar aşağıdaki sıralanabilir:

1. Karar Birimlerinin Seçilmesi
2. Girdi ve Çıktı Kümelerinin Belirlenmesi
3. Uygun VZA Modelinin Seçilmesi ve Etkinlik Değerlerinin Hesaplanması
4. Referans Gruplarının (kümesinin) Oluşturulması
5. Etkin Olmayan Karar Verme Birimleri İçin Hedef Belirlenmesi
6. Sonuçların Değerlendirilmesi.

3.8.1. Karar Birimlerinin Seçilmesi

VZA, gözlemlenen girdi ve çıktı değerlerinden hareketle örnekleme yer alan karar verme birimlerinin etkinlik değerlerini ölçtüğünden dolayı, ilk yapılması gereken işlem amaca yönelik doğru ve uygun karar verme birimlerini seçmektir.

Analize konu olacak karar birimlerinin aynı hedefe yönelik benzer işlevleri görmesi, aynı pazar şartlarında çalışması ve gruptaki bütün birimlerin verimliliklerini nitelendiren etmenlerin, yoğunluk ve büyüklüklerindeki farklılıklar hariç aynı olması şartları aranır.⁸⁸

⁸⁸ T. Özyiğit, "Gelişmekte Olan Ülkelerin Görelî Sosyo-Ekonomik Performanslarının Değerlendirilmesi", (Yüksek Lisans Tezi, Galatasaray Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2000), 34.

KVB seçimi içi, iki seçim prensibi belirlemiştir.⁸⁹

1. Her bir KVB, kullandığı kaynaklar ve ürettiği çıktılarından sorumlu bir birim olarak tanımlanmış olmalıdır;
2. Etkinlik sınır tahmini sonucunun anlamlı çıkabilmesi için örneklemede yer alan karar birimi sayısı yeterince büyük olmalıdır. Karar birimlerinin birbirlerine, yaptıkları üretim açısından yeterince benzer olmaları gereklidir.

VZA yönteminin yapısı gereği, girdi sayısı “m” ve çıktı sayısı “s” ile gösterildiğinde, gözlem kümesine dahil edilecek olan karar birimi sayısı en az “m+s+1” adet olmalıdır. Boussofiane’de araştırma sonuçlarının güvenilirliği açısından, bunun gerekli bir kısıt olduğunu belirtmiştir.⁹⁰ Bu çalışmada da, KVB sayısı $10 > (3+3+1)$ koşulu sağlanmıştır.

Gözlem kümesinin içerdiği karar birim sayısının belirli bir değerin üstünde olması ile türetilcek etkinlik ölçütlerinin birbirlerinden farklı olması olanağı sağlanır. Aksi takdirde, herhangi bir çıktı/ girdi oranında avantajlı olan karar birimi tüm ağırlıkları kendi açısından en çoklar ve etkinlik sınırına erişir. Bu nedenle etkinlik ölçümünün anlamlı olabilmesi için karar birimlerinin (gözlem kümesinin) seçiminde çok titiz davranılması gerekmektedir.⁹¹

Dikkat edilmesi gereken başka bir önemli nokta ise zaman periyotlardır. Uzun periyotlar kendi içlerinde oluşabilecek önemli değişiklikleri yansıtamaz. Kısa periyotların ise karar verme birimlerinin etkinlikleri hakkında tam bir fikir veremeyebilecekleri göz önünde bulundurulmalıdır.⁹²

Karar birimlerinin seçimi konusunda bir başka kriter de karar birimlerinin homojen olmaları gerektiğidir. Karar birimleri yaptıkları üretim açısından birbirine yeterince benzer olmalı, benzer girdileri benzer çıktılarına dönüştürmeli ve benzer ortamda yer alıyor olmalı ve benzer ölçek büyüklüklerinde üretim yapmalılardır.

⁸⁹ Azizi Kutlar, Adem Babacan, “Türkiye’deki Kamu Üniversitelerinde CCR Etkinliği-Ölçek Etkinliği Analizi: DEA Tekniği Uygulaması”, **Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi**, c: 15, s: 1, 2008), 155.

⁹⁰ Bakırcı, **age**, 168.

⁹¹ Yolalan, **age**, 65.

⁹² Mine Esenbel, Mustafa Onur Erkin, Fatih Korhan Erdoğan, “Veri Zarflama Analizin İle Dokuma, Giyim Eşyası ve Deri Sektöründe Faaliyet Gösteren Firmaların Etkinliğin Karşılaştırılması”, <http://www.analiz.com/egitim/gazi001.html>, [06.02.2010].

Karşılaştırılması yapılacak olan karar birimlerinin oluşturacağı homojen grup aşağıdaki özellikleri taşımalıdır:

1. Tüm karar birimleri benzer görevleri yürüten, benzer hedeflere sahip olmalıdırlar.
2. Karar birimlerinin aynı piyasa şartlarında faaliyet göstermeleri gerekmektedir.
3. Grup içindeki karar birimlerinin performansını karakterize eden tüm faktörler(Girdi- Çıktılar) yoğunlukları ve büyüklükleri dışında aynı olmak zorundadır.

Zira tamamen farklı sektörlerde ya da aynı sektörde olduğu halde tamamen farklı segmentlerde, farklı hedeflere sahip, farklı girdi-çıkıtı bileşimlerine sahip karar birimlerinin karşılaştırılması mantıksız olacaktır ve bu tür bir analizden elde edilecek sonuç sağlıklı olmayacaktır.

3.8.2. Girdi ve Çıktı Kümelerinin Belirlenmesi

VZA’da kullanılan girdi ve çıktılar karar birimlerini karşılaştırmanın temelini oluşturacağı için büyük bir dikkatle seçilmelidir. Her ne kadar fonksiyonel bir form bulunmasa da, aynı karar birimi için farklı girdi ve çıktı gruplarıyla, farklı etkinlik değerleri elde edileceğinden, daha çok incelenecek sürece nedensel olarak bağlı girdilerin seçilmesi gerekir. VZA oluşturulurken hangi birimlerin çıktı ve hangi birimlerin girdi olduğunun belirlenmesi oldukça önemlidir.

Çıktılar karar verme birimlerinin çalışmaları sonucundaki elde ettikleri değer, girdiler ise bu çıktıları oluştururken sahip oldukları spesifik özellikleridir. Bu sebepten girdi ve çıktıların seçimi amaca yönelik olarak değişebilmektedir. Ancak; modelde önemli bir değişken göz ardı edilirse, dışarıda bırakılan bu değişkeni etkin kullanmakta olan karar verme birimlerinin etkinliği düşük çıkacaktır. Buna karşın, modele çok fazla girdi ve çıktı eklenmesi bir çözüm değildir, çünkü sayı arttıkça VZA’nın ayırtırma yeteneği düşmekte bu da karar verme birimi sayısının artmasını gerektirmektedir.⁹³

⁹³ David H. Sherman, “Data Envelopment Analysis as a New Managerial Audit Methodology-Test And Evaluation”, *A Journal Of Practice and Theory*, (1984), 42.

Böyle bir durumda gözlem kümesinin homojenliği konusunda büyük sıkıntılar yaşanması kaçınılmazdır. Bu nedenle üretime direkt etkisi olmayan değişkenler elenmelidir. Girdi ve çıktı sayılarının azaltılmasıyla VZA'nın ayrıştırma yeteneği artacaktır.

Özet olarak bir VZA çalışmasına dahil edilecek girdi ve çıktı sayısı olabildiğince küçük olmalı, ancak çalışmada incelenen karar birimlerinin gerçekleştirdiği üretimi de doğru olarak yansıtabilmelidir.

VZA için girdi ve çıktılar tanımlandıktan sonra, tüm karar verme birimleri için bu girdi ve çıktı verilerinin elde edilmesi gereklidir. Herhangi bir birim için gerekli verilerin elde edilememesi durumunda söz konusu birim çalışmadan çıkarılır. VZA'nın görelî doğası sebebiyle bir birimin çıkarılması kalan birimlerin görelî verimliliklerinin olduğundan yüksek görünmesine neden olabilir. Verilerin toplanabilmesi kadar güvenilirlikleri de önemlidir. Doğru olmayan veriler, ait oldukları birimin etkinlik değerini etkilemelerinin yanında, görelî verimlilikleri nedeniyle tüm birimlerin etkinlik değerlerini tartışmalı hale getirir.⁹⁴

VZA'da girdiler ve çıktılar farklı birimlerle ifade edilebilmesi, bu yöntemin en belirgin özelliklerindendir. Girdiler ve çıktılar, “oransal girdi ve çıktı” ile “nicel ölçülmüş girdi ve çıktı” şeklinde gruplandırılabilir. Bilânçolardan elde edilen oran değişkenler ile para birimleri cinsinden değerlerin oranı birinci gruba, adet, TL, saat, ton vb. ise ikinci gruba örnek gösterilebilir. Analiz sonucu, verilerin birimlerinden bağımsızdır.

3.8.3. Uygun VZA Modelinin Seçilmesi ve Etkinlik Değerlerinin Hesaplanması

Karar verme birimleri ve girdi-çıkıtı değişkenleri belirlendikten sonra sıra görelî etkinliği ölçme aşamasına gelir. Bunun için araştırmacı uygulamasına en uygun VZA modelini seçerek analize devam eder.

Karşılaştırılmalı analizi yapacak olan karar birimlerinden oluşan gözlem kümesi ve ilgili girdi ve çıktı kümeleri seçildikten sonra, etkinlik ölçümünü yapacak analist, mevcut üretim ortamı için en uygun olan VZA modelini seçer.

⁹⁴ Age, 43.

Her bir karar birimi için ilgili model çözülerek görelî etkinlik sonuçlarına ulaşılır. Temel CCR modeli ile elde edilen görelî etkinlik analizi sonuçlarıyla, VZA'nın diğêr modellerinin uygulanması ile elde edilen sonuçlar arasında farklılıklar görülebilir. Daha önce açıklandığı üzere, CCR modelin de iki ayrı yaklaşım kullanılabilir. Bunlar; girdinin azaltılması ve çıktının arttırılması yönündedir. Bunlardan hangisinin uygulanacağına karar verirken mevcut şartlar göz önüne alınmalıdır. Örneğın, girdi çıktıya göre daha az esnekse, yani kontrol altında tutulamayan girdiler mevcut ise, Çıktı tabanlı model daha uygun olacaktır. Örneğın, analize katılacak girdiler içinde; rakiplerin sayısı, ülkedeki yasal yükümlölükler, kültürel çevre gibi değışkenler varsa, bunlar kontrol edilemeyen girdiler sınıfına girmektedir. Yani karar birimi, istese de bu girdileri azaltamaz ya da arttıramaz. Girdilerin çoğunun bu şekilde olması durumunda, çıktı yönelimli modelin seçilmesi daha uygun olacaktır.

Eğêr, çıktılar karar birimlerinin ulaşabileceğı en yüksek değêrler yerine yönetim tarafından belirlenmiş değêrler ise girdi tabanlı modellerin seçilmesi daha uygun olacaktır. Çünkü bu tür sistemde, belli olan çıktı miktarını en az girdiyle üretmek amaçlanacaktır. Dolayısıyla, burada girdi yönelimli model seçilmelidir. Bu uygulamada da otomotiv sektörü, bu bahsi geçen sınıfta olduğı için girdi yönelimli model seçilecektir.

Ölçeğê göre getiri tipi sabit veya değışken olarak seçilebilir. Ölçeğê göre getiri, girdilerde bir değışme olduğunda çıktılardaki değışimin yönüyle ilgilidir. Girdiler iki katına çıktığında, süreç iki kat çıktı üretirse ölçeğê göre sabit getiri; süreç çıktıların iki katından daha az veya çok çıktı üretirse, ölçeğê göre değışken getiri ile modellenebilir.

Sabit veya değışken getirili modellerin tercih nedenleri de problemin koşullarına göre değışmektedir. Karar birimlerinin performansı normalde işlem ölçeğinden etkilenmiyorsa sabit ölçeğê göre getirili modeller tercih edilmelidir. Diğêr birçok farklı durumda, değışken ölçeğê göre getirili modeller daha uygun olabilmektedir.⁹⁵

⁹⁵ Seçil Sarıca, “Üniversitelerin Performansa Göre Yönetimi İçin Veri Zarflama Analizi Tabanlı Bir Karar Destek Sisteminin Tasarımı ve Geliştirilmesi”, (Yüksek Lisans Tezi, Osmangazi Üniversitesi, Endüstri Mühendisliğı Anabilim Dalı, Eskişehir, 2006), 36.

Modeller belirlenip, oluşturduktan sonra çözmek için doğrusal programlama paket programlarından herhangi biri kullanılabilir. Son yıllarda piyasaya sürülen ve Windows altında çalışabilen DEA Solver, Frontier Analyst, EMS gibi özel VZA programları bulunmaktadır. Bu tür programlar, modellerin çözümü konusunda getirdiği kolaylıklar ile raporlama ve sunum olanakları açısından araştırmaçıya büyük kolaylık sağlamaktadırlar. Çalışmamızda da Excel tabanlı çalışan DEA Solver isimli program kullanılacaktır.

3.8.4. Etkinlik Değerleri ve Etkinlik Sınırı

Herhangi bir karar birimi için %100 etkinlik ancak aşağıdaki durumlarda söz konusudur:

a) Hiçbir çıktıyı aşağıdaki durumlar haricinde artırılmaz:

- i) Bir ya da birden fazla girdisinin artırılması
- ii) Diğer çıktılarından bazılarının azaltılması

b) Hiçbir girdisi aşağıdaki durumlar haricinde azaltılamaz:

- i) Çıktılardan bazılarının azaltılması
- ii) Diğer bazı girdilerinin artırılması

c) Herhangi bir karar birimi %100 etkinliğe yalnızca, diğer ilgili karar birimleri herhangi bir girdi ya da çıktının kullanımında etkin olmadığına dair bir kanıt getirmiyorlarsa ulaşmış sayılır.

Her bir karar birimi için 0 ve 1 arasında bir etkinlik değeri hesaplanır. Etkinlik skoru 1'e eşit olan birimler "en iyi gözlem kümesini", aynı zamanda da etkinlik sınırını oluştururlar.

Tanımsal olarak, sınır üzerindeki herhangi bir nokta bir girdi kümesini çıktı kümesine dönüştürebilmek için elde edilebilir bir tekniği temsil eder. Etkinlik değeri 1'den küçük olan karar birimleri ise görel olarak etkin değildir ve bu karar birimlerinin etkinlik değelerinin sınıra olan uzaklıklarını temsil eder. En iyi gözlem kümesini oluşturan karar birimlerinin etkinlik değeleri 1 olduğuna göre, göreceli olarak etkin olmayan karar birimlerinin birden saptması görel etkinlik ölçüsünü verecektir.

3.8.5. Referans Gruplarının (Kümesinin) Oluşturulması

VZA etkin olmayan karar birimlerinin nispi olarak etkin birimlerin uyguladığı yönetim ve organizasyon yöntemlerini uygulayarak aynı etkinlik düzeyine ulaşabilecekleri varsayımı üzerine kurulmuştur. Buna göre etkin karar biriminin varlığı (referans kümesi), etkin olmayan bir KVB için aynı girdi-çıktı bileşimleri ile daha iyi bir üretim performansına ulaşılabilmesinin kanıtıdır.

Gözlem grubundaki etkin olmayan karar verme birimlerinin her biri için VZA, etkinlik sınırı üzerindeki bir grup etkin karar verme birimini referans grubu olarak belirler ve karşılaştırmanın gözlem grubuna oranla daha küçük bir grup ile yapılmasını sağlar. Referans olarak gösterilen karar verme birimlerinin ne kadar etkili olduğu, verimsiz karar verme birimlerine hangi yoğunluklarla referans gösterildiklerine bağlıdır. Bu amaçla, analizin bu bölümünde en iyi gözlemi oluşturan birimlerin kaç tane etkin olmayan birimin referans grubunda yer aldığı bir dökümü yapılarak yoğunluk araştırılabilir.⁹⁶ Ancak burada dikkat edilmesi gereken husus, bu yoğunluğun, gözlem grubunda yer alan birimlerin performans dağılımlarıyla yakın ilişkili olduğudur. Birimler bir bölgede yoğunlaşıyorsa, etkin olmayan birimlerin referans gruplarının aynı birimlerden oluşması doğaldır. Gözlem grubunun grafik üzerinde homojen bir dağılımı olmadığı sürece, elde edilen bilginin çok fazla ağırlığı olduğu söylenemeyebilir. Homojenliğin, sağlıklı sonuç almadaki önemi de bir kez daha ortaya çıkmaktadır.

3.8.6. Etkin Olmayan Karar Verme Birimleri İçin Hedef Belirlenmesi

VZA uygulamalarının en önemli özelliklerinden birisi de, etkin olmayan karar birimleri için performanslarını iyileştirebilecek, ulaşılabilir (kaynak koruma ve/veya çıktı arttırma) hedefleri belirleyebilmesidir. Hesaplamalarda etkin birimlerin elde edilebilir bir teknoloji kullandıkları varsayıldığı için, etkin birimlerin teknolojisi etkin olmayan birim için de ulaşılabilir kabul edilebilir. Etkin olmayan birimler kendilerine kısmen yakın etkin birimlere (referans kümesi) benzetilmeye çalışılır. Literatürde bu işleme potansiyel iyileştirmeler (Potential Improvements) denilmektedir. Ancak unutulmaması gereken bir nokta, pratikte bu her zaman mümkün olmadığıdır.

⁹⁶ Bakırcı, age, 169.

Etkinsiz birimlerde fiziksel kısıtlar olabilir, ya da kontrol edilmeyen girdiler olabilir. Hedeflere doğru girişilen iyileştirme çabaları sonuçsuz kalabilir. Analizler sonucunda etkin olarak belirlenen karar birimlerine ait aylak değişkenlerin değeri “sıfır” olmalıdır. Çünkü aylak değişkenler girdi ve çıktılar açısından kullanılmayan kapasiteyi gösterir. Etkin birimin girdi ve çıktılar açısından kullanılmayan kapasitesi olmadığı için aylak değişken değeri sıfır olacaktır, etkin olmayan birimler de aylak değişkenleri minimize edilerek sıfıra yaklaştırılmaya çalışılacaktır.⁹⁷

3.8.7. Sonuçların Değerlendirilmesi

Karar verme birimleri detaylı olarak incelendikten sonra, genel bir değerlendirmeye geçilir. Gözlem kümesine ait etkin olan ve olmayan karar verme birimleri için ortak bulgular araştırılır. Ayrıca, gözlem kümesini oluşturan karar verme birimlerinin ait olduğu endüstri dalının genel durumu hakkında değerlendirmeler yapılır. VZA ile belirlenen hedeflere ulaşılmasa bile, elde edilen bilginin daha sonra değerlendirilebilmesi ve iyileştirmelere açık olunması anlayışı VZA'nın önemli avantajları arasındadır.

3.9. Veri Zarflama Analizinin Güçlü ve Zayıf Yönleri

Veri Zarflama Analizinin güçlü ve zayıf yönleri aşağıdaki gibi özetlenebilir:

3.9.1. Veri Zarflama Analizinin Güçlü Yönleri

Parametrik yöntemlerin aksine girdi ve çıktı arasında fonksiyonel bir bağıntıya ihtiyaç duymayan veri zarflama analizi, üretim fonksiyonunun analitik yapısı hakkında herhangi bir ön varsayım gerektirmez, dolayısıyla parametrelili yöntemlere göre daha esnektir.

Girdi ve çıktı değerleri değişik birimlere sahip olabilir. Veri zarflama analizi bu değişik birimler arasında herhangi bir dönüşüm yapmaya gerek duymadan ölçümü gerçekleştirir. Örneğin, X_1 , sermaye iken(TL); X_2 , çalışan sayısı gibi bir birim olabilmekte ve aynı denklem içinde yer alabilmektedir.

Çok sayıda girdi ve çıktıya sahip karar verme birimlerinin etkinlik ölçümünde kullanılabilir. Veri zarflama analizi, her karar birimini, etkin bir birim ya da etkin birimler topluluğu ile karşılaştırır.

⁹⁷ Bakırcı, **age**, 171.

Bu nedenle kıyaslama, araştırmacıyı sınıra ait olmayan birimlerin verimsizliğinin kaynağına götürür, etkin olmayan karar verme birimlerinin nasıl etkin duruma getirilebileceği hakkında önemli ipuçları verir ve etkinsiz karar biriminin performansını ve kümesindeki görelî olarak etkin karar birimlerinin seviyesine çıkarmak için yol gösterir.

Kısaca, VZA'nın avantajlarını şöyle sıralayabiliriz:⁹⁸

1. Parametrik yöntemlerde olduğu gibi girdi ve çıktı arasında fonksiyonel bir bağıntıya ihtiyaç duymaz.
2. Homojen olan birimler, kendi aralarında kıyaslanır.
3. Karar verme birimleri direkt olarak diğerk bir karar verme birimi ile ya da bu birimlerin değişik kombinasyonları ile karşılaştırılabilir.
4. Çok sayıda girdi ve çıktıya sahip karar verme birimleri etkinlik ölçümünde kullanılabilir.
5. Girdi ve çıktı değerleri değişik birimlere sahip olabilir. Örneğın, X_1 'in birimi Ton olabilirken, X_2 'nin birimi \$ olabilmektedir.
6. Etkin olmayan karar verme birimlerinin nasıl etkin duruma getirilebileceğik hakkında önemli ipuçları verir.

3.9.2. Veri Zarflama Analizinin Zayıf Yönleri

VZA, her ne kadar parametresiz bir yöntem olarak tanımlansa da, her bir karar birimine göre ayrı ayrı inceleme yaptığından çok fazla sayıda karar değişkeninin hesaplanmasına yol açar. Bu durum serbestlik derecesini oldukça yükseltmektedir. Ayrıca hesaplanan etkinlik skorlarının, kullanılan girdi ve çıktı değerlerindeki hatalara karşı çok duyarlı olması en küçük hatalarda bile sonuçların büyük ölçüde değişmesine yol açmaktadır.⁹⁹

Buna benzer başka bir zayıf yön ise gözlem kümesinde (örneklem) aşırı büyük veya küçük girdi-çıkıtı değerlerine sahip olan bazı gözlemlerin etkinlik sınırının oluşmasında problemlerin oluşmasına neden olabileceğidir.

⁹⁸ Özer Depren, "Veri Zarflama Analizi ve Bir Uygulama", (Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, F.B.E., İstanbul, 2008), 23.

⁹⁹ Yolalan, *age*, 132.

Başvuru grubuna dahil olan karar verme birimlerinin diğerlerine göre üstünlüğünün göreceli olması, bu birimlerinin kendi baslarına değerlendirildiğinde de gerçekten verimli olup olmadıkları hakkında bir yorum yapılabilmesini güçleştirmektedir. Bu sebeple VZA etkinlik sonuçları, görecelilik çerçevesinde değerlendirilmelidir. Başka bir deyişle VZA, karar birimlerinin birbirlerine göre performansını ölçmek açısından yeterli bir tekniktir. Ancak; bu değerlendirmenin mutlak etkinlik bazındaki yorumu ile ilgili ipucu vermez. Kısacası, mutlak bir etkinlik ölçütü olarak kabul edilemez.

VZA, esas olarak veri tabanlı bir yöntem olduğu için, araştırmacı verilerin hangi girdi-çıkı kümesinin üretim fonksiyonunun tahmininde gerekli olduğunu seçerken dikkatli davranmalıdır. İlgili girdi ve çıktıların üretim sürecini doğru olarak yansıtabilmesi, yöntemin sağlıklı sonuçlar vermesini doğrudan etkilemektedir. Eksik ya da yanlış girdi-çıkı seçimi, sonucu çok büyük oranda olumsuzlaştıracaktır.¹⁰⁰

VZA'nın dezavantajlarını da şu şekilde özetleyebiliriz:¹⁰¹

1. VZA, ölçüm hatasına karşı çok duyarlıdır. Dolayısıyla verilerin güvenilirliği hayati önem taşımaktadır.
2. Karar birimlerinin performansını ölçmek açısından yeterli bir tekniktir. Ancak; bu değerlendirmenin mutlak etkinlik bazındaki yorumu ile ilgili ipucu vermez. Kısacası, mutlak bir etkinlik ölçütü yoktur.
3. Statik bir analiz şeklindedir, bir tek dönemdeki karar verme birimi verileri arasında bir kesit analizi yapar.
5. Belirli bir gözlem kümesinden (örneklem) yola çıkarak göreceli etkinliği ölçen VZA için gözlem kümesinde (örneklem) aşırı büyük veya küçük girdi-çıkı değerlerine sahip olan bazı gözlemler etkinlik sınırının oluşmasında problemlerin oluşmasına neden olabilir.
6. Parametrik olmayan bir yöntem olan VZA, istatistikî hipotez testleri için çok uygun kabul edilmemektedir.
7. Soyut ve kategorik bileşenlere karşı duyarlı değildir (örneğin, servis kalitesi).

¹⁰⁰ Age, 132.

¹⁰¹ Depren, age, 24.

4. OTOMOTİV SEKTÖRÜ HAKKINDA GENEL BİLGİLER

Otomotiv sektörü genel olarak, karayolu taşıt araçları (binek otomobil, otobüs, minibüs, midibüs, çekici, kamyon, traktör vb.) ve bu araçların üretiminde kullanılan parçaları imal eden bir sanayi dalı olarak tanımlanmaktadır.

Henry Ford 1900'lerin başında, müşterilerinin bütçesine uygun, her türlü yol şartlarına dayanacak sağlamlıkta, bakımı ve tamiri kolay bir otomobil modelini seri olarak Amerika Birleşik Devletleri'nde üretmeye başladı. Ford'un "T modeli"ni piyasaya çıkardığı 1908 yılında kurulan General Motors o yıllarda ikinci otomotiv devi oldu. Bir diğer önemli üretici olan Overland şirketini de idaresini ele geçiren John M. Willys 1907 yılında kurdu. Bu dönemde İngiltere'de William R Morris ve Hebert Austin, Fransa'da Andre Gustave Citroen ve Louis Renault küçük ve ucuz otomobiller üretiyorlardı. Geniş ölçekli üretim, bu otomotiv şirketlerinin örgütlenmesini de etkiledi. Ford, İngiltere, Almanya, İspanya, Fransa ve Danimarka'da fabrikalar kurdu. 1914 yılında patlayan I. Dünya Savaşı otomotiv sanayinin gelişimini hızlandırdı. Gerek otomobil gerekse de tank, zırhlı araç, kamyon ve hatta uçak imal ederek savaş yıllarında büyüdüler.¹⁰²

Otomotiv sanayi, seri üretime geçtiği günlerden itibaren ve özellikle de günümüzde dünyadaki üretim sektörlerinin lokomotifleri olarak görülmektedir. Bu dev sanayi, tüm dünyada yarattığı 500 milyar dolarlık cirosu, ana ve yan sanayi kuruluşları ile sektörün diğer yan dallarında doğrudan ve dolaylı olarak istihdam ettiği 40 milyonu aşkın çalışanıyla; sermaye yatırımları, teknolojik gelişmeler ve bilgisayar uygulamaları sonucu dünya ticaretine miktar ve değer olarak yaptığı katkının boyutları ile her zaman dikkatleri çekmiştir. Diğer taraftan, otomotiv sektörü, başta demir-çelik olmak üzere, petro-kimya, lastik, cam, elektronik gibi sektörlerin gelişiminde etkin rol oynar.¹⁰³

¹⁰² İstanbul Ticaret Odası, **Otomotiv Sanayi Sektör Raporu**, (Şubat, 2003), 2.

¹⁰³ Age, 2.

Otomotiv sanayi, tüm sanayileşmiş ülkelerde ekonominin lokomotifi olarak kabul edilmektedir. Bunun sebebi, diğer sanayi dalları ve ekonominin diğer sektörleri ile çok yakından ilişkili olmasıdır. Otomotiv sanayi; demir-çelik, petro-kimya ve lastik gibi temel sanayi dallarında başlıca alıcı konumundadır. Ayrıca, turizm, altyapı, inşaat, tarım ve ulaştırma gibi çeşitli sektörlerin ihtiyaç duydukları birçok motorlu araç otomotiv sektörü tarafından sağlanmaktadır. Bu sektörde meydana gelen değişimler ekonomiyi önemli derecede etkilemektedir. Birçok sektörün sürükleyicisi olan bu sektörde, son yıllarda artan rekabet, değişen pazar ve küreselleşme nedeniyle gerçekleşen şirketler arası birleşmeler ve satın almalar sonucunda üretici firmaların sayısının giderek azaldığı gözlemlenmektedir. Günümüzde yirmi civarında firma, dünya otomotiv sanayinin ve pazarının % 90'ından fazlasına hakim konumdadır.¹⁰⁴

Sektörel açıdan ele alındığında küreselleşmenin etkisinin en fazla görüldüğü sektörlerden birisinin otomotiv endüstrisi olduğu söylenebilir. Bundan dolayı globalleşmiş ürünler açısından otomotiv endüstrisi bir prototip olarak algılanmaktadır. Otomotiv endüstrisinin temsilcisi olarak adlandırılan ve global bir ürün olarak nitelendirilen otomobilin insan yaşamındaki yeri sürekli olarak değişmiş; başlangıçta bir merak, zamanla bir tutku/sevda ve günümüzde ise adeta zorunlu bir tüketim malı haline gelmiştir.¹⁰⁵

Dünya Ticaret Örgütü de otomotiv endüstrisini globalleşmenin geleceğini temsil eden örnek bir sektör olarak tanımlamaktadır. Otomotiv sanayinin teknolojik gelişmeye katkı sağlama, istihdam ve katma değer yaratma ve dış ticarete döviz kazandırma gibi çeşitli işlevleri bulunmaktadır. Bu açıdan bakıldığında sadece yaklaşık 60 yıllık geçmişi bulunan Türk otomotiv sanayi, ekonominin lokomotif sektörü olma niteliğini kazanmıştır.¹⁰⁶ Ayrıca, Gümrük Birliği süreci ile birlikte otomotiv sanayinin yapısı ve perspektifi tamamen değişmiştir. Bu nedenle Türk otomotiv sanayisinin yapısal analizinin yapılarak, ekonomik performansının ortaya konulması önem arz etmektedir.

¹⁰⁴ Mustafa Yurdakul, Yusuf Tansel İç, “Türk Otomotiv Firmalarının Performans Ölçümü Ve Analizine Yönelik Topsis Yöntemini Kullanan Bir Örnek Çalışma” **Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Dergisi**, c: 18, s: 1, (2003): 2.

¹⁰⁵ Orhan Çoban, “Türk Otomotiv Sanayisinde Endüstriyel Verimlilik ve Etkinlik”, **Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi**, s: 29, (2007), 18.

¹⁰⁶ Age, 18.

Türkiye’de otomotiv sektörü; yarattığı katma değer, istihdama katkısı, vergi gelirleri ve birçok sektörde talep yaratıcı durumu ile ekonomik açıdan büyük önem taşımaktadır. Ayrıca sektör, gelişmiş teknolojilerin ülkemize transferinde de önemli rol oynamaktadır.

4.1. Dünya Otomotiv Sektörü

Otomotiv sanayi, Almanya ve Fransa’nın öncülüğünde Avrupa’da doğmuş, 1900’lü yıllardan itibaren, önce ABD’de daha sonra Avrupa’da seri üretime geçilmiştir. 1960’lı yıllarda ise Japonya üretimde gösterdiği başarı sayesinde önemli ölçüde ihracat yapar duruma gelmiştir. Otomotiv sektörü 1979’daki ikinci petrol şokunu izleyen resesyon ortamının olumsuz etkilerini dört yılı aşkın bir sürede atabilmiş, dünya motorlu taşıt üretimi 1979’da 41,6 milyon adet iken, 1982’de 36,1 milyon adete düşmüştür. 1980’lerin ilk yıllarındaki bu azalma Kuzey Amerika’da daha ciddi boyutlara ulaşmıştır.

Otomotiv Sanayinin gelişimi ise, genel olarak ABD’nin hakimiyeti ve önderliğinde olmuştur. Bu hakimiyeti Avrupalı firmalarla az da olsa paylaşan ABD’li firmalar, II. Dünya Savaşı sonrası hiç hesaba katmadıkları Japonya’yı bir güç olarak karşılarında buldular. Otomotiv Sanayi, yeniden yapılanma sürecine girdiği 1980’li yıllarda Japonya, Kuzey Amerika ve Avrupa’daki pazarların doyuma ulaşması sonucu gelişmekte olan pazarlarda yatırım ve üretim faaliyetlerine geçmiş, ayrıca, Japon araç üreticilerinin araştırma ve geliştirme, tasarım ve üretim teknolojisinde göstermiş oldukları ilerlemeler diğer üreticilerin mevcut üretim sistemlerini gözden geçirmelerine neden olmuştur. Geleneksel üretim merkezleri olarak nitelenen bu bölgelerde, imalat rakamları ile öne çıkan ülkeler ise ABD, Japonya, Almanya, İtalya, İngiltere, Kanada ve İspanya’dır. Ancak, bu klasik bölgelerin dışında, Güney Kore ve Brezilya da gelişen performansları ile dikkati çekmektedirler.¹⁰⁷

Küresel ekonomik krizden en fazla etkilenen sektörlerin başında hiç şüphesiz otomotiv sektörü gelmektedir. Kredi kanallarında yaşanan daralma ve tüketici güven endekslerindeki keskin düşüşler sektörün tüm dünyada 2008 yılı ortasından itibaren küçülmesine yol açmıştır.

¹⁰⁷ İTO, (2003), age, 2.

Dünya’da motorlu araç üretiminin son yıllar itibariyle gelişimi ele alındığında 2002 yılına kadar üretimde Avrupa ülkelerinin lider konumda olduğu onun yakın takipçisinin ise Amerika olduğu görülmektedir. Fakat 2003 yılından itibaren üretimde liderliği Asya-Okyanusya ülkeleri ele geçirmiştir. Son yıllarda dünya motorlu araç üretimine toplam olarak bakıldığında ise 2001 yılında % 3,6 gerilediği daha sonraki yıllarda ise artmaya devam ettiği izlenmektedir. Bu üretim artışında en önemli payın Asya-Okyanusya ülkelerine ait olduğu görülmektedir.¹⁰⁸

Küresel krizin etkisini artırmasına bağlı olarak 2009 yılı da dünya otomotiv talebinin daraldığı bir yıl olmuştur. Toplam pazar yüzde 5,0 oranında azalarak 65,4 milyon adede gerilemiştir.¹⁰⁹ Ülkemizde de olduğu gibi dünya pazarında en büyük düşüş yüzde 21 ile ağır ticari araç pazarında gerçekleşmiştir. Otomobil pazarı 2009 yılında yüzde 5 azalarak 53,5 milyon adete gerilemiş hafif ticari araç pazarı ise yüzde 1 oranında artarak 9,8 milyon adet olmuştur. 2009 yılında bir önceki yıla göre, toplam motorlu araç pazarında en keskin daralma yüzde 43 ile Doğu Avrupa’da gerçekleşmiş ve pazar 3,3 milyon adete gerilemiştir. Toplam Pazar K.Amerika’da yüzde 22, Batı Avrupa’da ise yüzde 4 daralmıştır.¹¹⁰

2009 yılı dünya toplam motorlu araç üretimi, 2008 yılına göre yüzde 13 oranında azalarak 61 milyon adede gerilemiştir. Toplam araç üretimi Batı Avrupa’da 2008 yılına göre yüzde 19 oranında azalarak 12,2 milyon adet olmuş ve Batı Avrupa’nın dünya otomotiv üretimindeki payı 2009 yılında yüzde 20 düzeyinde gerçekleşmiştir. 2009 yılında K.Amerika Bölgesinde toplam motorlu araç üretimi % 32, Mercosur Bölgesinde(Güney Amerika Ortak Pazarı) yüzde 3 oranında azalmıştır. Doğu Avrupa bölgesindeki üretim yüzde 28 düşüş ile 5 milyon adede gerilemiş, Asya-Pasifik bölgesinde ise yüzde 1’lik azalış ile 31 milyon adet düzeyine ulaşmıştır. 2009 yılında, Japonya’nın üretimi yüzde 31 oranında azalırken, Çin’in üretimi yüzde 48, Hindistan’ın üretimi ise yüzde 13 oranında artmıştır. Bu bölge, toplam dünya üretimi içinde aldığı yüzde 41’lik payı ile ilk sırada yer almaktadır.¹¹¹

¹⁰⁸ <http://oica.net/category/production-statistics/>, [0.04.2010]

¹⁰⁹ Ziraat Yatırım Araştırma, **Otomotiv Sektörü**, (Nisan, 2009), 1.

¹¹⁰ OSD, **Otomotiv Sanayi 2009 Değerlendirme Raporu**, (Mart, 2010), 3.

¹¹¹ Age, 4.

Dünya motorlu araç üretimine üretici firmalar açısından bakıldığında ise ilk 5 sıra şöyle oluşmaktadır: Toyota, Ford (Jaguar-Volvo), GeneralMotors(Opel-Vauxhall-Daewoo), Wolkswagen Group, Daimler Chrysler.

Firmalar incelendiğinde, dünya üretiminin 8 ülkede yoğunlaştığı ve bu toplam üretimin % 73'ü olduğu, ayrıca, sektör üretiminin neredeyse yarısını 5 firmanın gerçekleştirdiği son yıllarda yaşanan şirket birleşmeleri neticesinde belli başlı 41 firmanın yer aldığı sektörde üretici firma sayısının düşme eğiliminde olduğu gözlenmektedir.¹¹²

Önemli bir pazarlama tekniği olan transplant üretim (üretim ünitesini pazara yaklaştırma) yirminci yüzyılın ikinci yarısından itibaren birçok şirketin gündemine girmiştir. Bu üretim modeli, bir taraftan yatırımcı şirkete ucuz işgücü, hammadde temini ve çeşitli teşviklerden yararlanma gibi maliyet düşürücü katkı sağlarken; diğer taraftan yatırımın yapıldığı ülkede yeni istihdam yaratması, yerli sanayiye ve ekonomiye kaynak sağlaması nedenleriyle de toplumlarda yerli üretimi sahiplenme duygusu yaratarak, ürüne sosyoekonomik rekabet gücü kazandırmaktadır. Ülkemizde de benzer durumun olduğunu söylemek mümkündür.

Dünya'da gün geçtikçe otomotiv sanayi ürünleri talebi artmaktadır. Buna paralel olarak üretici firmalar arasında rekabette artmaktadır. Bu rekabet artışı firmaların maliyet düşürücü önlemler bulma çabası içerisine girmesine neden olmaktadır. Dünya otomotiv sektöründe özellikle 1960'lı yıllardan sonra otomotiv sanayinde ihracata dayalı olarak hızlı bir büyüme yaşayan Japonya'nın günümüze kadar en büyük ihracatçı olma konumunu devam ettirdiği görülmektedir. Japonya günümüze kadar otomotiv sanayinde en büyük ihracatçı konumunda olmasına rağmen 1990'lı yıllarda ihracatında bir düşüş meydana gelmiştir. Bunun; Japonya'nın diğer ülkelerde yaptığı yatırımların tamamlanması ve üretime başlanması ile ihracat pazarlarında meydana gelen daralma, Yen'in değer kazanması, hızla artan işçi ücretleri ve Japonya'nın rekabet gücünde o güne kadar önemli bir unsur olan yalın üretim sistemlerinde Avrupa ve ABD'de sağlanan gelişmeler gösterilmektedir.¹¹³

¹¹² İTÖ, age, 6.

¹¹³ Ali Görener, Ömer Görener, "Türk Otomotiv Sektörünün Ülke Ekonomisine Katkıları Ve Geleceğe Yönelik Sektörel Beklentiler", **Journal Of Yaşar University**, c:3, s:10, (2008): 1216.

Japonya'dan sonra en fazla otomotiv sanayi ürünü ihraç eden ülkeler arasında Almanya, Fransa ve İspanya bulunmaktadır. Fakat bu ülkeler ticaretlerini ağırlıklı olarak kendi aralarında, Avrupa Birliği içinde yapmaktadırlar. Son yıllarda G.Kore otomotiv sanayi ürünleri ihracatını hızla arttırarak İspanyayı geçmiş ve 4. sıraya yerleşmiştir.

Ülkelerin ihracatlarıyla beraber ithalatları da değerlendirildiğinde Japonya'nın otomotiv sanayi ürünleri ticaretinde büyük miktarda dış ticaret fazlası verdiği görülmektedir. ABD ise yaptığı ihracattan çok fazla ithalat yaparak yüksek oranda bir dış ticaret açığı vermektedir. Avrupa Birliği ülkelerindeki durum ABD'den oldukça farklılık arz etmektedir. Almanya, Fransa, İngiltere, İtalya gibi otomotiv sanayinde gelişmiş ülkeler önemli miktarda ihracat yaparken, aynı zamanda yüksek miktarda da ithalat yapmaktadırlar ve bu ticaret ağırlıklı olarak AB içerisinde oluşmaktadır. Örneğin, geçmiş yıllarda Almanya motorlu araç üretiminin yüzde 50'sinden fazlasını ihraç ederken, ithalatın pazar payı ise % 30'un üzerinde olmuştur. Bu oranlar İtalya için sırasıyla % 50 ve 55 mertebelerindedir Son olarak Güney Kore'ye bakıldığında ithalat oranının ihracata göre çok düşük kaldığı görülmektedir. Bu durumun özellikle ithalatta etkin olarak uyguladığı dolaylı korumacılıktan kaynaklandığı ileri sürülebilir.¹¹⁴

Genel olarak dünya araç üretiminde ABD, Avrupa ve Japonya ile gelişmekte olan pazarlar olarak 4 merkezden bahsedilebilir. İlk üç üretim merkezinde son yıllarda yaşanan doygunluk gözleri gelişmekte olan piyasalardaki duruma çevirmemize neden olmuştur. Gerek gelişmekte olan ülkelerde gelişen tüketim pazarı koşulları gerekse de düşük üretim maliyetleri sonucunda söz konusu ülkelere kaydırılan üretimler nedeniyle söz konusu ülkelerin otomotiv sektörü açısından önemleri her geçen gün artmaktadır.¹¹⁵

Otomotiv sanayi, yarattığı katma değer, doğrudan ve dolaylı olarak istihdama katkısı ve teknolojik gelişmeye öncülük etmesi dolayısıyla ülkelerin kalkınmasında önemli bir rol oynamaktadır. Demir-çelik, lastik-plastik, dokuma, cam, boya, elektrik ve elektronik gibi birçok sektörden girdi alması ve pazarlama, tamir, bakım, yedek parça satışları, finansman ve sigortacılık hizmetlerinde geniş iş hacmi yaratmaktadır. Bu özelliğiyle de ekonomilerde sürükleyici bir özelliğe sahiptir.

¹¹⁴ Atila Bedir, "Otomotiv Sanayilerinde Ana-Yan Sanayii İlişkileri ve Türkiye'de OtomotivYan Sanayinin Geleceği", (DPT-Uzmanlık Tezleri, Ankara, 1999).

¹¹⁵ İTO, age, 6.

Sanayileşmiş ülkelerin çoğunda otomotiv sanayi firmaları, ülkelerin büyük şirketleri sıralamasında ilk sıralarda yer almaktadır. Ayrıca otomotiv sektörünün, üretim büyüklüğü açısından toplam imalat sanayi üretimi içerisinde yine ilk sıralarda olduğu gözlenmektedir.

4.2. Türkiye Otomotiv Sektörü

Türk insanının Otomobille tanışması, Osmanlı'nın son dönemlerine rastlamaktadır. İlk resmi kayıtlara göre, 1909 yılında askeriye ye alınan otomobilleri işaret etmektedir. II. Meşrutiyetin ilanı ile I. Dünya Savaşı arasında ülkeye giren otomobil sayısı 100-150 adeti geçmemiştir. I. Dünya Savaşının sona ermesi ile beraber otomobil alım satımı ve yedek parçası konusunda birçok şirket faaliyete geçmekle beraber olumsuz ekonomik koşullar nedeniyle bu konuda pek bir gelişme sağlanamadı. Daha sonra, 1927 yılında çıkarılan bir yasa ile Ford Motor Company'e 25 yıllık imtiyaz tanınarak başta Sovyetler birliği hedeflenerek otomobil, traktör ve kamyon montajına başlanmış ancak 1929 yılında dünyayı sarsan ekonomik kriz nedeniyle üretim durdurulmuştur. Sonuçta ilerleyen yıllarda da ülke otomotiv ihtiyacı tamamen ithalat yoluyla giderilmiştir.¹¹⁶

Türkiye'de otomotiv sektörü üretime 1950'lerin ortalarında başlamış ve üretim 1960'ların ortalarından itibaren hız kazanmıştır. İlk montaj hattı 1954'te silahlı kuvvetlere jip ve kamyonet temini için kurulmuş, 1955'te kamyon ve 1963'te otobüs montajına başlanmış, takip eden üç yıl içinde de binek otomobil üreten montaj fabrikaları (Tofaş-Fiat, Oyak-Renault, Otosan-Ford) imalata geçmiştir. 1966'da ise otomotiv sanayi kendi modellerinin montajına başlamış ve Otosan tarafından o dönemlerin otomobili Anadolu üretilmiştir. İki büyük otomobil üreticisi Tofaş ve Oyak-Renault, İtalyan ve Fransız lisanslarıyla 1971'de imalat hatlarını kurmuşlardır. Ülkemiz pazarına Avrupalı ve Amerikalı otomotiv devlerinin dışında Uzak Doğu'dan Japonya girerek, 1987 yılında Mitsubishi, 1994 yılında Toyota, 1997 yılında Honda ve Güney Kore'den Hyundai firmaları, Türk otomotiv pazarıyla yakından ilgilendiklerini gerçekleştirdikleri yatırımlar ile göstermişlerdir.¹¹⁷

¹¹⁶ İTO, age, 7.

¹¹⁷ Otomobil Sanayicileri Derneği Değerlendirme Raporu, (2007), 1.

Dünyanın bugün ulaşmış olduğu ekonomik gelişme açısından, başta sanayileşmiş ülkelerde olmak üzere otomotiv sanayi, ekonominin diğer sektörlerini de peşinden sürükleyen stratejik ve öncelikli önem taşıyan bir sektör durumuna gelmiş bulunmaktadır. Ülkemiz ekonomisinde de üretim, istihdam ve ihracat açısından büyük önem taşıyan otomotiv sanayi, Gıda ve Tekstil'den sonra 3. büyük sektör olarak gelecek vaat eden dallar arasındaki yerini almıştır.¹¹⁸

Tablo 10 incelendiğinde, ilk 500 sanayi kuruluşu içinde otomotiv sektörünün payının ne kadar önemli seviyede olduğu görülecektir.

Tablo 10: 1982-2008 Yılları Arasında Otomotiv Firmalarının 500 Büyük Sanayi Kuruluşu İçindeki Payı(%)

Yıllar	Üretimden Satışlar (KDV Hariç)	Satış Hasılatı (KDV Hariç)	Brüt Katma Değer	Öz Kaynak	Net Aktifler	Dönem Kârı/Zararı (VÖ)	İhracat	İstihdam	Firma Sayısı
1982	5,6	5,3	5,4	6,8	4,0	6,7	--	3,5	4,4
1983	6,0	5,3	6,4	4,1	3,8	4,8	2,6	3,1	4,6
1984	5,9	4,8	5,3	3,3	4,3	2,9	3,7	3,7	4,4
1985	5,9	4,9	4,7	2,5	3,4	3,0	5,0	3,5	5,0
1986	6,2	5,7	4,8	2,6	3,8	2,7	4,1	3,7	5,0
1987	7,1	6,3	5,1	5,3	3,5	6,4	1,8	4,0	4,6
1988	7,6	6,8	5,9	2,8	2,8	6,4	2,7	3,7	5,4
1989	6,7	5,4	5,0	2,9	2,9	6,6	2,8	3,5	5,0
1990	9,1	7,9	7,1	3,1	3,8	12,4	2,8	4,8	5,0
1991	8,7	7,6	6,5	5,0	4,1	5,7	2,7	5,1	6,0
1992	10,2	8,7	6,8	4,0	4,1	11,5	3,2	5,1	5,8
1993	12,9	11,3	10,9	5,5	5,9	20,5	3,7	6,1	6,4
1994	5,8	5,3	5,0	5,6	4,2	7,9	4,0	5,9	5,4
1995	8,2	7,2	6,7	6,9	5,5	8,9	8,7	5,7	6,0
1996	9,2	8,3	7,0	7,2	6,3	13,4	8,5	5,9	6,4
1997	9,5	8,8	6,7	7,5	6,7	15,2	5,7	6,1	6,0
1998	12,4	10,9	11,0	11,1	10,5	14,2	7,6	10,3	6,4
1999	8,9	8,8	4,3	6,2	7,6	4,3	12,8	6,4	6,0
2000	10,8	11,5	7,6	7,3	7,1	13,3	12,2	6,9	6,2
2001	9,1	6,5	3,5	5,8	5,7	1,6	14,1	6,1	5,2
2002	9,3	8,5	3,6	5,3	8,4	-0,9	7,4	7,4	6,4
2003	13,2	12,0	6,4	7,8	9,4	10,0	21,6	8,9	7,6
2004	17,3	16,0	7,3	8,7	9,0	12,6	27,0	11,1	8,8
2005	16,2	14,8	7,0	8,2	8,8	11,0	26,8	11,9	8,4
2006	15,4	14,1	5,6	7,8	8,0	9,3	27,8	12,8	8,2
2007	15,6	14,2	6,4	7,0	7,7	7,7	30,3	13,3	8,2
2008	12,7	12,0	11,2	6,8	6,8	11,5	25,7	14,0	7,6

Kaynak: İstanbul Sanayi Odası, **Türkiye'nin 500 Büyük Sanayi Kuruluşu İçinde Otomotiv Sanayi Raporu**, (Temmuz, 2009), 1.

¹¹⁸ İTO, (2003), age, 6.

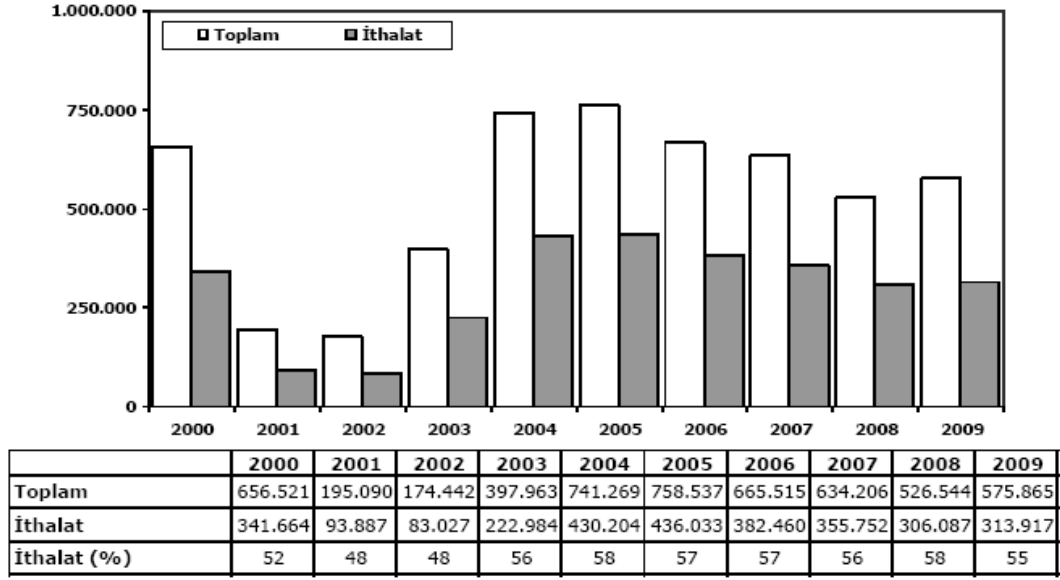
Günümüzde, otomotiv ana sanayinde; Anadolu Isuzu, Honda, B.M.C., Hyundai Assan, Karsan , M.A.N., Mercedes-Benz Türk, Otokar, Ford Otosan, Otoyol, Oyak-Renault, Temsa, Tofaş, Toyotasa ve Türk Traktör firmaları faaliyet göstermektedir.¹¹⁹

2009 Global krizinin etkisiyle tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de daralmalar yaşanmıştır. Özellikle en kırılgan sektörlerden olan otomotiv sektöründe, 2008 yılı son çeyreğinden itibaren AB ülkelerinde satışlar düşmeye başlamış ve dolayısıyla ihracatımızın yüzde 90'ını bu bölgeye gerçekleştirmemize bağlı olarak, üretim adetlerimiz de Mayıs ayı itibariyle önemli oranda azalmaya başlamıştır. Öte yandan yurt içi pazardaki daralma da bu olumsuz koşulları güçlendirmiştir. Gerek yurtiçi pazar, gerekse ihracat adetlerindeki önemli düşüşler, 2009 yılında da etkili olarak devam etmiştir.

2009 yılı toplam otomotiv pazarı ağırlıklı olarak ÖTV indiriminin bazı ürünler üzerindeki talebi destekleyen etkisi ile 2008 yılına göre yüzde 9,4 artarak 576 bin adet düzeyinde gerçekleşmiştir. Euro'nun 2009 yılında enflasyon değerinin üzerinde gerçekleşmesi, 2008 yılında yüzde 58 olan ithalatın pazar payının yüzde 55 oranına gerilemesinde etkili olmuştur. ÖTV indiriminin 30 Eylül 2009 tarihinde sona ermesiyle birlikte Ekim ayında tekrar daralmaya başlayan otomobil pazarını canlandırmak için, Kasım ayında firmaların kendi olanakları ile yapmaya başladığı kampanyalar Aralık ayında da yoğun olarak devam etmiştir.¹²⁰ Şekil 12' de Türkiye otomotiv pazarının toplam değerleri görülmektedir.

¹¹⁹ OSD, <http://www.osd.org.tr>, [20.01.2010]

¹²⁰ OSD(2010), **age**, 5.

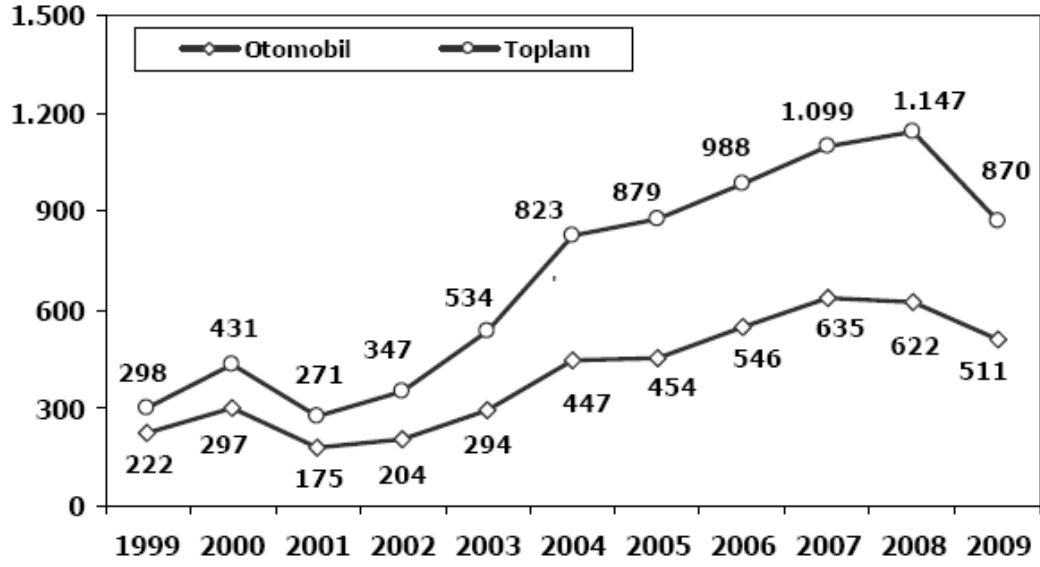


Şekil 12: Toplam Pazar (Otomotiv + Ticari Araç)

OSD(2010), age, 5.

ÖTV indiriminin olumlu etkisi sonucunda, 2009 yılında, bir önceki yıla göre otomobil pazarı yüzde 20,9 oranında artmış ve 370 bin adet düzeyine yükselmiştir. 2009 yılında ithal otomobillerin pazar payı 2008 yılına göre azalmış ve yüzde 66 düzeyinde gerçekleşmiştir. Üretim açısından bakıldığında, İç pazardaki talep azalmasına ek olarak, ihracattaki keskin daralma 2009 yılında devam etmiştir. Bu durum, toplam araç üretiminin yüzde 24 otomobil üretiminin ise yüzde 18 oranında azalmasına neden olmuştur. 2009 yılında toplam üretim 870 bin adede gerilemiş, otomobil üretimi ise 511 bin adet olmuştur.¹²¹

¹²¹ Age, 9.



Şekil 13: Toplam Üretim ve Otomobil Üretimi

OSD(2010), age, 9.

2008 yılında yüzde 77 olan toplam taşıt aracı kapasite kullanma oranı, 2009 yılında küresel krize bağlı olarak düşen üretim adetleri nedeni ile yüzde 42 düzeyinde gerçekleşmiştir.

Tablo 11: Kapasite Kullanım Oranları

Araçlar	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Hafif Araçlar	50	31	38	54	75	78	89	91	80	59
Ağır T.Araçlar	56	16	24	38	56	62	41	56	73	37
Toplam Taşıt Araçları	50	30	36	53	74	77	81	86	77	42
T.Traktörleri	58	23	16	44	59	58	62	46	35	33

Kaynak: OSD(2010), age, 9.

2008 yılı ile kıyaslandığında, 2009 yılında KKO hafif araçlarda önemli oranda azalarak yüzde 59 düzeyinde gerçekleşti, ağır ticari araçlarda ise yüzde 37 düzeyine gerilemiştir.

Son olarak da uluslar arası düzeyde kıyaslandığında, global gelişmeleri de dikkate alarak Türk otomotiv sektörüne bir SWOT Analizi uyguladığımızda, sonuçları şu şekilde özetleyebiliriz;¹²²

Güçlü Yönleri

- Mevcut kurulu kapasite ve yan sanayinin sahip olduğu yüksek potansiyel,
- Güçlü yabancı ortaklıklar,
- Kalifiye işgücü,
- Rekabetçi iş gücü maliyeti,
- Teknolojik bilgi birikimi,
- Kalite yönetim sisteminin varlığı,
- İhracat deneyimi,
- Yaygın, organize ve köklü dağıtım sistemi/pazarlama örgüt yapısı,

Zayıf Yönleri

- Teknik mevzuat ve ilgili alt yapı eksikliği,
- Ana sanayi, yan sanayi ve pazarlama örgütleri arasında yetersiz entegrasyon,
- İstikrarsız iç pazar,
- Düşük kapasite kullanma oranından kaynaklanan yüksek üretim maliyeti,

Fırsatlar

- Talep potansiyeli,
- İhracat potansiyeli,
- Bölgesinde uluslararası üretim ve AR-GE merkezi adaylığı,

Tehditler

- Kullanılmış taşıt aracı serbest ithalatı,
- Global kapasite fazlalığı,
- Plan ve strateji eksikliği,
- Teknik mevzuat altyapısının kurulmaması olarak özetlenebilir.

¹²² Ziraat Yatırım, **age**, 3.

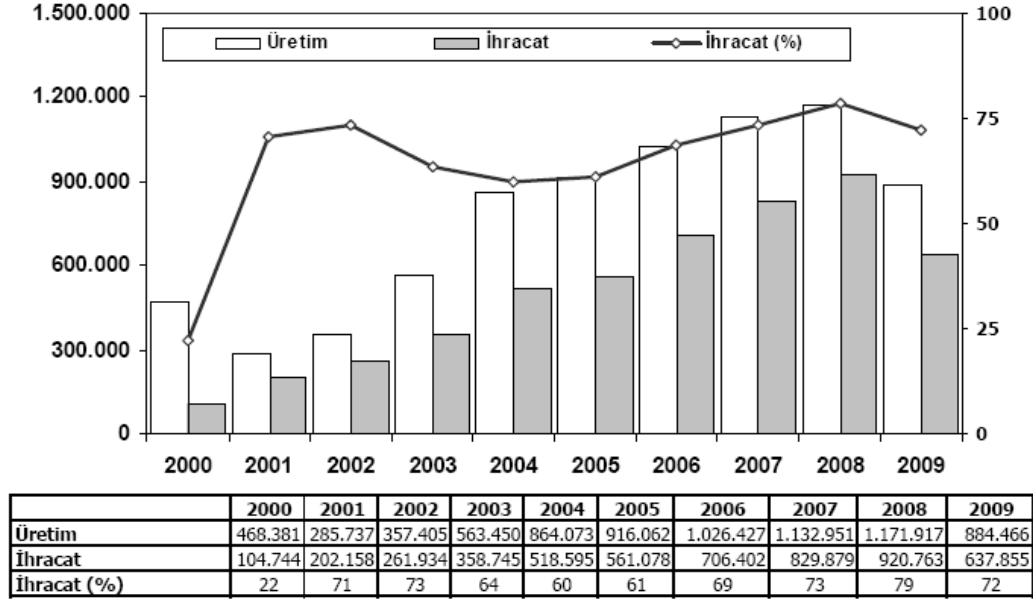
4.3. Türkiye’de Otomotiv Sektörünün Topluma ve Ülke Ekonomisine Katkıları

Otomotiv sektörü kendi bünyesi dışında, hammadde ve yan sanayi ile nihai ürünlerin tüketiciye ulaşmasını sağlayan pazarlama, bayii, servis, akaryakıt, finans ve sigorta sektörleriyle de yakından ilişkili olup savunma sanayinin gelişmesine de en önemli desteği veren sanayi dalı niteliğindedir. Gelişmiş pazarlardaki çevreye ve güvenliğe yönelik yüksek standartlar ve tüketici istekleri, otomotiv sanayinde yoğun bir teknolojik gelişmeye yol açmaktadır. Bunun sonucu olarak, müşteri tercih ve beklentileri büyük oranda değişikliğe uğramakta ve bütün ürün segmentasyonu değişmektedir.

Otomotiv sektörü yaptığı ihracat düzeyleriyle, ekonominin can damarlarından biri konumundadır. Son aylarda sektörde yaşanan gelişmelere paralel olarak birçok AB Ülkesinde de, 2009 yılı itibariyle uygulanmaya başlayan otomotive yönelik önlemlerin olumlu etkileri; Şubat-Mayıs döneminde daralmanın etkisinin azalması, Haziran ayından itibaren ise, Kasım ayında etkisini artırarak devam eden ancak Aralık ayı itibariyle biraz azalan artış şeklinde gözlemlenmektedir. Fransa, Avusturya, İngiltere, İtalya, Norveç, İspanya ve Çek Cumhuriyeti’nde otomobil pazarında yaşanan artışlarla birlikte, özellikle yeni AB üyesi ülkelerde daralma devam etmektedir. Aralık ayında gözlenen AB hafif ticari araç pazarındaki daralmanın etkisini azaltmasına bağlı olarak toplam ticari araç satışlarındaki düşüş de yavaşlamıştır.

2001 ve 2002 yıllarında ülkemizde etkili olan krizin ardından, özellikle 2003 yılından itibaren AB ülkeleri ile entegrasyon sürecindeki yoğun gelişmeler ile birlikte sanayimizin ihracat potansiyeli hızla gelişmeye başlamıştır. Türk Otomotiv Sanayi son yıllarda yapmış olduğu yatırımlar sonucunda üretiminin yüzde 80 gibi önemli bir kısmını ihraç edebilir hale gelmiş ve üretim adetlerini 2008 yılında 1.150 milyon adede yükseltmiştir. 2000 yılına göre ihracatımız beş kat artmış, sanayimiz Türkiye ihracat sıralamasında yedinci sıradan birinciliğe yükselmiştir.¹²³ Şekil 14’ de 2000-2009 yıllarına arasındaki üretim ve ihracat miktarları verilmiştir.

¹²³ Age, 11.



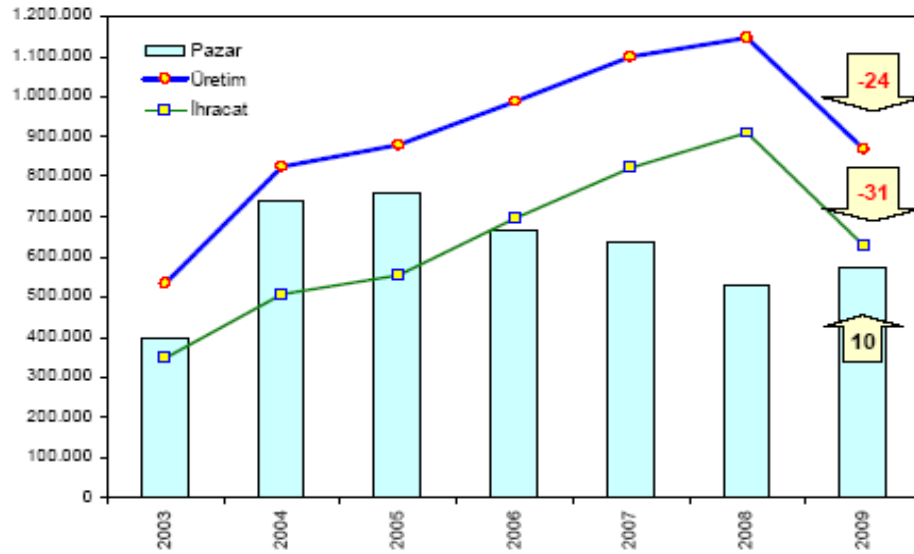
Şekil 14: Üretim ve İhracat Miktarları

OSD(2010), age, 11.

2008 yılının son çeyreğinde ABD’de başlayan finansal kriz, hızla küresel bir nitelik kazandı ve tüm pazarlarda talep düşüklüğü ortaya çıktı. Hurda araç teşviki ile 2005 yılında 785 bine kadar ulaşan toplam iç pazar, daha sonraki daralmalar ve küresel krizin de etkisi ile 2008 yılında 526 bine düştü. 2002’den beri her yıl istikrarlı bir şekilde artan ihracat ile 2008’in ilk 6 ayında yıllık 1,5 milyon üretim hızına ulaşıldı. Küresel kriz nedeniyle, 2008’in ikinci yarısında ihracat sipariş iptalleri ve iç pazar daralması sonucunda 2008 yılı üretimi ancak 1,150 milyon olarak gerçekleşti.¹²⁴

Türkiye’de otomotiv sanayi, sahip olduğu iyi yetişmiş insan gücüne bağlı olarak ArGe çalışmalarını önemli ölçüde arttırmış ve özellikle uluslararası mevzuata uyum çalışmalarında büyük bir başarı elde etmiştir. Tasarım, projelendirme ve ürün geliştirme gibi konularda yükümlülükleri artan yan sanayi firmaları da ana sanayi gibi teknolojiye, insan kaynaklarına, bilgiye ve kaliteye daha fazla önem vermeye başlamışlardır.

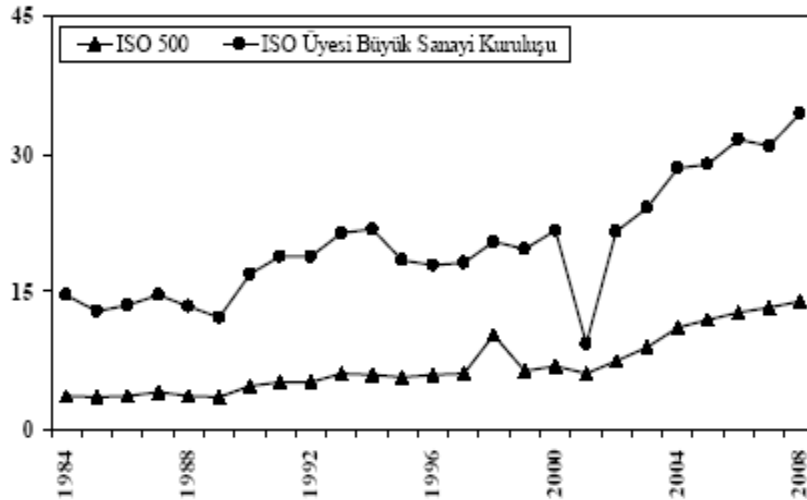
¹²⁴ Otomotiv Sanayii Derneği, **Otomotiv Sanayinde 2009 ve 2010 Yılına Bakış**, (Nisan, 2010), 1.



Şekil 15: Dünya Otomotiv Sektörü: Üretim, İhracat, Pazar

Otomotiv Sanayii Derneği, **Otomotiv Sanayinde 2009 ve 2010 Yılına Bakış**, (Nisan, 2010), 1.

Otomotiv sektörünün ekonomiye yaptığı katkının yanında, çok önemli bir katkısı da istihdamda olmaktadır. Otomotiv sanayinde ücretli çalışanların payı ilk 500 sanayi kuruluşu içinde 1983’de sadece yüzde 3 iken bu oran istikrarlı bir artış ile 2007 yılında yüzde 13’e yükselmiştir. 1983-2008 döneminde ISO üyesi kuruluşlar arasındaki payı ise yüzde 13’den yüzde 31’e ulaşmıştır. Küresel krize rağmen istihdamın oranı artmıştır.



Şekil 16: 1983-2008 Döneminde Otomotiv Sanayinin İstihdam Payı(%)

İSO, **Türkiye’nin 500 Büyük Sanayi Kuruluşu İçinde Otomotiv Sanayi**, (Temmuz, 2009), 3

Otomotiv sektörü kayıt altına alınan, üretim ve ticari faaliyeti nedeniyle güvenilir ve kesin bir vergi kaynağı niteliğindedir. Ancak, istikrarsız iç pazar koşulları, aşırı ithalat, aşırı kapasite, firma sayısının çokluğundan doğan sorunlar, özellikle yan sanayinin desteklenmesi için gereken finansman araçlarının yetersizliği, karmaşık yapısı ile yüksek satış vergisi sistemi, ulusal strateji eksikliği, otomotiv sanayinin gelişmesi ve ülke ekonomisine daha çok katkıda bulunmasının önündeki somut engeller olarak karşımıza çıkmaktadır. Bunların dışında, yaşanan ekonomik krizlerin yarattığı sıkıntılar, ekonomimiz için itici bir güç olan otomotiv endüstrimizi olumsuz yönde etkilemiş ve sektörün gelişimini ihracata yönelik sanayi stratejileri çerçevesinde sürdürmesine neden olmuştur.

Otomotiv sanayinde, üretimde uygulanan ileri teknolojiler sebebiyle nitelikli iş gücüne ihtiyaç duyulmaktadır. Bu nitelikli iş gücü ihtiyacı sektör içinde gerçekleştirilen yoğun eğitimlerle karşılanmaktadır. Sektör içinde gerçekleştirilen sürekli eğitim, rekabet gücünün geliştirilmesinde büyük önem taşımaktadır. Sektörün en önemli gücü, çok iyi yetiştirilmiş iş gücüdür. Sektördeki rekabet için gerekli olan yüksek nitelikli iş gücünün yetiştirilmesindeki maliyet unsuru nedeniyle diğer sektörlerden farklı olarak, otomotiv sektöründe iş gücünün sürekliliği önemlidir. Özellikle kriz dönemlerinde üretim azalmasına rağmen istihdamın korunmasına önem verilmektedir.¹²⁵

4.4. Türkiye’de Otomotiv Sektörünün Önemli Sorunları

4.4.1. İthalat Artışı

1996 yılında Gümrük Birliği’ne girilmesiyle beraber, taşıt aracı ithalatı kontrolsüz biçimde artış göstermeye başlamış ve ithalattaki bu artış günümüze kadar devam etmiştir. Otomotiv sektörü özellikle Gümrük Birliği’nin tamamlanmasından sonra gerçek anlamda uluslararası rekabet ile karşı karşıya kalmış ve ithalat artışı sektörü zor duruma sokmuştur. İthalat yoluyla pazara yönelik yeni girişlerin artması aşırı kapasite yaratılmasına, firmaların kapasite kullanım oranlarının düşmesine, üretimin ekonomik ölçeklerin altına inmesine ve rekabetin zarar görmesine sebep olmaktadır.¹²⁶

¹²⁵ OSD(2007), **age**, 5.

¹²⁶ Görener, **age**, 1224.

Otomotiv sektörü satış verileri incelendiğinde; ithalatın, toplam satışın %57 gibi büyük bir kısmını oluşturduğu görülmektedir. Yetersiz olan iç talebin üretim yerine ithalatla karşılanması hem ülkemizdeki otomotiv sanayi firmalarını olumsuz yönde etkilemekte hem de dış ticaret dengesine olumsuz katkı yapmaktadır. Yerli üretim seviyesinin önemi burada ortaya çıkmaktadır.

4.4.2. Ana ve Yan Sanayi Arasında İşbirliği Eksikliği

Otomotiv Sanayi, taşıt aracı üreticilerini, bunlara montaj ve/veya yedek parça amaçlı üretim yapan üreticileri, bakım ve servis istasyonlarını ve satış noktaları gibi oldukça geniş bir kitleyi kapsayan bir sektördür.¹²⁷

Yan sanayi ise, ana sanayi üretici firmalarının kendi üretim programlarına almadıkları ürün ve yarı ürün parçalarını üreten sanayi dalı olarak tanımlanabilir. Bir taşıt aracının binlerce değişik ürün çeşidinin bir araya getirilerek oluşturulduğu, bunların içinde metal, plastik, cam, tekstil, kauçuk parçaları ile elektrik ve elektronik cihazların yer aldığı düşünüldüğünde sektörün ne kadar geniş olduğu açıkça ortaya çıkmaktadır.

Otomotiv Yan Sanayi ve Yedek Parça sektöründe ise yaklaşık 2.500-3.000 firma'nın faaliyet gösterdiği tahmin edilmektedir. Bunların 1.100-1.200 adetinin yerli ve yabancı ana sanayilere OEM olarak çalışan yan sanayicilerken 1.500 civarında yedek parça pazarına çalışan imalatçı bulunmaktadır.¹²⁸

Otomotiv Yan Sanayi sektöründe de ana sanayideki gelişmelere paralel olarak ana sanayicilere hizmet eden yan sanayi firma sayısında azalma görülmektedir. Bunun yerine, “parça imalatçısı” durumundan “sistem imalatçısı” durumuna gelen yan sanayiciler oluşmaktadır. Özellikle son yıllarda, belli bir sistemin belli bir parçasını üreterek ana sanayiciye hizmet eden yan sanayiciler, zamanla, kendi çevrelerinde bir başka yan sanayi halkası yaratarak bu sistemin tümünü üretmeye yönelmekte, dolayısıyla bir yandan kendileri yan sanayici konumlarını muhafaza ederlerken, diğer yandan yeni yan sanayicilerin oluşumuna imkan vermektedirler.¹²⁹

¹²⁷ İTO, age, 12.

¹²⁸ İTO, age, 8.

¹²⁹ İTO, age, 6.

Son yıllardaki bir diğer eğilim ise, uluslararası şirketlerin özellikle OEM(Orijinal Ekipman Üreticileri) pazarını hedefleyerek şirket satın almaları, belirli ürünlerde tüm dünya üzerinde tekel konumuna gelmeleridir. Otomotiv sektöründe ana sanayi - yan sanayi ilişkisi incelendiğinde ana sanayicilerin sorumlulukları daha fazla paylaşılabilecekleri formda “az sayıda, yarı veya tam bağımlı yan sanayi ilişkisi”ni tercih ettikleri görülmektedir.¹³⁰

Gelişmiş otomotiv sanayilerine sahip ülkelerde, ana ve yan sanayi arasında güven unsurunun ön planda olduğu, sağlıklı ve işbirliğine dayalı ilişkiler kurulduğu görülmektedir. Bu durum, bu ülkelerin otomotiv sanayilerinin rekabet gücünü arttırmakta ve onları diğer ülkelere karşı üstün duruma getirmektedir.

Türkiye’de otomotiv sanayinde güçlü bir yan sanayinin oluştuğu söylenebilir. Bu durum ülkemizde otomotiv sektörü açısından büyük bir avantajdır. Bu avantaj iyi kullanılarak ana ve yan sanayi firmaları arasında işbirliğine dayalı ilişkilerin geliştirilmesi büyük önem taşımaktadır. Türkiye’de ana ve yan sanayi ilişkileri incelendiğinde ortaya çıkan bazı bulguları şu şekilde sıralayabiliriz:¹³¹

- Gelişmiş otomotiv sanayilerine sahip ülkelere benzer şekilde, son yıllarda Türkiye’de de otomotiv ana ve yan sanayi ilişkilerinde önemli gelişmeler olmasına rağmen, gerekli seviyede iş birliği sağlanamamıştır.
- Ana ve yan sanayi arasında verimlilik artışı, maliyet düşürme ve ürün geliştirmeye yönelik ortak faaliyetler yeterli düzeye ulaşamamıştır.
- Yan sanayi firması, üretiminde ağırlığı teşkil eden üründe tek bir ana firmayla çalışmayıp, bir çok firmaya ürün teslimatı yapmak durumunda olduğundan ana ve yan sanayi firması arasında işbirliğinde sorunlar ortaya çıkmaktadır
- Yan sanayici seçiminde maliyet faktörü geçmişe göre önemini kaybetmiş olsa da halen öne çıktığı görülmektedir.

Sahip olduğumuz güçlü yan sanayinin, ana sanayi ile ilişkilerinin işbirliğine dayalı şekilde artması halinde otomotiv sektörünün rekabet gücünü arttıracak ve ülke ekonomisine olumlu katkı yapacağı açıktır.

¹³⁰ Age, 6.

¹³¹ Bedir, age, 33.

Türk Otomotiv yan sanayi de, ana sanayinin yaşadığı sorunlara paralel olarak “ekonomik ölçek” den yararlanamamaktadır. Üretilen araç sayısının dünya ölçeklerine göre oldukça düşük olması, yan sanayicilerin genelde bir veya iki ana sanayici firma ile çalışıyor olması ve yeni modellerde yerli katkı oranlarını düşük olması yan sanayinde yeterli kapasite bulunmasına rağmen ana sanayinin üretim programına paralel olarak ekonomik ölçeklerde üretim gerçekleştirilememektedir. Bu nedenle Türk Otomotiv yan sanayinin parça maliyetleri uluslararası rekabete uygun olamamaktadır. Ülkemizde üretilen araçların modellerinin eski olmasının da etkisini hesaba katarsak bu olumsuzluklar Türkiye’nin otomotiv yan sanayinde dünya’da önemli bir ihracatçı konumuna gelmesini engellemiştir.¹³²

4.4.3. Sektörün Diğer Sorunları

Dünya’da otomotiv üretimi 1980’li yıllarda 61 ülkede 60 firma tarafından gerçekleştirilmekteyken günümüzde şirket birleşmeleri ile bu sayı 25’e düşmüştür. Yakın gelecekte şirket birleşmelerinin devam edeceği ve bu sayının daha da azalacağı tahmin edilmektedir. Şirket birleşmelerinin başlıca nedenleri sınırlı ve azalan kar oranları, aşırı kapasite, araştırma ve geliştirmede giderek artan maliyetler ile küreselleşme zorunluluğu olarak sıralanabilir. Sektörün önemli sorunlarının başında aşırı kapasite gelmektedir. Aşırı kapasitenin en önemli nedenini ise “nerede satıyorsan orada üret” stratejisi ile bölgesel/ulusal korumacılık politikaları oluşturmaktadır. Bu yaklaşım çerçevesinde, mevcut kapasiteler eritilmeden gelişen pazarlarda yaratılan yeni kapasiteler, dünya genelinde talep artışının çok üzerinde bir kapasite artışı yaratmaktadır.¹³³

Bahsedilen hususların dışında, ülkemizde otomotiv sektörünün diğer sorunlarını şöyle sıralayabiliriz:¹³⁴

- Kapasite kullanım oranının artmasına rağmen yeterli düzeye ulaşamaması,
- Ar-Ge çalışmalarının yeterli olmaması ve bu alana aktarılan kaynağın dünya ortalamasının altında kalması,

¹³² İTO, age, 14.

¹³³ İTO, age, 3.

¹³⁴ Görener, age, 1227.

- Çok uluslu şirketlerin, seri üretim, yoğun rekabet, düşük maliyetli üretim, yüksek kaliteli ürün ve ileri teknoloji gibi avantajlarla yerli şirketleri olumsuz etkilemesi,
- Son yıllarda yüksek nitelikli iş gücü için eğitime verilen önemin artmasına rağmen, üniversite ve sanayi ilişkilerinin sağlıklı ve yeterli olmaması,
- Sektörün kriz ve talep daralması durumunda diğer sektörlerle göre daha hızlı ve fazla etkilenmesi,
- İzlenen politikalarının istikrarlı ve kalıcı olmaması,
- Yerli sermayenin yetersizliği ve girdi fiyatlarının yüksek oluşudur.

Günümüzde otomotiv sektörü tüm bu sorunları aşmaya çalışmaktadır. Tüm bu olumsuzluklara rağmen geçmişte dar hacimli iç pazara dönük ve düşük üretimle çalışan Türk otomotiv sanayi, şu anda küresel pazara yönelik şekilde yüksek üretimle çalışmaktadır.

4.5. Otomotiv Sektöründe Geleceğe Yönelik Beklentiler ve Hedefler

2008 yılının Eylül ayında ABD'nin önde gelen finansman şirketlerinde yaşanan iflaslar sonrasında küresel finans piyasalarının olumsuz etkilenmesiyle, neredeyse tüm varlık fiyatlarında çok önemli düşüşler yaşanmış ve bu süreç 2009'un Mart ayına kadar devam etmiştir. Kriz, finans piyasalarında başladıktan sonra tüketicileri ve firmaları da etkisi altına alarak hızla küresel bir nitelik kazanmış ve tüm pazarlarda aşırı talep daralmasına neden olmuştur.

Türkiye'nin ihracatında başlayan gerilemeye bağlı olarak, hem ihracatta kullanılan ara malı ithalatı hem de tüketim malı ithalatındaki düşüşün kurlardaki artışın da etkisiyle 2010 yılında da devam edeceği ve 2010 yılı sonunda cari açığın 35 Milyar ABD Dolar düzeyinde gerçekleşeceği tahmin edilmektedir. Aynı zamanda, bu açığın finansmanını sağlayacak kaynak sıkıntısının devam edecek olması, düşen cari açık avantajını olumsuz etkileyen bir durum olarak göze çarpmaktadır. Hükümetin açıkladığı Orta Vadeli Programa göre, 2010 yılında 108 Milyar ABD doları ihracat gerçekleştirilmesi beklenmektedir.¹³⁵

¹³⁵ OSD(2010), age, 2.

Son yıllarda otomotiv sektörü ihracatında önemli başarılar sağlanmasına rağmen, iç pazardaki satışların % 61'lik kısmının ithalat tarafından karşılandığı görülmektedir. Bu durum sektörün ihracata dayalı bir büyüme stratejisi içinde olduğunu göstermektedir. İhracatın, ülke ekonomisine ve dış ticaret dengesine yaptığı katkı göz ardı edilemez. Fakat, ithalat oranının da dikkate değer bir hal alması sebebiyle üreticilerin iç pazara yönelik üretimlerini de arttırmaları gerekmektedir. İç pazarda istikrarlı bir büyüme sağlanırsa, sektör uygun kapasite kullanım oranlarında çalışan bir yapıya erişebilecektir.¹³⁶

Sektörde hedeflenen rakamlara ulaşılabilmesi için;

- Rekabetçi yapının korunması,
- Sektörün gelişim ve kalıcılığı için çok önemli olan Ar-Ge faaliyetlerine gereken önemin verilmesi,
- Ar-Ge ve tasarım ile ilgili yetkinliklerimizin artırılması,
- Gerekli teşviklerin verilmesi,
- Ana ve yan sanayi arasında işbirliğinin güçlendirilmesi gerekmektedir.

Gerek yurt içi, gerek AB pazarında bu yıl ek teşvikler olmayacağı ve iç talep ile ihracatın ancak 2009 düzeyinde seyredeceği, özellikle ticari araçlar ve traktörde durgunluğun da devam edeceği, talebin de yüzde 10 azalması beklenmektedir. Küresel kriz, küresel otomotiv sanayinde bir yeniden yapılanma süreci başlatmıştır. Bu gelişmelerin önümüzdeki dönemlerde Türkiye için de önemli fırsatlar yaratacağını söyleyebiliriz. Ancak 2010 yılının ilk 2 aylık sonuçları iç ve dış talebin arttığını göstermektedir. Bu nedenle yıl sonu beklentileri de pozitif dönmüş bulunmaktadır. Diğer yandan banka ve finans sistemindeki gelişmeler gelecek ile ilgili olumlu beklentileri teyit etmektedir.

¹³⁶ OSD(2007), age, 10.

Otomotiv sektörünün 2010 yılına dair beklentileri de şu şekilde özetlenebilir.¹³⁷

- Gerek yurt içi gerek AB pazarında bu yıl ek teşvikler olmayacağı ve iç talep ile ihracatın ancak 2009 düzeyinde seyredeceği, özellikle ticari araçlar ve traktörde durgunluğun da devam edeceği beklenmektedir.
- 2009 yılında talep artışının önemli ek teşviklerle sağlandığı dikkate alınırsa, eğer krizin etkisi devam ederse, talebin % 10 dolayında azalması da söz konusu olabilecektir.
- Sınırlı olacak iç ve dış talep değişikliği sonucu, üretim de ancak 2009 düzeyinde kalacaktır.
- Otomotiv sanayimizdeki bu olumsuz gelişmelere rağmen, banka ve finans sistemindeki olumlu sinyaller gelecek ile ilgili beklentilerin olumlu olabileceğini göstermektedir. Krizden çıkış sürecinde, eğer koşullar iyi değerlendirilebilirse, Türkiye'nin birçok fırsat elde edebileceği beklenmektedir.
- Küresel kriz, küresel otomotiv sanayiinde bir yeniden yapılanma süreci başlatmıştır. Bu gelişmelerin önümüzdeki dönemlerde Türkiye için de önemli fırsatlar yaratacağı tahmin edilmektedir.
- Otomotiv sanayimiz, rakibi olarak değerlendirilen yeni AB üyesi ülkeler ile kıyaslandığında; yüksek toplam kalite yönetimi anlayışı ve yüksek işgücü verimliliği ile çok önemli bir avantaja sahip bulunmaktadır.
- İçinde bulunduğumuz bu dönemde küresel rekabet gücünün sürekliliği için, sanayimizde yeni yatırım ve ArGe projelerinin desteklenmesi önem taşımaktadır.

Diğer taraftan bu kriz ortamında, küresel pazarlarda da olduğu gibi, ülkemizde de otomotiv sanayinin krizden çıkışının 4-5 yıl gibi uzun bir süre alacağı da geçmiş kriz dönemleri verilerinden bilinmektedir. Bu zor koşullar altında, otomotiv sanayi mevcut strateji ve hedeflerinde bir değişiklik yapmamıştır ve yakın bir gelecekte 2 milyon adet üretim, 1,5 milyon adet ihracat, 50 milyar \$ ihracat geliri ve 600 bin istihdam hedefine ulaşmak için çalışmalarını planlamaktadır.¹³⁸

¹³⁷ OSD,(2010), age, 3.

¹³⁸ OSD(2010), age, 15.

Sektörün içinde bulunduğu olumsuz koşulların giderilmesi için belirlenen diğer sektörel ihtiyaç ve hedefler ise aşağıdaki şekilde ifade edilmektedir.¹³⁹

- Sektör tarafından benimsenen ihracata dayalı büyüme ve kalkınma stratejisinin bir gereği olarak, sektörün ihracata göre yapılanmasını sağlamak amacıyla doğru verilere dayanan bir ana planının uygulanmasına yönelik devlet-özel sektör işbirliğinin oluşturulması,
- Gümrük Birliği mevzuat uyumu çerçevesinde teknik uyumun sağlanarak etkin şekilde uygulanması,
- Gümrük Birliği mevzuat uyumu çerçevesinde, sektörel bazda Avrupa Birliği ülkeleri ile vergilendirmede eşitliğin sağlanması,
- Gümrük Kanunu'nun ihtiyaca cevap verecek şekilde oluşturularak ilgili mevzuatın acilen düzenlenmesi ve ihtisas gümrüklerinin aktif hale getirilmeleri,
- Avrupa Birliği dışındaki ülkelere ithal edilen ve edilecek olan araç ve yedek parçaların standart kontrollerinin sıkı denetimlere tabi tutulması,
- Verilmiş olan teşviklerin gereğinin yerine getirilmesi,
- İhracat konusunda sistemlerin müsaade ettiği azami teşviklerin sağlanması,
- Sektöre yönelik olarak, müşteriye hizmet kalitesini artırıcı bir takım düzenlemelere gidilmesi, servis ve eğitimli personel sayısı gibi bir takım standartların getirilmesi.

Sanayimiz gelecek yıllarda bugün üretimde sahip olduğu küresel rekabet gücünü koruyarak geliştirirken, aynı zamanda ürün tasarımı ve teknoloji yönetiminde de küresel rekabet içinde yer almayı hedeflemektedir. Bu sebeple sanayimiz ithal ikamesi politikaları ile çıktığı sanayileşme hareketine, daha yüksek katma değer ile üretimi gerçekleştirmek üzere, üretim merkezi konumundan mükemmeliyet merkezi olma yolunda devam etmelidir. Özellikle son yıllarda sanayi şirketlerimizde bu doğrultuda önemli aşamalar sağlandığı görülmekte ve oluşan Ar-Ge potansiyeli ve insan gücü, küresel ortaklarımızın yeni araç projelerinin tasarımını şirketlerimize vermelerini sağlamaktadır.

¹³⁹ Görener, **age**, 1228.

Türkiye’de otomotiv sanayisinin güçlü sermaye yapısı, yabancı ortaklıklar, güçlü yan sanayinin varlığı, nitelikli iş gücü, coğrafi konum, kalite sisteminin sağlanmış olması rekabet açısından sektörün güçlü yanlarını oluştururken; aşırı kapasite, yetersiz ve istikrarsız iç pazar, ana ve yan sanayi arasında işbirliği eksikliği ve ithalat artışı gibi unsurlar sektörün zayıf yönlerini oluşturmaktadır. Dünya’da zamanla kendini göstermeyi başaran Türk otomotiv sektörü, gelişimini devam ettirebilmek için verimlilik, üretim, ihracat gibi birçok yönden öne geçmek zorundadır. Bu konuda dünyada hızla gelişen teknolojilerin yakından takip edilmesi, ana ve yan sanayi arasında işbirliği, teşvikler, yatırımların arttırılması gibi birçok unsur ön plana çıkmaktadır. Olumsuzlukların giderilmesi için gerekli önlemlerin alınması, sektörün genişleyip güçlenmesini sağlayacaktır.

Bu noktada sektördeki firmaların üretim, finans, pazarlama gibi her alanda etkin çalışmaları gerekmektedir. Bununla beraber etkinliklerini hem yerli sektör içindeki rakipleriyle, hem de uluslararası rakipleriyle sürekli kıyaslama yoluna gitmeli, en iyi uygulamaları kendilerine uyarlamalıdır. Finansal etkinlik analizleri de bu noktada önemli bir gösterge olacaktır.

Otomotiv sektörü bugün olduğu gibi gelecekte de Türk ekonomisi için hayati önem taşıyan konumunu koruyacaktır. Vergi gelirlerine, istihdama ve ödemeler dengesine çok büyük katkılar yapan bu sektörün daha da gelişip uluslar arası rekabet gücüne kavuşması, Türkiye ekonomisinin büyümesi açısından büyük önem taşımaktadır.

5. OTOMOTİV SEKTÖRÜNDE VERİ ZARFLAMA ANALİZİ İLE FİNANSAL ETKİNLİK ÖLÇÜMÜ UYGULAMASI

5.1. Araştırmanın Amacı

Bu araştırmanın amacı, Türkiye ekonomisinin en büyük ve en önemli ayaklarından birisi olan, bununla birlikte özellikle kriz dönemlerinde fazlasıyla kırılgan olan otomotiv sektörünün finansal yönden etkinliğini, Veri Zarflama Analizi ile incelemektir. Bu analiz ile sektörde etkin olan firmalar belirlenebilecek, etkin olmayanlara ise hangi dallarda, ne tür iyileştirmeler yapmaları noktasında tavsiyelerde bulunulabilecektir.

5.2. Araştırmanın Problemi

Zaten oldukça kırılgan olan otomotiv sektörü, mümkün olan en etkin şekilde çalışmalıdır. Ekonominin iyimser seyrettiği dönemlerde dahi, gereksiz girdilerden ve uygulamalardaki verimsizliklerden kurtulmalıdır. Böylece, aniden karşılaşılan kriz dönemlerinde daha sağlam durabilen, mümkün olduğunca yapısını değiştirmeden koruyabilen ve çok fazla hız kesmeden ülke ekonomisine ve istihdamına katkı sağlamaya devam eden firmalar ortaya çıkacaktır.

5.3. Araştırmanın Önemi

Tüm üretim sektörlerinde firmaların en temel amacı; mümkün olan en az girdi ile mümkün olan en çok çıktıyı; en etkin, en verimli ve en kaliteli şekilde üretmektir. Şüphesiz zaman içinde firmalar en iyiyi, daha etkin şekilde üretmek için çalışmalar yapmışlar ve kendilerine göre en optimum çözümleri bulmuşlardır. Bu en etkin üretim yöntemlerini arama çabası, sürekli devam eden bir süreçtir.

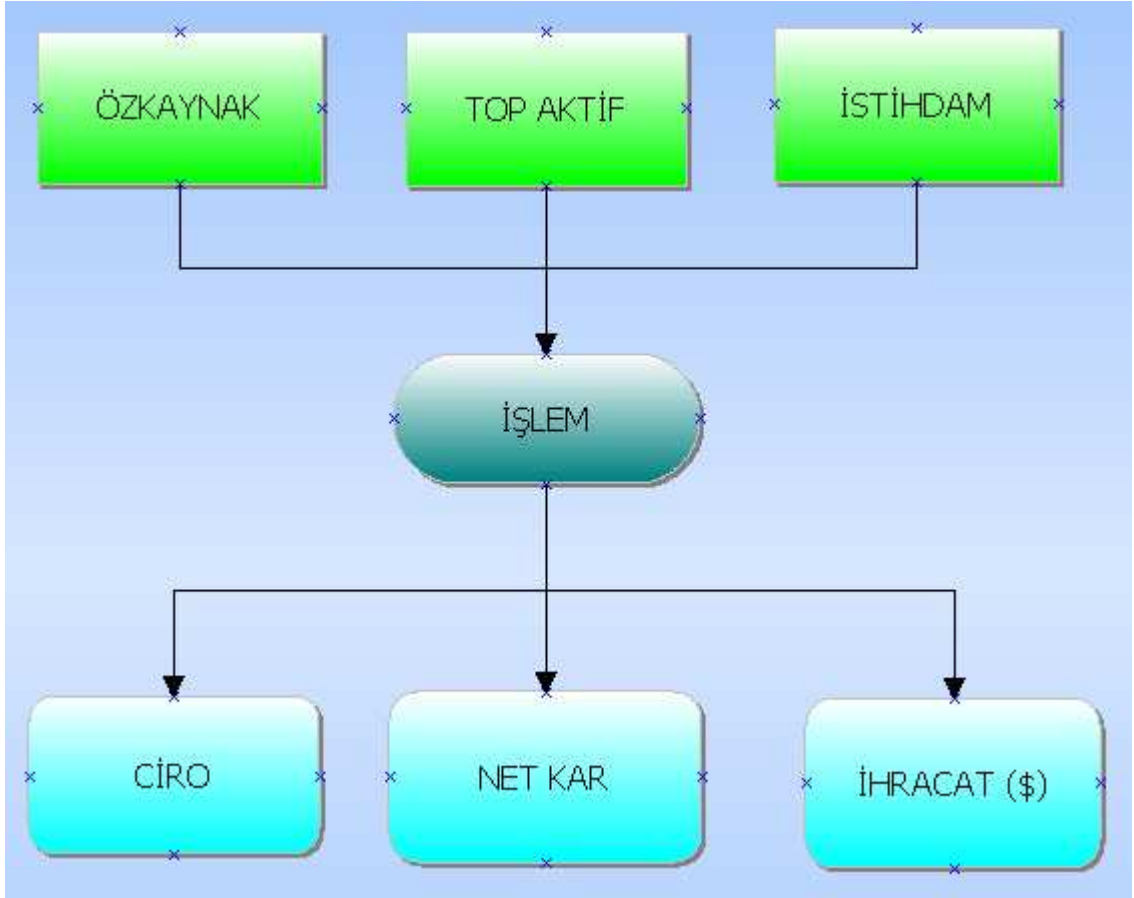
Bu süreçlerde, bazı firmalar diğerlerine nazaran daha başarılı yöntemler (girdi-çıktı bileşimleri, teknoloji kullanımı, üretim-pazarlama süreçleri v.b.) geliştirmişlerdir. Dolayısıyla bu firmalar, rakipleriyle kıyaslandığında, aynı dış koşullar altında, benzer girdilerle benzer çıktıların üretiminde, pazarlanmasında ve satışında daha başarılı olmuşlardır. Bunun sonucunda, özellikle finansal açıdan daha karlı, daha güçlü, yeni yatırımlara ve geliştirmelere daha fazla kaynak ayırabilen firmalar ortaya çıkmıştır. Bu döngü de, aradaki farkın sürekli açılmasına yol açacaktır.

Bu noktada, tüm sektörlerde olduğu gibi üretim sektöründe de, benzer girdilerle benzer çıktılar üreten firmalar; sürekli rakipleriyle kıyaslama yapmaya ve sektör içindeki yerlerini görmeye çalışmalıdırlar. Veri Zarflama Analizi yöntemiyle, otomotiv sektörü gibi çok girdi ile çok çıktı üretilen bir sektörde, bu önemli kıyaslamalar sağlıklı şekilde yapılabilir ve etkin olan firmalarla aradaki farkın kapatılabilmesi için yapılması gereken iyileştirmeler belirlenebilir.

Yapılan uygulamada da, önemli bir üretim sektörü olan otomotiv sektöründe yapılan finansal etkinlik analizinin, gerek sektördeki firmalara, gerekse literatürde diğer sektörlerle göre çok daha az örneği bulunan “*üretim sektöründe veri zarflama analizi*” çalışmalarına katkıda bulunacağı düşünülmektedir.

Ayrıca, firma bünyelerinde yapılan etkinlik ölçüm çalışmalarının; hesap verme yükümlülüğünün olması neticesinde, objektif olarak yapılmaması söz konusu olabilmektedir. Sonuçların değiştirilerek iyileştirilmesi ve bu şekilde üst yönetime sunulması, firmanın gerçekte alması gereken kararların yerine farklı stratejik kararlar almasına neden olabilir. Bu kararlar firma için hayati önem taşıyabilir. Bu noktada, bu çalışmanın tamamen objektif şekilde yapılması, dolayısıyla sonuçların doğru bir şekilde verilmesi, sektör ve firmalar açısından önem arz etmektedir.

5.4. Otomotiv Sektöründe Finansal Etkinlik Analizi Modeli



Şekil 17: Üretim Sektöründe Finansal Etkinlik Analizi Modeli

- Veri Zarflama Analizi modelinde, girdi yönelimli model kullanılacaktır.
- Girdi yönelimli model; daha önce belirlenen miktardaki çıktıyı, mümkün olan en az girdi ile üretmeye yönelik olan hesaplamadır.
- Analizde, Otomotiv Üretim sektöründe faaliyet gösteren 10 firma ele alınacaktır.
 - Girdiler: Özkaynak, Top. Aktifler ve İstihdam sayısı
 - Çıktılar: Ciro, Net Kar, İhracat olarak belirlenmiştir.
- Veriler, İstanbul Sanayi Odası'nın, İSO 500 verilerinden elde edilmiştir.
- Analizde kullanılan veriler, 2008-2007-2006-2005 yıllarındaki verilerin ortalaması alınarak hesaplanmıştır.

5.5. Araştırmanın Sınırlılıkları

1. Uygulamaya, Türkiye’de faaliyet gösteren firmalar dahil edilmiştir.
2. Uygulama, üretim sektörleri içinde otomotiv sektörü üzerinde yapılmıştır.
3. Uygulamaya, sektörde benzer girdilerle benzer çıktılar üreten, baştan sona motorlu taşıt üretebilen ve aynı zamanda birbirlerine rakip konumda bulunan 13 firma dahil edilmiştir.
4. Firmaların sadece finansal yönden etkinlikleri incelenmiştir.
5. Veriler, İstanbul Sanayi Odası - ISO 500 verilerinden, ikincil veri olarak alınmıştır.
6. Araştırmada, 2005-2006-2007-2008 yıllarına ait veriler kullanılmıştır. Hesaplama, bu dört yılın verilerinin ortalaması alınmıştır.

5.6. Araştırmanın Varsayımları

Araştırmadaki finansal oranlar ile etkinlik ilişkisi sonuçlarının, veri yetersizliği nedeniyle araştırmadan çıkarılan firmalarla birlikte tüm otomotiv sektörünü temsil ettiği varsayılmıştır.

5.7. Gözlem Kümesinin Seçimi

Yapılan uygulamada, veri zarflama analizinin tanımında da bahsedilen; aynı çevresel (ekonomik, siyasi, kültürel v.b.) koşullarda faaliyet gösteren ve benzer girdilerle, benzer çıktılar üreten firmaların kıyaslanması amaçlanmıştır. Türkiye genel çerçevesinde, otomotiv sektörü içinde faaliyet gösteren, benzer girdi-çıktı bileşimlerine sahip ve aynı zamanda birbirlerine rakip konumunda bulunan 13 firma seçilmiştir. Karşılaşılan veri yetersizliği nedeniyle, araştırmaya 10 firma, Karar Verme Birimi olarak dahil edilmiştir.

5.8. Girdi - Çıktı Kümelerinin Belirlenmesi

Analizde sektörün finansal yönden etkinliği inceleneceğinden, bu yönde sektör özellikleri üzerinde araştırmalar yapılmış aynı zamanda bu konudaki literatür taranıp incelenmiştir. Yapılan çalışmalar sonucunda Girdiler: Özkaynak, Toplam Aktif, İstihdam; Çıktılar: Ciro, Net Kar, İhracat olarak belirlenmiştir.

Özkaynak ve Toplam Aktifler (Varlıklar), tüm firmalar için gerek kurulum aşamasında ayakta kalması, gerekse sonraki dönemlerde şirketin devamlılığının sağlanması açısından en önemli ve hepsi için ortak finansal girdilerdir. Özkaynaklar; işletme sahip ve ortaklarının işletmeye yapmış oldukları sermaye yatırımlarıdır. Bu kaynak işletmenin dışarıya hiçbir yükümlülük altına girmeden kullanabileceği ve özellikle kurulum aşamasında vazgeçilmez olan bir kaynaktır. Toplam aktifler ise; kurulum aşamasında elde olanlar ile sonraki süreçlerde elde edilen tüm varlıkların (Dönen + Duran) toplamıdır. Dolayısıyla bu iki girdinin en etkin şekilde kullanılması şirketlerin karlılığını, uzun dönemli başarısını direkt olarak etkileyecektir.

İstihdamın ise; özellikle üretim işletmelerinde en vazgeçilmez bir girdi olmasının yanında, oluşturduğu finansal yük açısından da en önemli girdilerden biridir. Bu nedenle istihdamın, diğer iki temel girdiden ayrı düşünölemeyeceği açıktır.

Ciro ve Net Kar birbirine yakın çıktılar olarak görünse de aralındaki fark ilişkisinin finansal karlılık ve firma başarısı üzerindeki göstergesi tartışılmazdır. Ciro; işletmenin satışlardan elde ettiği gelirin tümüdür. Ancak, cironun çok şişkin olması işletme başarısı hakkında net bilgi vermez. Bu noktada net kar devreye girer. Net Kar; tüm satış hasılatından, tüm maliyet ve vergiler çıkarıldıktan sonra kalan tutardır. Başka bir deyişle, işletmenin üretimini, ne kadar az maliyetle ve ne kadar etkin yaptığını gösterir. Dolayısıyla Ciro – Net Kar ilişkisi, firmaların ne kadar gelir elde ettikleri yanında, bu gelirlerini hangi oranda kara dönüştürebildikleri noktasında, en önemli başarı göstergelerinden biridir.

İhracat düzeyi ise; özellikle otomotiv sektörü incelendiğinde en önemli hedeflerden biri konumundadır. Üretimin artık globalleştiği dünyada, üretim her yerde yapıp her yere pazarlanabilmektedir. Özellikle otomotiv sektöründe ihracat, firma gelirlerinin en önemli ve vazgeçilmez bölümlerinden birini oluşturmaktadır. Sektörün rekabet ortamı içinde de başarılı olabilmesi için global pazarda ihracatlarını belli seviyeye çıkarmaları gerekmektedir. Bu yüzden diğer çıktımızda ihracat olarak belirlenmiştir.

Tablo 12: Girdiler Tablosu

	GİRDİLER		
FİRMA	ÖZKAYNAK	TOP AKTİF	İSTİHDAM
Ford Otomotiv Sanayi A.Ş.	1.026.903.793	2.114.444.748	8.520
Oyak-Renault Otomobil Fabrikaları A.Ş.	618.236.148	1.086.100.129	5.643
TOFAŞ Türk Otomobil Fabrikası A.Ş.	638.421.831	2.164.629.439	6.051
Mercedes-Benz Türk A.Ş.	598.917.555	1.107.903.799	4.172
Honda Türkiye A.Ş.	192.003.270	279.981.953	891
BMC Sanayi ve Ticaret A.Ş.	1.229.646.613	1.837.177.388	3.150
MAN Türkiye A.Ş.	225.104.377	402.209.095	2.536
OTOKAR Otobüs Karoseri Sanayi A.Ş.	108.706.411	299.766.104	1.053
Anadolu Isuzu Otomotiv Sanayi ve Tic. A.Ş.	164.886.549	275.298.288	746
Karsan Otomotiv Sanayii ve Ticaret A.Ş.	45.982.684	192.325.060	820

Tablo 13: Çıktılar Tablosu

	ÇIKTILAR		
FİRMA	CİRO	NET KAR	İHRACAT (\$)
Ford Otomotiv Sanayi A.Ş.	6.731.356.577	622.300.077	2.932.189
Oyak-Renault Otomobil Fabrikaları A.Ş.	4.058.608.790	199.042.621	2.349.299
TOFAŞ Türk Otomobil Fabrikası A.Ş.	3.553.476.879	106.915.575	1.562.103
Mercedes-Benz Türk A.Ş.	2.680.845.661	254.923.302	712.667
Honda Türkiye A.Ş.	819.843.816	82.231.620	205.164
BMC Sanayi ve Ticaret A.Ş.	792.664.577	25.816.503	98.733
MAN Türkiye A.Ş.	534.083.499	31.642.275	305.645
OTOKAR Otobüs Karoseri Sanayi A.Ş.	388.818.749	79.403.776	101.365
Anadolu Isuzu Otomotiv Sanayi ve Tic. A.Ş.	440.166.453	72.636.678	57.721
Karsan Otomotiv Sanayi ve Ticaret A.Ş.	248.881.278	13.345.244	12.018

Yukarıda verilen Tablo 12 ve Tablo 13’de, analize dahil edilen 10 firmanın, İSO 500 verilerinden elde edilen girdi ve çıktı değerleri verilmiştir. Öz Kaynak, Toplam Aktif, Ciro ve Net Kar değerleri TL cinsindendir. İhracat verileri ise Dolar cinsinden alınmıştır. Yapılacak hesaplamada, sadece oranlar önemli olduğundan ve TL-Dolar paritesinin değişkenliği nedeniyle, verileri TL’ye dönüştürme gereği duyulmamıştır.

5.9. Girdi Yönelimli Veri Zarflama Analizi Modeli

Analizde, daha önce de bahsedildiği gibi Otomotiv Sektörü üzerinde bir araştırma yapılacaktır. Otomotiv sektöründe üretim planları, yapılan pazar araştırmaları ve gelen talepler doğrultusunda yapılmaktadır. Yani pazarın istediği sayı ve kalitede üretim yapılmaktadır. Dolayısıyla bu sektörde, ulaşılması gereken çıktı hedefi bellidir. Firmalar, bu hedeflere en etkin ve verimli şekilde ulaşabilmek için uzun vadeli stratejilerini ve kısa vadeli planlarını belirlerler. Özetle firmaların belli çıktıları, minimum girdi ile üretmeleri gerekmektedir. Bu yüzden çalışmamızda, girdi minimizasyonunu irdeleyen, Girdi Yönelimli Veri Zarflama Analizi yöntemi kullanılacaktır.

Aşağıda, Girdi Yönelimli Veri Zarflama Analizinin, matematiksel modeli gösterilmiştir.¹⁴⁰

$$E_k = \text{Min } \alpha - \left(\varepsilon \sum_{i=1}^m s_i^- \right) - \left(\varepsilon \sum_{r=1}^s s_r^+ \right)$$

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

$$\sum_{j=1}^n (Y_{rj} \cdot \lambda_j) + S_r^+ - Y_{rk} = 0 \quad ; \quad r = 1, \dots, s$$

$$\lambda_j, S_i^-, S_r^+ \geq 0$$

¹⁴⁰ Cooper ve diğ., **age**, 43.

E_k : k Karar verme biriminin etkinlik değeri

α : Girdiye ait büzülme katsayısı(Girdilerin ortalama azaltılma miktarı)

S_i^- : k Karar Verme Biriminin i. Girdisine ait atıl değeri

S_r^+ : k Karar verme biriminin r. Çıktısına ait serbestlik değeri

λ_j : Karar verme birimlerinin aldıkları yoğunluk değerleri

m : Girdi sayısı

s : Çıktı sayısı

5.10. Veri Zarflama Analizi İle Finansal Etkinlik Sonuçları

Uygulamada otomotiv sektöründe faaliyet gösteren 10 firma için üç girdi ve üç çıktıdan oluşan, girdiye yönelik VZA modeli kurulmuş ve çözülmüştür. Çözümde, DEA Solver isimli çözüm programları kullanılmıştır. Çözümler sonucunda, her bir karar biriminin etkinlik değerleri, etkin olmayan birimlerin referans grupları ve bu gruplar yardımıyla oluşturulan hedefleri belirlenmiştir.

Analizde girdi yönelimli model kullanılmasıdaki amaç, otomotiv sektöründe yapılacak üretim seviyelerini ve planlarını, talep karşısında önceden belirlenen çıktı miktarlarının oluşturmasıdır. Yani sektörde üretilmesi gereken araç miktarı bellidir, dolayısıyla firmalar mümkün oldukça çok üretim yapmak yerine, belirlenen üretimi en az girdi kullanımıyla gerçekleştirmelidir ve bu ölçüde etkin olabileceklerdir.

Örnek olarak bir firma için oluşturulan girdiye yönelik VZA modelleri aşağıda kısa açıklamalarıyla verilmiştir. Ford firmasına yönelik, girdi yönelimli Veri Zarflama Analizi modeli aşağıdaki şekilde kurulmuştur.

$$E_k = \text{Min} \alpha - \varepsilon \cdot (s_1^- + s_2^- + s_3^- + s_1^+ + s_2^+ + s_3^+)$$

Ford firması için;

Girdi Denklemleri:

$$\begin{aligned} &1.026.903.793 \lambda_{ford} + 618.236.148 \lambda_{oyak} + 638.421.831 \lambda_{tofas} + 598.917.555 \lambda_{mer} \\ &+ 192.003.270 \lambda_{honda} + 1.229.646.613 \lambda_{bmc} + 225.104.377 \lambda_{man} + 108.706.411 \lambda_{otok} \\ &+ 164.886.549 \lambda_{isuzu} + 45.982.684 \lambda_{karsan} + s_1^- - 1.026.903.793 \alpha = 0 \end{aligned}$$

Ford firması için oluşturulan ilk doğrusal programlama modeli, tüm firmaların öz kaynak girdileri kullanılarak oluşturulmuştur. Her firmanın öz kaynak değeri ile kendi ağırlığının çarpımları toplanmıştır. Denklemdaki s_1^- değeri Ford firmasının öz kaynak girdisine ait olan, eğer varsa atıl değerini verecektir. α değeri ise yine aynı girdiye ait büzülme katsayısını (ortalama azaltma miktarını) verecektir. Aşağıda da Toplam Aktif ve İstihdam girdileri için oluşturulan denklemler verilmiştir.

$$\begin{aligned} &2.114.444.748 \lambda_{ford} + 1.086.100.129 \lambda_{oyak} + 2.164.629.439 \lambda_{tofas} + 1.107.903.799 \lambda_{mer} \\ &+ 279.981.953 \lambda_{honda} + 1.837.177.388 \lambda_{bmc} + 402.209.095 \lambda_{man} + 299.766.104 \lambda_{otok} \\ &+ 275.298.288 \lambda_{isuzu} + 192.325.060 \lambda_{karsan} + s_2^- - 2.114.444.748 \alpha = 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &8.520 \lambda_{ford} + 5.643 \lambda_{oyak} + 6.051 \lambda_{tofas} + 4.172 \lambda_{mer} + 891 \lambda_{honda} + 3.150 \lambda_{bmc} + 2.536 \lambda_{man} \\ &+ 1.053 \lambda_{otok} + 746 \lambda_{isuzu} + 820 \lambda_{karsan} + s_3^- - 8.520 \alpha = 0 \end{aligned}$$

Çıktı Denklemleri:

$$\begin{aligned} &6.731.356.577 \lambda_{ford} + 4.058.608.790 \lambda_{oyak} + 3.553.476.879 \lambda_{tofas} + 2.680.845.661 \lambda_{mer} \\ &+ 819.843.816 \lambda_{honda} + 792.664.577 \lambda_{bmc} + 534.083.499 \lambda_{man} + 388.818.749 \lambda_{otok} \\ &+ 440.166.453 \lambda_{isuzu} + 248.881.278 \lambda_{karsan} - s_1^+ - 6.731.356.577 = 0 \end{aligned}$$

Burada da Ford firması için hazırlanan denklemde, her firmanın ilk çıktısı olan Ciro değeri ile kendi ağırlığının çarpımları toplanmıştır. Denklemdaki s_1^+ değeri Ford firmasının Ciro çıktısına ait olan, eğer varsa serbestlik değerini verecektir. Model girdi yönelimli olduğundan denkleme çıktıların genişleme katsayısı (β) konulmamıştır. Aşağıda da Net Kar ve İhracat çıktıları için oluşturulan denklemler verilmiştir.

$$622.300.077 \lambda_{ford} + 199.042.621 \lambda_{oyak} + 106.915.575 \lambda_{tofas} + 254.923.302 \lambda_{mer} \\ + 82.231.620 \lambda_{honda} + 25.816.503 \lambda_{bmc} + 31.642.275 \lambda_{man} + 79.403.776 \lambda_{otok} \\ + 72.636.678 \lambda_{isuzu} + 13.345.244 \lambda_{karsan} - s_2^+ - 622.300.077 = 0$$

$$2.932.189 \lambda_{ford} + 2.349.299 \lambda_{oyak} + 1.562.103 \lambda_{tofas} + 712.667 \lambda_{mer} + 205.164 \lambda_{honda} \\ + 98.733 \lambda_{bmc} + 305.645 \lambda_{man} + 101.365 \lambda_{otok} + 57.721 \lambda_{isuzu} + 12.018 \lambda_{karsan} - s_3^+ \\ - 2.932.189 = 0$$

Kısıtlar

$$\lambda_{ford}, \lambda_{oyak}, \lambda_{tofas}, \lambda_{mer}, \lambda_{honda}, \lambda_{bmc}, \lambda_{man}, \lambda_{otok}, \lambda_{isuzu}, \lambda_{karsan}, s_1^-, s_2^-, s_3^-, s_1^+, \\ s_2^+, s_3^+ \geq 0$$

Analiz Sonuçları (Ford Otomotiv)

$$E_{ford} = 1, \lambda_{ford} = 1, \lambda_{oyak} = \lambda_{tofas} = \lambda_{mer} = \lambda_{honda} = \lambda_{bmc} = \lambda_{man} = \lambda_{otok} = \lambda_{isuzu} = \lambda_{karsan} = 0$$

$$s_1^- = s_2^- = s_3^- = s_1^+ = s_2^+ = s_3^+ = 0$$

Yukarıda Ford firması için örneği verilmiş olan, girdi yönelimli veri zarflama analizi modeli çerçevesinde, tüm firmalar için denklemler oluşturulmuştur. Oluşturulan denklemler doğrultusunda, veriler DEA Solver programına girilmiş ve analiz sonuçlarına ulaşılmıştır. Analiz sonucunda elde edilen, firmaların etkinlik değerleri ile etkin olmayan firmaların referans grupları Tablo 14’ de verilmiştir. %100 Etkin çıkmayan firmaların, referans gruplarındaki firmalar, %100 etkin çıkan firmalardan oluşmaktadır ve bu firmalar, referans gösterildikleri etkin olmayan firmalar için belirlenecek hedef değerlerin bulunmasında kullanılacaktır. Etkin firmaların referans gruplarında ise sadece kendileri bulunmaktadır. Bu, etkin firmalar için hiçbir firmanın referans gösterilemeyeceği anlamına gelmektedir.

Tablo 14: Firmaların Etkinlik Düzeyleri

Firma	Etkinlik	Referans Grubu
Anadolu Isuzu Otomotiv Sanayi	100,00%	Anadolu Isuzu Otomotiv
BMC Sanayi ve Ticaret A.Ş.	27,30%	Honda Türkiye A.Ş.
Ford Otomotiv Sanayi A.Ş.	100,00%	Ford Otomotiv Sanayi A.Ş.
Honda Türkiye A.Ş.	100,00%	Honda Türkiye A.Ş.
Karsan Otomotiv	82,50%	Ford - Oyak
MAN Türkiye A.Ş.	38,00%	Ford - Oyak
Mercedes-Benz Türk A.Ş.	78,60%	Ford - Honda - Otokar
OTOKAR Otobüs Karoseri Sanayi A.Ş.	100,00%	OTOKAR Otobüs Karoseri Sanayi A.Ş.
Oyak-Renault Otomobil Fabrikaları	100,00%	Oyak-Renault Otomobil Fabrikaları
TOFAŞ Türk Otomobil Fabrikası A.Ş.	84,80%	Oyak-Renault

Genel etkinlik tablosunun yanında, her firma için ayrı ayrı etkinlik analizi tablosu oluşturmak mümkündür. Tablo 15’ de etkin çıkan Ford firması için, Tablo 16’ da etkin çıkmayan Karsan firması için hazırlanan analiz sonuçları verilmiştir.

Tablo 15: Ford Otomotiv Analiz Sonuçları

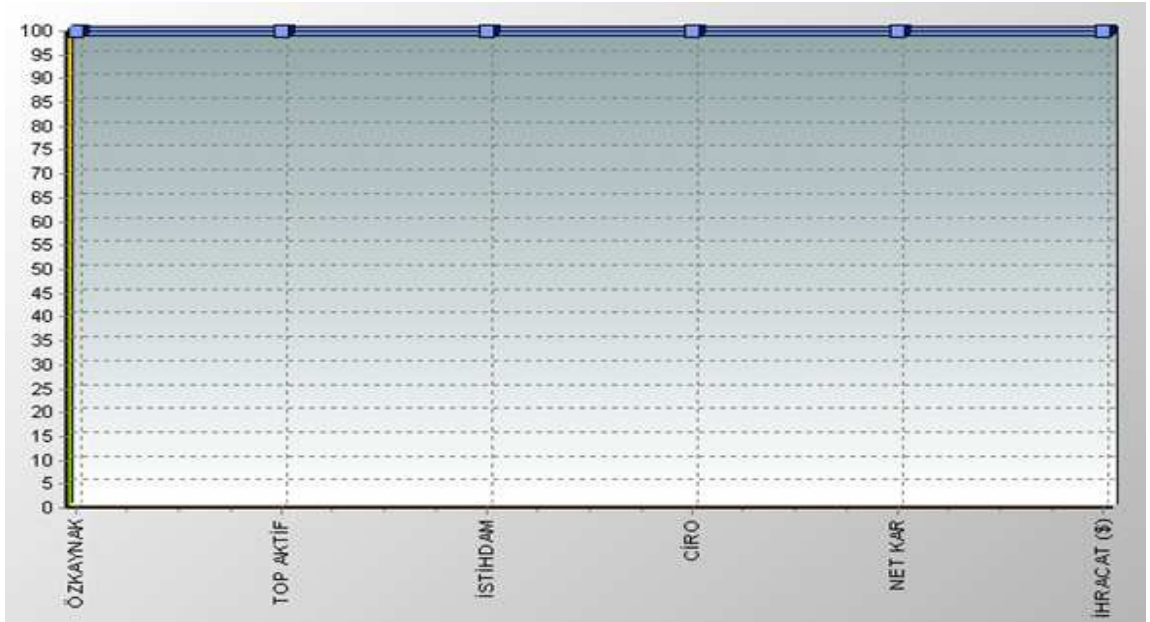
No.	Firma I/O	Etkinlik Değeri	Hedef Değer	Fark	%
1	Ford Otomotiv Sanayi A.Ş.	1,00			
	ozkaynak	1.026.903.793,00	1.026.903.793,00	0,00	0,00%
	toplam aktif	2.114.444.748,00	2.114.444.748,00	0,00	0,00%
	istihdam	8.520,00	8.520,00	0,00	0,00%
	ciro	6.731.356.577,00	6.731.356.577,00	0,00	0,00%
	net kar	622.300.077,00	622.300.077,00	0,00	0,00%
	ihracat	2.932.189,00	2.932.189,00	0,00	0,00%

Tabloda da görüldüğü üzere Ford firmasının etkinlik değeri 1 (%100)’dir. Bu sonuç tam etkinliği gösterir. Dolayısıyla, *firma kaynaklarını etkin şekilde kullanabilmektedir*, diyebiliriz. Tabloda görüldüğü üzere, firmanın gerçek değerleriyle, hedef değerleri arasında hiçbir farkta yoktur. Yani firma, sektör içindeki imkan durumlarına bakıldığında, etkinlik sınırında çalışmaktadır.



Şekil 18: Ford Firması Girdi-Çıktı İyileştirme Oranları

Şekil 18'de görüldüğü gibi, Ford firması etkin düzeyde çalıştığından girdi ya da çıktılarında bir iyileştirmeye gerek yoktur.



Şekil 19: Ford Firması Referans Kümesi Dağılımı

■ Ford A.Ş.

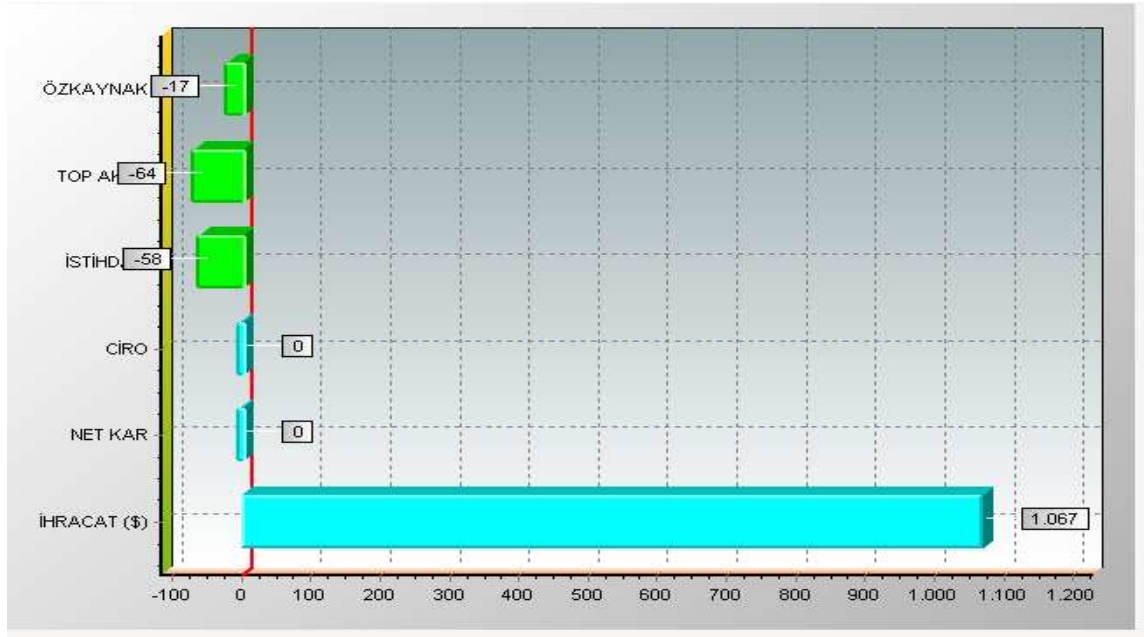
Şekil 19’da da firmanın referans kümesinin tamamının kendisinden oluştuğu görülmektedir.

Tablo 16: Karsan Otomotiv Analiz Sonuçları

No.	Firma I/O	Etkinlik Değeri	Hedef Değer	Fark	%
10	Karsan Otomotiv	0,82			
	ozkaynak	45.982.684,00	37.917.355,51	-8.065.328,49	-17,54%
	toplam aktif	192.325.060,00	67.822.843,00	-124.502.217,00	-64,74%
	istihdam	820,00	342,77	-477,23	-58,20%
	ciro	248.881.278,00	248.881.278,00	0,00	0,00%
	net kar	13.345.244,00	13.345.244,00	0,00	0,00%
	ihracat	12.018,00	140.302,58	128.284,58	1067,00%

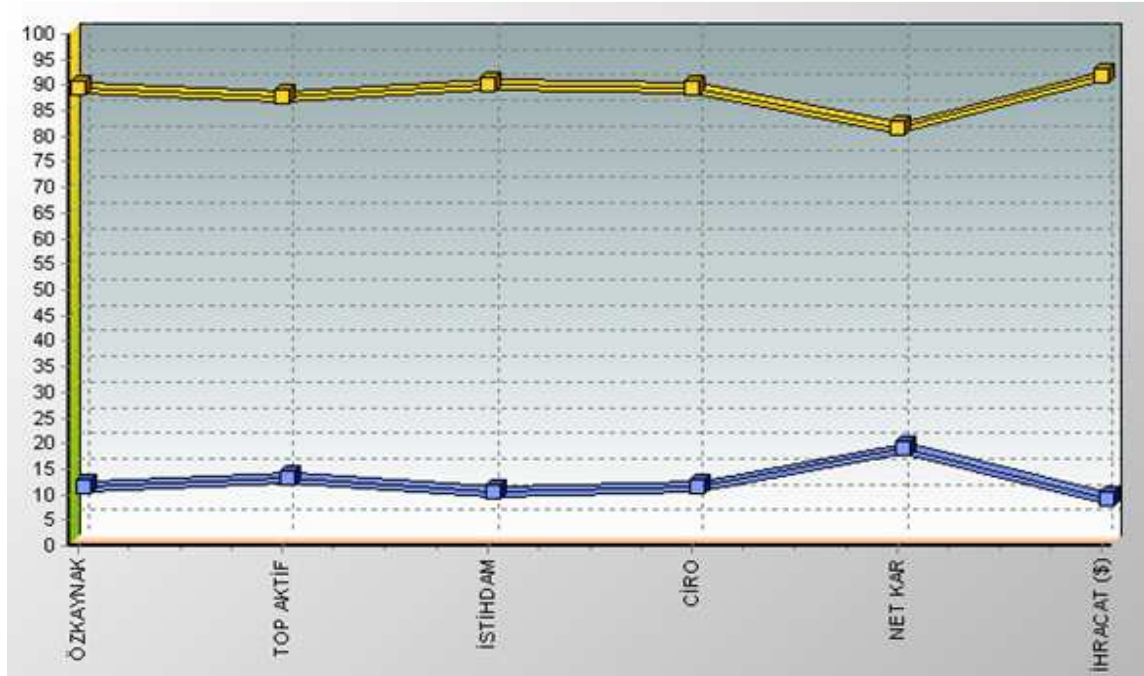
Tablo 16’ da Karsan firmasına ait sonuçlara baktığımızda, 0,82 (%82) düzeyinde bir etkinlik skoruyla karşılaşmaktayız. Bu sonuç firmanın, görel olarak diğer firmalara göre olabilecek en etkin durumdan %18 daha az etkin olduğunu gösterir. Firmanın etkin düzeye gelebilmesi için girdilerinde ulaşması gereken hedef değerler de verilmiştir. Görüldüğü gibi firma, Öz kaynaklarda %17,54; toplam aktiflerde %64,74; istihdamda %58,20 oranlarında azaltmaya gitmelidir. Zira etkin olabilmesi için kullandığı girdi miktarlarıyla daha fazla çıktı üretmesi ya da bu çıktıları daha az girdiyle üretmesi gerekirdi. Tabloda verilen girdi azaltmalarını yaparken de, hedeflenen çıktı değerleri değişmemelidir.

Yapılan analiz girdi yönelimli olmasına rağmen, çıktılardaki ihracat düzeyinde de bir iyileştirme öngörülmüştür. Bu, veri zarflama analizinin, yapılan analiz girdi yönelimli olsa dahi, firmayı diğer firmalarla kıyaslaması sonucunda, girdi çıktı oranlarına bakarak, bazı çıktılarda bariz farkların olması durumunda; bu çıktılara yönelik öneri hedefler getirmesinin sonucudur. Etkinlik üzerinde etkisi yoktur. Zira firmanın stratejileri arasında, otomotiv sektöründe olduğu halde, ihracat çok önemli bir yer almayabilir. Firma sadece yurtiçinde de karlı satış rakamlarına ulaşarak etkin olabilir. Ancak burada da görüldüğü üzere, otomotiv sektöründe ihracat, çok önemli bir stratejik noktadır. Karsan firmasına ait iyileştirme değerlerini de grafik olarak Şekil 20’ de görebiliriz.



Şekil 20: Karsan Firması Girdi-Çıktı İyileştirme Oranları

Grafikte görüldüğü üzere, girdilerdeki en büyük iyileştirmeler %64 ile Toplam Aktif ve %58 ile İstihdamda olmalıdır, bunları da %17 ile Öz Kaynak takip etmektedir. Çıktılardaki İhracat düzeyinde tavsiye edilen iyileştirme de grafikte verilmiştir.



Şekil 21: Karsan Firması Referans Kümesi Dağılımı

■ Ford A.Ş. ■ Oyak-Renault A.Ş.

Şekil 21’de de tam etkin olmayan Karsan firmasına referans olan Ford ve Renault firmalarının girdi ve çıktılardaki referans olma oranları verilmiştir. Referans kümesinde Karsan firması için hedef değerler belirlenirken ağırlıklı olarak Renault firmasının kullanılacağı görülmektedir.

Veri zarflama analizi sonucunda etkin firmalar, birden çok etkin olmayan firmaya referans olabilirler. Etkin firmaların referans olma sayıları, etkinliklerinin ne derece güçlü olduğunun da bir göstergesidir.

Buradaki güçlü ifadesinden kasıt; firmanın stratejilerinin, üretim, satış ve satış sonrası süreçlerinin ne derecede, uzun vadeli sürdürülebilir ve başarılı olduğudur. Yani en çok referans gösterilen firmanın, etkin firmalar içinde de en etkini olduğu söylenebilir. Daha az referans gösterilmiş olan firmanın ise, aynı şekilde devam etmesi halinde, etkinliğini daha kısa sürede kaybetme riskiyle karşı karşıya olduğu söylenebilir. Tablo 17’de etkin firmaların, referans gösterilme sayıları verilmiştir. Burada, üçer defa diğer firmalara referans gösterilen, Ford ve Renault firmalarının etkin firmalar içinde en başarılıları olduğunu söylemek mümkündür.

Tablo 17: Etkin Firmaların Etkin Olmayanlara Referans Olma Sayıları

Etkin Firmalar	Referans Olma Sayıları
Ford Otomotiv Sanayi A.Ş.	3
Oyak-Renault Otomobil Fabrikaları A.Ş.	3
Honda Türkiye A.Ş.	2
OTOKAR Otobüs Karoseri Sanayi A.Ş.	1
Anadolu Isuzu Otomotiv Sanayi	0

5.11. Finansal Oranlar İle Finansal Etkinlik İlişkisi

Bu bölümde, firmaların çeşitli finansal oranları ile etkinlikleri arasındaki ilişki incelenecektir. Finansal oranlar, firmaların finansal başarı göstergelerinde, gelecek için strateji ve tahminlerinde kullanılan çok önemli rasyolardır. Hem firma yöneticileri hem de yatırımcılar için çok kritik olan bu oranlar, finansal etkinliklerin ölçülmesinde de çok önemli girdilerdir. Zira firmaların sadece dönemlik saf değerlerine bakmak, gelecekteki durumu yanıltıcı olabilir. Yöneticiler firmanın başarısının, yatırımcılarda uzun vadeli getireceği kazancın yüksek olmasını beklerler. Bu noktada, özellikle gelecek için fikir sahibi olmak amacıyla finansal oranları kullanırlar. Finansal etkinlikte bir başarılı bir firmanın amacı olduğundan, bazı finansal oranlarla etkinlik bakmakta doğru olacaktır.

Bu bölümde, başlıklar altında verilecek olan finansal oran-etkinlik grafiklerinde, sayıların temsil ettiği firmalar aşağıda verilmiştir.

Tablo 18: Finansal Oran Grafiklerindeki Firma Kodları

<u>KOD</u>	<u>FİRMA</u>
1	Ford Otomotiv Sanayi A.Ş.
2	Oyak-Renault Otomobil Fabrikaları A.Ş.
3	TOFAŞ Türk Otomobil Fabrikası A.Ş.
4	Mercedes-Benz Türk A.Ş.
5	Honda Türkiye A.Ş.
6	BMC Sanayi ve Ticaret A.Ş.
7	MAN Türkiye A.Ş.
8	OTOKAR Otobüs Karoseri Sanayi A.Ş.
9	Anadolu Isuzu Otomotiv Sanayi ve Tic. A.Ş.
10	Karsan Otomotiv Sanayii ve Ticaret A.Ş.

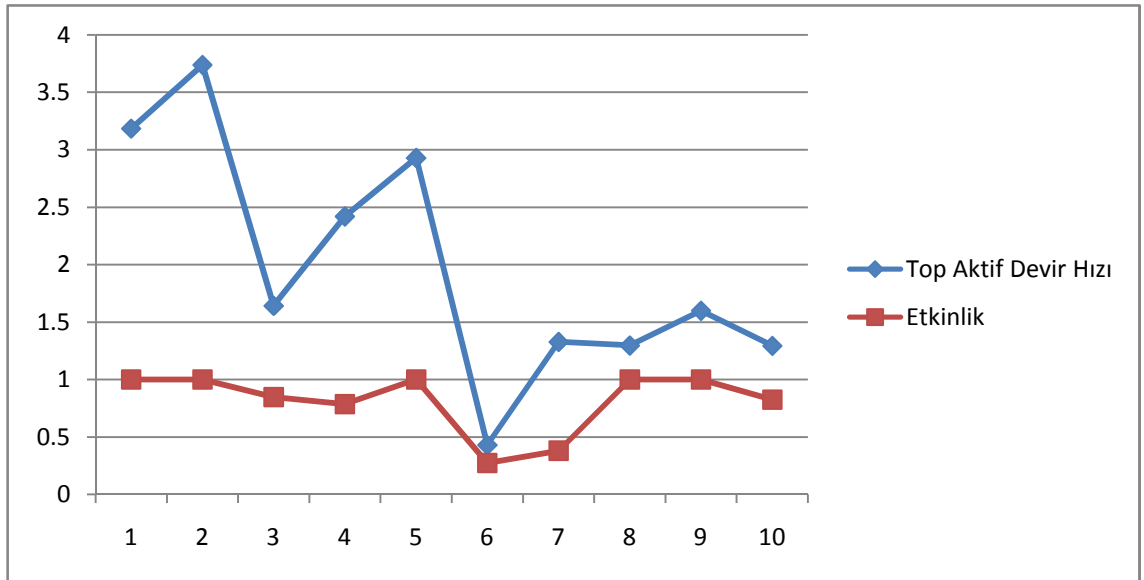
5.11.1. Toplam Aktif Devir Hızı – Etkinlik İlişkisi

$$\text{Top Aktif Devir Hızı} = \text{Net Satışlar} / \text{Top Aktifler}$$

Aktif devir hızı, şirketlerin sahip oldukları varlıklar (toplam aktifler) ile yarattıkları satış hacmi başarısını ölçen bir orandır. Bu oran bize varlıklara aşırı yatırım yapıp yapılmadığını yani şirketlerin aktif büyüklüklerinin gereksiz yere büyütülüp büyütülmediğini gösterir.

Bu oran bir işletmede teknoloji kullanımının veya varlık kullanımının bir ölçüsü olabilir. Aktif toplamı içerisinde duran varlıklar önemli bir yer tutuyorsa, aktif devir hızı düşük çıkacaktır. Bu durum daha çok sermaye yoğun sanayi şirketlerinde karşımıza çıkmaktadır. Buna karşılık sabit yatırımların daha az olduğu işletmelerde (örneğin sigorta veya finans şirketlerinde) bu oranın yüksek çıkması doğaldır. Varlık devir hızı işletmenin karlılığını tespit etmede önemli bir göstergedir. Diğer koşulların aynı kalması kaydıyla bu devir hızının yüksek olduğu firmaların karlılık oranları da yüksektir.

Sabit yatırımları (duran varlıkları) yüksek, dolayısıyla aktif devir hızları düşük olan işletmelerde (özellikle yeni yatırımları olan şirketlerde) şirketin gelecekteki kar durumu, talebin gelecekteki gelişimine bağlı olduğundan belirsizlik arz eder. Bu nedenle aktif devir hızı bir risk göstergesi olarak da kullanılabilir.



Şekil 22: Top. Aktif Devir Hızı - Etkinlik Grafiği

Görüldüğü gibi etkin olan tüm firmaların aktif devir hızları 1'in üstündedir. Ancak firmalar arasında da bu finansal rasyoda farklar göze çarpmaktadır. Analiz sonuçlarında verilen Tablo 5.6 hatırlanırsa, etkin firmalar arasında etkinliği en kuvvetli olan firmalar Ford ve Renault olarak verilmişti ve bunları da Honda takip etmekteydi. Şekil 5.2'deki grafiğe baktığımızda da, Ford(1) ve Renault(2) firmalarının Top. Aktif Devir Hızlarının diğer firmalara nazaran çok daha iyi durumda olduğu görülmektedir. Honda(5) firmasının da bu iki firmaya yakın değeri göze çarpmaktadır.

5.11.2. Toplam Aktif Karlılığı – Etkinlik İlişkisi

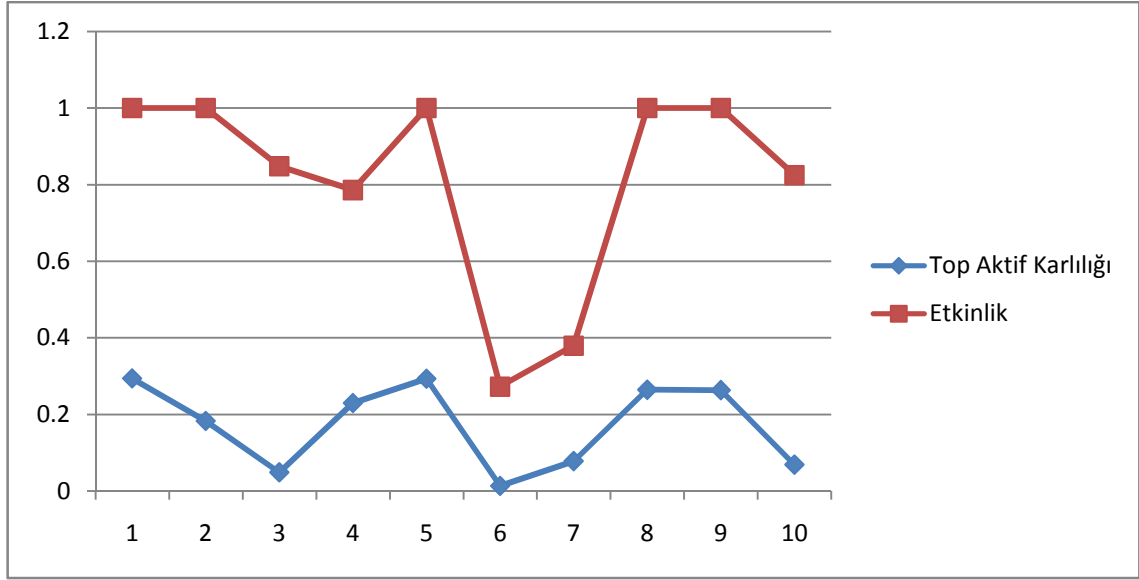
Top Aktif Karlılığı = Net Kar / Top Aktifler

Aktif karlılığı, şirketlerin ulaşılmış oldukları büyüklük ile sağladıkları verimin ölçülmesinde kullanılır. Aktif karlılık şirketlerin edinmiş oldukları tüm varlıklarını (yapılan maddi ve finansal yatırımlar dahil olmak üzere) hangi oranda etkin kullanıldığını gösteren bir orandır.

Aslında, aktif karlılık, net kar marjı ile aktif devir hızının bir birleşimidir.

Aktif karlılık = Net kar marjı * Aktif devir hızı

Net kar, faizler indirildikten sonra kalan tutarı ifade ettiği için bir firmanın finansman şekline göre bu oran önemli değişiklikler göstermektedir. Fazla yabancı kaynak kullandığı için ağır faiz yükü altında olan bir firmanın, ağırlıklı olarak kendini öz kaynakları ile finanse eden bir firmaya kıyasla net kar-aktif toplamı oranının daha düşük olması olağandır. Ancak, finansman yapıları farklı firmalar arasında karşılaştırma, zaman içerisinde ilgili firmanın finansman yapısı değişmiş olabileceğinden geçmiş yıllarla karşılaştırma yapılırken, net kar / aktif toplamı oranının kullanılması daha anlamlı olacaktır.



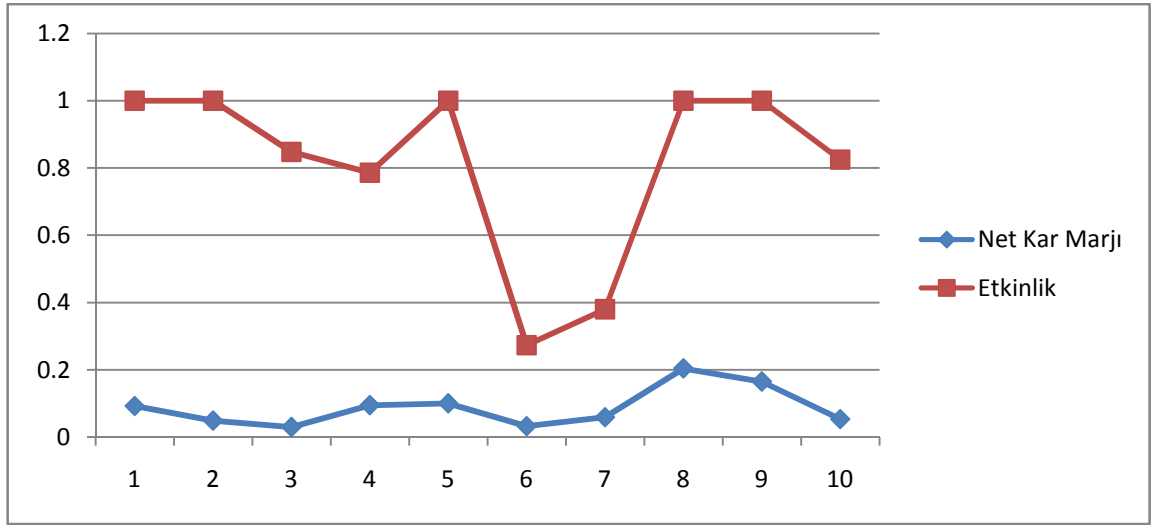
Şekil 23: Top. Aktif Karlılığı - Etkinlik Grafiği

Firmaların varlıklarını ne derecede karlı kullandığını gösteren grafiğe bakıldığında, yine en yüksek karlılık oranlarının etkin firmalarda olduğu görülmektedir. Etkin firmalar arasında diğerlerine göre daha az karlılıkla göze çarpan Renault(2) firmasının bu sonucuna neden olan etken, finansman şekli olabilir. Yukarıda da bahsedildiği gibi, yabancı kaynak oranının fazlalılığı, bu sonuca neden olabilir. Buna diğer bir neden de düşük kar marjı stratejisi olabilir. Bu da, aşağıda Net Kar Marjı – Etkinlik ilişkisi başlığı altında ayrıntılı olarak incelenecektir.

5.11.3. Net Kar Marjı – Etkinlik İlişkisi

$$\text{Net Kar Marjı} = \text{Net Kar} / \text{Net Satışlar}$$

Bu oran; işletmenin satışlarının, vergi sonrası kara göre karlılığını ölçmektedir. Bir birim satıştan elde edilen kar da denebilir. Bu oranın yüksek olması, tüm üretim ve satış maliyetlerinin optimum düzeyde tutulduğunu gösterir ve satışlardan geriye kalacak olan karda bu oranda yüksek olacaktır.



Şekil 24: Net Kar Marjı - Etkinlik Grafiği

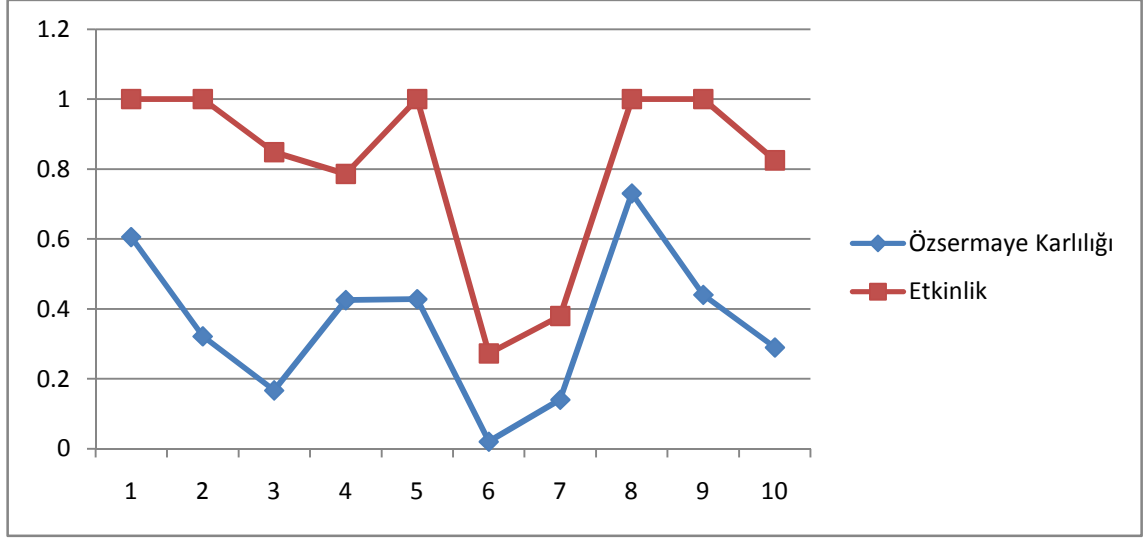
Grafikte de görüldüğü gibi yine etkin firmaların kar marjlarının diğerlerine oranla yüksek olduğu görülmektedir. Grafikte, tam etkin olmayan bazı firmaların (Mercedes(4)), tam etkin firmalardan (Renault(2)) yüksek kar marjlarına sahip olabildiği görülmektedir. Ancak etkinlik bütün bir sistemin başarısı sonucu ortaya çıkan bir olgudur. Dolayısıyla sadece bir veya birkaç finansal oranın başarılı olması etkinlik için yeterli değildir. Düşük kar marjlı, aynı zamanda da tam etkin firmalar incelendiğinde; daha düşük fiyatlarla daha yüksek miktarda satış hacmi hedeflediklerini görebiliriz. Bu halk dilinde “*sürümden kazanma*” tabiriyle de kullanılan stratejinin başarılı olduğunu gösterir. Özellikle Türkiye pazarına bakıldığında, en etkin firmalar olarak göze çarpan Ford ve Renault firmalarının, en büyük satış hacimlerine sahip oldukları görülecektir. Maliyetleri minimuma indirerek ve mümkün olduğunca düşük kar marjıyla satış yapan firmalar, en yüksek ciro seviyelerine ve aynı oranda da karlılığa ulaşmaktadırlar.

5.11.4. Öz sermaye Karlılığı – Etkinlik İlişkisi

$$\text{Öz sermaye Karlılığı} = \text{Net Kar} / \text{Öz sermaye}$$

Bu oran işletmenin, hangi ölçüde, öz kaynak kullanarak karlılık sağladığını gösterir, aynı zamanda işletmenin öz kaynaklarını ne derece etkin kullandığının da bir göstergesidir. Oranın yüksek olması, istenen bir durumdur ama tek başına yeterli değildir, bu oranla birlikte net karın, yabancı kaynaklara oranına da bakılmalıdır. Öz sermaye karlılığının, bu orana göre düşük olması, öz kaynakların ağırlıklı olarak kullanıldığını gösterecektir.

Firmalar sermaye yapısında yabancı kaynaklara yer vererek öz sermaye karlılığı artırabilirler. Ancak bunun koşulu, alınan yabancı kaynakların, onlara ödenen maliyetten daha verimli bir şekilde çalıştırılmasına bağlıdır. Aksi takdirde, öz sermaye karlılığı artacağına azalır.



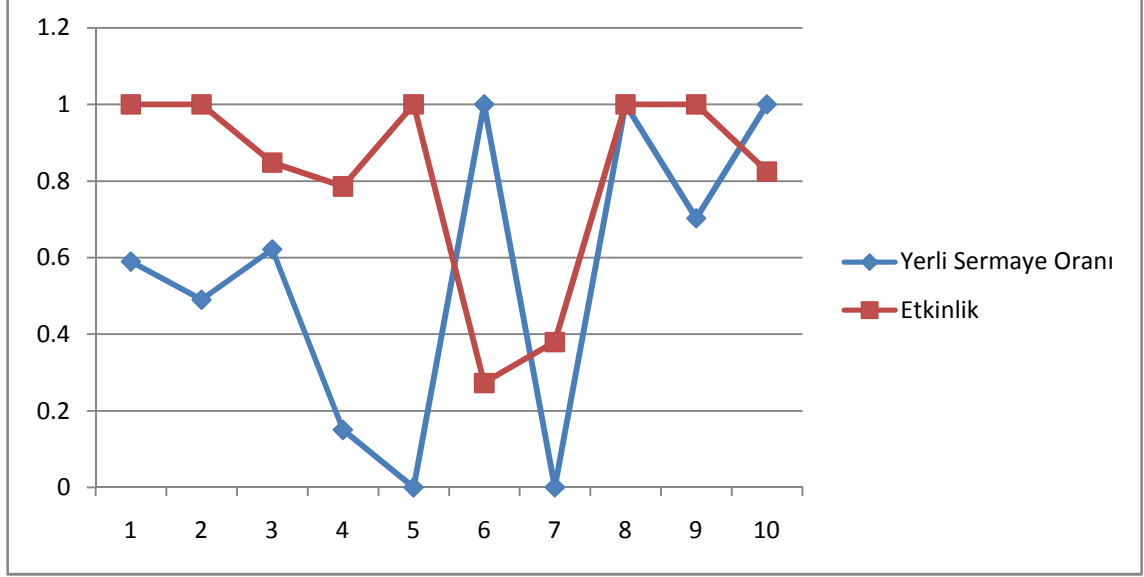
Şekil 25: Öz Sermaye Karlılığı - Etkinlik Grafiği

Grafikte, genel itibariyle etkin firmaların, yüksek öz sermaye karlılığına sahip oldukları görülmektedir. Tabi bu karlılığı sağlarken, hangi oranda yabancı kaynak kullanımına yer verdikleri önemlidir. Ekonominin düzgün seyrettiği dönemlerde, düşük faizlerle yabancı kaynak sağlamak, birçok açıdan firmaya avantaj sağlamaktadır. Ancak, ekonominin dengelerinin bir anda değiştiği kriz ortamlarında, bu yabancı kaynak fazlalığı, firmaları ciddi sıkıntılara sokacaktır ve yüksek faizle kaynak sağlamak zorunda kalacaklardır. İşte bu dönemlerde, öz sermaye oranları hayati önem taşımaktadır.

Öz sermaye oranlarının, özellikle Türkiye gibi ülkelerde, bu kriz dönemlerde firmaların tek başlarına ayakta kalabilmelerini sağlamaktadır. Grafikte, etkin iki firmanın Ford(1) ve Otokar(8) en yüksek öz sermaye karlılığına sahip olmadıklarını görmekteyiz. Bu da, önceki deneyimlerden çıkarılan dersler sonucu belirlenen stratejilerde, özsermayelerini karlı kullandıklarını göstermektedir. Dolayısıyla, daha güvenilir finansman yapısıyla etkin olmuş firmaların, daha riskli stratejilerle (yoğun dış kaynak kullanımı gibi) etkin olabilen firmalara göre daha sağlam ve uzun süre sürdürülebilir etkinliğe sahip olduğunu bu noktadan da söyleyebiliriz.

5.11.5. Yerli Sermaye Oranı – Etkinlik İlişkisi

İşletmeler; %100 yerli, %100 yabancı sermaye ya da belli oranlarda karışık sermaye yapısına sahip olabilirler. Sermayenin hangi ülke uyruğunda olduğu, sermayenin getireceği ekonomik katkının ağırlıklı olarak hangi ülkeye olacağının da bir göstergesidir. Bu yüzden yerli sermayenin oranı ve başarısı, ülke ekonomisinin gelişimini doğrudan etkileyecektir.



Şekil 26: Yerli Sermaye Oranı - Etkinlik Grafiği

Grafikte görüldüğü üzere, tam etkin olan firmalar arasında %100 Türk sermayeli(Otokar-(8)), %100 yabancı sermayeli(Honda-(5)) ve karma sermayeli firmalar vardır. Buradan hareketle, firma etkinliğinin, sermayenin uyruğuna değil, yönetim kararları ve stratejilerine bağlı olduğu açıktır.

6. SONUÇ

Yapılan çalışmada, benzer girdi ve çıktıları kullanan karar verme birimlerinin göreceli etkinliklerini ölçmeye yarayan Veri Zarflama Analizi yöntemi kullanılarak, Türk Otomotiv Sektöründe motorlu taşıt üreticisi olarak faaliyet gösteren on firmanın finansal etkinlikleri incelenmiştir. Araştırma sonucunda firmaların finansal etkinlikleri ortaya konarak, etkin olmayanların tam etkinlik için hangi değerlere ulaşmaları gerektiği belirtilmiştir.

Veri Zarflama Analizi, firmaların etkinliğinin değerlendirilmesinde diğer yöntemlere göre birçok avantaj sağlayan etkili bir tekniktir. Birimlerinden bağımsız olarak birçok girdi ve çıktıyı değerlendirebilecek nitelikte olmasının yanında, doğrusal programlama yapısı dışında girdi ve çıktıları ilişkilendirecek başka bir fonksiyonel yapıya ihtiyaç duymaması, kullanım alanını ve kolaylığını arttırıcı bir unsurdur. VZA, etkinliklerini değerlendirdiği karar birimlerini, yine bu birimler arasındaki etkin olanlarla kıyaslamaktadır. Etkin üretim sınırında faaliyet gösteren karar birimleri, benzer ölçeklerdeki etkin olmayan karar birimlerine referans gösterilmektedir. Bu referans gösterilen etkin karar birimlerinden türetilen iyileştirme önerileri, etkin olmayan firmanın tam etkinliği için ulaşması gereken hedefleri oluşturur. Bu nedenle VZA, etkinlikleri incelenen ve sektördeki konumuna göre gerekli iyileştirmelerinin ortaya konması gereken karar birimleri için etkili bir yöntem olarak çalışmamızda kullanılmıştır.

Çalışmamızda, Türkiye Otomotiv Sektöründe motorlu taşıt üreticisi olarak faaliyet gösteren 10 firmanın dört yıllık verilerinin (2005-2008) ortalamasına göre analiz gerçekleştirilmiştir. Analizde otomotiv sektörünün yapısına uygun olarak VZA yönteminin Ölçeğe Göre Sabit Getiri Yaklaşımı (CCR) altında, Girdi Yönelimli (Input Oriented) model kullanılmıştır. Bu modellerin açıklaması, çalışmanın ikinci bölümünde ayrıntılı olarak verilmiştir.

Yapılan analiz sonucunda etkin olan ve olmayan firmalar belirlenmiş, etkin bulunmayan firmalar için referans grupları oluşturulmuş ve referans gruplarından hareketle bu firmalar için potansiyel iyileştirme değerleri hesaplanmıştır. Tüm hesaplamalar için DEA Solver yazılımı kullanılmıştır.

Analiz sonucunda, CRR-I modeline göre on firmanın beşi etkin bulunmuş, diğer beş tanesi de farklı oranlarla etkinsiz bulunmuştur. Yani otomotiv sektöründeki firmaların % 50'sinin etkin olduğu belirlenmiştir. Girdi yönelimli olarak yapılan bu analizin sonuçları Tablo 14'de verilmiştir. Sektörde en düşük etkinlik seviyesine sahip firmalar; % 27,3'lük etkinlik derecesiyle BMC ve % 38'lik etkinlik derecesiyle MAN Türkiye firmaları olarak bulunmuştur. Bu firmaları nispeten daha iyi durumda olan % 78,6 ile Mercedes-Benz Türk, % 82,5 ile Karsan ve % 84,8 ile Tofaş firmaları takip etmektedir. Diğer firmalar göreceli olarak % 100 etkin olarak görünselerde, kendi aralarında da bir sıralama yapmak da mümkündür.

Tam etkin olarak bulunan bir firmanın bu etkinliğinin gücü, etkin olmayan diğer firmalara referans olma sayısı ile ölçülebilir. Etkin bir firmanın, birçok firmaya referans gösterilmesi; onun bu etkinliğinin ne kadar sağlam ve sürdürülebilir olduğunun bir göstergesidir. Daha az referans gösterilen ya da hiç referans gösterilmeyen etkin bir firmanın, aynı şekilde devam etmesi halinde; bu etkinliğini, diğer etkin firmalara göre daha kısa sürede kaybetme riski ile karşı karşıya olduğunu söylemek mümkündür. Yapılan analiz sonucu etkin firmaların referans olma sayıları Tablo 5.6'da verilmiştir. Referans olma sayılarına bakıldığında, diğer firmalara üçer kez referans gösterilen Ford ve Oyak-Renault firmalarının etkin firmalar içinde en iyi düzeyde oldukları söylenebilir.

Tablo 17'deki verilerden hareketle, etkin olan ancak diğer hiçbir firmaya referans gösterilmeyen Anadolu-Isuzu firmasının bu etkinliğini aynı şekilde sürdürememe riskinin diğer etkin firmalara göre daha yüksek olduğu söylenebilir. Tabi bu referans gösterilme noktasında, firma ölçeklerinin çok farklı olması yanıltıcı sonuçlar doğurabilir. Zira etkin firmalar, kendileri ile aynı ölçekteki firmalara daha çok referans gösterilir.

Analiz yapılan grup içinde homojen bir ölçek büyüklüğü dağılımı yoksa, firmaların ağırlıklı olarak toplandığı ölçek büyüklüğündeki etkin firmalar, daha çok firmaya referans gösterileceği için diğer ölçeklerdeki etkin firmalara göre daha başarılı oldukları sonucu çıkabilir ancak bu tür sonuçlar gerçeği yansıtmayabilir.

Bu yüzden analize, ölçek büyüklüğü ve girdi-çıktı bileşimleri olarak homojen birimlerin katılması, sonuçların güvenilirliği açısından çok önemlidir. Çalışmamızda yapılan analizde de gerek ölçek büyüklüğü, gerek girdi-çıktı bileşimleri olarak benzer ve aynı zamanda birbirlerine rakip konumlarda bulunan firmalar dahil edilerek, bu homojen yapı oluşturulmuştur.

VZA ile yapılan analiz sonucunda etkin bulunan karar birimlerinin, mutlak bir etkinlik seviyesine sahip olduklarını söylemek mümkün değildir. Bu etkinlik, karar biriminin incelenen sektör içinde sadece görece olarak en etkin olduğunu gösterir. Aslında bu firmanın daha da etkin çalışması mümkün olabilir. VZA görece olarak en iyi durumda olan karar birimlerini, sektördeki en etkin değerlere ulaştıkları için %100 etkin varsaymaktadır. Farklı bir zamanda, farklı bir karar birimi daha iyi değerlere ulaşırsa, bu kez tam etkinlik sınırını o karar birimi belirleyecektir. Ters durumda da farklı bir zamanda, görece olarak sektördeki en iyi değerler daha da düşecek olursa, o zaman da tam etkinlik sınırı daha düşük değerlerden oluşacaktır. Özetle VZA’da etkinlik görece ve zamanla değişebilen bir olgudur.

Çalışmamızda yapılan finansal etkinlik analizine ek olarak, etkinlik düzeylerinin çeşitli finansal oranlarla (Toplam Aktif Devir Hızı, Toplam Aktif Karlılığı, Net Kar Marjı, Özsermaye Karlılığı) ve sermaye yapısıyla (Yerli-Yabancı-Karma) ilişkisi de incelenmiştir.

Toplam Aktif Devir Hızı tüm firmalar için 1’in üstünde çıkmıştır ancak etkin firmaların değerlerinin, etkin olmayan diğerlerinden yüksek olduğu görülmüştür. Etkin firmalar arasında da bir kıyaslama yapıldığında, diğer etkin firmalara göre finansal etkinlik noktasında daha başarılı gösterilen Ford ve Oyak-Renault firmalarının aktif devir hızlarının belirli bir şekilde üstün olduğu görülmüştür.

Toplam aktif karlılığında da, etkin firmaların en iyi oranlara sahip olduğu görülmüştür. Etkin firmalar içinde sadece Renault firmasının değeri diğerlerine oranla düşüktür. Bunun nedeni de finansman şekli (yabancı kaynak oranının fazlalığı) ya da düşük kar marjı stratejisi olabilir.

Buradan hareketle, Net Kar Marjı ile etkinlik ilişkisi incelendiğinde, etkin firmaların ağırlıklı olarak en yüksek değerlere sahip olduğu görülmektedir. Bununla birlikte, etkin olmadığı halde etkin olan firmalardan daha yüksek kar marjlarına sahip firmalar vardır.

Ancak tek başına bazı rasyoların başarısının etkinlik için yeterli olmadığı görülmüştür. Etkinlik bütün bir sistemin ortak sonucu olarak gerçekleşmektedir. Kar marjında, düşük kar marjı stratejisiyle, yüksek cirolara ulaşmayı başaran firmaların tam etkinlik seviyesine ulaştıkları görülmüştür.

Öz sermaye karlılığına bakıldığında yine ağırlıklı olarak etkin firmaların başarısı göze çarpmaktadır. Öz sermaye karlılığı, firmanın hangi ölçüde özkaynaklarını karlı kullandığını gösteren, aynı zamanda yabancı kaynak oranıyla da ilişkili bir finansal orandır. Ekonominin düzgün seyrettiği dönemlerde düşük faizle elde edilebiliyorsa yabancı kaynak kullanımına yer verilebilir. Ancak kriz dönemlerin fazla yabancı kaynak kullanımı firmaları sıkıntıya sokabilmektedir. Bu nedenle özellikle Türkiye gibi ekonomik koşulların değişken olduğu ülkelerde firmalar bu doğrultuda kendilerine stratejiler belirlemişlerdir. Analizde de, özellikle Ford ve Otokar firmalarının önceki deneyimleriyle geliştirdikleri stratejilerde finansmanda öz sermayeye karlılığında başarılı oldukları görülmüştür.

Otomotiv sektöründe sermaye yapısı bakımından, % 100 Yerli Sermaye, % 100 Yabancı Sermaye ve Karma Sermaye olarak üç tür de bulunmaktadır. Etkinlik oranlarına bakıldığında, etkin olan firmalar arasında bu üç tür sermaye yapısına da sahip firmaların olduğu, yani etkinlik derecesinin sermayenin uyruğuyla hiçbir ilgisinin olmadığı görülmüştür. Etkinliği belirleyen faktörlerin sadece, firmaların stratejik kararlarıyla, planlarıyla, uyguladığı süreçlerle ilgisinin olduğu anlaşılmıştır. Doğru yönetildiğinde, her ölçekte, her firma etkin olabilmektedir. Burada kaynak kullanımının başarısı esastır.

Sonuç olarak her firma, yaşadığı deneyimlerle ve yerleştirebildiği örgütsel hafıza düzeyinde, bazı temel strateji, karar ve süreçler geliştirmiştir. Bu stratejilerin başarısı her firma için farklı olabilmektedir. Doğru süreçleri bulup kendilerine uyarlayan firmaların, rakiplerine oranla üstünlüklerinin ortaya çıktığı ve başarıya ulaştıkları görülmüştür. Bu durum rakipleriyle aralarındaki mesafeyi gün geçtikçe arttıracaktır. Bu noktada görece olarak başarısız olan firmaların, başarılı firmalarla kendilerini kıyaslaması ve onlarla aynı düzeye çıkmayı hedeflemesi gerekmektedir. Bunu kendi belirlediği strateji ve süreçlerle başaramayacağı ortaya çıkarsa, başarılı firmaların stratejik kararlarını ve süreçlerini kendine uyarlaması gerekecektir. Firmalar, Veri Zarflama Analizi gibi yöntemlerle, sektörleri içinde durumlarını görebilmekte ve en etkin seviyeye çıkabilmek için hedef değerler belirleyebilmektedirler.

Bu sayede en başarılı süreçlerin uygulandığı, tüm firmaların tam etkinlik seviyelerine çıkabildiği ve sınırlı kaynakların optimum şekilde kullanıldığı sektörler ve ekonomik birimler ortaya çıkacaktır. Bu da doğrudan doğruya ülke ekonomisinin başarısını etkileyerek, en temelde bireylerin refahını sağlayacaktır.

KAYNAKÇA

- Akal, Zühal. **İşletmelerde Performans Ölçüm ve Denetimi: Çok yönlü Performans Göstergeleri**, 5. bs. Ankara: MPM Yayınları, 2002.
- Aktaş, Hüseyin. “İşletme Performansının Ölçülmesinde Veri Zarflama Analizi”. **C.B.Ü. İİBF Yönetim Ve Ekonomi Dergisi**, c.7. s.1 (2001): 163-175.
- Appa, Gautam, H.Paul Williams. “A New Framework for The Solution of DEA Models”, **London School of Economics and Political Science**, c.4. s.3 (2004): 1-21.
- Ar, M. İlker. “Verimlilik”, **Woodwork Dergisi**, Ekim/Kasım, c.2. s.3 (2006): 5-6.
- Aydın, Alper. **İmalat sanayi ve Alt Kollarında Verimlilik, Üretim, İstihdam, Ücret ve İşçi, Saat Göstergeleri**, 1. bs. Ankara: MPM Yayınları: 698, 1999.
- Bakırcı, Fehim. **Üretimde Etkinlik Ölçümü ve Veri Zarflama Analizi Teori ve Uygulama**, Tokat: Atlas Yayınları, 2006.
- Banker, R.D., R.C. Morey. “Efficiency Analysis for Exogenously Fized Outputs”, **Operations Research**, c. 34. s. 4 (1986): 513-521.
- Bas M., Artar A. **İşletmelerde Verimlilik Denetimi, Ölçme ve Değerlendirme Modelleri**, Ankara: MPM Yayınları: 435, 1991.
- Bayram, Levent. “Geleneksel Performans Değerlendirme Yöntemlerine Yeni Bir Alternatif: 360 Derece Performans Değerlendirme”, **Sayıştay Dergisi**, s. 62 (2006): 47-65.
- Baysal, M. E. "Veri Zarflama Analizi ile Orta Öğretimde performans ölçümü". Yüksek Lisans Tezi. Gazi Üniversitesi F.B.E., 1999.
- Bedir, A. “Otomotiv Sanayilerinde Ana-Yan Sanayi İlişkileri ve Türkiye’de Otomotiv Sektörü”, Otomotiv Sanayi Derneği Araştırma Raporu, 1999.
- Berger, Allen N., David B. Humphrey. “Efficiency of Financial Institutions: International Survey and Directions for Future Research”, **European Journal of Operational Research**, c. 98. s. 178 (1997): 175-212.
- Charnes, A., W. W. Cooper, E. Rhodes. “Evaluating Program And Managerial Efficiency: An Application Of Data Envelopment Analysis To Program Follow Through”, **Management Science**, c.27. s. 6 (1981): 668-697.

- Cook, Wade D. Larry M. Seiford. "Data envelopment analysis (DEA)" – Thirty years on, **European Journal of Operational Research**, c. 1. s. 192 (2009): 1-17.
- Cooper, W. W., Lawrence M. Seiford, Kaoru Tone. **Data Envelopment Analysis: A Comprehensive Text with Models, Applications, References and DEA-Solver Software, Second Edition**, USA: Kluwer Academic Publishers, 2004.
- Cooper, William W., Lawrence M. Seiford, Joe Zhu. **Handbook on Data Envelopment Analysis**, Boston: International Series in Operations Research & Management Science Series, 2004.
- Çoban, Orhan. "Türk Otomotiv Sanayisinde Endüstriyel Verimlilik ve Etkinlik", **Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi**, s. 29 (2007): 17-36.
- Depren, Özer. "Veri Zarflama Analizi ve Bir Uygulama". Yüksek Lisans Tezi. Yıldız Teknik Üniversitesi F.B.E. 2008.
- Dikmen, Cengiz. "Veri Zarflama Analizi İle Üniversitelerin Etkinliğinin Ölçülmesi", **Kocaeli Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi**, c. 3. s. 6 (2008): 1-22.
- DPT, **Kamu Kuruluşları İçin Stratejik Planlama Klavuzu**. Ankara, 2003.
- Emrouznejad, Ali. "Evaluation Of Research In Efficiency and Productivity: A Survey and Analysis Of The First 30 Years of Scholarly Literature In DEA" **Socio-Economic Planning Sciences**, c. 42. s. 3 (2008): 151-157.
- Erkut, H. "Türk Sanayisinde Verimlilik Analizi İçin Simülasyon Modeli". Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi, 1993.
- Esenbel, Mine, Mustafa Onur Erkin, Fatih Korhan Erdoğan. "Veri Zarflama Analizin İle Dokuma, Giyim Eşyası ve Deri Sektöründe Faaliyet Gösteren Firmaların Etkinliğinin Karşılaştırılması". <http://www.analiz.com/egitim/gazi001.html> [06.02.2010].
- Forsund, Finn R., Nikias Sarafoglou. "On the Origins of Data Envelopment Analysis". **Journal of Productivity Analysis**, s:17, 2002, 23–40.
- Gattaufi, S. "Content Analysis of DEA Literature and Its Comparison With That of Other OR/MS Fields", **The Journal of the Operational Research Society**, c. 55. s. 9 (2004): 911-935.
- Golany, Boaz, Gang Yu. "Theory and Methodology Estimating Returns To Scale In DEA", **European Journal Of Operations Research**, c.103. s. 1 (1997): 28-37.
- Görener, Ali, Ömer Görener. "Türk Otomotiv Sektörünün Ülke Ekonomisine Katkıları Ve Geleceğe Yönelik Sektörel Beklentiler", **Journal Of Yaşar University**. c.3. s.10 (2008): 1213-1232.

- Gülcü, Aslan, Akın Coşkun. “Cumhuriyet Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi’nin Veri Zarflama Analizi Yöntemiyle Göreceli Etkinlik Analizi”, **C.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi**, c.5. s. 2 (2004): 87-104.
- Helvacı, M. Akif. “Performans Yönetim Sürecince Performans Değerlendirmenin Önemi”, **Ankara Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi**, c.35. s.2 (2002): 155-169.
- İstanbul Sanayi Odası, **Türkiye’nin 500 Büyük Sanayi Kuruluşu İçinde Otomotiv Sanayi**. İstanbul, 2009.
- İstanbul Ticaret Odası, **Otomotiv Sanayi Sektör Raporu**. İstanbul, 2003.
- JURAEY,R. “İşletmelerde Verimlilik Ölçme ve Değerlendirme”. Yüksek Lisans Tezi. İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, 1996.
- Karan, M. Baha. Armağan Tarım. “Data Envelopment Analysis In Performance Evaluation”, **Journal of Government Auditing**, c. 28. s. 4 (2001): 12.
- Kutlar, Azizi, Adem Babacan. “Türkiye’deki Kamu Üniversitelerinde CCR Etkinliği-Ölçek Etkinliği Analizi: DEA Tekniği Uygulaması”, **Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi**, c. 15. s. 1 2008: 148-172.
- Prokopenko, Joseph. **Verimlilik Yönetimi, Uygulamalı El kitabı**, çev. Olcay Baykal, Ankara: MPM Yayınları, 2003.
- Otomotiv Sanayii Derneği, **Otomotiv Sanayinde 2009 ve 2010 Yılına Bakış**. İstanbul, 2010.
- Özyiğit, T. "Gelişmekte Olan Ülkelerin Göreli Sosyo-Ekonomik Performanslarının Değerlendirilmesi". Yüksek Lisans Tezi. Galatasaray Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2000.
- Tarım, Armağan. **Veri Zarflama Analizi Matematiksel Programlama Tabanlı Göreli Etkinlik Ölçüm Yaklaşımı**, Ankara: Sayıştay Yayınları, Araştırma/İnceleme/Çeviri: 15, 2001.
- Thanassoulis, Emmanuel. **Introduction to the Theory and Application of Data Envelopment Analysis**. Second Printing, Massachussetts: Kluwer Academic Publishers, 2003.
- Thanassoulis, Emmanuel. “A Comparison Of Regression Analysis And Data Envelopment Analysis As Alternative Methods For Performance Assessments”. **The Journal of the Operational Research Society**, c. 44. s. 11 (1993): 1129 -1144.
- Thanassoulis, Emmanuel, Boussofaine, A. Dyson, R.G.”A Comparison Of Data Envelopment Analysis And Ratio Analysis As Tools For Performance Assesment”. **Omega**, c. 24. s. 3 (1996): 229-244.

- Ulutaş, Barış B. “Türkiye’ deki Havaalanı Etkinliklerinin Veri Zarflama Analizi ile Değerlendirilmesi”. Yüksek Lisans Tezi. Osman Gazi Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı Yöneylem Araştırması Bilim Dalı, 2006.
- Uygur, M. “TCDD Limanlarında Veri Zarflama Analizi İle Performans Ölçümü”. Yüksek Lisans Tezi. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2002.
- Üstündağ, Emine. “Veri Zarflama Analizi İle Verimliliğin Değerlendirilmesi: Çimento Sektöründe Bir Uygulama”. Yüksek Lisans Tezi. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2009.
- Sabuncuoğlu, Zeyyat. Tuncer Tokol. **İşletme**, Bursa: Furkan Ofset, 2003.
- Sarıca, Seçil. “Üniversitelerin Performansa Göre Yönetimi İçin Veri Zarflama Analizi Tabanlı Bir Karar Destek Sisteminin Tasarımı ve Geliştirilmesi”. Yüksek Lisans Tezi. Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2006.
- Sipahi, S. “Çok Amaçlı Karar Verme Teknikleri ve Bir Uygulama”. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, 1998.
- DPT. **Yan Sanayinin Geleceği**, 2009.
- Yavuz, İlknur. **Verimlilik ve Etkinlik Ölçümünde Yeni Yaklaşımlar ve İllere Göre İmalat Sanayinde Etkinlik Karşılaştırmaları**. Ankara: MPM Yayınları, No:667, 2003.
- Yenice, Ebru. “Performans Ölçümünde Karşılaşılan Sorunlar Ve Kurumsal Karne (Balanced Scorecard) Yaklaşımı”. **Bütçe Dünyası Dergisi**. c.2. s.25 (2007): 95-100.
- Yıldız, Elmas. “Kavramsal Düzeyde Etkinlik, Etkililik Ve Verimlilik Olgularına Bir Bakış”. <http://www.eko-finans.com/makale1> [13.02.2009].
- YOLALAN, Reha. **İşletmeler Arası Göreli Etkinlik Ölçümü**. Ankara: Milli Prodüktivite Yayınları: 483, 1993.
- Yurdakul, Mustafa. Yusuf Tansel İç. “Türk Otomotiv Firmalarının Performans Ölçümü Ve Analizine Yönelik Topsis Yöntemini Kullanan Bir Örnek Çalışma”. **Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Dergisi**. c. 18. s. 1 (2003): 1-18.
- Ziraat Yatırım Araştırma. **Otomotiv Sektörü**. İstanbul, 2009.

EKLER

Ek 1. Firmalar İçin Oluşturulan Denklemler Ve Sonuçları

Tüm çözümler aşağıdaki denklem modeli ve kısıtlar çerçevesinde yapılmıştır.

$$E_k = \text{Min } \alpha - \varepsilon \cdot (s_1^- + s_2^- + s_3^- + s_1^+ + s_2^+ + s_3^+)$$

Kısıtlar

$$\lambda_{ford}, \lambda_{oyak}, \lambda_{tofas}, \lambda_{mer}, \lambda_{honda}, \lambda_{bmc}, \lambda_{man}, \lambda_{otok}, \lambda_{isuzu}, \lambda_{karsan}, s_1^-, s_2^-, s_3^-, s_1^+, s_2^+, s_3^+ \geq 0$$

Ek 1a. Ford firması için oluşturulan denklemler ve sonuçlar;

Girdi Denklemleri:

$$1.026.903.793 \lambda_{ford} + 618.236.148 \lambda_{oyak} + 638.421.831 \lambda_{tofas} + 598.917.555 \lambda_{mer} + 192.003.270 \lambda_{honda} + 1.229.646.613 \lambda_{bmc} + 225.104.377 \lambda_{man} + 108.706.411 \lambda_{otok} + 164.886.549 \lambda_{isuzu} + 45.982.684 \lambda_{karsan} + s_1^- - 1.026.903.793 \alpha = 0$$

$$2.114.444.748 \lambda_{ford} + 1.086.100.129 \lambda_{oyak} + 2.164.629.439 \lambda_{tofas} + 1.107.903.799 \lambda_{mer} + 279.981.953 \lambda_{honda} + 1.837.177.388 \lambda_{bmc} + 402.209.095 \lambda_{man} + 299.766.104 \lambda_{otok} + 275.298.288 \lambda_{isuzu} + 192.325.060 \lambda_{karsan} + s_2^- - 2.114.444.748 \alpha = 0$$

$$8.520 \lambda_{ford} + 5.643 \lambda_{oyak} + 6.051 \lambda_{tofas} + 4.172 \lambda_{mer} + 891 \lambda_{honda} + 3.150 \lambda_{bmc} + 2.536 \lambda_{man} + 1.053 \lambda_{otok} + 746 \lambda_{isuzu} + 820 \lambda_{karsan} + s_3^- - 8.520 \alpha = 0$$

Çıktı Denklemleri:

$$6.731.356.577 \lambda_{ford} + 4.058.608.790 \lambda_{oyak} + 3.553.476.879 \lambda_{tofas} + 2.680.845.661 \lambda_{mer} + 819.843.816 \lambda_{honda} + 792.664.577 \lambda_{bmc} + 534.083.499 \lambda_{man} + 388.818.749 \lambda_{otok} + 440.166.453 \lambda_{isuzu} + 248.881.278 \lambda_{karsan} - s_1^+ - 6.731.356.577 = 0$$

$$622.300.077 \lambda_{ford} + 199.042.621 \lambda_{oyak} + 106.915.575 \lambda_{tofas} + 254.923.302 \lambda_{mer} + 82.231.620 \lambda_{honda} + 25.816.503 \lambda_{bmc} + 31.642.275 \lambda_{man} + 79.403.776 \lambda_{otok} + 72.636.678 \lambda_{isuzu} + 13.345.244 \lambda_{karsan} - s_2^+ - 622.300.077 = 0$$

$$2.932.189 \lambda_{ford} + 2.349.299 \lambda_{oyak} + 1.562.103 \lambda_{tofas} + 712.667 \lambda_{mer} + 205.164 \lambda_{honda} + 98.733 \lambda_{bmc} + 305.645 \lambda_{man} + 101.365 \lambda_{otok} + 57.721 \lambda_{isuzu} + 12.018 \lambda_{karsan} - s_3^+ - 2.932.189 = 0$$

Analiz Sonuçları

$$E_{ford} = 1, \lambda_{ford} = 1, \lambda_{oyak} = \lambda_{tofas} = \lambda_{mer} = \lambda_{honda} = \lambda_{bmc} = \lambda_{man} = \lambda_{otok} = \lambda_{isuzu} = \lambda_{karsan} = 0$$

$$s_1^- = s_2^- = s_3^- = s_1^+ = s_2^+ = s_3^+ = 0$$

No.	Firma I/O	Etkinlik Değeri	Hedef Değer	Fark	%
1	Ford Otomotiv Sanayi A.Ş.	1,00			
	ozkaynak	1.026.903.793,00	1.026.903.793,00	0,00	0,00%
	toplam aktif	2.114.444.748,00	2.114.444.748,00	0,00	0,00%
	istihdam	8.520,00	8.520,00	0,00	0,00%
	ciro	6.731.356.577,00	6.731.356.577,00	0,00	0,00%
	net kar	622.300.077,00	622.300.077,00	0,00	0,00%
	ihracat	2.932.189,00	2.932.189,00	0,00	0,00%

Ek 1b. Oyak-Renault firması için oluşturulan denklemler ve sonuçlar;

Girdi Denklemleri:

$$1.026.903.793 \lambda_{ford} + 618.236.148 \lambda_{oyak} + 638.421.831 \lambda_{tofas} + 598.917.555 \lambda_{mer} + 192.003.270 \lambda_{honda} + 1.229.646.613 \lambda_{bmc} + 225.104.377 \lambda_{man} + 108.706.411 \lambda_{otok} + 164.886.549 \lambda_{isuzu} + 45.982.684 \lambda_{karsan} + s_1^- - 618.236.148 \alpha = 0$$

$$2.114.444.748 \lambda_{ford} + 1.086.100.129 \lambda_{oyak} + 2.164.629.439 \lambda_{tofas} + 1.107.903.799 \lambda_{mer} + 279.981.953 \lambda_{honda} + 1.837.177.388 \lambda_{bmc} + 402.209.095 \lambda_{man} + 299.766.104 \lambda_{otok} + 275.298.288 \lambda_{isuzu} + 192.325.060 \lambda_{karsan} + s_2^- - 1.086.100.129 \alpha = 0$$

$$8.520 \lambda_{ford} + 5.643 \lambda_{oyak} + 6.051 \lambda_{tofas} + 4.172 \lambda_{mer} + 891 \lambda_{honda} + 3.150 \lambda_{bmc} + 2.536 \lambda_{man} + 1.053 \lambda_{otok} + 746 \lambda_{isuzu} + 820 \lambda_{karsan} + s_3^- - 5.643 \alpha = 0$$

Cıktı Denklemleri:

$$6.731.356.577 \lambda_{ford} + 4.058.608.790 \lambda_{oyak} + 3.553.476.879 \lambda_{tofas} + 2.680.845.661 \lambda_{mer} \\ + 819.843.816 \lambda_{honda} + 792.664.577 \lambda_{bmc} + 534.083.499 \lambda_{man} + 388.818.749 \lambda_{otok} \\ + 440.166.453 \lambda_{isuzu} + 248.881.278 \lambda_{karsan} - s_1^+ - 4.058.608.790 = 0$$

$$622.300.077 \lambda_{ford} + 199.042.621 \lambda_{oyak} + 106.915.575 \lambda_{tofas} + 254.923.302 \lambda_{mer} \\ + 82.231.620 \lambda_{honda} + 25.816.503 \lambda_{bmc} + 31.642.275 \lambda_{man} + 79.403.776 \lambda_{otok} + 72.636.678 \\ \lambda_{isuzu} + 13.345.244 \lambda_{karsan} - s_2^+ - 199.042.621 = 0$$

$$2.932.189 \lambda_{ford} + 2.349.299 \lambda_{oyak} + 1.562.103 \lambda_{tofas} + 712.667 \lambda_{mer} + 205.164 \lambda_{honda} \\ + 98.733 \lambda_{bmc} + 305.645 \lambda_{man} + 101.365 \lambda_{otok} + 57.721 \lambda_{isuzu} + 12.018 \lambda_{karsan} - s_3^+ - \\ 2.349.299 = 0$$

Analiz Sonuçları

$$E_{oyak} = 1, \lambda_{oyak} = 1, \lambda_{ford} = \lambda_{tofas} = \lambda_{mer} = \lambda_{honda} = \lambda_{bmc} = \lambda_{man} = \lambda_{otok} = \lambda_{isuzu} = \lambda_{karsan} = 0$$

$$s_1^- = s_2^- = s_3^- = s_1^+ = s_2^+ = s_3^+ = 0$$

Firma I/O	Etkinlik Değeri	Hedef Değer	Fark	%
Oyak-Renault Otomobil Fabrikaları A.Ş.	1			
ozkaynak	618236148	618236148	0	0,00%
toplam aktif	1086100129	1086100129	0	0,00%
istihdam	5643	5643	0	0,00%
ciro	4058608790	4058608790	0	0,00%
net kar	199042621	199042621	0	0,00%
ihracat	2349299	2349299	0	0,00%

Ek 1c. Tofaş firması için oluşturulan denklemler ve sonuçlar;

Girdi Denklemleri:

$$1.026.903.793 \lambda_{ford} + 618.236.148 \lambda_{oyak} + 638.421.831 \lambda_{tofas} + 598.917.555 \lambda_{mer} \\ + 192.003.270 \lambda_{honda} + 1.229.646.613 \lambda_{bmc} + 225.104.377 \lambda_{man} + 108.706.411 \lambda_{otok} \\ + 164.886.549 \lambda_{isuzu} + 45.982.684 \lambda_{karsan} + s_1^- - 638.421.831 \alpha = 0$$

$$2.114.444.748 \lambda_{ford} + 1.086.100.129 \lambda_{oyak} + 2.164.629.439 \lambda_{tofas} + 1.107.903.799 \lambda_{mer} + 279.981.953 \lambda_{honda} + 1.837.177.388 \lambda_{bmc} + 402.209.095 \lambda_{man} + 299.766.104 \lambda_{otok} + 275.298.288 \lambda_{isuzu} + 192.325.060 \lambda_{karsan} + s_2^- - 2.164.629.439 \alpha = 0$$

$$8.520 \lambda_{ford} + 5.643 \lambda_{oyak} + 6.051 \lambda_{tofas} + 4.172 \lambda_{mer} + 891 \lambda_{honda} + 3.150 \lambda_{bmc} + 2.536 \lambda_{man} + 1.053 \lambda_{otok} + 746 \lambda_{isuzu} + 820 \lambda_{karsan} + s_3^- - 6.051 \alpha = 0$$

Çıktı Denklemleri:

$$6.731.356.577 \lambda_{ford} + 4.058.608.790 \lambda_{oyak} + 3.553.476.879 \lambda_{tofas} + 2.680.845.661 \lambda_{mer} + 819.843.816 \lambda_{honda} + 792.664.577 \lambda_{bmc} + 534.083.499 \lambda_{man} + 388.818.749 \lambda_{otok} + 440.166.453 \lambda_{isuzu} + 248.881.278 \lambda_{karsan} - s_1^+ - 3.553.476.879 = 0$$

$$622.300.077 \lambda_{ford} + 199.042.621 \lambda_{oyak} + 106.915.575 \lambda_{tofas} + 254.923.302 \lambda_{mer} + 82.231.620 \lambda_{honda} + 25.816.503 \lambda_{bmc} + 31.642.275 \lambda_{man} + 79.403.776 \lambda_{otok} + 72.636.678 \lambda_{isuzu} + 13.345.244 \lambda_{karsan} - s_2^+ - 106.915.575 = 0$$

$$2.932.189 \lambda_{ford} + 2.349.299 \lambda_{oyak} + 1.562.103 \lambda_{tofas} + 712.667 \lambda_{mer} + 205.164 \lambda_{honda} + 98.733 \lambda_{bmc} + 305.645 \lambda_{man} + 101.365 \lambda_{otok} + 57.721 \lambda_{isuzu} + 12.018 \lambda_{karsan} - s_3^+ - 1.562.103 = 0$$

Analiz Sonuçları

$$E_{tofas} = 0,85, \lambda_{oyak} = 0,875 \text{ (Referans Firma: Oyak)}$$

$$\lambda_{ford} = \lambda_{tofas} = \lambda_{mer} = \lambda_{honda} = \lambda_{bmc} = \lambda_{man} = \lambda_{otok} = \lambda_{isuzu} = \lambda_{karsan} = 0$$

$$s_1^- = 0; s_2^- = 884372946; s_3^- = 189,7; s_1^+ = 0; s_2^+ = 67354325,9; s_3^+ = 494803,7$$

Firma I/O	Etkinlik Değeri	Hedef Değer	Fark	%
TOFAŞ Türk Otomobil Fabrikası A.Ş.	0,847857698			
ozkaynak	638421831	541290863,8	-97130967,22	-15,21%
toplam aktif	2164629439	950924786,4	-1213704653	-56,07%
istihdam	6051	4940,67575	-1110,32425	-18,35%
ciro	3553476879	3553476879	0	0,00%
net kar	106915575	174269900,9	67354325,91	63,00%
ihracat	1562103	2056906,716	494803,7161	31,68%

Ek 1d. Mercedes-Benz firması için oluşturulan denklemler ve sonuçlar;

Girdi Denklemleri:

$$1.026.903.793 \lambda_{ford} + 618.236.148 \lambda_{oyak} + 638.421.831 \lambda_{tofas} + 598.917.555 \lambda_{mer} \\ + 192.003.270 \lambda_{honda} + 1.229.646.613 \lambda_{bmc} + 225.104.377 \lambda_{man} + 108.706.411 \lambda_{otok} \\ + 164.886.549 \lambda_{isuzu} + 45.982.684 \lambda_{karsan} + s_1^- - 598.917.555 \alpha = 0$$

$$2.114.444.748 \lambda_{ford} + 1.086.100.129 \lambda_{oyak} + 2.164.629.439 \lambda_{tofas} + 1.107.903.799 \lambda_{mer} \\ + 279.981.953 \lambda_{honda} + 1.837.177.388 \lambda_{bmc} + 402.209.095 \lambda_{man} + 299.766.104 \lambda_{otok} \\ + 275.298.288 \lambda_{isuzu} + 192.325.060 \lambda_{karsan} + s_2^- - 1.107.903.799 \alpha = 0$$

$$8.520 \lambda_{ford} + 5.643 \lambda_{oyak} + 6.051 \lambda_{tofas} + 4.172 \lambda_{mer} + 891 \lambda_{honda} + 3.150 \lambda_{bmc} + 2.536 \lambda_{man} \\ + 1.053 \lambda_{otok} + 746 \lambda_{isuzu} + 820 \lambda_{karsan} + s_3^- - 4.172 \alpha = 0$$

Cıktı Denklemleri:

$$6.731.356.577 \lambda_{ford} + 4.058.608.790 \lambda_{oyak} + 3.553.476.879 \lambda_{tofas} + 2.680.845.661 \lambda_{mer} \\ + 819.843.816 \lambda_{honda} + 792.664.577 \lambda_{bmc} + 534.083.499 \lambda_{man} + 388.818.749 \lambda_{otok} \\ + 440.166.453 \lambda_{isuzu} + 248.881.278 \lambda_{karsan} - s_1^+ - 2.680.845.661 = 0$$

$$622.300.077 \lambda_{ford} + 199.042.621 \lambda_{oyak} + 106.915.575 \lambda_{tofas} + 254.923.302 \lambda_{mer} \\ + 82.231.620 \lambda_{honda} + 25.816.503 \lambda_{bmc} + 31.642.275 \lambda_{man} + 79.403.776 \lambda_{otok} + 72.636.678 \\ \lambda_{isuzu} + 13.345.244 \lambda_{karsan} - s_2^+ - 254.923.302 = 0$$

$$2.932.189 \lambda_{ford} + 2.349.299 \lambda_{oyak} + 1.562.103 \lambda_{tofas} + 712.667 \lambda_{mer} + 205.164 \lambda_{honda} \\ + 98.733 \lambda_{bmc} + 305.645 \lambda_{man} + 101.365 \lambda_{otok} + 57.721 \lambda_{isuzu} + 12.018 \lambda_{karsan} - s_3^+ - \\ 712.667 = 0$$

Analiz Sonuçları

$E_{mer} = 0,78$; $\lambda_{ford} = 0,287$, $\lambda_{honda} = 0,898$, $\lambda_{otok} = 0,029$ (Referans Firmalar: Oyak ve Honda)

$$\lambda_{bmc} = \lambda_{man} = \lambda_{tofas} = \lambda_{oyak} = \lambda_{mer} = \lambda_{isuzu} = \lambda_{karsan} = 0$$

$$s_1^- = 0; s_2^- = 2943774,2; s_3^- = s_1^+ = s_2^+ = 0; s_3^+ = 316528,4$$

Firma I/O	Etkinlik Değeri	Hedef Değer	Fark	%
Mercedes-Benz Türk A.Ş.	0,785747766			
ozkaynak	598917555	470598130,6	-128319424,4	-21,43%
toplam aktif	1107903799	867589160,3	-240314638,7	-21,69%
istihdam	4172	3278,139678	-893,860322	-21,43%
ciro	2680845661	2680845661	0	0,00%
net kar	254923302	254923302	0	0,00%
ihracat	712667	1029195,471	316528,4714	44,41%

Ek 1e. Honda firması için oluşturulan denklemler ve sonuçlar;

Girdi Denklemleri:

$$1.026.903.793 \lambda_{ford} + 618.236.148 \lambda_{oyak} + 638.421.831 \lambda_{tofas} + 598.917.555 \lambda_{mer} + 192.003.270 \lambda_{honda} + 1.229.646.613 \lambda_{bmc} + 225.104.377 \lambda_{man} + 108.706.411 \lambda_{otok} + 164.886.549 \lambda_{isuzu} + 45.982.684 \lambda_{karsan} + s_1^- - 192.003.270 \alpha = 0$$

$$2.114.444.748 \lambda_{ford} + 1.086.100.129 \lambda_{oyak} + 2.164.629.439 \lambda_{tofas} + 1.107.903.799 \lambda_{mer} + 279.981.953 \lambda_{honda} + 1.837.177.388 \lambda_{bmc} + 402.209.095 \lambda_{man} + 299.766.104 \lambda_{otok} + 275.298.288 \lambda_{isuzu} + 192.325.060 \lambda_{karsan} + s_2^- - 279.981.953 \alpha = 0$$

$$8.520 \lambda_{ford} + 5.643 \lambda_{oyak} + 6.051 \lambda_{tofas} + 4.172 \lambda_{mer} + 891 \lambda_{honda} + 3.150 \lambda_{bmc} + 2.536 \lambda_{man} + 1.053 \lambda_{otok} + 746 \lambda_{isuzu} + 820 \lambda_{karsan} + s_3^- - 891 \alpha = 0$$

Çıktı Denklemleri:

$$6.731.356.577 \lambda_{ford} + 4.058.608.790 \lambda_{oyak} + 3.553.476.879 \lambda_{tofas} + 2.680.845.661 \lambda_{mer} + 819.843.816 \lambda_{honda} + 792.664.577 \lambda_{bmc} + 534.083.499 \lambda_{man} + 388.818.749 \lambda_{otok} + 440.166.453 \lambda_{isuzu} + 248.881.278 \lambda_{karsan} - s_1^+ - 819.843.816 = 0$$

$$622.300.077 \lambda_{ford} + 199.042.621 \lambda_{oyak} + 106.915.575 \lambda_{tofas} + 254.923.302 \lambda_{mer} + 82.231.620 \lambda_{honda} + 25.816.503 \lambda_{bmc} + 31.642.275 \lambda_{man} + 79.403.776 \lambda_{otok} + 72.636.678 \lambda_{isuzu} + 13.345.244 \lambda_{karsan} - s_2^+ - 82.231.620 = 0$$

$$2.932.189 \lambda_{ford} + 2.349.299 \lambda_{oyak} + 1.562.103 \lambda_{tofas} + 712.667 \lambda_{mer} + 205.164 \lambda_{honda} + 98.733 \lambda_{bmc} + 305.645 \lambda_{man} + 101.365 \lambda_{otok} + 57.721 \lambda_{isuzu} + 12.018 \lambda_{karsan} - s_3^+ - 205.164 = 0$$

Analiz Sonuçları

$$E_{honda} = 1, \lambda_{honda} = 1, \lambda_{ford} = \lambda_{oyak} = \lambda_{tofas} = \lambda_{mer} = \lambda_{bmc} = \lambda_{man} = \lambda_{otok} = \lambda_{isuzu} = \lambda_{karsan} = 0$$

$$s_1^- = s_2^- = s_3^- = s_1^+ = s_2^+ = s_3^+ = 0$$

Firma I/O	Etkinlik Değeri	Hedef Değer	Fark	%
Honda Türkiye A.Ş.	1			
ozkaynak	192003270	192003270	0	0,00%
toplam aktif	279981953	279981953	0	0,00%
istihdam	891	891	0	0,00%
ciro	819843816	819843816	0	0,00%
net kar	82231620	82231620	0	0,00%
ihracat	205164	205164	0	0,00%

Ek 1f. BMC firması için oluşturulan denklemler ve sonuçlar;

Girdi Denklemleri:

$$1.026.903.793 \lambda_{ford} + 618.236.148 \lambda_{oyak} + 638.421.831 \lambda_{tofas} + 598.917.555 \lambda_{mer} + 192.003.270 \lambda_{honda} + 1.229.646.613 \lambda_{bmc} + 225.104.377 \lambda_{man} + 108.706.411 \lambda_{otok} + 164.886.549 \lambda_{isuzu} + 45.982.684 \lambda_{karsan} + s_1^- - 1.229.646.613 \alpha = 0$$

$$2.114.444.748 \lambda_{ford} + 1.086.100.129 \lambda_{oyak} + 2.164.629.439 \lambda_{tofas} + 1.107.903.799 \lambda_{mer} + 279.981.953 \lambda_{honda} + 1.837.177.388 \lambda_{bmc} + 402.209.095 \lambda_{man} + 299.766.104 \lambda_{otok} + 275.298.288 \lambda_{isuzu} + 192.325.060 \lambda_{karsan} + s_2^- - 1.837.177.388 \alpha = 0$$

$$8.520 \lambda_{ford} + 5.643 \lambda_{oyak} + 6.051 \lambda_{tofas} + 4.172 \lambda_{mer} + 891 \lambda_{honda} + 3.150 \lambda_{bmc} + 2.536 \lambda_{man} + 1.053 \lambda_{otok} + 746 \lambda_{isuzu} + 820 \lambda_{karsan} + s_3^- - 3.150 \alpha = 0$$

Çıktı Denklemleri:

$$6.731.356.577 \lambda_{ford} + 4.058.608.790 \lambda_{oyak} + 3.553.476.879 \lambda_{tofas} + 2.680.845.661 \lambda_{mer} + 819.843.816 \lambda_{honda} + 792.664.577 \lambda_{bmc} + 534.083.499 \lambda_{man} + 388.818.749 \lambda_{otok} + 440.166.453 \lambda_{isuzu} + 248.881.278 \lambda_{karsan} - s_1^+ - 792.664.577 = 0$$

$$622.300.077 \lambda_{ford} + 199.042.621 \lambda_{oyak} + 106.915.575 \lambda_{tofas} + 254.923.302 \lambda_{mer} + 82.231.620 \lambda_{honda} + 25.816.503 \lambda_{bmc} + 31.642.275 \lambda_{man} + 79.403.776 \lambda_{otok} + 72.636.678 \lambda_{isuzu} + 13.345.244 \lambda_{karsan} - s_2^+ - 25.816.503 = 0$$

$$2.932.189 \lambda_{ford} + 2.349.299 \lambda_{oyak} + 1.562.103 \lambda_{tofas} + 712.667 \lambda_{mer} + 205.164 \lambda_{honda} + 98.733 \lambda_{bmc} + 305.645 \lambda_{man} + 101.365 \lambda_{otok} + 57.721 \lambda_{isuzu} + 12.018 \lambda_{karsan} - s_3^+ - 98.733 = 0$$

Analiz Sonuçları

$$E_{bmc} = 0,27, \lambda_{honda} = 0,966 \text{ (Referans Firma: Honda)}$$

$$\lambda_{ford} = \lambda_{oyak} = \lambda_{tofas} = \lambda_{mer} = \lambda_{bmc} = \lambda_{man} = \lambda_{otok} = \lambda_{isuzu} = \lambda_{karsan} = 0$$

$$s_1^- = 150645651,9; s_2^- = 231731094; s_3^- = s_1^+ = 0; s_2^+ = 53688996,7; s_3^+ = 99629,4$$

Firma I/O	Etkinlik Değeri	Hedef Değer	Fark	%
BMC Sanayi ve Ticaret A.Ş.	0,27347994			
ozkaynak	1229646613	185638029,9	-1044008583	-84,90%
toplam aktif	1837177388	270700067,5	-1566477320	-85,27%
istihdam	3150	861,4618106	-2288,538189	-72,65%
ciro	792664577	792664577	0	0,00%
net kar	25816503	79505499,72	53688996,72	207,96%
ihracat	98733	198362,4589	99629,45892	100,91%

Ek 1g. MAN firması için oluşturulan denklemler ve sonuçlar;

Girdi Denklemleri:

$$1.026.903.793 \lambda_{ford} + 618.236.148 \lambda_{oyak} + 638.421.831 \lambda_{tofas} + 598.917.555 \lambda_{mer} + 192.003.270 \lambda_{honda} + 1.229.646.613 \lambda_{bmc} + 225.104.377 \lambda_{man} + 108.706.411 \lambda_{otok} + 164.886.549 \lambda_{isuzu} + 45.982.684 \lambda_{karsan} + s_1^- - 225.104.377 \alpha = 0$$

$$2.114.444.748 \lambda_{ford} + 1.086.100.129 \lambda_{oyak} + 2.164.629.439 \lambda_{tofas} + 1.107.903.799 \lambda_{mer} + 279.981.953 \lambda_{honda} + 1.837.177.388 \lambda_{bmc} + 402.209.095 \lambda_{man} + 299.766.104 \lambda_{otok} + 275.298.288 \lambda_{isuzu} + 192.325.060 \lambda_{karsan} + s_2^- - 402.209.095 \alpha = 0$$

$$8.520 \lambda_{ford} + 5.643 \lambda_{oyak} + 6.051 \lambda_{tofas} + 4.172 \lambda_{mer} + 891 \lambda_{honda} + 3.150 \lambda_{bmc} + 2.536 \lambda_{man} + 1.053 \lambda_{otok} + 746 \lambda_{isuzu} + 820 \lambda_{karsan} + s_3^- - 2.536 \alpha = 0$$

Cıktı Denklemleri:

$$6.731.356.577 \lambda_{ford} + 4.058.608.790 \lambda_{oyak} + 3.553.476.879 \lambda_{tofas} + 2.680.845.661 \lambda_{mer} + 819.843.816 \lambda_{honda} + 792.664.577 \lambda_{bmc} + 534.083.499 \lambda_{man} + 388.818.749 \lambda_{otok} + 440.166.453 \lambda_{isuzu} + 248.881.278 \lambda_{karsan} - s_1^+ - 534.083.499 = 0$$

$$622.300.077 \lambda_{ford} + 199.042.621 \lambda_{oyak} + 106.915.575 \lambda_{tofas} + 254.923.302 \lambda_{mer} + 82.231.620 \lambda_{honda} + 25.816.503 \lambda_{bmc} + 31.642.275 \lambda_{man} + 79.403.776 \lambda_{otok} + 72.636.678 \lambda_{isuzu} + 13.345.244 \lambda_{karsan} - s_2^+ - 31.642.275 = 0$$

$$2.932.189 \lambda_{ford} + 2.349.299 \lambda_{oyak} + 1.562.103 \lambda_{tofas} + 712.667 \lambda_{mer} + 205.164 \lambda_{honda} + 98.733 \lambda_{bmc} + 305.645 \lambda_{man} + 101.365 \lambda_{otok} + 57.721 \lambda_{isuzu} + 12.018 \lambda_{karsan} - s_3^+ - 305.645 = 0$$

Analiz Sonuçları

$$E_{man} = 0,38, \lambda_{ford} = 0,015, \lambda_{oyak} = 0,111 \text{ (Referans Firmalar: Ford ve Oyak)}$$

$$\lambda_{man} = \lambda_{tofas} = \lambda_{mer} = \lambda_{honda} = \lambda_{bmc} = \lambda_{otok} = \lambda_{isuzu} = \lambda_{karsan} = 0$$

$$s_1^- = 1254206; s_2^- = 0; s_3^- = 207,6; s_1^+ = 19547632,8; s_2^+ = s_3^+ = 0$$

Firma I/O	Etkinlik Değeri	Hedef Değer	Fark	%
MAN Türkiye A.Ş.	0,3803162			
ozkaynak	225104377	84356635,33	-140747741,7	-62,53%
toplam aktif	402209095	152966634,7	-249242460,3	-61,97%
istihdam	2536	756,8583848	-1779,141615	-70,16%
ciro	534083499	553631131,9	19547632,88	3,66%
net kar	31642275	31642275	0	0,00%
ihracat	305645	305645	0	0,00%

Ek 1h. OTOKAR firması için oluşturulan denklemler ve sonuçlar;

Girdi Denklemleri:

$$1.026.903.793 \lambda_{ford} + 618.236.148 \lambda_{oyak} + 638.421.831 \lambda_{tofas} + 598.917.555 \lambda_{mer} + 192.003.270 \lambda_{honda} + 1.229.646.613 \lambda_{bmc} + 225.104.377 \lambda_{man} + 108.706.411 \lambda_{otok} + 164.886.549 \lambda_{isuzu} + 45.982.684 \lambda_{karsan} + s_1^- - 108.706.411 \alpha = 0$$

$$2.114.444.748 \lambda_{ford} + 1.086.100.129 \lambda_{oyak} + 2.164.629.439 \lambda_{tofas} + 1.107.903.799 \lambda_{mer} + 279.981.953 \lambda_{honda} + 1.837.177.388 \lambda_{bmc} + 402.209.095 \lambda_{man} + 299.766.104 \lambda_{otok} + 275.298.288 \lambda_{isuzu} + 192.325.060 \lambda_{karsan} + s_2^- - 299.766.104 \alpha = 0$$

$$8.520 \lambda_{ford} + 5.643 \lambda_{oyak} + 6.051 \lambda_{tofas} + 4.172 \lambda_{mer} + 891 \lambda_{honda} + 3.150 \lambda_{bmc} + 2.536 \lambda_{man} + 1.053 \lambda_{otok} + 746 \lambda_{isuzu} + 820 \lambda_{karsan} + s_3^- - 1.053 \alpha = 0$$

Çıktı Denklemleri:

$$6.731.356.577 \lambda_{ford} + 4.058.608.790 \lambda_{oyak} + 3.553.476.879 \lambda_{tofas} + 2.680.845.661 \lambda_{mer} + 819.843.816 \lambda_{honda} + 792.664.577 \lambda_{bmc} + 534.083.499 \lambda_{man} + 388.818.749 \lambda_{otok} + 440.166.453 \lambda_{isuzu} + 248.881.278 \lambda_{karsan} - s_1^+ - 388.818.749 = 0$$

$$622.300.077 \lambda_{ford} + 199.042.621 \lambda_{oyak} + 106.915.575 \lambda_{tofas} + 254.923.302 \lambda_{mer} + 82.231.620 \lambda_{honda} + 25.816.503 \lambda_{bmc} + 31.642.275 \lambda_{man} + 79.403.776 \lambda_{otok} + 72.636.678 \lambda_{isuzu} + 13.345.244 \lambda_{karsan} - s_2^+ - 79.403.776 = 0$$

$$2.932.189 \lambda_{ford} + 2.349.299 \lambda_{oyak} + 1.562.103 \lambda_{tofas} + 712.667 \lambda_{mer} + 205.164 \lambda_{honda} + 98.733 \lambda_{bmc} + 305.645 \lambda_{man} + 101.365 \lambda_{otok} + 57.721 \lambda_{isuzu} + 12.018 \lambda_{karsan} - s_3^+ - 101.365 = 0$$

Analiz Sonuçları

$$E_{otok} = 1, \lambda_{otok} = 1, \lambda_{ford} = \lambda_{oyak} = \lambda_{tofas} = \lambda_{mer} = \lambda_{honda} = \lambda_{bmc} = \lambda_{man} = \lambda_{isuzu} = \lambda_{karsan} = 0$$

$$s_1^- = s_2^- = s_3^- = s_1^+ = s_2^+ = s_3^+ = 0$$

Firma I/O	Etkinlik Değeri	Hedef Değer	Fark	%
OTOKAR Otobüs Sanayi A.Ş.	1			
ozkaynak	108706411	108706411	0	0,00%
toplam aktif	299766104	299766104	0	0,00%
istihdam	1053	1053	0	0,00%
ciro	388818749	388818749	0	0,00%
net kar	79403776	79403776	0	0,00%
ihracat	101365	101365	0	0,00%

Ek 1ı. ISUZU firması için oluşturulan denklemler ve sonuçlar;

Girdi Denklemleri:

$$1.026.903.793 \lambda_{ford} + 618.236.148 \lambda_{oyak} + 638.421.831 \lambda_{tofas} + 598.917.555 \lambda_{mer} \\ + 192.003.270 \lambda_{honda} + 1.229.646.613 \lambda_{bmc} + 225.104.377 \lambda_{man} + 108.706.411 \lambda_{otok} \\ + 164.886.549 \lambda_{isuzu} + 45.982.684 \lambda_{karsan} + s_1^- - 164.886.549 \alpha = 0$$

$$2.114.444.748 \lambda_{ford} + 1.086.100.129 \lambda_{oyak} + 2.164.629.439 \lambda_{tofas} + 1.107.903.799 \lambda_{mer} \\ + 279.981.953 \lambda_{honda} + 1.837.177.388 \lambda_{bmc} + 402.209.095 \lambda_{man} + 299.766.104 \lambda_{otok} \\ + 275.298.288 \lambda_{isuzu} + 192.325.060 \lambda_{karsan} + s_2^- - 275.298.288 \alpha = 0$$

$$8.520 \lambda_{ford} + 5.643 \lambda_{oyak} + 6.051 \lambda_{tofas} + 4.172 \lambda_{mer} + 891 \lambda_{honda} + 3.150 \lambda_{bmc} + 2.536 \lambda_{man} \\ + 1.053 \lambda_{otok} + 746 \lambda_{isuzu} + 820 \lambda_{karsan} + s_3^- - 746 \alpha = 0$$

Cıktı Denklemleri:

$$6.731.356.577 \lambda_{ford} + 4.058.608.790 \lambda_{oyak} + 3.553.476.879 \lambda_{tofas} + 2.680.845.661 \lambda_{mer} \\ + 819.843.816 \lambda_{honda} + 792.664.577 \lambda_{bmc} + 534.083.499 \lambda_{man} + 388.818.749 \lambda_{otok} \\ + 440.166.453 \lambda_{isuzu} + 248.881.278 \lambda_{karsan} - s_1^+ - 440.166.453 = 0$$

$$622.300.077 \lambda_{ford} + 199.042.621 \lambda_{oyak} + 106.915.575 \lambda_{tofas} + 254.923.302 \lambda_{mer} \\ + 82.231.620 \lambda_{honda} + 25.816.503 \lambda_{bmc} + 31.642.275 \lambda_{man} + 79.403.776 \lambda_{otok} + 72.636.678 \\ \lambda_{isuzu} + 13.345.244 \lambda_{karsan} - s_2^+ - 72.636.678 = 0$$

$$2.932.189 \lambda_{ford} + 2.349.299 \lambda_{oyak} + 1.562.103 \lambda_{tofas} + 712.667 \lambda_{mer} + 205.164 \lambda_{honda} \\ + 98.733 \lambda_{bmc} + 305.645 \lambda_{man} + 101.365 \lambda_{otok} + 57.721 \lambda_{isuzu} + 12.018 \lambda_{karsan} - s_3^+ - 57.721 \\ = 0$$

Analiz Sonuçları

$$E_{isuzu} = 1, \lambda_{isuzu} = 1, \lambda_{ford} = \lambda_{oyak} = \lambda_{tofas} = \lambda_{mer} = \lambda_{honda} = \lambda_{bmc} = \lambda_{man} = \lambda_{otok} = \lambda_{karsan} = 0$$

$$s_1^- = s_2^- = s_3^- = s_1^+ = s_2^+ = s_3^+ = 0$$

Firma I/O	Etkinlik Değeri	Hedef Değer	Fark	%
Anadolu Isuzu Otomotiv Sanayi ve Tic. A.Ş.	1			
ozkaynak	164886549	164886549	0	0,00%
toplam aktif	275298288	275298288	0	0,00%
istihdam	746	746	0	0,00%
ciro	440166453	440166453	0	0,00%
net kar	72636678	72636678	0	0,00%
ihracat	57721	57721	0	0,00%

Ek 1i. KARSAN firması için oluşturulan denklemler ve sonuçlar;

Girdi Denklemleri:

$$1.026.903.793 \lambda_{ford} + 618.236.148 \lambda_{oyak} + 638.421.831 \lambda_{tofas} + 598.917.555 \lambda_{mer} + 192.003.270 \lambda_{honda} + 1.229.646.613 \lambda_{bmc} + 225.104.377 \lambda_{man} + 108.706.411 \lambda_{otok} + 164.886.549 \lambda_{isuzu} + 45.982.684 \lambda_{karsan} + s_1^- - 45.982.684 \alpha = 0$$

$$2.114.444.748 \lambda_{ford} + 1.086.100.129 \lambda_{oyak} + 2.164.629.439 \lambda_{tofas} + 1.107.903.799 \lambda_{mer} + 279.981.953 \lambda_{honda} + 1.837.177.388 \lambda_{bmc} + 402.209.095 \lambda_{man} + 299.766.104 \lambda_{otok} + 275.298.288 \lambda_{isuzu} + 192.325.060 \lambda_{karsan} + s_2^- - 192.325.060 \alpha = 0$$

$$8.520 \lambda_{ford} + 5.643 \lambda_{oyak} + 6.051 \lambda_{tofas} + 4.172 \lambda_{mer} + 891 \lambda_{honda} + 3.150 \lambda_{bmc} + 2.536 \lambda_{man} + 1.053 \lambda_{otok} + 746 \lambda_{isuzu} + 820 \lambda_{karsan} + s_3^- - 820 \alpha = 0$$

Çıktı Denklemleri:

$$6.731.356.577 \lambda_{ford} + 4.058.608.790 \lambda_{oyak} + 3.553.476.879 \lambda_{tofas} + 2.680.845.661 \lambda_{mer} + 819.843.816 \lambda_{honda} + 792.664.577 \lambda_{bmc} + 534.083.499 \lambda_{man} + 388.818.749 \lambda_{otok} + 440.166.453 \lambda_{isuzu} + 248.881.278 \lambda_{karsan} - s_1^+ - 248.881.278 = 0$$

$$622.300.077 \lambda_{ford} + 199.042.621 \lambda_{oyak} + 106.915.575 \lambda_{tofas} + 254.923.302 \lambda_{mer} + 82.231.620 \lambda_{honda} + 25.816.503 \lambda_{bmc} + 31.642.275 \lambda_{man} + 79.403.776 \lambda_{otok} + 72.636.678 \lambda_{isuzu} + 13.345.244 \lambda_{karsan} - s_2^+ - 13.345.244 = 0$$

$$2.932.189 \lambda_{ford} + 2.349.299 \lambda_{oyak} + 1.562.103 \lambda_{tofas} + 712.667 \lambda_{mer} + 205.164 \lambda_{honda} + 98.733 \lambda_{bmc} + 305.645 \lambda_{man} + 101.365 \lambda_{otok} + 57.721 \lambda_{isuzu} + 12.018 \lambda_{karsan} - s_3^+ - 12.018 = 0$$

Analiz Sonuçları

$E_{karsan} = 0,82$, $\lambda_{ford} = 0,003$, $\lambda_{oyak} = 0,054$ (Referans Firmalar: Ford ve Oyak)

$$\lambda_{karsan} = \lambda_{tofas} = \lambda_{mer} = \lambda_{honda} = \lambda_{bmc} = \lambda_{man} = \lambda_{otok} = \lambda_{isuzu} = 0$$

$$s_1^- = 0; s_2^- = 90768544,8; s_3^- = 333,4; s_1^+ = s_2^+ = 0; s_3^+ = 128284,5$$

Firma I/O	Etkinlik Değeri	Hedef Değer	Fark	%
Karsan Otomotiv Sanayii ve Ticaret A.Ş.	0,824600745			
ozkaynak	45982684	37917355,51	-8065328,494	-17,54%
toplam aktif	192325060	67822843	-124502217	-64,74%
istihdam	820	342,766182	-477,233818	-58,20%
ciro	248881278	248881278	0	0,00%
net kar	13345244	13345244	0	0,00%
ihracat	12018	140302,5819	128284,5819	999,90%

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Uyruğu : T.C
Doğum Tarihi : 28.05.1984
Doğum Yeri : Sinop / Gerze
Medeni Hali : Bekâr
Eposta : cagataybicen@yahoo.com

Eğitim Bilgileri

	Eğitim Birimi	Yıl
Yüksek Lisans	Yıldız Teknik Üniversitesi / İşletme Yönetimi	2007-....
Lisans	Yıldız Teknik Üniversitesi / Elektrik Müh.	2002-2007
Lise	İzmit Gazi Lisesi (YDA)	1997-2001

İş Deneyimi

Firma	Pozisyon	Yıl
ES MÜHENDİSLİK	Elektrik-Otomasyon Mühendisi	03/2007-12/2007
SBC OTOMOSYON	Bina Otomasyonu Proje Sorumlusu	03/2008-01/2009

Yabancı Dil

Seviye
İngilizce
Advanced