



Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü
İşletme Anabilim Dalı

**YENİLİKÇİ FİRMALARIN ARAŞTIRMA VE GELİŞTİRME
(AR-GE) ETKİNLİKLERİNİN ÖLÇÜLMESİ VE
ETKİNLİK TAHMİN MODELİ KURULMASI**

Atilla Hakan ÖZDEMİR

Doktora Tezi

Ankara, 2011

YENİLİKÇİ FİRMALARIN ARAŞTIRMA VE GELİŞTİRME (AR-GE) ETKİNLİKLERİNİN
ÖLÇÜLMESİ VE ETKİNLİK TAHMİN MODELİ KURULMASI

Atilla Hakan ÖZDEMİR

Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü
İşletme Ana Bilim Dalı

Doktora Tezi

Ankara, 2011

KABUL VE ONAY

Atilla Hakan ÖZDEMİR tarafından hazırlanan “Yenilikçi Firmaların Araştırma ve Geliştirme (Ar-Ge) Etkinliklerinin Ölçülmesi ve Etkinlik Tahmin Modeli Kurulması” başlıklı bu çalışma, 29.12.2011 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda başarılı bulunarak jürimiz tarafından Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.



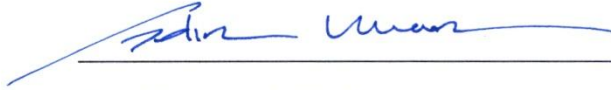
Prof. Dr. Mehmet Baha KARAN (Başkan)



Prof. Dr. Mustafa Ömer İPÇİ (Danışman)



Prof. Dr. Metin Kamil ERCAN



Prof. Dr. Aydın ULUCAN



Doç. Dr. Semra KARACAER

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

Prof. Dr. İrfan ÇAKIN
Enstitü Müdürü

BİLDİRİM

Hazırladığım tezin/raporun tamamen kendi çalışmam olduğunu ve her alıntıya kaynak gösterdiğimi taahhüt eder, tezimin/raporumun kağıt ve elektronik kopyalarının Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü arşivlerinde aşağıda belirttiğim koşullarda saklanmasına izin verdiğimi onaylarım:

- ☐ Tezimin/Raporumun tamamı her yerden erişime açılabilir.
- ☐ Tezim/Raporum sadece Hacettepe Üniversitesi yerleşkelerinden erişime açılabilir.
- ☒ Tezimin/Raporumun **3 yıl** süreyle erişime açılmasını istemiyorum. Bu sürenin sonunda uzatma için başvuruda bulunmadığım takdirde, tezimin/raporumun tamamı her yerden erişime açılabilir.

29.12.2011



Atilla Hakan ÖZDEMİR

TEŞEKKÜR

Tez yazım aşamasındaki değerli görüşleri ve yönlendirmeleri için Prof. Dr. Mehmet Baha KARAN, Prof. Dr. Mustafa Ömer İPÇİ ve Prof. Dr. Aydın ULUCAN'a,
Jürimde yer aldıkları ve tezime son halini vermemde yardımcı oldukları için Prof. Dr. Metin Kamil ERCAN ve Doç. Dr. Semra KARACAER'e,
Kısa bir dönem de olsa beraber çalışma fırsatını bulduğum Doç. Dr. Özgür ARSLAN'a,
Verdiği manevi destekler için Prof. Dr. Azize ERGENELİ'ye, bu yolda beraber yürüdüğümüz dostum Serdar Taner DEMİR'e ve tüm Hacettepe İşletme Bölümü ailesine,
Doktora süresince sağladıkları maddi ve manevi destekler için Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı'na, yöneticilerine ve çalışma arkadaşlarıma,
Süreç içerisinde ihmal ettiğim ancak yine de desteklerini aldığım ailemin tüm üyelerine ve yakın arkadaşlarıma,
En önemlisi, tüm doktora çalışmam boyunca benden desteğini hiç esirgemeyen, tüm sıkıntılarıma ortak olan ve her koşulda yanımda bulunan biricik eşim Burcu ile kızım Yağmur'a,
Teşekkürlerimi sunmayı bir borç bilirim.

Atilla Hakan ÖZDEMİR

Aralık, 2011

ÖZET

ÖZDEMİR, Atilla Hakan. *Yenilikçi Firmaların Araştırma ve Geliştirme (Ar-Ge) Etkinliklerinin Ölçülmesi ve Etkinlik Tahmin Modeli Kurulması*, Doktora Tezi, Ankara, 2011.

Ar-Ge faaliyetleri yürüten ve desteklerden yararlanarak bu faaliyetlerini finanse eden yenilikçi firmaların, kullandıkları kaynakları diğer firmalara kıyasla ne kadar etkin kullandıkları merak edilen bir konudur. Bu çalışma kapsamında Ar-Ge desteği almış yenilikçi firmaların 2004-2008 yılları arasında Ar-Ge etkinlikleri analiz edilmiş, etkinliğin yıllar içinde değişimi incelenmiş, Ar-Ge giderlerinin etkisinin 2 yıl sonraki çıktılar üzerindeki etkisine bakılmış ve Ar-Ge etkinliğini tahmin etmek üzere modeller geliştirilmiştir.

Firmaların göreceli Ar-Ge etkinliklerini ölçmek üzere parametrik olmayan bir yöntem olan doğrusal programlamaya dayalı veri zarflama analizi (VZA) kullanılmıştır. Birden fazla girdi ve çıktının bulunduğu durumlara uygun olması, daha az kısıt içermesi, esnekliği ve kullanım kolaylığından ötürü bu yöntem tercih edilmiştir. Zaman aralığı içerisinde etkinlikte değişimi görmek ve bu değişimin sebeplerini ortaya koymak üzere Malmquist Toplam Faktör Üretkenliği (TFP) Endeksi'nden yararlanılmış, endeksinin hesaplanması için de yine VZA analizine başvurulmuştur. Etkinlik tahmin modellerini oluştururken ise ikili verilerin regresyon analizinin yapılmasında sıkça kullanılan ve iki gruptan birine ait olma durumunu tahmin etmeye yarayan lojistik regresyon yönteminden faydalanılmıştır.

Sonuç olarak her yıl bazında etkin ve etkin olan firmalar ortaya koyulmuş, etkin olmayan firmaların etkin olmaları için yapmaları gereken iyileştirmeler hesaplanmıştır. Ar-Ge harcamaların etkisinin 2 yıl sonra etkinlik skorlarına etki edebileceği, ancak yine de etkin firmaların çoğunun her iki durumda da etkinliklerini korudukları görülmüştür. Yıllar itibarıyla teknik endeksin arttığı ancak teknolojik endeksin gerilemesi ile Malmquist TFP endeksinin küçüldüğü ortaya konulmuştur. Ar-Ge etkinliğini tahmin etmek üzere oluşturulan modellerde ise subjektif olarak etkin firmaların belirlendiği modelin daha tutarlı sonuçlar verdiği belirlenmiş, özellikle kısa ve uzun vadeli borçların tahmin üzerinde etkili olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar Sözcükler

Ar-Ge etkinliği, Ar-Ge ve inovasyon (yenileşim), rasyo analizi, veri zarflama analizi, Malmquist TFP endeksi, lojistik regresyon analizi, etkinlik tahmin modeli, yenilikçi firmalar

ABSTRACT

ÖZDEMİR, Atilla Hakan. *Measuring the R&D Efficiency of Innovative Firms and Developing an Efficiency Prediction Model*, Ph.D. Dissertation, Ankara, 2011.

The comparative efficiency of the innovative firms that carry on R&D activities and benefit from R&D supports to finance these activities is an ongoing subject of interest. In this study, the R&D efficiencies of the innovative firms using R&D supports between the years 2004 and 2008 are analyzed, the yearly change in the efficiency is calculated, the effect of R&D expenditure on the outputs after a 2-year-lag was tested and models to predict R&D efficiency are developed.

In order to measure comparative R&D effectiveness of the firms, data envelopment analysis (DEA), which is a non-parametric technique based on linear programming, is used. This technique is selected for its flexibility, ease of use and suitability to analyze multiple outputs and inputs as well as the fewer number of constraints it enforces. In an attempt to observe time dependent change in efficiency and put forward the reasons of such a change, Malmquist Total Productivity Index is utilized and the calculation of the index is done using DEA. While developing the model to predict efficiency, logistic regression, a method frequently used in doing regression analysis of dichotomous data to help predict whether the subject of concern belongs to either of the two groups, is employed.

Efficient and inefficient firms are determined on yearly basis and possibilities of improvement for inefficient firms are calculated. It is observed that there is a 2-year time lag between R&D spending and harvesting of the outputs and that the compositions of efficient firms remain nearly unchanged compared to the original model. While technical index improves during this period, owing to the recession of technological index, Malmquist TFP index worsens. The results of the prediction models depict that using subjective efficiency evaluations in the model provides better results than using DEA efficiencies, as well as that short and long term liabilities have effects on the prediction model.

Key Words

R&D efficiency, R&D and innovation, ratio analysis, data envelopment analysis, Malmquist TFP index, logistic regression analysis, efficiency prediction model, innovative companies

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY.....	i
BİLDİRİM.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	v
İÇİNDEKİLER.....	vi
TABLolar DİZİNİ	x
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xii
<i>GİRİŞ</i>	1
I. BÖLÜM: AR-GE VE YENİLEŞİM	5
I.1. AR-GE VE YENİLEŞİM TANIMLARI	5
I.2. LİTERATÜRDE AR-GE VE YENİLEŞİM	7
I.2.1. Ar-Ge ve Ekonomik Büyüme	11
I.2.2. Ar-Ge ve İhracat	15
I.3. KÜRESEL ÖLÇEKTE AR-GE	16
I.4. TÜRKİYE EKONOMİSİ ve AR-GE DESTEKLERİ	22
I.4.1. Türkiye’de Bilim ve Teknoloji Politikaları	22
I.4.2. Türkiye’de Mevcut Ar-Ge Teşvikleri ve Yasal Mevzuat	24
I.4.3. Türkiye Ekonomisi ve Ar-Ge’nin Durumu.....	26
I.5. ANALİZ İLE İLGİLİ ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	38
I.5.1. Ar-Ge Etkinliğinin Ölçülmesi ve Veri Zarflama Analizi	38
I.5.2. Malmquist TFP Endeksi ve Lojistik Regresyon Kullanımı.....	42
II. BÖLÜM: YÖNTEM VE TEKNİKLER İLE İLGİLİ TEMEL KAVRAMLAR ...	44
II.1. ETKİNLİK KAVRAMI VE ETKİNLİK ANALİZİ	44
II.1.1. Etkinlik Ölçmek İçin Kullanılan Bazı Yöntemler	48
II.1.1.1. Rasyo Analizi	48

II.1.1.2. Parametrik Yöntemler	49
II.1.1.2.1. Stokastik Sınır Yaklaşımı (SFA).....	49
II.1.1.2.2. Dağılımdan Bağımsız Yaklaşım (DFA).....	50
II.1.1.2.3. Kalın Sınır Yaklaşımı (TFA).....	51
II.1.1.3. Parametrik Olmayan Yöntemler	51
II.2. VERİ ZARFLAMA ANALİZİ	52
II.2.1. Tekniğin tarihçesi	53
II.2.2. Çeşitli VZA Modelleri.....	54
II.2.2.1. CCR Modeli (CRS Modeli)	55
II.2.2.2. BCC Modeli (VRS Modeli)	60
II.2.2.3. Bazı Alternatif VZA Modelleri	62
II.2.2.3.1. Toplamsal VZA Modeli	63
II.2.2.3.2. Aylak Değişkenlere Dayalı Model	63
II.2.2.3.3. Çarpımsal Model	63
II.2.2.3.4. Serbest Atılabilir Zarf.....	64
II.2.2.3.5. Süper Etkinlik.....	64
II.2.2.3.6. Tahsis Etkinlik Modelleri	65
II.2.3. VZA'nın Avantaj ve Dezavantajları.....	65
II.3. MALMQUIST TFP ENDEKSİ	67
II.4. LOJİSTİK REGRESYON TEKNİĞİ	72
III. BÖLÜM: KAPSAM VE BULGULAR	76
III.1. ARAŞTIRMA KONULARI	76
III.2. VERİ SETİ	77
III.2.1. Örneklem Kümesi	77
III.2.2. Veri Toplama Süreci ve Karar Birimlerinin Seçilmesi.....	77
III.2.3. Veri Seti ile ilgili İstatistikler	78
III.3. RASYO ANALİZİ SONUÇLARI	81
III.4. VZA ANALİZİ VE SONUÇLARI	83
III.4.1. VZA Analizi Hazırlıkları	83
III.4.1.1. Girdi ve Çıktıların Belirlenmesi	83

III.4.1.2. Karar Birimi Sayısı	88
III.4.1.3. Kullanılan Modellerin Seçilmesi	89
III.4.1.4. Verilerin Analiz İçin Düzenlenmesi	89
III.4.2. VZA Sonuçları	90
III.4.2.1. Ar-Ge Giderlerinin Aynı Yılın Çıktıları Üzerinde Etkisi Olduğu Varsayımı Altında Analiz Sonuçları.....	90
III.4.2.1.1. 2004 Yılı Sonuçları	91
III.4.2.1.2. 2005 Yılı Sonuçları	98
III.4.2.1.3. 2006 Yılı Sonuçları	103
III.4.2.1.4. 2007 Yılı Sonuçları	107
III.4.2.1.5. 2008 Yılı Sonuçları	111
III.4.2.2. Ar-Ge Giderlerinin 2 Yıl Sonraki Çıktılar Üzerinde Etkisi Olduğu Varsayımı Altında Analiz Sonuçları.....	115
III.4.2.2.1. 2006 Yılı Sonuçları	117
III.4.2.2.2. 2007 Yılı Sonuçları	121
III.4.2.2.3. 2008 Yılı Sonuçları	124
III.5. MALMQUIST ANALİZİ VE SONUÇLARI.....	129
III.6. VZA SONUÇLARI İLE TAHMİN MODELİ KURULMASI	139
III.6.1. 2004 Yılı Sonuçları	142
III.6.2. 2005 Yılı Sonuçları	149
III.6.3. 2008 Yılı Sonuçları	150
III.6.4. Sonuçların Özeti.....	151
III.7. SUBJEKTİF ETKİNLİKLER İLE TAHMİN MODELİ KURULMASI	152
III.7.1. 2004 Yılı Sonuçları	152
III.7.2. 2005 Yılı Sonuçları	153
III.7.3. 2008 Yılı Sonuçları	154
III.7.4. Sonuçların Özeti.....	154
IV. BÖLÜM: SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	156
IV.1. ARAŞTIRMA SONUÇLARI.....	156
IV.2. ARAŞTIRMANIN KISITLARI	160

IV.2.1. Ar-Ge Etkinliğinin Ölçülmesinin Zorluğu.....	160
IV.2.2. Veri Setinin Güvenilirliği	161
IV.2.3. Sonuçların Temsil Gücü	162
IV.2.4. Zaman Aralığının Darlığı.....	162
IV.2.5. Sınıflar Arasında Dağılımın Dengesizliği.....	162
IV.2.6. VZA'nın Homojenlik Kısıtının Sağlanamaması.....	163
IV.2.7. Malmquist TFP Endeksine Dâhil Olan Faktörlerin Kapsamı	163
IV.2.8. Subjektif Etkinliklerin Kullanılması	163
IV.3. İLERİ ARAŞTIRMALAR ve ÖNERİLER.....	163
KAYNAKÇA	166

TABLOLAR DİZİNİ

Tablo I. 1 Türkiye'nin Temel Ekonomik Göstergeleri, 2003 - 2010	27
Tablo I. 2 Ar-Ge ve Yenilik Kapasitesinin Güçlü Olduğu Alanlara İlişkin Temel Göstergeler (2008)	36
Tablo III. 1 Veri seti ile ilgili özet istatistiksel bilgiler	78
Tablo III. 2 Firmaların personel sayıları ve yaşları ile ilgili istatistikler	79
Tablo III. 3 Firmaların sektör bazında dağılımı	80
Tablo III. 4 Firmaların coğrafi bölgelere göre dağılımı	80
Tablo III. 5 Firma yapısına göre firmaların dağılımı	80
Tablo III. 6 Araştırma kapsamında kullanılan rasyolar ve istatistikleri	82
Tablo III. 7 Literatürde Ar-Ge etkinliğini VZA ile ölçen çalışmalar	84
Tablo III. 8 Kullanılabilecek girdi ve çıktılar	85
Tablo III. 9 Verilerin korelasyonları	86
Tablo III. 10 Analizde kullanılan verilerin korelasyonları	87
Tablo III. 11 Yıllara göre ortalama etkinlik skorları	91
Tablo III. 12 2004 yılı VRS sonuçları özet tablosu	92
Tablo III. 13 VRS etkin karar birimlerinin diğer etkinlik skorları (2004)	93
Tablo III. 14 Etkin karar birimlerinin referans gösterilme sayıları (2004)	95
Tablo III. 15 50 numaralı karar birimi için en uygun hedef düzeyleri	97
Tablo III. 16 2005 yılı VRS sonuçları özet tablosu	99
Tablo III. 17 VRS etkin karar birimlerinin diğer etkinlik skorları (2005)	100
Tablo III. 18 Etkin karar birimlerinin referans gösterilme sayıları (2005)	102
Tablo III. 19 2006 yılı VRS sonuçları özet tablosu	103
Tablo III. 20 VRS etkin karar birimlerinin diğer etkinlik skorları (2006)	104
Tablo III. 21 Etkin karar birimlerinin referans gösterilme sayıları (2006)	106
Tablo III. 22 2007 yılı VRS sonuçları özet tablosu	107
Tablo III. 23 VRS etkin karar birimlerinin diğer etkinlik skorları (2007)	108
Tablo III. 24 Etkin karar birimlerinin referans gösterilme sayıları (2007)	110
Tablo III. 25 2008 yılı VRS sonuçları özet tablosu	111
Tablo III. 26 VRS etkin karar birimlerinin diğer etkinlik skorları (2008)	112
Tablo III. 27 Etkin karar birimlerinin referans gösterilme sayıları (2008)	114

Tablo III. 28 Yıllara göre etkinlik skorları.....	116
Tablo III. 29 2006 yılı VRS sonuçları özet tablosu	117
Tablo III. 30 VRS etkin karar birimlerinin diğer etkinlik skorları (2006).....	119
Tablo III. 31 Etkin karar birimlerinin referans gösterilme sayıları (2006)	120
Tablo III. 32 2007 yılı VRS sonuçları özet tablosu	121
Tablo III. 33 VRS etkin karar birimlerinin diğer etkinlik skorları (2007).....	122
Tablo III. 34 Etkin karar birimlerinin referans gösterilme sayıları (2007)	123
Tablo III. 35 2008 yılı VRS sonuçları özet tablosu	125
Tablo III. 36 VRS etkin karar birimlerinin diğer etkinlik skorları (2008).....	126
Tablo III. 37 Etkin karar birimlerinin referans gösterilme sayıları (2008)	128
Tablo III. 38 Kullanılan rasyoların korelasyonları.....	140
Tablo III. 39 Modele seçilen gözlemler	142
Tablo III. 40 Başlangıç adımı için sınıflandırma tablosu.....	143
Tablo III. 41 Başlangıç Adımında Denkleme Dâhil Olan Değişkenler	143
Tablo III. 42 Denkleme dâhil olmayan değişkenler (a)	144
Tablo III. 43 Modelin katsayılarının Omnibus testleri.....	145
Tablo III. 44 Model Özeti	146
Tablo III. 45 Hosmer ve Lemeshow Testi	146
Tablo III. 46 Sınıflandırma Tablosu (a)	147
Tablo III. 47 Denkleme Dâhil Olan Değişkenler	147
Tablo III. 48 Değişken Çıkartıldığı Zaman Modele Etkisi	148
Tablo III. 49 Denkleme Dâhil Olmayan Değişkenler	149
Tablo III. 50 Denkleme Dâhil Olan Değişkenler	150
Tablo III. 51 Denkleme Dâhil Olan Değişkenler	151
Tablo III. 52 Tüm sonuçların özeti	151
Tablo III. 53 Denkleme Dâhil Olan Değişkenler	153
Tablo III. 54 Denkleme Dâhil Olan Değişkenler	153
Tablo III. 55 Denkleme Dâhil Olan Değişkenler	154
Tablo III. 56 Tüm sonuçların özeti	155

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil I. 1 Toplam Ar-Ge'nin Küresel Dağılımının Evrimi	18
Şekil I. 2 Şekil Toplam Patent Başvurularının Trendi	19
Şekil I. 3 Yıllar bazında Brüt Ar-Ge Harcamalarının GSYİH'ya oranı.....	20
Şekil I. 4 Sektör grupları bazında Ar-Ge yatırımları	21
Şekil I. 5 Cari Açığın Döviz Kazandırıcı İşlemlere Oranı (ihracat ve hizmet geliri) – Yıllık Kümülatif.....	28
Şekil I. 6 AB Üye Ülkelerinin Yenilik Performansları	29
Şekil I. 7 Orta Gelir Düzeyindeki Ekonomilerde 2008 Yılı Patent Başvuruları.....	30
Şekil I. 8 Patent Aktivitesi Yoğunluğu, 2008	30
Şekil I. 9 USPTO'daki patent başına yapılan Ar-Ge harcaması	31
Şekil I. 10 Türkiye'nin bilim ve yenileşim profilinin OECD ülkeleri ile karşılaştırılması	32
Şekil I. 11 Ar-Ge harcamalarının yıllar itibariyle GSYİH'ya oranı	32
Şekil I. 12 2009 yılı verilerine göre ülkeler bazında Ar-Ge.....	33
Şekil I. 13 Yıllar itibariyle tam zamana eşdeğer Ar-Ge personeli ve araştırmacı sayıları	34
Şekil I. 14 Yıllar itibariyle Ar-Ge harcamalarının sektörel dağılımı	35
Şekil I. 15 Yıllar itibariyle TPE'ye yapılan yerli patent ve faydalı model başvuru sayıları.....	35
Şekil I. 16 Ar-Ge 100 listesindeki şirketlerin Ar-Ge istatistikleri	37
Şekil II. 1 Girdi odaklı CCR modeli Şekil II. 2 Çıktı odaklı CCR modeli.....	59
Şekil III. 1 Kullanılan girdi ve çıktıları gösteren model	88
Şekil III. 2 Yıllara göre ortalama etkinlik skorlarının grafiksel gösterimi.....	91
Şekil III. 3 2004 yılı VRS skor dağılımı	92
Şekil III. 4 2005 Yılı VRS Skor Dağılımı.....	99
Şekil III. 5 2006 Yılı VRS Skor Dağılımı.....	103
Şekil III. 6 2007 Yılı VRS Skor Dağılımı.....	108
Şekil III. 7 2008 Yılı VRS Skor Dağılımı.....	111
Şekil III. 8 Yıllara göre ortalama skorlar	117

Şekil III. 9 2006 Yılı VRS skor dağılımı	118
Şekil III. 10 2007 Yılı VRS skor dağılımı	122
Şekil III. 11 2008 Yılı VRS Skor Dağılımı.....	125
Şekil III. 12 Endekslerin yıllık bazda ortalamaları	130
Şekil III. 13 Endekslerin sektörlere göre değerleri	131
Şekil III. 14 Sektörlerin yıllara göre TFP endeksleri	132
Şekil III. 15 Sektörlerin yıllara göre teknik etkinlik endeksleri.....	134
Şekil III. 16 Sektörlerin yıllara göre teknolojik değişim endeksleri	135
Şekil III. 17 İşletme büyüklüğüne göre ortalama endeksler	136
Şekil III. 18 TGB’de bulunma durumuna göre ortalama endeksler.....	136
Şekil III. 19 Bölgelere göre ortalama endeksler.....	137
Şekil III. 20 Şirket yapısına göre ortalama endeksler	138

GİRİŞ

Dünya çapında araştırma ve geliştirme (Ar-Ge) ve yenileşim (inovasyon) faaliyetlerine verilen önem hem ülkeler bazında hem de firmalar ölçeğinde gün geçtikçe artmaktadır. Sürekli değişen rekabet şartları küresel piyasalardaki krizlerle bir araya geldiğinde, ekonomik durumun hem makro hem de mikro boyutta daha da kötüye gitmesine yol açmaktadır. Ülkeler ve firmalar, fark yaratmak ve rakiplerinin önüne geçerek hayatta kalabilmek amacıyla Ar-Ge ve yenileşim çalışmalarına sarılmaktadırlar. Ancak her koşulda kaynaklarda gözlemlenen kısıtlar, Ar-Ge için ayrılan kaynakların da sınırlandırılmasına sebep olmaktadır. Böyle bir ortam, sürdürülebilir bir büyüme yakalayabilmek için Ar-Ge faaliyetlerinde kullanılan kaynakların etkin kullanılmasını da zorunlu kılmaktadır.

Yenileşim, yenilik yaratma ve Ar-Ge konularının geçmişi 1930'lu yıllara dayanmaktadır. O zamanlarda bu kapitalizm ile bağlantılı olarak geliştirilen bu kavramlar, kapitalist sistemin doğal yapısından kaynaklanarak firmaları rekabet etmeye ve bu sayede ayakta kalmaya zorlayan, ticarileşmeye yönelik her türlü yenilik faaliyetini bünyesinde bulundurmaktadır. Başkalarında olmayan bir ürün geliştirebilen firmalar, elde ettikleri bu avantajı geçici bir doğal tekel oluşturarak kâra çevirebilmektedirler.

Ar-Ge ve yenileşimin bu doğrudan ekonomik etkilerinin yanı sıra taşıma etkisiyle bilginin diğer firmalar yayılması suretiyle dolaylı olarak da etkileri bulunmaktadır. Ancak, Ar-Ge faaliyetlerinin özünde bulunan başarısızlık riski, doğrudan ve dolaylı etkilerin göz ardı edilerek özel sektör tarafından yeteri kadar yatırım yapılamamasına yol açmaktadır. Bu durum da sınırlı kamu kaynaklarının, sosyal olarak en uygun seviyeye ulaşılabilme adına özel sektör Ar-Ge projelerine aktarılmasına sebep olmaktadır. Kamunun bu müdahalesi sayesinde teknolojik ilerleme kaydetme ve yeni bilgi üretme imkânı yakalanmaktadır.

Ar-Ge faaliyetlerinin belki de en önemli etkisi ekonomik büyüme üzerindedir. Ar-Ge faaliyetleri sonucu teknolojik sınırdaki elde edilen ilerleme sayesinde genel olarak üretkenlik artmakta, bu da toplam faktör üretkenliğine etki ederek ekonomik açıdan

büyüme sağlanmaktadır. Bu büyümenin sürdürülebilirliği de yine Ar-Ge çabalarıyla elde edilen yeni ürünlerin ithal ikamesi yaratması ve ihraç edilmesi ile mümkün olabilmektedir.

OECD verilerine bakılarak dünyadaki Ar-Ge ve yenileşim faaliyetlerinin çoğunlukla gelişmiş ülkelerin liderliğinde yürütüldüğü söylenebilir. Tahmin edilebileceği üzere ABD, AB-27 ve Japonya küresel Ar-Ge harcamalarında başı çekerken, Çin, Hindistan ve Brezilya gibi gelişmekte olan ülkeler yavaş yavaş global sahnede yerlerini almaktadırlar. Gelişmiş ülkelerin genellikle orta-yüksek ve yüksek teknoloji seviyelerinde Ar-Ge faaliyetleri yürüttükleri ve yöneticisi oldukları çok uluslu şirketler vasıtasıyla da konumlarını pekiştirebildikleri anlaşılmaktadır.

Türkiye, mevcut durumu ile bu küresel tabloda önemli aktörler arasına girememektedir. Ülkemiz, teknoloji politikaları ve Ar-Ge harcamaları konusunda son 10 yılda gözle görülür bir performans sergilemiş, ekonomik büyüme oranları açısından dünyada ilk sıralarda yer almıştır. Ne var ki Ar-Ge için ayrılan kaynakların yetersiz kalması, nitelikli insan gücünün azlığı ve teknoloji seviyesi yönünden halen orta ve düşük seviyelerde bulunulması gibi kilit problemlerin varlığı uluslararası boyutta teknoloji geliştiren bir ülke olmamız yolunda önemli bir engel teşkil etmektedir.

Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin toplamda Ar-Ge için büyük kaynaklar ayırmaları, bu kaynakların ne kadar etkin kullanıldığını görebilmek adına performansın ölçülmesi konusunu gündeme getirmiştir. Ülkeler ve firmalar bir taraftan Ar-Ge faaliyetleri ile rekabet avantajı yakalamaya uğraşırken diğer taraftan da Ar-Ge için kullandıkları kaynakları en azından rakiplerine göre daha etkin kullanarak daha iyi bir konuma gelmek üzere çaba sarf etmektedirler. Ancak, Ar-Ge etkinliğine etki edebilecek faktörlerin belirlenmesinin güç olmasından dolayı etkinliğin ölçülmesi araştırmacı ve yöneticiler açısından zor bir konu olarak değerlendirilmektedir.

Ar-Ge etkinliğinin ölçülmesi konusunda geliştirilmiş farklı yöntemler bulunmaktadır. Literatüre bakıldığında, etkinlik ve performans ölçmek için yürütülen çalışmalarda genel olarak rasyo analizi, parametrik ve parametrik olmayan yöntemler kullanıldığı görülmektedir. Bu yöntemler arasında, doğrusal programlamaya dayalı parametrik

olmayan bir model olan ve birden fazla girdi ve çıktıya sahip karar birimi arasındaki göreceli etkinliği ortaya koymayı amaçlayan Veri Zarflama Analizi (VZA), çeşitli avantajlarıyla diğerler yöntemlere kıyasla biraz daha ön plana çıkmaktadır. Farrell, Charnes, Cooper ve Rhodes tarafından ortaya konulan bu model, az sayıda varsayıma dayanması ve kullanım kolaylığı ile çok çeşitli durumlarda performans ölçülmesinde yaygın olarak kullanılabilmektedir.

Ar-Ge etkinliğinin VZA analizi yardımıyla ölçüldüğü çalışmalar literatürde çok fazla bulunmamaktadır. Thore ve diğerlerinin (1994) ABD'deki bilgisayar sanayisindeki 44 firmanın üretkenliklerini karşılaştırması, Chen ve diğerlerinin (2004) Tayvan'daki 31 bilgisayar ve yan sanayi firmasının Ar-Ge performanslarını değerlendirmesi, Chen ve Lin'in (2006) Tayvan'da bir sanayi bölgesinde faaliyet gösteren 52 entegre yarıiletken üretici firmalarının Ar-Ge etkinliklerini belirlemesi, Hashimoto ve Haneda'nın (2008) hem firma seviyesinde hem de sanayi seviyesinde Ar-Ge etkinliğini ölçmek için Japon ilaç sektöründe faaliyet gösteren 10 adet firmanın 20 yıllık verileri ile toplam Ar-Ge etkinliğini belirlemeye çalışması, Wu'nun (2009) 36199 adet firmanın teknik, teknolojik ve ölçek etkinliklerini ortaya koymaları bu konuda örnek olarak gösterilebilecek araştırmalardır.

Bu çalışmada, öncelikle 2004 – 2008 yılları arasında geri dönüşlü Ar-Ge desteği kullanmış olan firmaların etkinlikleri veri zarflama analizi yöntemi ile analiz edilmeye çalışılmıştır. VZA ile firmaların oluşturdukları küme kapsamında bir etkin sınır çizilerek, her birimin girdilerin ve çıktılarının hangilerini daha az etkin kullandığının ortaya konulması ile firmaların birbirleriyle karşılaştırılmaları sağlanmıştır. Daha sonra etkinliğin zaman içerisindeki değişimini ve teknik veya teknolojik sınırdaki kaymaları anlamak üzere VZA yöntemi yardımıyla Malmquist toplam faktör üretkenliği endeksi hesaplanmıştır. Analizin son aşamasında da lojistik regresyon yardımıyla, firmaların çeşitli özellikleri ve finansal rasyoları kullanılarak Ar-Ge etkinliğinin tahmin edilmesine yönelik bir model oluşturulmuştur.

Bu çalışma kapsamında yürütülen tüm çalışmalar göz önüne alındığında, tezin bir bütün olarak Türkiye ve dünya bazında özgün ve orijinal bir çalışma olduğu söylenebilir. Literatüre bakıldığında firma bazında Ar-Ge etkinliğinin VZA yardımıyla ölçüldüğü

çalışmalara rastlansa da, Ar-Ge etkinliği özelinde aynı anda Malmquist endeksini kullanarak yıllar bazında etkinlikteki değişimi açıklayan bu kadar detaylı bir araştırmaya rastlanmamıştır. Ayrıca, lojistik regresyon yöntemini kullanarak finansal rasyolar yardımıyla Ar-Ge etkinliğinin tahmin edilmesinin de literatürde bir ilk olduğu söylenebilir.

Ülkemizdeki benzer çalışmalar incelendiğinde ise VZA'dan genel olarak çok çeşitli alanlarda etkinlik analizinin yapılmasında yararlanıldığı, ancak yöntemin firma bazında Ar-Ge etkinliği ölçümünde daha önce hiç kullanılmadığı görölmektedir. Hatta ülkemizdeki Ar-Ge desteklerinden yararlanan firmaların Ar-Ge etkinliğinin ölçölmesi konusunun bile ülkemiz için yeni olduğu söylenebilir. Benzer şekilde Malmquist endeksinden yararlanıldığı ve lojistik regresyon ile tahmin yapıldığı herhangi bir çalışma da ülkemizde mevcut değildir.

Bu çalışma toplam dört bölümden oluşmaktadır. Çalışmanın birinci bölümünde Ar-Ge ve yenileşim ile ilgili genel kavramlardan bahsedilecek, dünyada ve Türkiye'de Ar-Ge ve Ar-Ge etkinliğine verilen önem anlatılacak ve VZA yöntemi ile Ar-Ge etkinliğinin ölçölmesi, Malmquist TFP endeksi ve lojistik regresyon konusundaki benzer bilimsel çalışmalardan örnekler aktarılacaktır.

İkinci bölümde etkinlik ve etkinlik analizi ile ilgili genel kavramlar anlatıldıktan sonra rasyo analizi, veri zarflama analizi, Malmquist TFP endeksi ve lojistik regresyon gibi bu çalışmada kullanılan yöntem ve teknikler ile ilgili temel kavramlar ele alınacaktır.

Üçüncü bölümde öncelikle araştırma soruları ortaya koyulacak, kullanılan veriler ile ilgili açıklamalar sunulacak, daha sonra da çalışmada kullanılan yöntemler yardımıyla elde edilen sonuçlar sunularak analiz edilecektir.

Sonuç bölümünde ise yapılmış olan çalışmanın genel çerçevede bir özeti sunulacak, analizin kısıtlarından bahsedilecek ve analiz sonuçları ışığında geleceğe ilişkin çeşitli önermeler yapılacaktır.

I. BÖLÜM: AR-GE VE YENİLEŞİM

I.1. AR-GE VE YENİLEŞİM TANIMLARI

Ar-Ge ve yenileşim artık günümüzde sanayi kuruluşları ile bilgi ve iletişim teknolojileri (BİT) firmalarının yerel ve küresel bazda hem rekabet üstünlüğü kazanmak hem de sürdürülebilir ekonomik büyüme sağlamak için kullandıkları önemli bir araç haline gelmiştir. Uluslararası anlamda bakıldığında, mevcut ekonomik koşullarda doğal kaynaklar ya da ucuz işgücü yerine Ar-Ge ve teknolojik yenileşim sayesinde küresel anlamda başarılı olunabilmektedir. OECD tarafından yayımlanan Ar-Ge ve yenilik göstergeleri ile bunların ölçülmesi konularındaki Patent Kılavuz (1994), Canberra Kılavuzu (1995), Frascati Kılavuzu (2002) ve Oslo Kılavuzu (2005) ilgili oldukları konularda uluslararası birer standart haline gelmişlerdir. Günümüzde artık konu ile ilgili çalışmalarda bu kılavuzlardaki tanımlara rastlanmaktadır. Yenileşim (inovasyon) kelime olarak kökeni Latince'deki yeni ve değişik bir şey yapmak anlamına gelen “innovare”dir. Yenileşim verilerinin toplanması ve yorumlanması için yol gösteren Oslo Kılavuzu'na (2005) göre yenileşimin tanımı şu şekilde verilmiştir:

“Bir yenilik, işletme içi uygulamalarda, işyeri organizasyonunda veya dış ilişkilerde yeni veya önemli derecede iyileştirilmiş bir ürün (mal veya hizmet), veya süreç, yeni bir pazarlama yöntemi ya da yeni bir organizasyonel yöntemin gerçekleştirilmesidir.”

Bu açıklama aslında yapılacak olan yenileşim faaliyetlerinin türlerini de belirlemiştir. Yine aynı kılavuzda açıklandığı üzere ürün yeniliği, bir ürünün halihazırda bulunan özellikleri veya kullanım şekline kıyasla yeni ya da önemli ölçüde iyileştirilmiş bir mal/hizmet ortaya çıkarılmasıdır. Süreç yeniliği de üretim veya teslimat yöntemlerini (lojistik) kapsayacak şekilde ürün yeniliğine benzer tanımlanır. Pazarlama yeniliği, pazarlamanın temelleri olan tasarım, ambalajlama, konumlandırma, tanıtım veya fiyatlandırmadaki yenilikleri içeren pazarlama yöntemleridir. Örgütsel yenilik ise bir firmanın ticari faaliyetlerinde, örgütlenme yapısında veya kurum dışı ilişkilerinde yeni bir örgütsel yöntemin benimsenmesidir.

Yenileşim süreci temelde teknolojik yapılabirlik ve pazarda kabul edilme konularında belirsizlik içermektedir. Yenilik yapmak isteyen firmalar, Ar-Ge faaliyetlerine başlamadan önce ilk fikri genellikle dışarıdan alırlar. Bu da adım adım ve deneme/yanılma yöntemi ile yürütülen Ar-Ge çalışmaları için dış çevredeki firmalar,

müşteriler, üniversiteler ve kamu kurumları ile sürekli bir iletişim halinde olmayı gerektirir. (Okamuro ve Nishimura, 2010)

Ar-Ge uygulamaları için standartları ortaya koyan Frascati Kılavuzu'na (2002) göre Ar-Ge aşağıdaki gibi tanımlanmaktadır:

“Araştırma ve deneysel geliştirme (Ar-Ge), insan, kültür ve toplumun bilgisinden oluşan bilgi dağarcığının artırılması ve bu dağarcığın yeni uygulamalar tasarlamak üzere kullanılması için sistematik bir temelde yürütülen yaratıcı çalışmalardır.”

Tanımdan da anlaşılacağı üzere Ar-Ge, kavram olarak içerisinde sistematikliği barındırır. Sistematik temelde yürütülen yaratıcı çalışmalar bilgi birikiminde bir artışa yol açarak bu bilginin yeni ve farklı uygulamalarda kullanılabilmesine olanak sağlar. Bu sayede Ar-Ge, piyasadan gelen talep doğrultusunda bilgiyi dönüştürerek bir ürün veya üretim teknolojisi meydana getirmek suretiyle ticarileştirmeyi de içerisine dâhil eder. Drucker (1996) bu Ar-Ge çabasını teknoloji veya ticarete yönelik olarak gruplandırır. Buna göre ticarete yönelik Ar-Ge çabaları müşteri talepleri doğrultusunda ürünleri şekillendirmeyi içerirken teknoloji odaklı çabalar Ar-Ge'nin pazardan bağımsız olarak yürütülmesini gerektirir.

Frascati Kılavuzu, temel araştırma, uygulamalı araştırma ve deneysel geliştirme faaliyetlerini kapsayan Ar-Ge'yi yenileşim sürecinin adımlarından biri olarak görür. Buna göre, tüm Ar-Ge faaliyetleri aslında aynı zamanda bir yenileşim faaliyetidir, ancak bunun tersi geçerli değildir. Ar-Ge genel olarak bir yenilik faaliyeti içerir, bilimsel veya teknolojik bir belirsizliğe çözüm getirir ve mutlaka yeni bir bilgi kullanımına yol açar. Teknoloji içeren yenileşim faaliyetleri ise Ar-Ge'yi de kapsayan, teknolojik olarak yeni veya iyileştirilmiş bir ürün/süreç ortaya koymak üzere bilimsel, teknolojik, örgütsel, mali ya da ticari adımlar olarak açıklanır.

Ülkemizdeki Ar-Ge ile ilgili resmi tanımlara TÜBİTAK, KOSGEB ve TTGV'nin Ar-Ge destekleri uygulama esaslarında, 1 Seri No.lu Kurumlar Vergisi Genel Tebliği'nde, 4691 sayılı Teknoloji Geliştirme Bölgeleri Kanunu'nda, 5746 sayılı Araştırma ve Geliştirme Faaliyetlerinin Desteklenmesi Hakkında Kanun'da ve Maddi Olmayan Duran Varlıklara İlişkin Türkiye Muhasebe Standardı'nda (TMS-38) yer verilmektedir. (Köse ve Ferhatoglu, 2009)

1.2. LİTERATÜRDE AR-GE VE YENİLEŞİM

Bilginin ve bilgiye erişimin son derece önemli olduğu günümüz koşullarında toplum da hızlı bir şekilde bilginin etrafında yeni düzenini oluşturmaktadır. Bilgi toplumu olarak da adlandırılan bu yeni düzen, sanayi toplumundan oldukça farklı bir şekilde örgütlenme gereksinimi yaratmıştır. Sanayi toplumunda sermaye, buhar enerjisi ve makine gibi unsurlar ön plana çıkarken bilgi toplumunda bilgi ve bilgi iletişim teknolojileri önem kazanmıştır. Bilgi toplumu düzeninde, özellikle yenileşim faaliyetinde bulunarak mevcut teorik bilgileri yeni ürün veya süreçlere dönüştürebilen, Ar-Ge ve eğitime kaynak ayırabilen firmaların ayakta kalması daha kolay olmaktadır. (Tekin ve Çiçek, 2003) Artık Ar-Ge ve yenileşim, rekabetin çok fazla arttığı günümüz piyasa koşullarında firmaların farklılaşmak ve teknolojik ilerlemeye ayak uydurmak amacıyla kullandıkları en önemli unsurlardan biri haline gelmiştir.

Adına bilgi çağı denilen bu dönemde, teknolojik gelişmelerin de etkisiyle toplumların üretim kapasiteleri artmış, bilişim, bilgi işleme, iletişim ve ulaşım konuları öne çıkmıştır. Kişilerin ve genel olarak toplumların ihtiyaç ve beklentilerinin farklılaşması ile artık teknolojik yenilikleri takip etmek ve yeni teknolojilere dayalı yeni ürünler elde etmek bir zorunluluk haline gelmiştir. Bilgi ve teknolojiye dayalı yeni ürünler veya üretim teknikleri geliştirilmesi olarak tanımlanabilen Ar-Ge faaliyetlerinin ülkeler ve firmalar açısından önemi de bu sayede artmıştır. (Güzel, 2009)

Schumpeter 1934 yılındaki “Ekonomik Kalkınma Teorisi” adlı eserinde, önceden gelişme olarak ifade ettiği yenileşimi yeni ya da hâlihazırda mevcut olan bilgi, kaynak, alet ve benzeri üretim faktörlerinin yeni bir kombinasyonu olarak tanımlamıştır. Buluşun yenileşimden farklı olduğunu savunan Schumpeter, yenileşimin ekonomik bir çerçevede ve ticari bir amaçla yapılan özel bir sosyal faaliyet olduğunu, buluşun ise herhangi bir yerde gerçekleştirilebildiğini ve ticarileşme niyeti ile yapılmadığını söylemiştir. 1943 yılındaki “Kapitalizm, Sosyalizm ve Demokrasi” adlı çalışmasında ise teknolojik rekabetin kapitalist bir ortamın doğasında olduğunu, yeni ürün, yeni teknoloji, yeni arz kaynakları ve yeni örgütlenme tipi yaratmadaki rekabetin ön plana çıkması ile mevcut firmaları temelden sarsıp maliyet ve kalite iyileştirme konusunda rekabete zorladığını belirtmiştir. (Fagerberg, 2007) Bu şekilde Shumpeter aslında yenileşimin çeşitlerinin neler olabileceğini de tarif etmiştir.

Schumpeter (1947) mevcut koşullardaki değişime ekonomide, sektörde veya firma bazında mevcut uygulamaların dışında farklı bir uygulama yapılmasını yaratıcı tepki olarak tanımlar. Bu tepki, içerisinde girişimciliği ve onunla beraber de yenileşimi bulundurmaktadır. Tüm bunların ışığında yenileşimi, girişimciliğin bir karakteri olarak yeni bir şeyler yapmak ya da hâlihazırda yapılan şeyleri başka bir yolla yapmak olarak açıklanabilir.

Pol ve Carroll'un (2006) Schumpeter'den aktardığına göre firmalar tarafından yürütölen teknolojik yenileşim çalışmaları sonucunda rekabet ortamı bozularak sıklıkla geçici tekeller (monopoller) oluşur ve bu sayede normalin üstünde karlar elde edilir. Ancak bu tekeller, zaman içerisinde diğer rakiplerin benzer ürünler geliştirmeleri veya avantaj yaratan ürünü taklit etmeleri ile ortadan kaybolur. Yine de, belirli bir süre geçerli olan bu tekel durumu firmaların Ar-Ge yaparak yeni ürünler veya süreçler geliştirmeleri için yeterli teşviği sağlamaktadır.

Burada yaratıcı yıkım (creative destruction) modelinden de bahsetmek yerinde olacaktır. Bu modele göre kapitalist sistemin beslenebilmesi için sürekli olarak yeni ürünler, yeni üretim süreçleri ve yeni pazarlar yaratılması gerekmektedir. Bu durum, ekonomik sistemin bir döngü içerisinde olmasını ve yeniliklerin sürekli olarak eskiyi yıkıma uğratarak ortadan kaldırmasını gerektirir. Yaratıcı yıkım sayesinde kapitalist sistemin sürdürülebilirliği sağlanır. Ancak, yaratıcı yıkımın var olabilmesi için Ar-Ge faaliyetleri ve teknolojik yeniliklerin de sürekli olarak gerçekleşmesi şarttır. (Özer ve ifti, 2009)

Özer ve ifti (2009) ekonomik büyüme ile ilgili modeller arasında Romer, Grosman ve Helpman gibi yazarlar tarafından bahsedilen Ar-Ge tabanlı modellerin de bulunduğunu ifade etmişlerdir. Firma içinde geliştirilen yeniliklerin kapitalist gelişmenin en önemli bileşeni olarak değerlendirildiği bu modelde üç ana sektör bulunmaktadır. Ar-Ge sektörünün görevi, mevcut insan sermayesini kullanarak yeni ürün ve süreçler ortaya çıkarmaktır. Yaratılan bu yeni ürün ve süreçler, ara malı sektörü tarafından satın alınarak patentlenir ve piyasada tekel oluşturur. Son olarak da nihai ürün sektörü bu ürünleri satın alır. Tüm bu aşamalarda başlangıçtaki kritik rol Ar-Ge sektörüne ait olduğundan ötürü Ar-Ge sektörü, özellikle büyümenin sürdürülebilirliği için bu modelde kilit bir role sahiptir.

Nelson (1982) Ar-Ge faaliyetlerinin çalışma veya test etme ile tasarım veya planların çizilmesi olmak üzere iki aşamada gerçekleştirildiğini söyler. Çalışma aşaması, sadece teknolojik bazı özelliklerin bilindiği bir durumdan, tekniğin ekonomik karakteristiklerinin ortaya koyulduğu bir duruma geçişi sağlar. Tasarım aşamasında ise ekonomik karakteristikleri bilinen tekniği kullanıcıların faydalanacağı hale getirmek için gerekli yönergeler hazırlanır. Ar-Ge süreci bir bütün olarak ele alınsa da aslında bu şekilde iki adet karar noktası bulunmaktadır. Bu süreçte kritik bir faktör olan bilgi ise Ar-Ge faaliyetini yönlendirme yeteneği olarak açıklanabilir.

Wang'a (2007) göre Ar-Ge faaliyeti iyi örgütlenmiş bilgiyi yaratma, üretme, yayma ve uygulama süreci olup bilimsel teknolojide, yönetim ölçütlerinde, sosyal ve politik sistemde yenilik yapmayı barındırır. Ar-Ge faaliyetleri sonucunda geliştirilen yeni veya iyileştirilmiş ürünler o firmanın pazardaki paylarını artırmaya yardımcı olurken, yeni veya iyileştirilmiş süreçler sayesinde de üretim maliyetleri düşürülerek toplam faktör üretkenliğinin performansının genel anlamda artması sağlanabilir. (Cincera ve diğerleri, 2009)

Yenileşim politikalarının temel olarak doğrusal bir modele dayandığı düşünülmektedir. Bu doğrusal modelde araştırmacılar veya bilim adamları tarafından yürütülen Ar-Ge çalışmalarının sonucunda yeni bir fikir ortaya çıkar. Bu fikir daha sonra bir ürüne dönüştürülür. Son olarak yeni ürünü üretmek için üretim süreçleri tasarlanır ve pazarda artan talebi karşılamak üzere bir pazarlama planı oluşturulur. Birbirini izleyen tüm bu doğrusal süreç ise Ar-Ge yoğunluğunun kalkınma seviyesine etki ettiğini gösteren ampirik çalışmalarla da desteklenir. Ancak bu süreçte toplam faktör üretkenliğine etki eden birçok dışsal faktör olduğu da göz ardı edilmemelidir. (Pessoa, 2010)

Doğrusal modellerin dış çevre ile etkileşimi göz ardı ettiği düşüncesi ile bu modeller yerini zaman içinde doğrusal olmayan modellere bırakmışlardır. Doğrusal olmayan yenileşim modelleri yenilik çalışmalarının Ar-Ge'nin sadece firma içinde yapılması ile sınırlı olmadığını, bunun yanında firmanın içinde bulunduğu sistemdeki diğer paydaşlarla etkileşim halinde olarak ve işbirlikleri geliştirerek daha karmaşık bir yapıda ilerlediğini savunurlar. (Fisher, 1999)

Ekonomi ile ilgili olan piyasa başarısızlığı kavramı, serbest piyasa mekanizmasının tam etkin çalışmaması sonucunda malların veya hizmetlerin piyasada toplumun faydasını ençoklayacak şekilde üretilmediği durumu gösteren bir ifadedir. Bu tip bir piyasa başarısızlığından Ar-Ge destekleri için de bahsedilebilir. Ar-Ge ve teknolojik yenilik faaliyetleri için piyasalardaki bu aksama bilginin kamusal bir mal olması sebebiyle kolay elde edilebilmesi, ölçek ekonomisi sebebiyle Ar-Ge faaliyetlerinin ilk maliyetlerinin yüksek ancak kopyalanmasının maliyetsiz olması gerekçesiyle tekellerin oluşması, yüksek risk içermesi sebebiyle piyasa belirsizliklerinin bulunması ve dışsallıklar (externalities) sayesinde üretilen bilginin diğer firmalara da taşarak olumlu yönde etki etmesi ile ortaya çıkabilir. (Taymaz, 2001)

Lopez-Pueyo ve diğerleri (2008) Griliches'in çalışmalarına göre ekonomide iki çeşit taşma (spillover) etkisi olduğundan söz etmektedirler. Bunlardan ilki olan saf bilgi taşması (pure knowledge spillover) bilginin ticari bir malın içine dâhil edilmeden bir firmadan başka bir firmaya, karşılığında alıcı firma tarafından bilgi üreten firmaya herhangi bir para ödenmeden transfer edilmesi durumunda ortaya çıkar. Kira taşması (rent spillover) ise bir teknolojik yenileşim faaliyeti sayesinde edinilen fiziksel üretkenliğin fiyatlarda aynı oranda farklılık yaratmaması halinde görülür.

Bilgi taşması, kira taşması gibi ekonomik veya ticari işlemlerle ilişkili olmasa da, ikisi arasında kısmen de olsa bir ilişkinin varlığından söz edilebilir. Her iki taşma etkisinin de özellikle sanayi içinde üretilen bilginin yayılması sonucu toplam faktör üretkenliğine katkıda bulunduğunu gösteren ampirik çalışmalar gün geçtikçe artmaktadır. (Hanel, 2000)

Guellec ve Pottelsberghe (1997) özel sektör tarafından yürütülen Ar-Ge faaliyetlerinin kamu fonları ile desteklenmesinin arkasında yatan sebebin piyasa başarısızlıkları ile açıklanabileceğini söylemektedir. Ar-Ge yapan firmaların ürettikleri bilgi yayılarak sosyal açıdan bir getiri yaratsa da bu bilginin firmaya olan getirisi sosyal getirisinin yanında daha düşük kalmaktadır. Aynı zamanda, Ar-Ge çalışmalarının yüksek risk primine sahip olması da firmaları Ar-Ge'ye yatırım yapmalarının önünde bir engel teşkil etmektedir. Tüm bunların sonucu olarak yatırımcılar Ar-Ge projelerine fon aktarmada isteksizlik göstermekte ve yaptıkları yatırımlar da sosyal açıdan en uygun

değere ulaşamamaktadır. Kamu kaynakları ile Ar-Ge'nin desteklenmesi de bu tip piyasa başarısızlıklarını önlemeyi hedeflemektedir.

Okamuro ve Nishimura'nın (2010) aktardığına göre Ar-Ge ile ilintili iki tip piyasa başarısızlığı bulunmaktadır. Bunlardan ilki, bilginin taşıma etkisi ile ortaya çıkan özel sektör ile kamu arasında Ar-Ge getirileri arasındaki farkın Ar-Ge'nin sonuçlarından yeteri kadar faydalanamamaya yol açmasıdır. İkincisi ise, Ar-Ge faaliyetlerinin taşıdığı teknolojik, ticari ve davranışsal(rakip firmalar tarafından) gibi ciddi belirsizliklerin özel sektör Ar-Ge yatırımlarının en uygun seviyede yapılamamasına sebep olmasıdır. Kamu tarafından sağlanan Ar-Ge destekleri ile özel sektörün Ar-Ge'ye yönelik yatırımlarının düşüklüğü telafi edilebilir.

Özçelik ve Taymaz'a göre (2007) Ar-Ge'ye yönelik yatırımlar incelendiğinde, piyasa koşullarının özel sektörün Ar-Ge yapmasını teşvik etmede yeterli olmadığı görülmektedir. Dolayısıyla, devletin Ar-Ge destekleri vermesi sosyal düzeyde en iyi seviyeye ulaşmayı sağlamakta; bu da Ar-Ge'ye yönelik devlet desteklerine olan gereksinimi teorik açıdan doğrulamaktadır. Devlet müdahalesi ile Ar-Ge'ye ayrılan kaynakların dağılımının en etkin hale getirilmesi ve ekonomik kalkınma ve büyüme için teknolojik bilgi ve yeni teknolojiler üretilmesi mümkün hale gelmektedir. (Arrow, 1962)

Devlet, Ar-Ge'yi kendi bünyesindeki devlet kurumları ve araştırma enstitüleri aracılığıyla yapmayı tercih edebileceği gibi özel sektör bünyesinde Ar-Ge yapılmasını özendirici vergisel teşvikler, borç garantisi veya doğrudan mali destekler sunarak da ülkede araştırma ve geliştirme faaliyetlerinin yürütülmesini sağlayabilir. (Löf ve Hesmati, 2005)

1.2.1. Ar-Ge ve Ekonomik Büyüme

Ekonomi ile ilgili birçok farklı kaynaktan anlaşılabileceği üzere teknoloji ve teknoloji seviyesindeki değişim ekonomik büyüme ve kalkınma için çok fazla önem taşımaktadır. Sharma ve Thomas'a (2008) göre teknolojideki ilerleme toplam faktör üretkenliğinden bir artışa sebep olarak uzun vadede ekonomik büyümeyi sağlanmasında yardımcı olmaktadır. Küreselleşmenin de etkisiyle ülkeler ve firmalar hem yerel hem de

uluslararası bazda artan rekabetle karşı karşıya kalmakta ve teknolojik kapasitelerini iyileştirmek için çaba sarf etmektedirler. Teknoloji seviyesinde bir değişim gerçekleştirmenin yolu da Ar-Ge yapmaktan geçmektedir. Bunun yanı sıra birçok ülkenin mevcut kaynaklarına yönelik talep artmakta ve yeni kaynaklar bulunması, kaynakların iyileştirilmesi, kullanılması ve tahsis edilmesi ihtiyacı doğmaktadır. Ar-Ge süreçleri de bu kıt kaynakları kullandığı için doğal olarak etkinliğinin ölçülmesini gerektirmektedir. Ar-Ge etkinliğinin ölçülmesi en iyi performans gösterenlerin belirlenmesine yardımcı olurken diğer yandan da mümkün olan iyileştirme olanaklarının da ortaya koyulmasını sağlayabilmektedir.

Schumpeter (1947) daha önce de değinilen çalışmasında yaratıcılık, girişimcilik ve yenilik faaliyetlerinin ekonomi üzerindeki etkilerini incelemiştir. İlerleyen yıllarda Solow (1957) teknikteki (teknolojideki) değişimin üretim fonksiyonu ile ilişkilerine bakarak bu değişimin ekonomik büyümeye yol açabileceğini göstermiştir. Nelson (1982) teknolojideki ilerleme ile Ar-Ge için ayrılan kaynaklar arasındaki bağlantıyı gösteren birçok araştırmanın varlığından söz ederken piyasadaki güçler, firmaların yetkinlikleri ve en önemlisi bilginin bu bağda önemli faktörler olduğunu oraya koymuştur. Tüm bu araştırmalara dayanarak Ar-Ge, yenileşim ve ekonomik büyüme arasında pozitif bir ilişkinin varlığından söz edilebilmektedir.

Ar-Ge faaliyetlerine yapılan yatırımın firma ve sanayi ölçeğinde üretkenliği ve kârlılığı artırdığına dair yapılmış birçok çalışma bulunmaktadır. Ar-Ge harcamalarının ekonomik performans, üretkenlik ve ekonomik büyüme ile ilişkisi hakkındaki çalışmaların öncüsü Griliches tarafından 1958 yılında ABD'deki tarım sektörü kapsamında yürütülen araştırmadır. (Goel ve diğerleri, 2006) Griliches Ar-Ge harcamalarının ekonomi üzerindeki etkilerinin incelendiği birçok çalışma yapmış, sonuç olarak da hem mikro ölçekte firma bazında hem de makro ölçekte Ar-Ge'ye yönelik yapılan harcamaların üretkenlik üzerinde ölçülebilir ve belirgin etkisi olduğunu tarihsel verileri inceleyerek ortaya koymuştur. (Griliches, 1998)

Ar-Ge yolu ile üretim teknolojisi iyileştirilebileceği, üretkenlik seviyesinin yükseltilebileceği ve hem firma hem de sanayi ölçeğinde yatırımın geri dönüş oranı artırılabilceği Griliches (1986, 1990), Mansfield (1988), Goto ve Suzuki (1989),

Meliciani (2000), Timmer (2003), ve Gonzalez ve Gascon'un (2004) farklı sektörler ve farklı ülkelerde yaptıkları teorik ve ampirik çalışmalarla ispatlanmıştır. (Wang, 2007)

Bunun yanında yapılan diğer çalışmalara da bakıldığında, özellikle firma bazındaki Ar-Ge faaliyetlerinin genel olarak teknolojik yenilik ve makroekonomik büyümenin itici gücü olduğu görülmektedir. (Lucas, 1998) Firmaların yaptıkları Ar-Ge harcamalarının firmanın gelecekteki cirosu, nakit akışları, kârlılığı ve dolayısıyla da piyasa değeri üzerinde yüksek ve olumlu yönde etkisi vardır. (Hirschey, 2003) Ülkeler seviyesinde ise rekabet gücünün ve ekonomik gelişmişliğin en önemli unsuru sayılan Ar-Ge yatırımları ekonomik büyümeyi yenilik yaratma, sermaye birikimi sağlama ve insan sermayesinde iyileşme gibi birçok farklı açıdan etkilemektedir. (Bor ve diğerleri, 2010)

Sektörlerden veya Ar-Ge yoğunluklarından bağımsız olarak Ar-Ge faaliyetleri firmaların etkinliği için kritik bir öneme sahiptir. Ancak, Ar-Ge faaliyetlerinin etkinlik üzerindeki tesiri firmaların teknoloji seviyelerine göre farklılık gösterebilmektedir. Kumbhakar ve diğerlerinin (2009) yaptıkları çalışmada kurumsal Ar-Ge faaliyetlerinin orta ve yüksek teknoloji seviyesindeki firmalar için özellikle üretkenlik açısından daha fazla etkiye sahip olduğu ortaya koyulmuştur. Düşük teknoloji firmalar için ise sermaye yatırımları daha kritik bir faktör olsa da Ar-Ge harcamalarının da etkisi göz ardı edilemez.

Korkmaz'a (2010) göre teknolojik gelişme, sermaye ve işgücündeki artış gibi büyümenin kaynaklarından biridir. Teknoloji alanındaki gelişmelerin ekonomik gelişim seviyesi ve toplumsal refah düzeyini etkileyen önemli bir faktör olduğu görülmektedir. Ülke içerisinde yürütülen Ar-Ge faaliyetleri sonucunda yeni ürünler ve üretim süreçlerinin geliştirilmesi ile rekabet gücünde ve etkinlikte artış meydana gelir. Bu sayede, üretim faktörlerinin etkin olarak kullanılması, ekonomik anlamda büyümeyi de olumlu yönde etkilemektedir. Korkmaz, tarafından yapılan çalışma sonucunda uzun dönemde Ar-Ge ile ekonomik büyüme arasında anlamlı bir ilişki olduğu, kısa dönemde ise Ar-Ge harcamalarının GSYİH üzerinde etkisinin bulunduğu belirlenmiştir.

Ar-Ge harcamalarının ekonomik büyüme üzerindeki olumlu etkisi, Ar-Ge sonuçların bazı karakteristik özelliklerinden kaynaklanmaktadır. Ar-Ge faaliyetleri teknolojik gelişme yolu ile firma ve ülkelerin rekabetçiliğini artırmaktadır. Ayrıca, ülkelerin

teknolojik yeteneklerinin artması sonucunda doğrudan yabancı sermaye yatırımlarını çekmeleri de kolaylaşmaktadır. Bunun yanında Ar-Ge çalışmaları ile makro ve mikro boyutta üretkenlik ve etkinlik artışı görülmesi ekonomik kalkınma için kritik bir unsurdur. Ülkeler için önemli başka bir özelliği ise geliştirilen teknoloji sonrası ülkelerin teknolojide dışa bağımlılığının azalmasıdır. (Simla, 2009)

Wang ve Huang'a (2007) göre kamu kaynakları ile yapılan Ar-Ge harcamaları dolaylı olarak özel sektör Ar-Ge harcamalarını teşvik ederek üretkenliği etkilemektedir. Karını ençoklama amacı taşıyan özel sektör firmaları ise Ar-Ge'ye daha fazla kaynak ayırmaktadırlar. Ar-Ge harcamalarındaki artış ise genel olarak üretkenliği artırmaktadır. Tüm bunlar göz önüne alındığında, ekonomideki büyümenin firmaların Ar-Ge yoğunluklarını artırmaları vasıtasıyla gerçekleşebileceği sonucuna varılabilmektedir.

Ar-Ge faaliyetlerinin bilimsel ve teknolojik ilerlemenin ve dolayısıyla da ekonomik büyümenin anahtarı olması, bu faaliyetler için ayrılan kaynakların da önemini göstermektedir. Ar-Ge için ayrılan kaynakların etkin kullanılması ile uluslar ve firmalar rakipleri karşısında üstün konuma çıkabilirlerken, bu kaynakların iyi yönetilememesi de göreceli olarak daha düşük büyüme rakamlarına ve rekabet avantajının yitirilmesine yol açabilmektedir. (Wang ve Huang, 2007)

Cullman ve diğerleri (2009) de Ar-Ge harcamalarının seviyesi ve dinamiklerinin ekonomik büyüme için önemini gösteren ampirik birçok çalışma olduğundan söz etmektedirler. Araştırmacılara göre, özellikle ülkeler dünyanın teknolojik üretim sınırına yaklaştıkça üretkenliklerini artırmak için diğerlerinin ürünleri taklit etmeden öteye geçerek gerçekten yenilik yapmak zorunda kalmaktadırlar. Ülkeler ve firmalar, teknolojik yetkinliklerini Ar-Ge yaparak artırıp yeni ürünler ürettikçe ve geleceğin teknolojilerini yaratabildikleri sürece ulusal ve uluslararası alanda rekabetçiliklerini koruyabileceklerdir. Bu süreçte Ar-Ge'ye ayrılan kaynaklarını etkin kullanamayanlar ise bunun zararını büyüme rakamlarındaki azalma ile göreceklerdir.

Sonuç olarak, Ar-Ge'nin ekonomik büyüme üzerindeki etkisini gösteren birçok çalışmanın da etkisiyle ülkeler kendi içlerinde Ar-Ge faaliyetlerini uyarmak ve sürdürebilmek için daha yoğun bir çaba göstermeye başlamışlardır. (Thomas ve diğerleri, 2009)

1.2.2. Ar-Ge ve İhracat

Gelişmekte olan ülkeler teknolojik yetkinliklerini artırmak için Ar-Ge faaliyetlerini kendi kaynakları ile ülke sınırları içerisinde yapabildikleri gibi ihtiyaçları olan teknolojiyi teknoloji transferi yolu ile dışarıdan da ithal edebilirler. Yurtdışından ithal edilen teknoloji ülke için anlık olarak istenilen teknolojiye erişim şansı vermekte ve bu teknolojiyi kullanarak teknolojik yetkinlik yaratmaya olanak sağlamaktaysa da getirdiği çeşitli kısıtlar sebebiyle teknolojik olarak bağımlı hale gelmeye yol açmaktadır. Bundan dolayı, yerel kaynaklar kullanıp ülke içerisinde Ar-Ge çalışması yürüterek uzun vadede de olsa teknoloji geliştirmek, özgün bir teknolojik yetkinlik yaratmak için en iyi yöntem olarak görülmektedir. (Yang ve diğerleri, 2010)

OECD ülkeleri arasında patent, lisanslama, imalat sırları (know-how), teknik hizmetler ve başka ülke kaynaklarıyla Ar-Ge yürütme gibi teknoloji ithalatı ile ilgili yapılan incelemede özellikle G-7 dışındaki ülkelerin üretkenliği üzerinde anlamlı ve pozitif bir etkisi olduğu görülmüştür. Bu etki, ilk yıllarda yeni teknolojinin transferi sonucu üretkenliğin artmasıyla meydana geldiyse de ilerleyen yıllarda teknoloji stoğunun artması sonucunda yerel bazda Ar-Ge faaliyetlerindeki artış sayesinde yabancı teknolojiye olan bağıllığın azalmasıyla sürdürülmüştür. (Mendi, 2007)

Ar-Ge faaliyetleri ile ihracat arasındaki ilişkiye ekonomi literatüründe hem ticaretin neo-teknoloji teorisinde hem de teknolojik yenileşimin ekonomisi ile ilgili araştırmalarda rastlanmaktadır. Leontief ve Vernon gibi araştırmacılar teknoloji faktörünün uluslararası ticaret üzerindeki önemini inceleyerek ticaret ile yatırım arasındaki farkları açıklamada teknoloji faktörünün önemini ortaya koymuşlardır. Neo-teknoloji teorisi ise bunlara dayanarak teknolojik değişim ve bunun sonucunda ortaya çıkan ticaret düzeni arasındaki ampirik ilişkilere odaklanmıştır. Buna göre, firma seviyesinde teknolojik değişim maliyetleri düşürme ve ürün farklılaştırma amacıyla Ar-Ge faaliyetleri yürütülmesiyle meydana gelmektedir. Bu sayede de firmalar hem yerel hem de küresel bazda rekabet avantajı yakalayabilmektedirler. Yapılan birçok araştırmada, Ar-Ge faaliyetleri yürüten firmaların teknoloji değişkenleri ile ihracat performansları arasında anlamlı ve pozitif bir ilişki varlığı gözlemlenmiştir. Ar-Ge'nin ihracat üzerindeki bu etkisi, Ar-Ge'ye ayrılan kaynakların ihracat ve diğer satış rakamlarındaki artış ile doğrulanması ihtiyacını doğurmaktadır. (Zhao ve Li, 1997)

İhracat ile ekonomik büyüme karşılıklı olarak birbirlerini tetikleyen iki unsurdur. İhracat artışı ekonomik büyümeye sebep olurken ekonomi büyüdükçe de ülkelerin ihracat potansiyelleri artmaktadır. Bu büyümenin sürdürülebilir olması için Ar-Ge ve yenilik faaliyetleri ile sürekli olarak desteklenmesi gerekmektedir. Bu faaliyetler sonucu ortaya çıkan yeni ürün veya süreçler, bir yandan ülkenin iç pazarında değerlendirilirken diğer yandan da ihracat yoluyla dış pazarlara da satılabilmektedir. Pazardaki bu büyüme, kârlılığı daha da artırarak Ar-Ge'ye yönelik yatırımların birim maliyetlerinde azalmaya yol açmaktadır. Bu sayede Ar-Ge sonucu yapılan ihracat, ileride yapılacak Ar-Ge yatırımlarını da rasyonel hale getirerek teşvik etmektedir. (Özer ve Çiftçi, 2009)

Mikro ölçekte bakıldığında da firmalar için de ülkelerinkine benzer bir durum olduğu söylenebilir. Tomiura'ya (2007) göre bir firmanın ihracat yapması ile kurum içi Ar-Ge faaliyetleri yürütmesi arasında, özellikle bilime dayalı sektörlerde ve KOBİ'lerde anlamlı ve pozitif bir ilişki bulunmaktadır.

1.3. KÜRESEL ÖLÇEKTE AR-GE

Küresel olarak Ar-Ge ve yenilik faaliyetlerinin geçmişine bakıldığında özellikle bilim ve teknoloji politikaları açısından konunun 2. Dünya Savaşı dönemine odaklandığı görülmektedir. Savaş sırasında ABD'nin yaptığı ilk uygulamalarda araştırma, teknoloji geliştirme ve yenilik üretme faaliyetleri askeri ve stratejik amaçlarla büyük ve gizli projeler vasıtasıyla yürütülmüştür. ABD'nin savaşı sonlandırmak üzere bir atom bombası yapmaya yönelik Manhattan Projesi'nin hızlı ve başarılı bir şekilde tamamlaması tüm gelişmiş ulusların dikkatini çekmiştir. Bu başarı, kapitalizmin güçlü ülkeleri olan İngiltere, ABD ve Fransa'da devlet eliyle bilimsel araştırma ve geliştirme yürütülmesine yönelik örgütlenmelerin ortaya çıkmasına yol açmıştır. Aynı etki zaman içerisinde Rusya (SSCB), İsrail, Arjantin, Hindistan ve Brezilya gibi ülkelere de yayılmıştır. Başlarda stratejik olan ve daha çok askeri amaçlar taşıyan bu sistemler, Almanya ve Japonya'nın savaş sonrası mecburen askeri amaçlar taşımadan yürüttükleri başarılı faaliyetler, Ar-Ge'nin stratejik amaçlarını ekonomik büyüme, rekabetçilik, üretkenlik artışı teknolojik ilerleme gibi konulara çevirmiştir. (Alpaslan ve diğerleri, 2008)

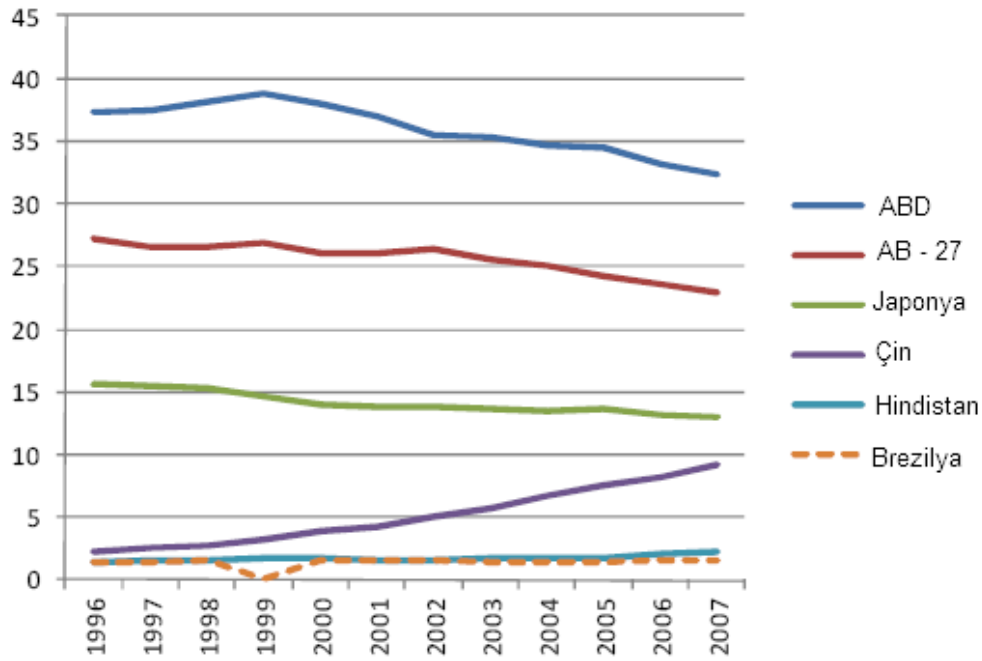
Etkilerinin ancak orta vadede görülmesi, sonuç alınması konusunda belirsizlikler bulunması, her aşamasında öngörülemeyecek riskler taşıması ve de genel anlamda maliyetli olması gibi yapısal özellikleri nedeniyle Ar-Ge faaliyetlerine çoğu zaman devlet eliyle çeşitli yollardan destekler sağlanmaktadır. Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin birçoğunda kamu kaynakları Ar-Ge projelerini desteklemek, teşvik etmek ve devlet – özel sektör – üniversite arasında ilgili işbirliklerini yaratmak amacıyla kullanılmaktadır. (Reyhanoğlu, 2006) Piyasa başarısızlığı ile ilgili varsayımlar ve Ar-Ge ve yenileşim faaliyetlerine yönelik özel sektör yatırımının azlığı, tüm OECD ülkelerinin bu tip faaliyetleri özendirecek programların kamu fonları ile desteklenmesi için belirgin miktarlarda kaynak ayırmalarına sebep olmaktadır. (Löf ve Hesmati, 2005)

Modern ekonomistlerin çoğu kalkınmış ülkelerin sürdürülebilir büyümelerini yoğun Ar-Ge faaliyetlerine bağlamaktadır. Günümüzde küresel boyutta ülkeler ekonomik ve sosyal anlamda çok ciddi sıkıntılarla karşılaşmıştır. 2008 yılındaki başlayan krizden bu yana ekonomik durumdaki gerilemeler üretim miktarlarında küçülmeye, işsizliğin ve kamu borçlarının artmasına yol açmıştır. Bu durum ülkeleri yeni ve sürdürülebilir bir büyüme yaratmaya mecbur bırakmıştır. İşgücü üretkenliğin düştüğü, fiziksel sermayenin kısıtlı olduğu mevcut koşullarda ülkeler ancak Ar-Ge ve yenilik faaliyetleri yardımıyla üretkenliklerini artırıp büyümeyi artırmayı hedeflemişlerdir. (OECD, 2010b)

Lederman ve Maloney (2003) Dünya Bankası için yaptıkları çalışmada gelişmiş ülkeler ile gelişmekte olan ülkelerin verilerini karşılaştırarak Ar-Ge harcamalarının evrimini incelemişlerdir. Araştırmanın sonucuna göre, ülkelerin kalkınmışlık seviyelerinin artması ile Ar-Ge yapma çabaları GSYİH'ya oranla artış göstermektedir. Bu durum, kalkınmış ülkelerin mali piyasalarının daha derin olması, fikri mülkiyet haklarının daha iyi korunması, kaynakların devlet tarafından aktarılabilme kapasitesinin fazla olması ve araştırma kurumlarının kalitesinin yüksek olması ile açıklanabilmektedir.

Cullman ve diğerleri (2009) 30 OECD ülkesinin 1994 – 2004 yılları arasındaki Ar-Ge etkinliklerini VZA yöntemi ile analiz etmişlerdir. Buldukları sonuçlar doğrultusunda ileri seviyede sanayileşmiş ülkelerin yenilik kapasitelerinin refah ve büyümenin en önemli unsuru olduğu, gelişmiş ekonomilerin gelişmekte olanlara kıyasla daha yüksek Ar-Ge etkinliklerinin bulunduğu belirlenmiştir.

Gelişmekte olan ülkeler sayıca çok ve birbirlerinden farklı olsalar da hepsinin bilim üretme kapasiteleri ve üretilen bilgiyi ekonomik ve sosyal fayda sağlamak amacıyla uygulama yetenekleri oldukça düşüktür. Bu ülkelerin görev odaklı etkin araştırma programları düzenleme, iyileştirilmiş teknolojileri kullanıcılara yayma ve ulusal bilim ve eğitim enstitülerinin anlamlı boyutlarda bilime dayalı ekonomik faaliyet yaratma yetenekleri oldukça alt seviyelerdedir. (Davis ve Carden, 1998)



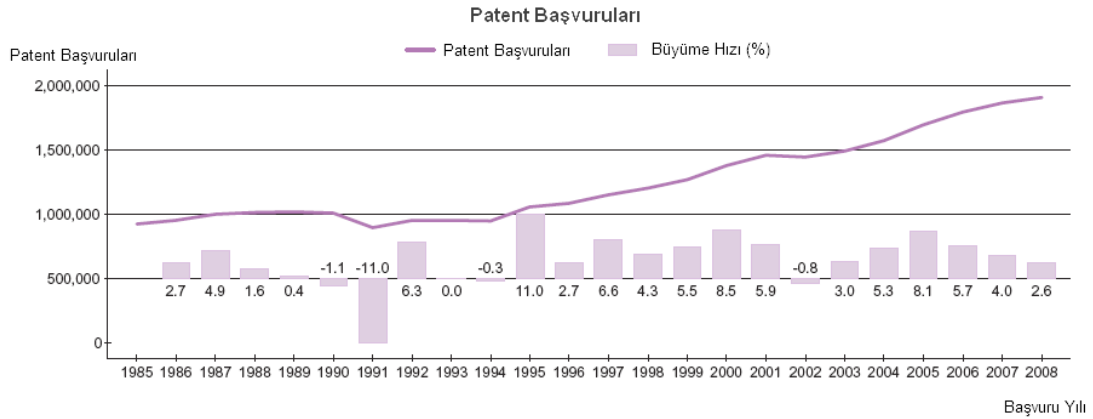
Kaynak: OECD 2010b

Şekil I. 1 Toplam Ar-Ge'nin Küresel Dağılımının Evrimi

Tüm dünyadaki Ar-Ge faaliyetlerine bakıldığında ABD'nin azalarak da olsa lider konumunu sürdürdüğü görülmektedir. (Şekil I.1) ABD, AB-27 ve Japonya'nın küresel Ar-Ge içerisindeki payı yıllar itibariyle azalmaktayken, Brezilya ve Hindistan'ın paylarını korudukları ancak Çin'in muazzam bir ilerleme kaydettiği göze çarpmaktadır.

Kısa dönemde piyasadaki ufak dalgalanmalar Ar-Ge yatırımlarını çok etkilemezken, ekonomik krizlerin bu yatırımlar üzerindeki etkisi yadsınamaz. Kriz durumunda nakit akışındaki bozulmalar, yeni ürün veya hizmetler yönelik talebin azlığı ve piyasadaki belirsizliğin artması Ar-Ge yatırımlarını ve bunlar için dış kaynak bulma imkânını azaltmaktadır. Tarihsel verilere bakıldığında Ar-Ge harcamalarının ve patent

başvurularının GSYİH ile pozitif bir ilişkisi olduğu görülmektedir. Bu ilişki yüksek gelir seviyesindeki ülkeler için birbirine yakınken, daha düşük ülkelerde GSYİH'daki artış veya azalış Ar-Ge harcamaları üzerinde daha büyük bir artış veya azalışa yol açabilmektedir. (WIPO, 2010)

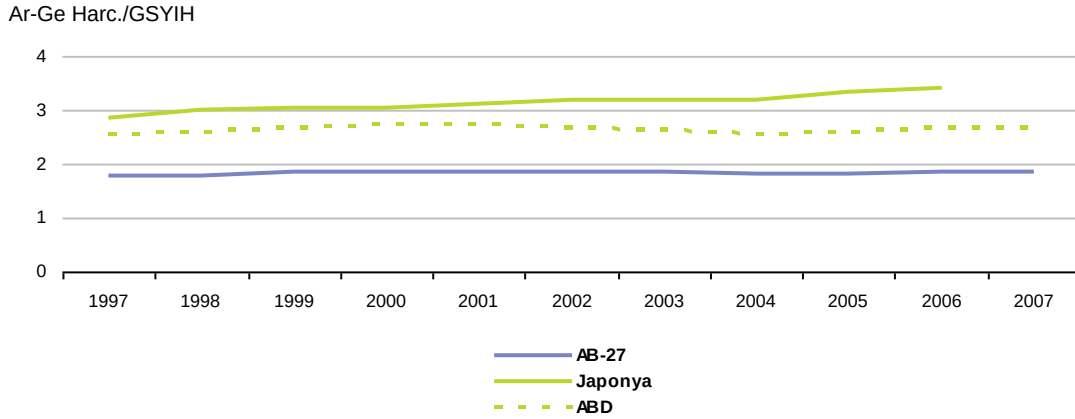


Kaynak: WIPO, 2010

Şekil I.2 Şekil Toplam Patent Başvurularının Trendi

Yukarıdaki şekilden de görülebileceği üzere, 2008 yılındaki kriz döneminden önceki 3 yılda toplam patent başvurusu sayısı azalan bir trend sergilemiştir. (Şekil I.2) Veriler incelendiğinde ABD, Japonya ve Güney Kore'deki patent başvurularında azalma olduğu ancak Çin'in artan başvuru sayısı ile ortalamaların yükseldiği belirlenmiştir.

AB'nin dünyanın en rekabetçi ve dinamik bilgi tabanlı ekonomisi olma hedefinin altında Ar-Ge faaliyetleri yatmaktadır. Ar-Ge'ye verilen bu önemin bir göstergesi olarak, AB kapsamında araştırma ve teknoloji geliştirme çalışmalarının desteklenmesi için başlatılan 7. Çerçeve Programı'na 2007-2013 yılları arasında yaklaşık 53 milyar avro bütçe ayrılmıştır. AB başlıca rakipleri olan ABD ve Japonya ile sürekli bir kıyaslama içerisinde olup, Ar-Ge konusunda politika üretirken bu ülkelerin harcama oranlarını ve etkinliklerini dikkate almaktadır. Yine de Şekil I.3'te de görülebileceği üzere brüt Ar-Ge harcamalarının GSYİH'ya oranı açısından bu iki ülkenin gerisinde kalmaktadır. (Eurostat, 2010)



Kaynak: Eurostat

Şekil I. 3 Yıllar bazında Brüt Ar-Ge Harcamalarının GSYİH'ya oranı

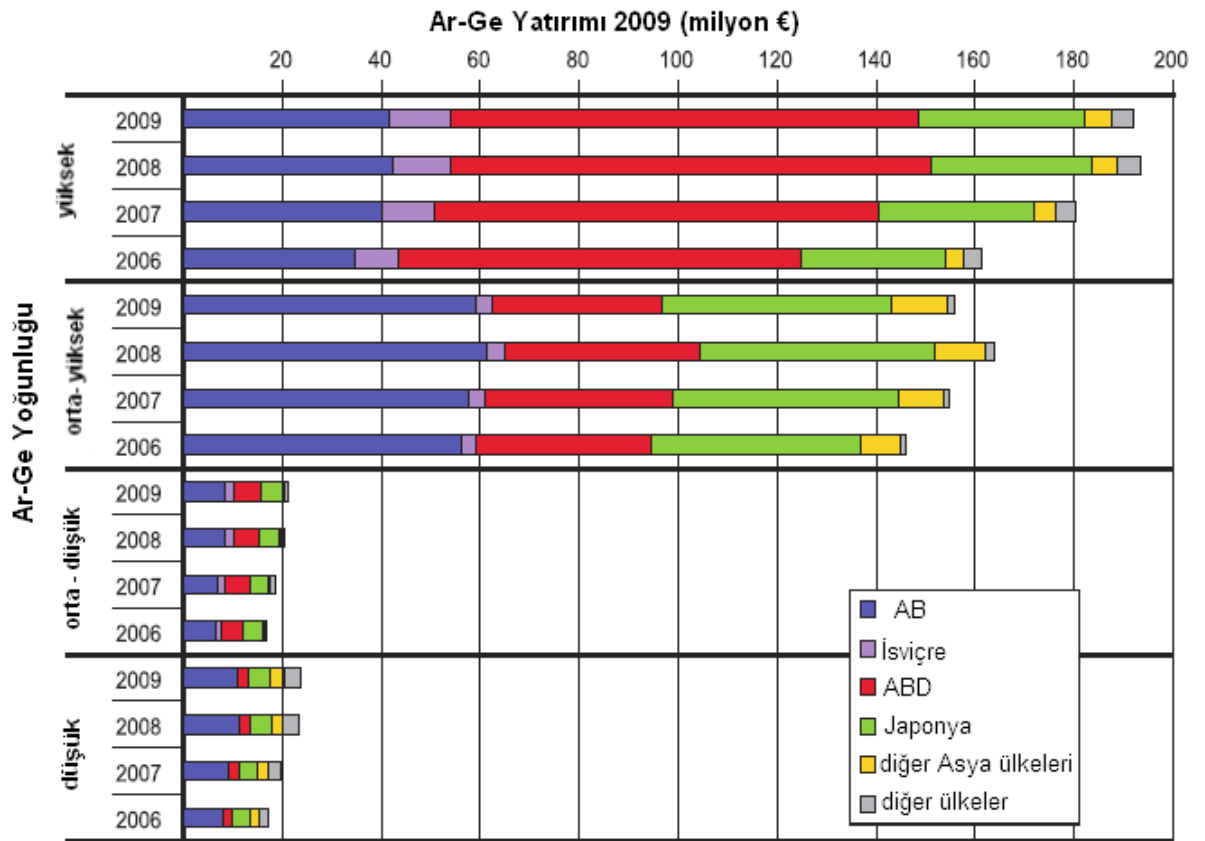
2000 yılında AB ülkelerinin küreselleşmenin getirdiği tehditlere karşı koymak için hazırladıkları Lizbon Stratejisi dokümanında bilgiye dayalı rekabetçi bir ekonomi oluşturmanın önemini altını çizilmiş ve Ar-Ge yoğunluğunun (Ar-Ge harcamalarının GSYİH'ya oranı) 2010 yılında AB genelinde ortalamada %3 seviyesine çıkartılmasını hedeflemiştir. Bu hedefe ulaşırken araştırmalara daha fazla yatırım yapılması, Avrupa Araştırma Ağı kurulup ülkelerin güçleri birleştirilerek Ar-Ge'ye ayrılan kaynakların daha etkin kullanılmasının sağlanması, uluslararası işbirlikleri kurulması ve bilginin taşıma etkisiyle yayılmasına çalışılması öngörülmüştür. (STC Key Figures Report, 2008)

Fazla rekabetçi olan %3'lük hedef daha sonra her ülkenin kendi hedefini belirlemesi ile uygulanamamıştır. Yine de 2008 yılı için AB-27 ülkelerinin Ar-Ge harcamalarının GSYİH'ya göre payı %1,90 olarak gerçekleşmiştir. AB'nin Avrupa 2020 yenileşim birliği başlıklı strateji dokümanı ise hedef koymak yerine araştırma sonuçlarının başarılı bir şekilde ticarileşmesi için yapılması gerekenleri ana hatları ile belirlemiştir. (Eurostat, 2011)

AB Sanayi Ar-Ge Yatırım Karnesi 2010 raporuna göre, 2009 yılında AB dâhilindeki en iyi şirketlerin Ar-Ge yatırımları %2,6 düşerken ABD'deki öncü şirketlerinki %5,1 düşmüş, ancak Uzak Doğu ülkelerinin daha iyi performans göstermeleri ile küresel bazda Ar-Ge yatırımlarındaki düşüş %1,9 ile sınırlı kalmıştır. Bu küresel şirketlerin kârlılık ve satış rakamlarındaki ileri düzeydeki gerilemeye karşın Ar-Ge harcamalarında çok fazla bir kısıntıya gitmemiş olmaları, Ar-Ge faaliyetlerini krizden daha güçlü bir şekilde çıkmak için önemli bir araç olarak gördüklerinin bir göstergesidir. (IRI, 2010)

Özel sektörün Ar-Ge ve yenileşim faaliyetlerinin küresel olarak yayılmasında çok uluslu şirketlerin katkıları oldukça yüksektir. Dünya'daki Ar-Ge harcamalarının yaklaşık olarak yarısı 700 adet küresel firma aracılığı ile yapılmaktadır. Yine de hem kamu hem de özel sektörün Ar-Ge yatırımı yapmalarında devlet destekleri hayati bir role sahiptir. (OECD 2010b)

Dünya çapında sektörler Ar-Ge yoğunluklarına göre yüksek, orta-yüksek, orta-düşük ve düşük olmak üzere 4 sınıfa ayrılmışlardır. %2'den daha yüksek Ar-Ge yoğunluğuna sahip sektörler (orta-yüksek ve yüksek) elektrik-elektronik, otomotiv, uzay, ilaç, biyoteknoloji, yazılım ve donanım gibi ileri teknoloji gerektiren sanayileri içermektedir. Bu açıdan bakıldığında, AB, ABD, Japonya ve İsviçre gibi gelişmiş ülkelerin Ar-Ge harcamalarının en çok bu sektörlerde yoğunlaştığı görülmektedir. (Şekil I.4)



Kaynak: The 2010 EU Industrial R&D Investment Scoreboard

Şekil I. 4 Sektör grupları bazında Ar-Ge yatırımları

Günümüzdeki mevcut durumda 2008 krizini takip eden yıllarda ortaya çıkan makroekonomik problemler tüm ülkeleri mali açıda kemer sıkmaya itmiştir. GSYİH rakamlarında küçülme, işsizlik oranlarındaki artış, ticaret hacmindeki düşüş ve finansal dengenin sağlanamaması gibi sebeplerden ötürü küresel bazda ülkeler Ar-Ge ve yenileşim faaliyetlerine verdikleri destekleri kısma yoluna gitmektedirler. Hem talepteki daralmalar ile yeni ürünlerin pazar bulmada zorlanması hem de maddi desteklerin azalması ise firmaların Ar-Ge çabalarını azaltmaya yönlendirmektedir. Bu durum kısa vadede bütçe açıklarını kapatmakta etkili olsa da uzun vadede ekonomi üzerinde yıkıcı etki yaratabilir. Ar-Ge'nin üretkenlik artışı, ekonomik büyüme ve ihracat ile bağlantılı olması ve özellikle kamusal Ar-Ge harcamalarının nitelikli insan gücü yetiştirmede önemli bir rol üstlenmesi, bu kalemdeki bir azalmanın ülkelerin geleceğini olumsuz yönde etkilemesini kaçınılmaz kılmaktadır. (OECD, 2010a)

1.4. TÜRKİYE EKONOMİSİ ve AR-GE DESTEKLERİ

1.4.1. Türkiye’de Bilim ve Teknoloji Politikaları

Türkiye’nin bilim ve teknoloji politikaları konusundaki geçmişi 1960’larda, o zamanki adıyla Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu’nun (TÜBİTAK) birinci beş yıllık kalkınma planının bir çıktısı olarak kurulmasıyla başladığı söylenebilir. İlk yıllarda temel ve uygulamalı bilimsel çalışmalar desteklenerek ve ilgili insan kaynağının geliştirilmeye çalışılmış, daha sonra 1972 yılında TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi’nin (TÜBİTAK-MAM) kurulması ile stratejik araştırma yapma konusu da gündeme alınmıştır. Sonraki kalkınma planlarında teknoloji transferi ve teknoloji politikaları ile ilintili olarak teknolojik gelişmeye değinilmişse de 1980’lere kadar olan bu dönemde herhangi bir politik öncelik ortaya konulmamıştır. (Tümer, 2004)

300 civarında bilim adamı ve uzmanın katılımıyla çok ayrıntılı olarak hazırlanan “Türk Bilim Politikası: 1983-2003” dokümanı, Türkiye’nin ilk bilim ve teknoloji politikası çalışması olarak görülmektedir. Ülkedeki bilim ve teknoloji politikalarını tasarlayan ve yol gösteren bu önemli doküman, devletin 5. ve 6. kalkınma planlarında gerektiği yeri bulamamıştır. Bu çalışmanın en önemli çıktılarından biri de oluşturulan Bilim ve Teknoloji Yüksek Kurulu’dur (BTYK). 1983’te kurulduktan sonra ancak 1989’da ilk

toplantısını yapan kurulun “Türk Bilim ve Teknoloji Politikası: 1993-2003” dokümanının kabul edilmesinden sonra işlerlik kazandığı söylenebilir. Yayımlanan bu doküman, ileriki yıllarda hazırlanan 7. beş yıllık kalkınma planında açıklanan “Bilim ve Teknolojide Atılım Projesi” ile yerini bulmuştur. 1997 yılında yayımlanan “Türkiye’nin Bilim ve Teknoloji Politikası” (TÜBİTAK, BTP 97/04) çalışması da ülkenin bu konuda izleyeceği yolu gösteren temel bir doküman olmuştur.(Göker, 2002)

Bu süre zarfında kamu ile özel sektör arasında bir köprü görevini üstlenen Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı (TTGV) 1991 yılında kanun ile kurularak, Dünya Bankası’nın sağladığı kaynaklar ile Türkiye için çok kapsamlı bir Ar-Ge desteği uygulamasını ortaya koymuştur. Daha sonra 1995 yılında Dış Ticaret Müsteşarlığı tarafından Ar-Ge faaliyetlerinin desteklenmesi amacıyla yürürlüğe konan “Araştırma-Geliştirme (Ar-Ge) Yardımına İlişkin Tebliğ” ile de kamu kaynakları kullanılarak TTGV ve TÜBİTAK aracılığıyla firmalara hibe ve geri dönüşlü Ar-Ge proje desteği sağlanmaya başlamıştır.

1990’larda ortaya koyulan bu çabalar 2000 yılında olumlu yönde etkisini göstermiştir. İlgili verilere bakıldığında GSYİH’den Ar-Ge’ye ayrılan payın %0,32’den %0,64’e yükseldiği, Ar-Ge personeli sayısının yaklaşık olarak %75 artış gösterdiği ve bilimsel yayınların sayısının da 1177’den 6074’e çıktığı görülmektedir.

Bu süre zarfında sistemin tamamlayıcısı olabilecek diğer yapıların da oluşumu süreç için kritik bir önem taşımıştır. Türk Patent Enstitüsü, TÜRKAK (Türk Akreditasyon Kurumu), Ulusal Metroloji Enstitüsü, KOSGEB (Küçük ve Orta Ölçekli İşletmeleri Geliştirme ve Destekleme İdaresi Başkanlığı), TÜBA (Türkiye Bilimler Akademisi), teknoloji serbest bölgeleri ve teknoloji geliştirme bölgelerinin kurulmaları sistemdeki eksik kurumsal temelin yapılandırılması açısından kilit rol üstlenmiştir.

2000 yılına gelindiğinde BTYK tarafından 2003 yılında süresi dolacak olan politika dokümanından sonra kullanılacak yeni bir bilim - teknoloji stratejisi belgesi ortaya koyulmasına karar verilmiştir. 2003 – 2023 yıllarını kapsayacak olan ve daha sonra projelendirilerek “Vizyon 2023: Bilim ve Teknoloji Stratejiler” adı verilen bu belgenin hazırlanması için TÜBİTAK görevlendirilmiştir. Eski politika dokümanının ulusal hedeflere yönelik olarak uzun vadeli bir stratejik planlama içermemesi ve politikaların

uygulanabilmesi için gerekli toplumsal desteğin ve siyasi iradenin eksikliği sebebiyle amaçlarına ulaşmadığı göz önünde bulundurularak, proje kapsamında teknoloji öngörüsü, ulusal teknoloji envanteri (teknolojik yeteneğin belirlenmesi) , araştırma bilgi sistemi (araştırmacılar envanteri) ve ulusal araştırma altyapısı bilgi sistemi başlıklı dört alt proje yürütülmüştür. (TÜBİTAK, 2003)

Günümüze doğru gelindiğinde ise, Vizyon 2023'in ışığında ilerleyen dönemlerde üretilen Bilim ve Teknoloji Politikaları Uygulama Planı (BTP-UP) 2005-2010 ve Ulusal Bilim, Teknoloji ve Yenilik Stratejisi (UBTYS) 2011-2016 strateji dokümanları, Türkiye Cumhuriyeti'nin kuruluşunun 100. yılında ürettiği bilgi ve geliştirdiği teknolojileri, ülke ve insanlığın yararına yenilikçi ürün, süreç ve hizmetlere dönüştürebilen bir Türkiye yaratmaya yönelik strateji ve hedefler ortaya konmuştur.

DPT tarafından hazırlanan Dokuzuncu Kalkınma Planı 2007 – 2013 çerçevesinde Ar-Ge ve yenileşim için kesin bazı hedefler ortaya konmuştur. Bunlardan en önemlisi Ar-Ge harcamalarının GSYİH içindeki payının 2013 yılı itibarıyla %2'ye çıkartılması hedefidir. Ayrıca, tam zamanlı araştırmacı sayısının 80.000'e çıkartılması, özel sektör Ar-Ge harcamalarının toplam harcamaların en az %60'ına yükseltilmesi, geniş bant ve internet erişimini oranının artırılması gibi somut politika önerileri de sunulmuştur. (DPT, 2006)

1.4.2. Türkiye'de Mevcut Ar-Ge Teşvikleri ve Yasal Mevzuat

1990'lı yılların başlarında TTGV ve daha sonra da TÜBİTAK aracılığı ile Ar-Ge desteklerinin verilmesi, sistemli bir ulusal yenileşim stratejisinin oluşturulmasında katkıda bulunmuştur. Bu sistemin yön göstericisi dokümanların oluşturulması ve ana aktörleri olacak kurumların kurulmaları veya yeniden yapılandırılmaları sonucunda, her ne kadar kurumlar ve dokümanlar arasında tam bir koordinasyon sağlanamasa da 2000'li yıllara gelindiğinde Ar-Ge'ye verilen önem artmıştır. Günümüze gelindiğinde ise kamunun Ar-Ge'ye ayırdığı kaynakların büyüklük olarak artması ile arz yönlü, maliyetleri azaltarak Ar-Ge yatırımlarını teşvik etmeye yönelik programlar sistemin büyük çoğunluğunu oluşturmaktadır. (Kiper, 2010)

Ülkemizde 2011 yılında bakanlıklar ve devlet kurumlarında yapılan yeniden düzenlemeler ile Ar-Ge, yenileşim ve girişimciliğe yönelik desteklerin büyük bir kısmı yeni kurulan Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı çatısı altında toplanmıştır. Bakanlık, kendisine bağlı olan TÜBİTAK ve KOSGEB'in yanı sıra kendi bünyesinde de çeşitli destekler sunmaktadır. Bunların içerisinde yeni iş fikirlerinin desteklendiği Teknogirişim Sermayesi Desteği, Teknoloji Geliştirme Bölgelerine yönelik destekler, Ar-Ge Merkezleri'nin kurulmasına yönelik faaliyetler, üniversite-sanayi işbirliğinde yürütülen San-Tez Programı ve Rekabet Öncesi İşbirliği Programı bulunmaktadır¹.

TÜBİTAK'ın tarafından ulusal ve uluslararası bazda firmaların, üniversitelerini araştırma kurumlarının ve kamunun Ar-Ge ve yenileşim faaliyetlerine yönelik sağlanan hibe destekler beş başlık altında gruplanmaktadır²:

- Sanayi Ar-Ge Proje Destekleri
- Akademik Ar-Ge Destekleri
- Bilim ve Toplum Proje Destekleri
- AB Çerçeve Programları Destekleri
- İkili ve Çoklu İşbirlikleri

KOSGEB tarafından KOBİ'lere yönelik olarak sunulan hibe ve geri dönüşlü desteklerin arasında yer alan Ar-Ge, İnovasyon ve Endüstriyel Uygulama Destek Programı ile bilim ve teknoloji tabanlı yeni ve teknolojik fikirler ile beraber Ar-Ge ve yenilik faaliyetlerinin desteklenmesi ve ticarileştirilmesi amaçlanmaktadır.³

1991 yılından bu yana geri dönüşlü destek veren TTGV, firmaların Ar-Ge faaliyetlerini Teknoloji Geliştirme Projeleri Desteği, seçilmiş bazı teknoloji alanlarına yönelik olarak İleri Teknoloji Projeleri Desteği ve girişimcileri de başlangıç ve girişim sermayesi yoluyla desteklemektedir.⁴

¹ <http://sagm.sanayi.gov.tr> adresinden derlenmiştir. Detaylı bilgilere internet sitesinden ulaşılabilir.

² <http://www.tubitak.gov.tr> adresinden derlenmiştir. Detaylı bilgilere internet sitesinden ulaşılabilir.

³ <http://www.kosgeb.gov.tr> adresinden derlenmiştir. Detaylı bilgilere internet sitesinden ulaşılabilir.

⁴ <http://www.ttg.gov.tr> adresinden derlenmiştir. Detaylı bilgilere internet sitesinden ulaşılabilir.

Son olarak Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı tarafından yürütülen Tarımsal Ar-Ge Proje Destekleri, tarım sektörünün ihtiyacı olan çeşitli konularda Ar-Ge faaliyetlerinin yürütülmesi ve kapasitenin geliştirilmesi için hibe destekler sunmaktadır.⁵

Konu ile ilgili yasal mevzuat arasında en önemlisi Ar-Ge indirimi, teşviki, istisnası gibi unsurları içeren ve 12 Mart 2008 tarihli Resmi Gazetede yayımlanan 5746 Sayılı “Araştırma ve Geliştirme Faaliyetlerinin Desteklenmesi Hakkında Kanun”dur. Bu kanun ile Ar-Ge ile uğraşan personele yönelik vergi muafiyetleri ve sosyal güvenlik indirimleri ile firmalara Ar-Ge harcamaları için çeşitli indirimler sağlanması, damga vergisi muafiyeti verilmesi ve yeni mezun girişimcilere yönelik sunulan Teknogirişim desteği gibi Ar-Ge’nin teşvik edilmesine yönelik bir dizi faydalar sağlanmıştır.

Bunun dışında, üniversite – sanayi ve araştırma kurumları arasındaki işbirliğine ağırlık veren 06 Temmuz 2001 tarihli Resmi Gazetede yayımlanan 4691 Sayılı Teknoloji Geliştirme Bölgeleri Kanunu da firmalara kurumlar ve gelir vergisi istisnası, personele ise ücretlerinde vergi istisnası sağlamaktadır.

İlgili diğer kanunlar olan 31 Temmuz 2004 tarihinde yürürlüğe giren 5228 sayılı Kanun ile 193 Sayılı Gelir Vergisi Kanunu ve 5422 Sayılı Kurumlar Vergisi Kanunu’nda değişiklikler yapılmasıyla Ar-Ge faaliyetleri yürüten firmalara yaptıkları harcamaların üzerinden Ar-Ge indirimi uygulanabilmektedir.

I.4.3. Türkiye Ekonomisi ve Ar-Ge’nin Durumu

Ekonomik büyüklüğe göre (milli gelir ve ihracat rakamları) 2010 yılı itibariyle Türkiye dünyanın 17. büyük ve AB ülkeleri ile kıyaslandığında üye ülkeler arasında 6. büyük ekonomidir. (IMF, 2010) Dinamik bir ekonomiye sahip olarak görülen ülkemizde modern sanayi ve ticaret sektörünün yanında geleneksel tarım sektörü beraber bulunmaktadır. En büyük sanayi sektörü olan tekstil ve hazır giyim sanayi işgücünün yaklaşık %33’ünü istihdam ederken son zamanlarda gelişen elektronik ve otomotiv sanayisi ülkenin ihracatında tekstilden daha fazla bir öneme sahip olmuştur. (OECD, 2010a)

⁵ <http://www.tagem.gov.tr> adresinden derlenmiştir. Detaylı bilgilere internet sitesinden ulaşılabilir.

Sektörel bazda Türkiye'nin GSYİH'sı incelendiğinde, hizmet sektörünün GSYİH'nın yarısından fazlasını oluştururken (2008 yılı için % 62) sanayi (imalat) sektörünün ikinci sırada yer aldığı (2008 yılı için % 28), tarım sektörünün ise GSYİH'ya katkısı en düşük sektör olduğu (2008 yılı için % 10) anlaşılmaktadır. (Dünya Bankası, 2010)

Tablo I. 1 Türkiye'nin Temel Ekonomik Göstergeleri, 2003 - 2010

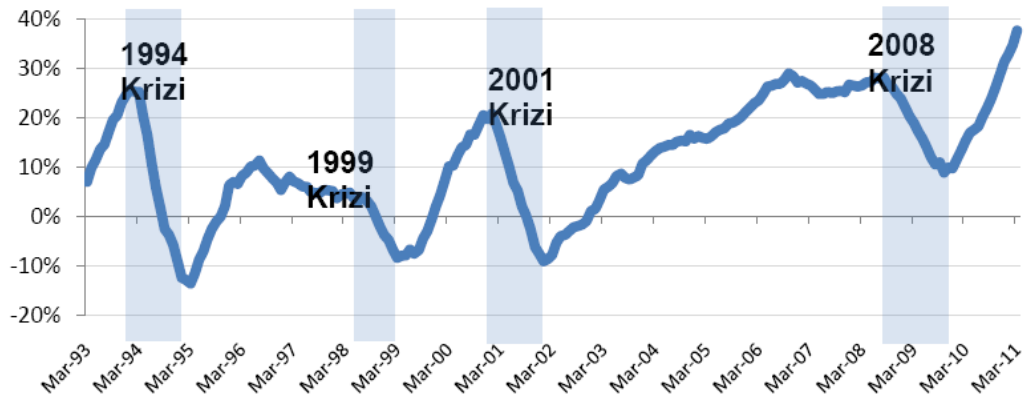
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Reel GSYH, (Milyar\$)	304,9	390,4	481,5	526,4	648,8	742,1	617,6	735,8
Kişi Başı Reel GSYH, (\$)	4.341,40	5.486,70	6.681,40	7.213,90	8.781,80	10.039,90	8.255,10	10.079,0
Reel GSYH Artışı (%)	5,3	9,4	8,4	6,9	4,7	0,7	-4,7	8,9
TÜFE Enflasyon (%)	25,3	8,6	8,2	9,6	8,8	10,4	6,3	6,4
İşsizlik (%)	10,5	10,8	10,6	10,2	10,3	11,0	14,0	11,9
Cari Hesaplar Dengesi, (Milyar\$)	-7,5	-14,4	-22,1	-32,3	-38,3	-41,9	-14,0	-48,6
Ticaret Dengesi, (Milyar\$)	-13,5	-22,7	33,1	41,1	-46,8	-53	-24,9	-56,3
İhracat, (fob, Milyar\$)	52,4	68,5	78,4	93,6	115,4	140,8	109,7	120,9
İthalat, (cif, Milyar\$)	69,3	97,5	116,8	139,6	170,1	202,0	140,9	177,2

Kaynak: TCMB, Hazine, IMF, OECD, DPT, TÜİK, Dünya Bankası verileri

2001 krizi sonrası toparlanma eğilimine giren Türkiye ekonomisi, 2008 yılına kadar GSYİH'da düzenli bir artış yakalamıştır. Ülkemiz, 2008 yılındaki krizden gelişmekte olan ülkeler arasında en çok etkilenen ülke olmuş, reel anlamda GSYİH rakamları 2010 itibariyle halen 2008 seviyelerine ulaşamamıştır (Tablo I.1).

Türkiye'nin yıllar itibariyle ekonomik göstergelerine bakıldığında en önemli iki problemli alanın işsizlik ve cari hesaplar dengesi (cari açık) olduğu görülmektedir. Bir ülkenin yurtdışına sattığı mal ve hizmetlerden elde edilen gelirin yurtdışından aldığı mal ve hizmetler karşılığı ödenen tutardan az olması olarak açıklanan cari açık, ekonominin kırılganlığını ve krizin yaklaştığını işaret eden önemli bir göstergedir.

Cari açığın yıllar itibariyle ihracat ve hizmet gelirlerine oranını gösteren aşağıdaki şekilde (Şekil I.5) ülkemizde krizlerin yaşandığı dönemde bu oranın %25-30 aralığına kadar yükseldiği gözlemlenmektedir. 2008 krizinden sonra azalan bu oranın 2010 sonu itibariyle %30'lara ulaşması ve cari açığın aşırı yükselmiş olması yeni bir krizin yaklaştığını işaret etmektedir. (Kalkan, 2011)



Kaynak: TCMB Ödemeler Dengesi ve TEPAV Hesaplamaları (TEPAV)

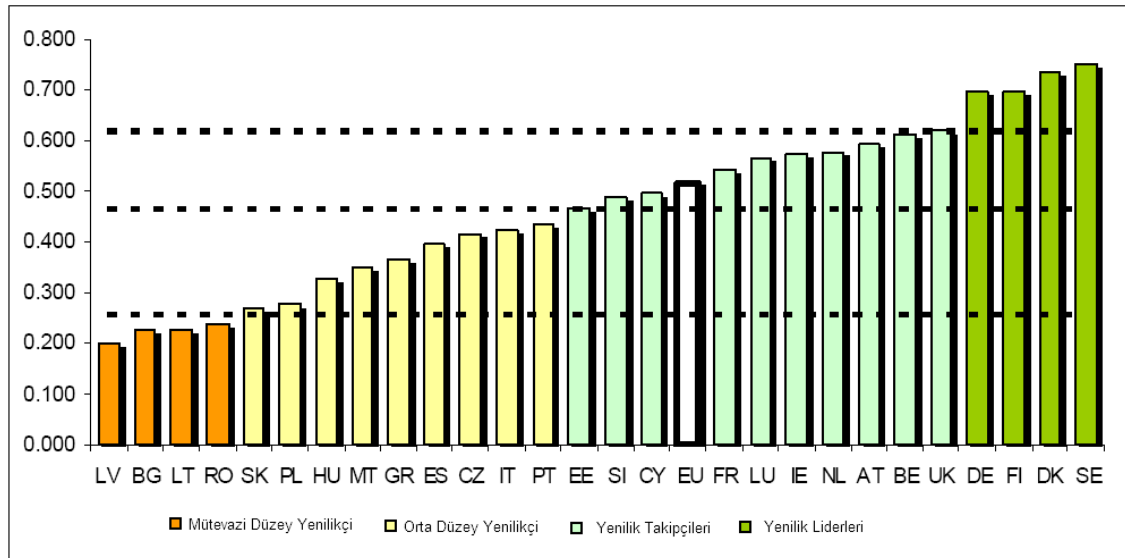
Şekil I. 5 Cari Açığın Döviz Kazandırıcı İşlemlere Oranı (ihracat ve hizmet geliri) – Yıllık Kümülatif

2011 yılında Türkiye'nin cari açığının GSYİH'ya oranla %10'lar seviyesinde gerçekleşeceği (2010 değeri %6,25), 2012 yılında ise %7,5 seviyesine gerileyeceği öngörülmektedir. Bu yüksek cari açık ve 2012 yılında küresel çevredeki sıkıntılar finansmana erişim konusunda sıkıntı yaratacağından, cari açığın azaltılması ancak ithal ikamesi ve rekabetçilikte artış ile mümkün olabilecektir. (IMF, 2011) Bu durum, hem ithalat, rekabetçilik ve ekonomik büyüme ile pozitif yönde ilişkili olan Ar-Ge ve yenileşim çalışmalarına önem verilmesini hem de yaşanacak finansal sıkıntı yüzünden mevcut finansal kaynakların makro ve mikro ölçekte etkin kullanılmasını gerektirmektedir.

Cari açığın en önemli sebeplerinden birisi olan ticaret dengesine göre ülkemizden ithal edilen mallara ödediğimiz miktar ihraç ettiğimiz mallardan elde edilen gelirlerin çok üzerindedir. İhraç ettiğimiz malların teknolojik içeriği analiz edildiğinde, orta ve yüksek teknoloji ürünlerin değerinin son yıllarda artmasına karşın hâlâ ağırlıklı olarak düşük teknoloji ürünler ihraç ettiğimiz ortaya çıkmaktadır. Yüksek teknoloji ihracatın son beş yılda ortalama GSYİH'nın %3,4'üne denk geliyor olması, bunun karşılığında orta ve yüksek teknoloji ithalatın GSYİH'nın %8'i düzeyinde gerçekleşmesi, yüksek teknoloji malların ticaretinde büyük bir açık olduğunu göstermektedir. (Dünya Bankası, 2010) Ülkemizde bilgi yoğun ve katma değeri yüksek orta ve yüksek teknoloji ürünlerin üretilmesi konusunda bir sıkıntı olduğunu ifade eden bu rakamların düzeltilmesi ancak Ar-Ge faaliyetleri vasıtasıyla yüksek teknoloji ürünler geliştirilmesi ile mümkün olabilecektir.

Bilim ve teknoloji göstergeleri açısından bakıldığında çoğu OECD ülkesinin gerisinde kalsa da ülkemizin son yıllarda bu konuda iyi bir performans gösterdiği araştırmacılar tarafından söylenmektedir. (OECD, 2010a)

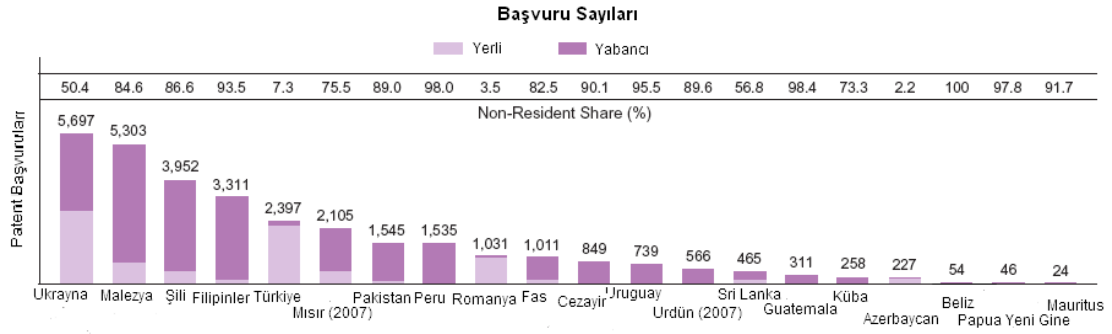
AB-27 ülkeleri ile AB üyesi olmayan bazı ülkelerin incelendiği ve Ar-Ge dâhil çeşitli yenileşim göstergeleri kullanılarak yapılan ülke değerlemelerine göre Türkiye, yenileşim performansının artışına göre %4 ile AB ortalamasının üzerinde olmasına karşın ortalama performansa göre “mütevazı seviyede yenilikçi” ülkeler arasında Litvanya’dan sonra sondan 2. sırada yer almıştır. (Şekil I. 6) Ülkemizin göreceli olarak kuvvetli yanları açık, mükemmel ve çekici bir araştırma sisteminin bulunması ve yenilikçi KOBİ’lerin fazla olması; zayıf yanları ise insan kaynakları, firma yatırımları ve fikri mülkiyet varlıkları olarak belirlenmiştir. (UNU-MERIT, 2011)



Kaynak: UNU-MERIT 2011

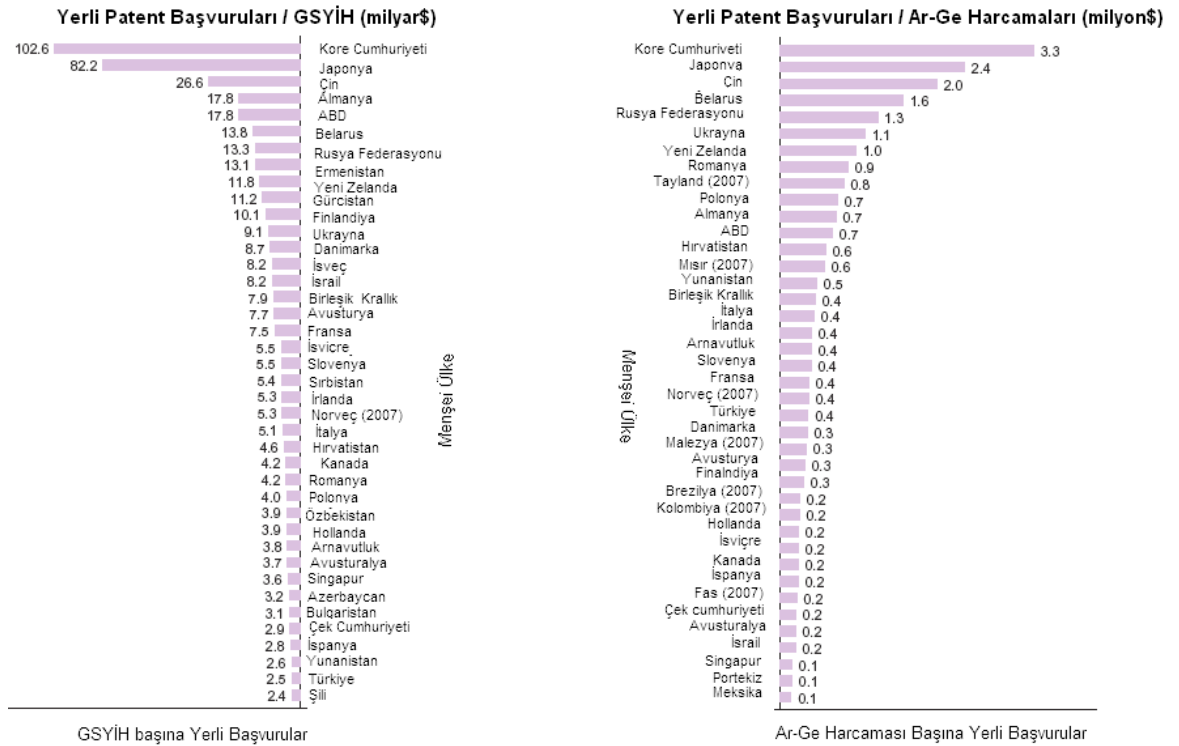
Şekil I. 6 AB Üye Ülkelerinin Yenilik Performansları

Uluslararası Fikri Mülkiyet Örgütü’nün (WIPO, 2010) verilerine göre Türkiye patent başvurularında seçilen orta sınıf gelir düzeyindeki ülkeler arasında Ukrayna, Malezya, Şili ve Filipinler’in ardından 5. sırada yer alabilmiştir. (Şekil I.7) 2004 yılı patent başvuruları ile kıyaslandığında Türkiye, bu ülkeler arasında 2008 yılında başvuru sayısı en çok düşen ülkelerden biri olmuştur.



Kaynak: WIPO, 2010

Şekil I. 7 Orta Gelir Düzeyindeki Ekonomilerde 2008 Yılı Patent Başvuruları

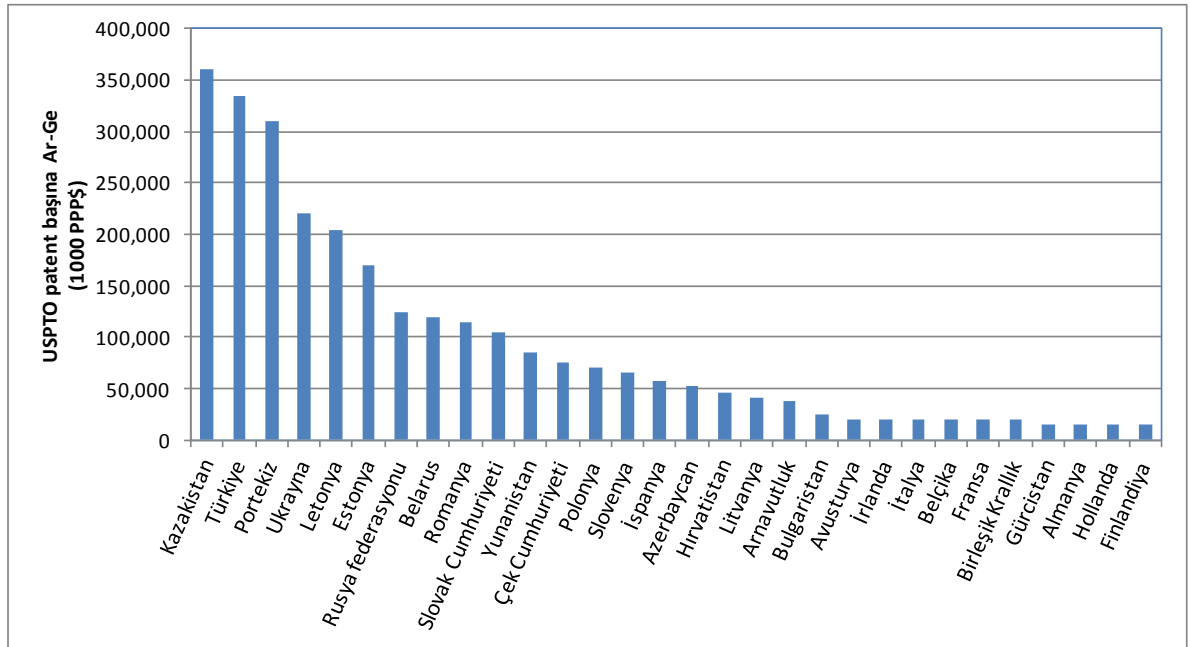


Kaynak: WIPO İstatistik Veritabanı, UNESCO ve Dünya Bankası, Haziran 2010

Şekil I. 8 Patent Aktivitesi Yoğunluğu, 2008

Küresel anlamda yapılan kıyaslamada 2008 yılı için GSYİH başına düşen patent sayısına göre ülkemiz sonlarda yer almış, ancak Ar-Ge harcaması başına patent başvurusuna göre yapılan sıralamada dünyada 23. sıraya yükselmiştir. (Şekil I.8) Bu durum, Ar-Ge harcamalarının göreceli olarak etkin kullanıldığı sonucunu ortaya çıkarsa da Ar-Ge ve yenileşim konusunda halen kat edilmesi gereken önemli yollar olduğunun bir göstergesidir.

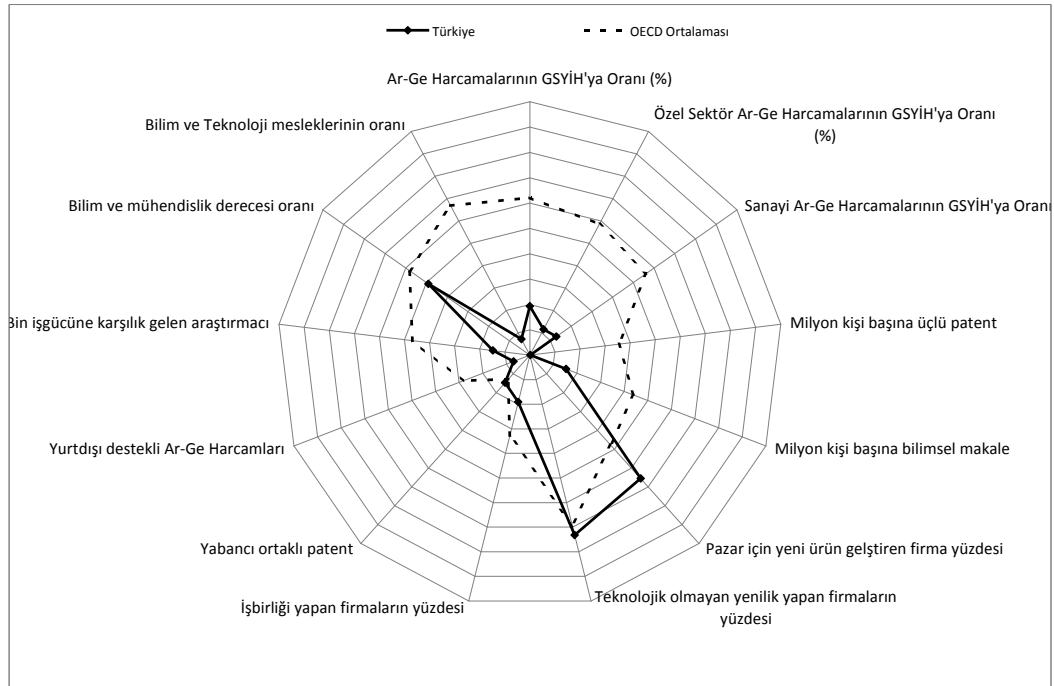
Patent ile Ar-Ge ilişkisini kullanan benzer bir etkinlik analizi de Dünya Bankası tarafından yapılmıştır. 2007 yılında Avrupa ve Orta Asya ülkelerine ABD Patent Ofisi (USPTO) tarafından verilen patentler için yapılan Ar-Ge harcamalarına göre ülkeler sıralandığında, Türkiye Kazakistan'dan sonra sondan ikinci sırada yer almış, patent başına yaklaşık 325.000 ABD doları harcama ile Ar-Ge faaliyetleri yaparak uluslararası alanda yenilik yaratma etkinliği konusunda dünyanın oldukça gerisinde kalmıştır. (Şekil I. 9) Buradan da anlaşılabacağı üzere 2023 yılında dünyanın ilk 10 ekonomisinden biri olma hedefine ulaşmak için Ar-Ge'ye ayrılan kaynakları daha etkin kullanmamız bir gereklilik haline gelmiştir.



Kaynak: Dünya Bankası Igniting Innovation (2011)

Şekil I. 9 USPTO'daki patent başına yapılan Ar-Ge harcaması

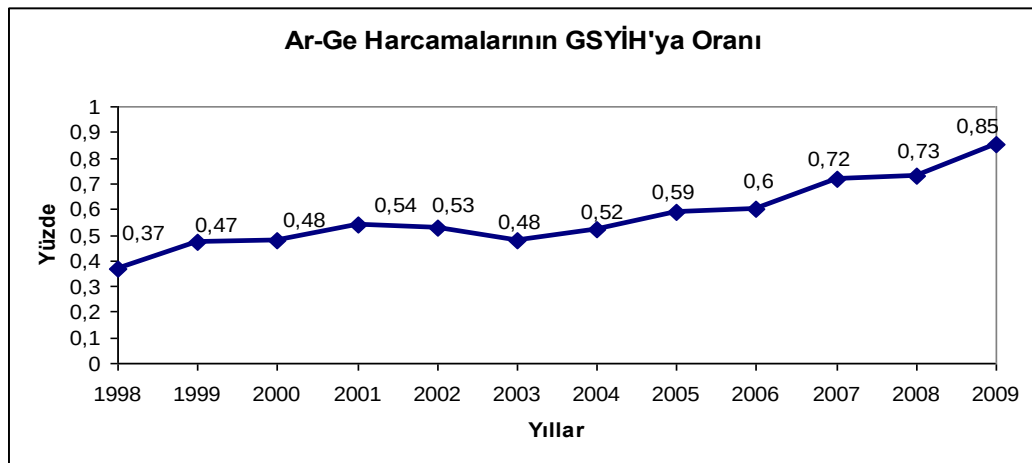
Ülkemizin 2008 yılına ait bilim ve yenileşim istatistikleri ile OECD ülkelerin ortalamaları karşılaştırıldığında firma seviyesinden yürütülen yenilik faaliyetlerine göre genel ortalamaların üzerinde olduğumuz, ancak Ar-Ge harcamaları ile özel sektör ve sanayi Ar-Ge harcamaları açısından çok geride kaldığımız anlaşılmaktadır. (Şekil I.10)



Kaynak: OECD 2010a

Şekil I. 10 Türkiye'nin bilim ve yenileşim profilinin OECD ülkeleri ile karşılaştırılması

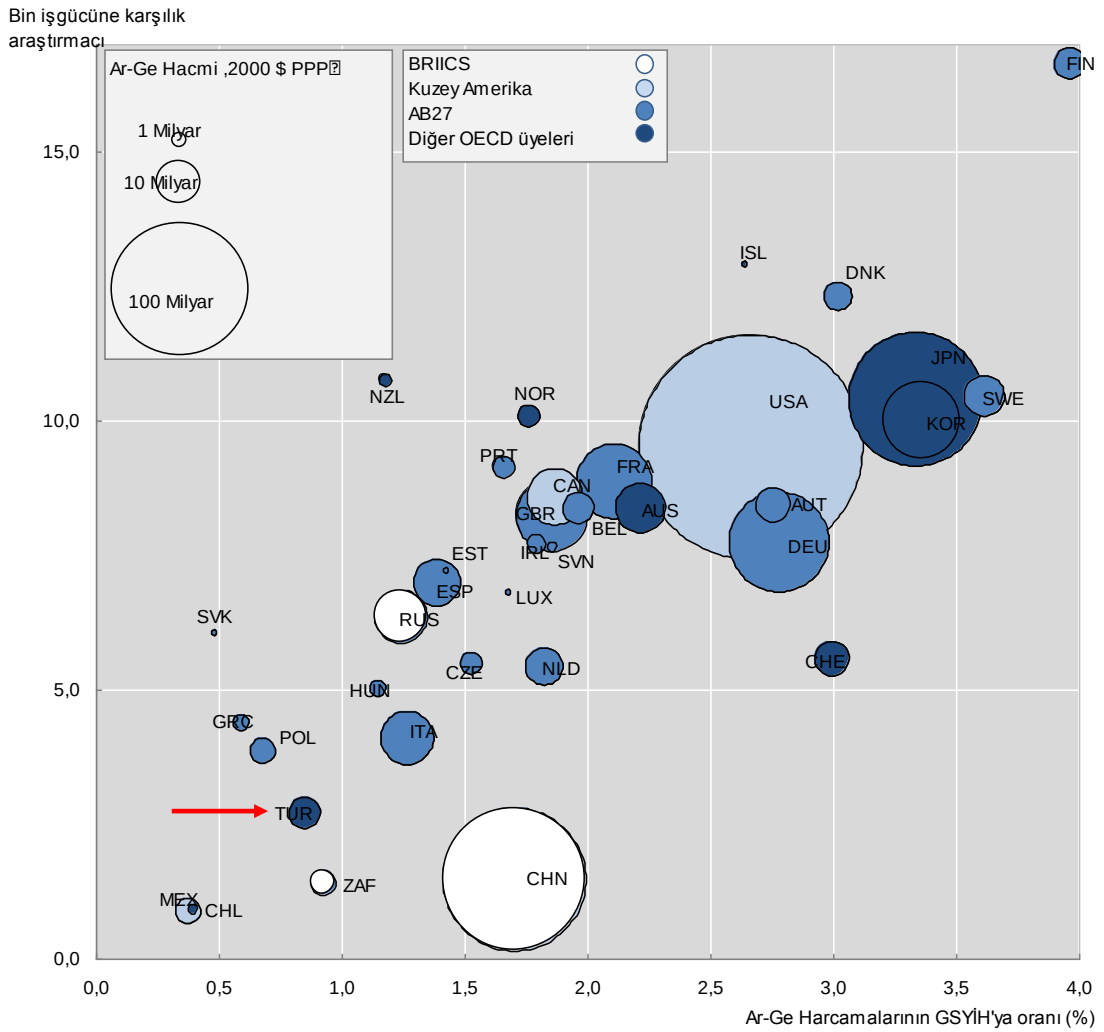
Ar-Ge harcamalarının GSYİH'ya oranı son yıllardaki artış trendi ile 2009 yılında binde 8,5 seviyesine çıkmıştır. (Şekil I.11) 1998 – 2009 yılları arasında bu oranda gözlemlenen büyüme OECD ve AB-27 ortalamasının üzerindedir. Ar-Ge harcamalarının bu hızlı büyümesi umut vaat edici olsa da ülkemiz oransal olarak OECD ülkeleri (2008 yılı ortalaması %2,34), AB-27 (2009 yılı ortalaması %1,90) ve benzer gelişmekte olan ülkelerin gerisinde kalmaktadır. (TÜBİTAK, 2011)



Kaynak: TÜİK

Şekil I. 11 Ar-Ge harcamalarının yıllar itibariyle GSYİH'ya oranı

Araştırmacı sayısı, Ar-Ge hacmi ve Ar-Ge harcamalarının GSYİH'ya oranı göz önüne alınarak ülkelerin konumlandırıldığı Şekil I. 12'de ülkemizin dünyadaki yeri gösterilmektedir. Ar-Ge harcaması bakımından %1'lik oranın altında kalan 7 ülkeden biri olan Türkiye'nin bu bağlamda, Lizbon stratejisinde belirtilen %3 seviyesine ya da Dokuzuncu Kalkınma Planında öngörülen %2'lik düzeye ulaşmada daha çok yol kat etmesi gerektiği anlaşılmaktadır.

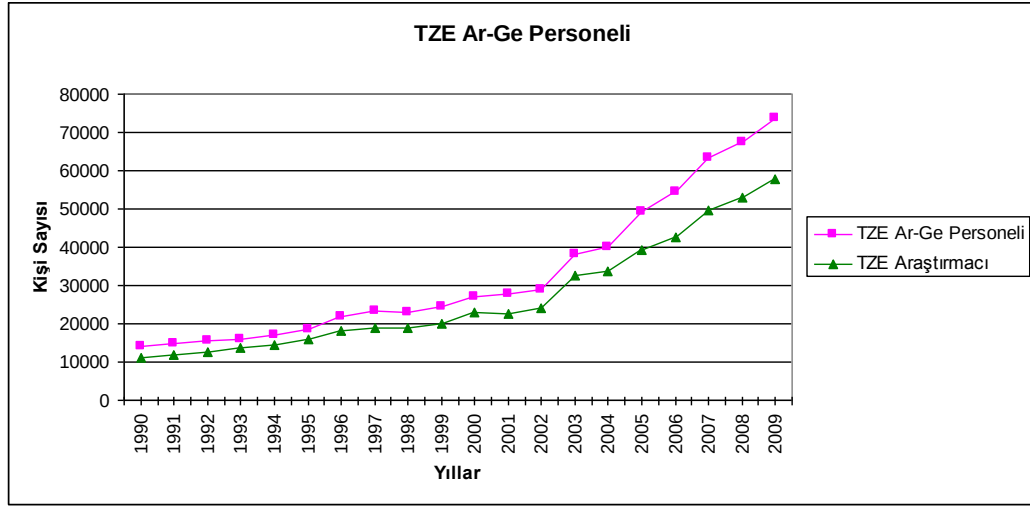


Kaynak: OECD Science, Technology and Industry Scoreboard 2011

Şekil I. 12 2009 yılı verilerine göre ülkeler bazında Ar-Ge

Ar-Ge faaliyetleri ile uğraşan işgücünü gösteren tam zaman eşdeğer (TZE) Ar-Ge personeli ve araştırmacı sayıları da yıllar itibariyle artarak 2009 yılında sırasıyla

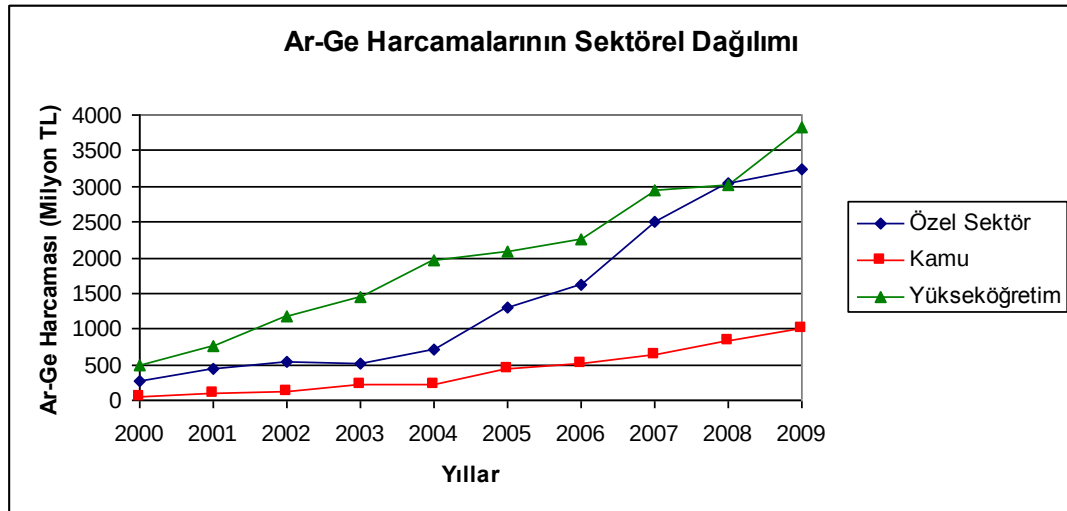
yaklaşık olarak 74.000 ve 58.000'e ulaşmıştır. 2009 yılı için toplam Ar-Ge personeli içerisinde özel sektörde çalışanların payı %42 seviyesinde gerçekleşmiştir. (Şekil I. 13)



Kaynak: TÜİK

Şekil I. 13 Yıllar itibariyle tam zamana eşdeğer Ar-Ge personeli ve araştırmacı sayıları

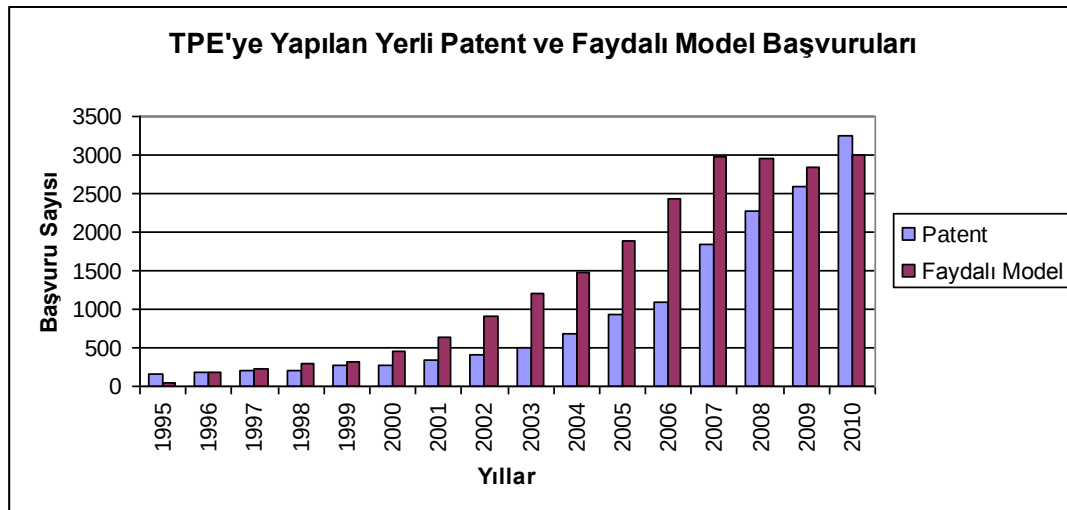
Ar-Ge harcamaları sektörel dağılımına göre incelendiğinde en çok Ar-Ge harcamasının yükseköğretim kurumları tarafından yapıldığı, özel sektör Ar-Ge harcamalarının ise ikinci sırada yer aldığı görülmektedir. (Şekil I. 14) 2009 yılı verilerine göre toplam Ar-Ge harcamaları içerisinde özel sektörün payı %40 seviyesinde gerçekleşmiştir. Uluslararası standartlara göre düşük olan bu oran, 2013 yılında %60'lar düzeyine ulaşmak ve gelişmiş ülkelere benzer bir dağılım yakalayabilmek için özel sektörün halen daha çok Ar-Ge teşviğine ihtiyaç duyduğunu göstermektedir.



Kaynak: TÜİK

Şekil I. 14 Yıllar itibariyle Ar-Ge harcamalarının sektörel dağılımı

Ar-Ge faaliyetleri sonucu elde edilen yeni veya iyileştirmiş ürünün mülkiyet haklarını koruma altına almak üzere kullanılan patentler ve faydalı modeller, belirli bir süre tekel yaratmak suretiyle yenileşimi teşvik etmektedir. Türk Patent Enstitüsü'ne yapılan yerli patent başvuruları 1995 yılından bu yana hızlı bir şekilde artarak 2010 yılında 3250'ye ulaşmıştır. (Şekil I. 15) Başvuru kolaylığı ve fiyat avantajı sayesinde özellikle KOBİ'ler tarafından tercih edilen faydalı model başvuruları 2010 yılında patent başvurularının gerisinde kalarak 2994'te kalmıştır. (TÜBİTAK,2011)



Kaynak: TPE

Şekil I. 15 Yıllar itibariyle TPE'ye yapılan yerli patent ve faydalı model başvuru sayıları

TÜİK tarafından yapılan 2006 – 2008 Yenilik Araştırması'na göre genel olarak işletmelerin % 29,8'inin teknolojik yenilik yapmaktadır. İmalat sanayi özelinde teknolojik yenilik faaliyeti yürüten firmaların oranı ise % 34,7 olarak belirlenmiştir. En yenilikçi sektör % 59,2 ile bilgisayar ve ilgili faaliyetlerdir. Firma çalışan sayısına göre büyüklük sıralaması yapıldığında, firmaların personel sayılarının artması ile yenilikçilik faaliyetleri de artmaktadır. 250'den fazla çalışanı olan büyük ölçekli firmalar %48,6 ile en fazla teknolojik yenilik yapan grup olmuşlardır. Benzer şekilde ihracat yapan firmaların yapmayanlara kıyasla daha yenilikçi olduğu ortaya çıkmıştır.

Ulusal Bilim, Teknoloji ve Yenilik Stratejisi 2011 – 2016 raporu kapsamında ülkemizde sektörel bazda yapılan incelemelerde, tüm sektörler arasında Ar-Ge harcaması, TZE araştırmacı sayısı ve ithalat/ihracat rakamlarına göre Ar-Ge ve yenileşim kapasitesi en yüksek üç alan otomotiv, makine imalatı ve bilgi ve iletişim teknolojileridir. (Tablo I.2) Bu üç alan için ortak olarak Ar-Ge ve yenileşim alanında bilgi üretme kapasitelerinin yüksek olduğu, Ar-Ge faaliyetleri sonucunda ortaya çıkan ürünlerin ticarileştirmede başarılı ve dış ticaret verilerine göre uluslararası boyutta rekabetçi oldukları söylenebilir. (TÜBİTAK, 2010)

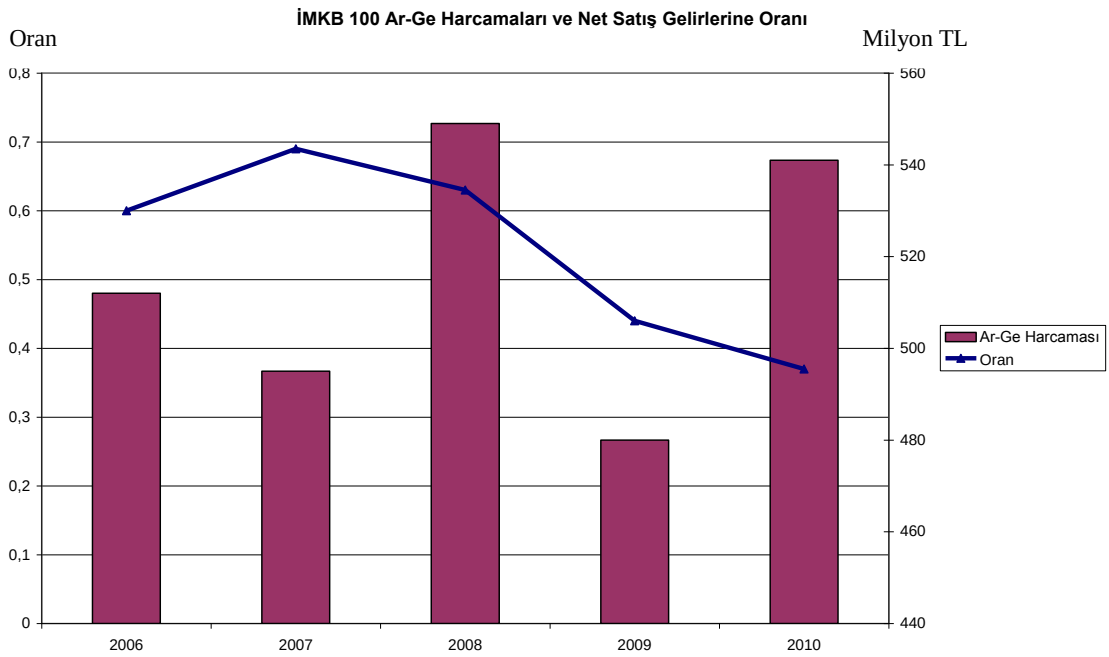
Tablo I. 2 Ar-Ge ve Yenilik Kapasitesinin Güçlü Olduğu Alanlara İlişkin Temel Göstergeler (2008)

	Ar-Ge Harcaması (Milyon TL)	TZE Araştırmacı Sayısı	ihracat (Milyar \$)	ithalat (Milyar \$)
Motorlu Kara Taşıtı ve Römorklar İmalatı (Otomotiv)	717	2.882	19	16
Başka Yerde Sınıflandırılmamış Makine ve Teçhizat İmalatı	316	3.216	10	17
Bilgi ve İletişim Teknolojileri (BİT)	422	3.678	3	12

Kaynak: TÜİK

Ar-Ge faaliyetleri yürüten en büyük ilk 100 İMKB şirketinin son 5 yıllık verilerine göre öne çıkan sektörler otomotiv, elektronik, makine ve BİT olmuştur. Özel sektör Ar-Ge harcamaları son 5 yılda inişli-çıkışlı bir yapı sergilemektedir. (Şekil I.16) 2008 yılında 549 milyon TL'lik Ar-Ge harcaması ile son beş yılın en yüksek rakamına ulaşılmıştır. Kriz sonrası hızlı bir düşüşün yaşandığı 2009 yılının ardından tekrar bir toparlanma ile 2010 yılında 541 milyon TL'lik harcama yapılmıştır. Bu şirketlerin yaptıkları Ar-Ge

harcamalarının net satış gelirlerine oranına bakıldığında ise 2007 yılındaki 0,69'luk tepe noktasından günümüze kadar bir düşüş yaşandığı ve 2010 yılında bu oranın 0,37 seviyesine indiği görülmüştür. Ar-Ge etkinliğinin bir göstergesi olan bu rakamlar da henüz Ar-Ge'ye yeterince önem verilmediği ve Ar-Ge sonuçlarının ticarileşmesinde karşılaşılan sıkıntılardan ötürü şirketlerin Ar-Ge'yi temel faaliyetleri olarak görmediğinin bir göstergesidir. (Oktay, 2011)



Kaynak: Turkishtime, 2011

Şekil I. 16 Ar-Ge 100 listesindeki şirketlerin Ar-Ge istatistikleri

Tüm bu veriler gelecek için umut vaat edici olsa da mevcut durumda ülkemizin diğer ülkelere kıyasla Ar-Ge ve yenileşim kapasitesi yeterli seviyede bulunmamaktadır. Türkiye gibi yeni fikirler üretme kapasitesi düşük ülkeler halen mevcut teknolojileri taklit etme ve kopyalama aşamasındadırlar, ancak yine de dünyanın teknolojik sınırına ulaşacak yenilikler yaratmak için çok az çaba göstermektedirler. (Cullman ve diğerleri, 2009) Ar-Ge ve yenileşime ayrılan kaynakların yetersizliği, bilim ve teknoloji kapasitemizin zayıf oluşu, konu ile ilgili personelin azlığı ve eğitim düzeyinin düşüklüğü gibi zayıf olduğumuz alanlarda iyileştirmeye gitmeden gelişmiş ülkelerin ekonomik seviyesine ulaşmak neredeyse imkânsızdır. Cumhuriyetimizin 100. yılında dünyanın ilk 10 ekonomisi arasına girme hedefine ulaşmak için sınırlı kaynakların en etkin bir biçimde kullanılması azami önem taşımaktadır.

I.5. ANALİZ İLE İLGİLİ ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

I.5.1. Ar-Ge Etkinliğinin Ölçülmesi ve Veri Zarflama Analizi

Günümüzün bilgiye dayalı ekonomileri için büyümeyi besleyen en önemli unsurlar arasında Ar-Ge ve teknolojik yenilik faaliyetlerinin bulunduğu yaygın olarak kabul görmektedir. Hem gelişmekte olan hem de gelişmiş ülkelerin Ar-Ge için büyük miktarlarda kaynak ayırmaları, Ar-Ge süreçlerinin etkinliklerinin ölçülmesi konusuna yönelik ilginin de artmasına yol açmaktadır. (Thomas ve diğerleri, 2011)

Chen ve diğerlerine (2004) göre yeni gelişen bilgi ekonomisi firmaların Ar-Ge performanslarını artırırken aynı zamanda maliyetlerini azaltarak rekabet güçlerini artırmaya zorlamaktadır. Ar-Ge'ye ayrılan kaynakların etkin kullanılması firmaların ulusal ve uluslararası bazda rekabet avantajı kazanmaları için kritik bir öneme sahiptir. Bu nedenle de Ar-Ge performansının incelenmesi ve değerlendirilmesi hem akademik çevrede hem de sanayi için ilgi çeken bir konu olmuştur. Makro boyutta bakıldığında da Ar-Ge'ye ayrılan kaynakları etkin olarak kullanamayan ülkeler Ar-Ge faaliyetlerinin sonuçlarından daha az faydalanma ve dolayısıyla da gelir seviyesinde ve ekonomik büyümede daha az artış ile cezalandırılmayı göze almaktadırlar. (Wang, 2007)

Ar-Ge performansını ölçmek çok önemli olsa da aslında süreç olarak oldukça karmaşıktır. Politika seviyesinde bakıldığında sanayi sektöründe teknolojik ilerleme kaydetme amacına ulaşılabilmesi, uygulanan teknoloji politikalarının etkinliğine bağlıdır. Uygulama seviyesinde ise Ar-Ge desteği kullandırılan firmaların kendilerine ayrılan kaynakları beklenen hedeflere ulaşmada ne kadar etkin kullandıklarının belirlenebilmesi gerekmektedir. Ancak özellikle kurum bazında yapılan değerlendirmelerde, çok farklı amaçlarla Ar-Ge faaliyetlerinin yürütülmesi doğrudan bir karşılaştırma yapılmasını güçleştirmektedir. Ar-Ge performansının ölçülmesinin arkasında yatan sebepler arasında firma bazında yapılan değerlendirme sonucunda daha iyi konumdaki firmalara kıyasla güçlü ve zayıf yanların belirlenmesi, yeniden örgütlenme kararının verilmesi, düzeltmeler ve iyileştirmeler yapılması, hataların görülmesi, sürecin öğrenilmesi ve kaynakların en iyi şekilde kullanılması için çalışmalar yürütülmesi sayılabilir. (Liu ve Lu, 2010)

Kafuros (2006) özellikle imalat sektöründe Ar-Ge etkinliğinin firmanın rekabetçiliğini büyük ölçüde belirlediğini söylemektedir. Yazara göre son 20 yılda ürün-yaşam döngüsündeki kısaltmalar firmaların kârlılıklarını düşürerek firmaları Ar-Ge etkinliklerini artırmaya itmiştir. Bu sayede etkinliğini artırabilen firmalar daha hızlı bir şekilde ürün geliştirmiş, maliyetlerini azaltarak ürünlerin kalitesini artırmışlardır.

Özellikle yüksek teknoloji içeren sektörlerde Ar-Ge projeleri yüksek düzeyde yenilik ve yaratıcılık içermektedir. Ancak yöneticiler, hangi faktörlerin Ar-Ge etkinliğine etkisinin olduğunu tam olarak kestiremedikleri için firmaların Ar-Ge performanslarını ölçmek ve artırmak için sadece geçmiş tecrübelerine güvenmektedirler. (Chen ve Lin, 2006) Ar-Ge etkinliğinin ölçülmesi üzerine yapılan çalışmaların üretkenlik analizi kadar çok olmamasının sebebi de benzer şekilde Ar-Ge etkinliğini ölçmek isteyen araştırmacılar için Ar-Ge yatırımlarının girdi olarak kabul edildiği bir modelde diğer girdi ve çıktıların belirlemelerinin zorluğudur. (Hashimoto ve Haneda, 2008)

Genel anlamda bir birimin etkinliğini göstermek için o birimin girdileri çıktılarına dönüştürme başarısını ifade eden çıktı/girdi rasyosu kullanılabilmektedir. Ar-Ge etkinliğini ölçmek için geçmişten bugüne literatürde birçok yöntem denenmiştir. Kullanılan nitel ve nicel yöntemlerle metodolojiler arasında Ar-Ge yoğunluğu (Ar-Ge harcamalarının satışlara oranı) gibi tek bir rasyonun yanı sıra kârlılık/kazanç rasyosu, yatırımın geri dönüş oranı, kazançların satışlara oranı gibi birden fazla rasyo da bulunmaktadır. Ar-Ge etkinliğini sadece bir yönden incelemeye olanak sağlayan bu modeller birden fazla faktörün etkilediği Ar-Ge performansını tam olarak ifade etmede yetersiz kalmışlardır. (Chen ve diğerleri, 2004)

Literatürde Ar-Ge performansı ile ilgili yayınlara bakıldığında, konunun birkaç farklı açıdan ele alındığı görülmektedir. Bazı yayınlar proje değerlendirme yönünden konuya yaklaşarak Ar-Ge proje tekliflerinin seçilmesi konusunda bilgi sağlamış, (bkz. Chien 2002) bazıları ise izleme ve değerlendirmeyi ön planda tutarak kamu destekli Ar-Ge projelerinin proje yönetimi, değerlendirme kuralları, projenin başarımları ve genel olarak programın etkinliği üzerine odaklanmıştır (bkz. Chien ve diğerleri, 2009).

Ar-Ge etkinliğinin çok boyutluluğunu göz önünde bulundurarak rasyoların kullanılmasından daha ileriye gidilerek bazı regresyon modelleri geliştirilmiştir. Morbey

ve Reithner (1990) çalışmalarında Ar-Ge'nin satışlardaki büyüme, üretkenlik ve kârlılık üzerindeki etkilerini regresyon analizi kullanarak incelemiştir. Bunların dışında literatürde yöneylem araştırmalarında kullanılan Analitik Hiyerarşi Süreci (Analytic Hierarchy Process – AHP) gibi yöntemlerle de Ar-Ge kaynaklarının önceliklendirilmesi ve tahsisi için çalışmalar yapılmıştır. Cordero (1990) tarafından yapılan araştırmada firmaların yenileşim performansları AHP yönteminin yardımıyla ortaya koyulmuştur.

VZA'nın Ar-Ge ile ilgili uygulamaları ve bunların kapsamına bakıldığında Ar-Ge projelerinin değerlendirilmesinde (Eliat ve diğerleri, 2008, Linton ve diğerleri 2002), ulusal bazda yürütülen Ar-Ge programlarının performansının değerlendirilmesinde (Lee ve diğerleri, 2009) makro seviyede Ar-Ge etkinliğinin uluslararası düzeyde ülkeler bazında incelenmesinde (Rousseau ve Rousseau, 1997, Lee ve Park, 2005, Wang ve Huang, 2007, Sharma ve Thomas, 2008, Cincera ve diğerleri, 2009), üniversitelerdeki Ar-Ge faaliyetlerinin etkinliğinin ölçülmesinde (Feng ve diğerleri, 2004, Cherchye and Vanden Abeele, 2005)) kullanıldığı görülmüştür.

Hsu ve Hsueh'e (2009) göre VZA tekniğinin Ar-Ge faaliyetlerinin teknik etkinliğini ölçmede diğer parametrik yöntemlere kıyasla birçok avantajı vardır. Bu sayede son yıllarda Ar-Ge etkinliğini ölçmede, yeni ürün geliştirme performansının değerlendirilmesinde ve Ar-Ge projelerinin seçilmesinde kullanılmaya başlanmıştır.

Cincera ve diğerleri (2009) literatürde etkinlik analizi için mevcut olan SFA ve DEA yöntemlerini kullanarak OECD ülkelerin kamusal Ar-Ge harcamalarının etkinliklerini değerlendirmişlerdir. Ülkelerin etkinlik skorları her iki yöntemle hesaplandıktan sonra bu skorlar birbirleri ile karşılaştırılmış ve hangi yöntemin daha uygun sonuçlar verdiği incelenmiştir. SFA yöntemini ile yapılan tahmin modellerinin yakınsamaması, sadece sınırlı bir küme belirleyiciler için kullanılabilmesi, çok fazla sayıda veri gerektirmesi ve varsayımları ile Ar-Ge etkinlik analizi için çok elverişli olmadığı, DEA'nın ise çok fazla bir kısıt içermemesi ve benzer sorunlar taşımaması sebebiyle uygulamada daha kolay ve analiz için daha uygun olduğu belirlenmiştir.

Literatürde VZA'nın yaygın olarak banka, hastane ve sağlık kurumları, üniversiteler gibi birçok kurum ve kuruluşun genel olarak etkinliklerinin ölçülmesinde kullanıldığı

görülse de yöntemin mikro düzeyde firmaların Ar-Ge etkinliklerinin ölçülmesi için kullanıldığı çalışmaların sayıca az olduğu göze çarpmaktadır.

Thore ve diğerleri (1994) ABD'deki bilgisayar sanayisindeki 44 firmanın finansal tablolarındaki verilerini kullanarak VZA yardımıyla firmaların üretkenliklerini karşılaştırmaya çalışmış ve Ar-Ge harcamalarını da gelecekteki nakit akışını etkilediğinden ötürü modele dâhil etmiştir. Chen ve diğerleri, 2004 yılında yaptıkları çalışmada VZA kullanarak Tayvan'daki 31 bilgisayar ve yan sanayi firmasının Ar-Ge performanslarını değerlendirmiştir. Chen ve Lin (2006) ise yine Tayvan'da bir sanayi bölgesinde faaliyet gösteren 52 entegre yarıiletken üretici firmalarının Ar-Ge etkinliklerini belirlemede VZA'dan yararlanmıştır.

Hashimoto ve Haneda (2008) hem firma seviyesinde hem de sanayi seviyesinde Ar-Ge etkinliğini ölçmek için Japon ilaç sektöründe faaliyet gösteren 10 adet firmanın 20 yıllık verileri ile toplam Ar-Ge etkinliğini belirlemeye çalışmışlardır. VZA yöntemi ile beraber zamanın etkisini de göz önüne almak için yakalama ve sınır kayması bileşenlerine ayrılabilen Malmquist TFP endeksi de analize dâhil edilmiştir. Yazarlar, Honjo ve Haneda'nın 1998 yılında yürüttükleri çalışma dışında VZA ile firma bazında Ar-Ge etkinliğinin ölçüldüğü benzer bir araştırma bulamadıklarını ifade etmişlerdir. Bu durum da ilgili literatürün ne kadar kısıtlı olduğunu ispatlar niteliktedir.

Ar-Ge etkinliği ile ilintili yenileşim etkinliğinin ölçüldüğü diğer bir çalışmada ise Wu (2009) 36199 adet firmanın bir yıllık verileri ile Ar-Ge harcamalarını da dikkate alarak VZA yardımıyla firmaların teknik, teknolojik ve ölçek etkinliklerini ortaya koymuştur.

Ülkemizdeki çalışmalara bakıldığında ise etkinlik analizi için VZA kullanan birçok farklı çalışmalar olduğu görülmektedir. Çeşitli sektör ve konularda yapılan çalışmalara örnek olarak perakende sektöründe kredi riski belirleme (Karan, Ulucan ve Kaya, 2008), elektrik sanayisinin etkinlik analizi (Ulucan ve Atıcı, 2010a), bankaların etkinliklerinin ölçülmesi (Çınar, 2009), şeker endüstrisinde faaliyet gösteren işletmelerin karşılaştırılması (Çoban ve diğerleri, 2007), limanlarda etkinlik ölçülmesi (Baysal ve diğerleri, 2004), otomotiv firmalarının sermaye yapısına göre etkinlik analizi (Özdemir ve Düzgün, 2009) Dünya Bankası projesinin etkinlik analizi (Ulucan ve Atıcı, 2010b) verilebilir. Ancak, yapılan detaylı incelemeler sonucunda belirlenebildiği kadarıyla

Türkiye’de faaliyet gösteren firmaların Ar-Ge etkinliklerini ölçmek için VZA analizi kullanan bir çalışmaya literatürde rastlanamamıştır.

Bu çalışmada, Ar-Ge etkinliğinin küresel anlamda tüm uluslar için ekonomik olarak kritik önemi göz önüne alınarak, Türkiye özelinde araştırma ve geliştirme faaliyetleri yürüten ve kendilerine kamu tarafından Ar-Ge desteği sağlanan firmaların VZA yöntemi ile Ar-Ge etkinlikleri değerlendirilmek istenmiştir. Türkiye’de mevcut Ar-Ge destekleri sağlayan kurumların hepsinden veri toplamanın mümkün olmaması sebebiyle, bu kurumlar arasından Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı’na (TTGV) odaklanılarak TTGV tarafından desteklenen firmalar analize dâhil edilmiştir.

I.5.2. Malmquist TFP Endeksi ve Lojistik Regresyon Kullanımı

VZA analizinin yanında, literatürde de benzer çalışmalarda teknolojik sınırdaki kaymaları da dikkate alabilmek için VZA - Malmquist TFP endeksinden de yararlanılmıştır. Üretkenlik analizi için özellikle ekonomi alanında VZA ile Malmquist TFP endeksini beraber kullanan çalışmalar arasında Zaim ve Taşkın (1997), Işık ve Hassan (2003), Aslantaş (2004) gibi birçok örnek bulunmaktadır.

Firma bazında etkinlik analizi için olmasa da hem Ar-Ge hem de VZA – Malmquist TFP endeksi kullanan çalışmalara literatürde rastlanmaktadır. Ar-Ge’nin üretkenlik üzerindeki etkisini ölçmek üzere Perelman (1995) hem parametrik hem de parametrik olmayan yöntem (VZA) kullanarak 11 ülke ve 8 sektör için TFP büyümesini incelemiştir. Büyümenin asıl kaynağının Ar-Ge çabalarına dayandığı varsayımı altında yürütülen çalışmada sonuç olarak teknolojik değişimin pozitif ve anlamlı bir şekilde Ar-Ge’den etkilendiği ortaya koyulmuştur.

Ülke bazında Ar-Ge etkinliklerinin VZA – Malmquist TFP endeksi aracılığıyla ölçüldüğü başka bir araştırma ise Thomas ve diğerleri (2009) tarafından yapılmıştır. 20 OECD ülkesi ile Rusya ve Çin’in dâhil olduğu toplam 22 ülkenin Ar-Ge etkinlikleri Malmquist TFP endeksi yardımıyla analiz edilmiş olup sonuçta Çin’in diğer ülkelere kıyasla Ar-Ge etkinliğinin daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Daha önce de bahsedilen Hashimoto ve Haneda (2008) hem firma seviyesinde hem de sanayi seviyesinde Ar-Ge etkinliğini ölçmek için VZA yöntemi ile beraber Malmquist TFP endeksini de analize dâhil ederek bu çalışmaya örnek teşkil etmektedir.

Son olarak da, yeni karar birimleri için finansal rasyoları kullanarak VZA sonuçlarını tahmin etmek üzere bir model geliştirilmek istenmiştir. Bu amaçla, literatürde sıkça rastlanan ve tahminleme modelleri kurmak için kullanılan lojistik regresyon yöntemine başvurulmuştur. VZA analizi yürüttükten sonra benzer şekilde lojistik regresyon yöntemine başvuran bir örnek olarak Diaz-Balteiro ve diğerlerinin (2006) çalışması gösterilebilir. Yazarlar, bu çalışmada İspanya'daki ağaç işleri sanayisinin VZA tekniği kullanarak üretim etkinliğini ölçmüş, daha sonra da lojistik regresyon yöntemi ile VZA etkinlikleri ve yenileşim faaliyet göstergeleri arasındaki ilişkiyi ortaya koymaya çalışmıştır.

II. BÖLÜM: YÖNTEM VE TEKNİKLER İLE İLGİLİ TEMEL KAVRAMLAR

II.1. ETKİNLİK KAVRAMI VE ETKİNLİK ANALİZİ

Performansın ölçülmesi amacıyla özellikle sayma, ölçme ve karşılaştırma yapmak için gösterilen çaba hem kamuda hem de özel sektörde artış göstermektedir. Kurumun ne kadar iyi çalıştığı ve mevcut duruma kıyasla ne kadar bir iyileştirme yapabileceği sürekli bir şekilde sorgulanmaktadır. Uygulamada, özel sektörde işletmelerin performanslarının ölçülmesinde genellikle finansal rasyolar kullanılırken kamuda genellikle temel performans göstergeleri ve çeşitli performans rasyoları hesaplanmaktadır. (Norman ve Stroker, 1991)

İşletmelerin etkinlik ve üretkenliğin ölçülmesinin bu kadar ilgi görmesinin arkasında yatan bazı sebepler bulunmaktadır. İlk olarak, etkinlik ve üretkenliğin ölçülmesi ile işletmenin faaliyette bulunduğu çevrenin etkileri ayrıştırılarak, performanstaki değişimin kontrol edilebilir yönleri ortaya koyulabilir ve performansı iyileştirmek için yapılabilecekler belirlenebilir. İkinci olarak, mikroekonomik performansın makroekonomik performansı etkileyen bir faktör olması, ülkelerin büyümelerinin incelenmesinde kritik bir öneme sahip olmasına yol açmaktadır. Son olarak, etkinlik ve üretkenlik ölçütleri işletmelerin değerlendirilmesinde kullanılan birer başarı ve performans göstergeleri olsalar da, işletmeler tarafından en önemli başarı göstergesi finansal performans ve kârlılıktır. Üretkenlikteki büyüme ile finansal performans arasında pozitif bir ilişki olması, işletmeleri performanslarını ölçmeye itmektedir. (Fried ve diğerleri, 2008)

Performans ölçümü ile ilgili makalelerde genel olarak etkinlik (efficiency), etkililik (effectiveness) ve üretkenlik (productivity) kavramlarının birbiri yerine kullanıldıkları görülmektedir. Sherman'a (1988) göre etkinlik en az miktarda girdi kullanarak çıktılara ulaşma yeteneği; etkililik bir işletmenin önceden belirlenmiş amaç ve hedeflerine ulaşabilme yeteneği; üretkenlik ise genel olarak çıktıların girdilere oranı olarak tanımlanabilir. Üretkenlik fiyat etkinliği, tahsis etkinliği, teknik etkinlik ve ölçek

etkinliği gibi çeşitli etkinlik bileşenlerinden oluşur ve bu bileşenler işletmenin genel olarak toplam etkinliğine tesir eder.

Bu etkinlik bileşenlerinin açıklamaları kısaca şu şekilde yapılabilir (Sowlati, 2001): Fiyat etkinliği, bir işletmenin belirli kalite standardındaki bir girdiyi en ucuz fiyata alabilme etkinliğidir. Tahsis etkinliği, bir işletmenin ıktıları elde etmek için en uygun girdi bileşenini kullanıp kullanmadığını ler. Teknik etkinlik girdileri çıktılara dnştirmedeki etkinlik olarak tanımlanmakta olup, mevcut girdileri kullanarak daha fazla çıktı elde edilemediği durumu ifade eder. Ölçek etkinliği ise işletmenin en uygun büyüklükte çalışıp çalışmadığının bir göstergesidir.

Literatüre bakıldığı zaman, modern etkinlik lmnn Farrell'ın 1957 yılında yaptığı çalışma ile başladığı söylenebilir. Coelli'ye (1996) göre Farrell'ın alışması Debreu'nun ve Koopmans'ın 1951 yılında yaptıkları teknik etkinlik ile ilgili araştırmalara dayanmaktadır. Koopmans (1951) teknik etkinliğin, herhangi bir çıktının artırılması için en az bir çıktının azaltılması veya en az bir girdinin azaltılmasını gerektirdiği; herhangi bir girdinin azaltılmasının ise en az bir girdinin artırılması veya en az bir çıktının artırılması ile mümkün olduğu durumda ortaya çıktığını söylemiştir. Debreu (1951) ise benzer şekilde teknik etkinliği tanımlayarak teknik etkinlik için bir ölçüt geliştirmiştir.

Koopmans'ın tanımı zerine Debreu (1951) ve Farrell (1957) tarafından geliştirilen teknik etkinlik ölçütü, girdileri koruyacak şekilde (girdi yönlü), teknolojiyi ve ıktıları verilmiş olarak kabul ederek girdilerde yapılabilecek en fazla eş-oranlı (radyal) azaltım olarak tanımlanmıştır. Girdi ya da çıktı yönlü olmasından bağımsız olarak birim değer, herhangi bir radyal ayarlama yapmanın uygun olmamasından ötürü teknik etkinliğin bir göstergesi olarak kabul edilir. Birim değerden farklı her türlü değer de teknik olarak etkin olmama durumunu ifade eder. (Fried ve diğerleri, 2008)

Tarım'a (2001) göre bir işletmenin etkinliğinin ölçülmesi, ilgili bir sınır üzerindeki en uygun performansın gerçek performans ile karşılaştırılmasını içermektedir. Ancak bu doğru sınırın tam olarak bilinmemesi, en iyi uygulama sınırını tahmin etmek üzere ampirik bazı tahminlerin yapılmasını gerektirir.

Üretim ile ilgili ekonomik teori üretim sınırına, maliyet, ciro ve kâr sınırları gibi duallere ve çeşitli zarflama özelliklerine dayanmaktadır. Üretim fonksiyonu, tekniğin getirdiği kısıtlamalar dâhilinde girdilerin çıktılara dönüşme ihtimallerini gösteren teknik bir ilişkidir. Dualite teorisi ise üretim ile maliyetler arasındaki ilişkiyi açıklamaya çalışır. Her iki durumda da fonksiyon gözlem kümesi için bir sınır teşkil eder. Üretim fonksiyonu için fonksiyonun oluşturduğu sınırın altında kalan yerlerde üretim mümkünken, maliyetler ise maliyet sınırının üstünde olasıdır. Görece etkinlik ise karar birimlerinin belirlenen bu sınırların altında veya üstünde kalma miktarları olarak tanımlanabilir. (Dinçer, 2008)

Etkinlik analizinin temelleri, üretim ve maliyet fonksiyonlarını göz önünde bulunduran Cobb ve Douglas'ın regresyon modeli ışığında, en küçük kareler yöntemi kullanılarak üretim fonksiyonunun ampirik olarak analiz edilmesi ile ortalama performansın tahmin edilmesine dayanır. (Fried ve diğerleri, 2008) Hammond'a göre (1986) bu ortalama performansı veren fonksiyon etkin üretim olanaklarını tam olarak belirleyemediği için etkinlik ölçümünde kullanılması bazı sakıncalara yol açmaktadır.

Modern anlamda etkinliğin ölçüldüğü ve üretim fonksiyonunun bir sınır olarak değerlendirildiği ilk ampirik çalışma Farrell'ın daha önce de bahsedilen 1957 tarihli çalışması olup, onu daha sonra Farrell ve Fieldhouse'un 1962 yılında yaptıkları çalışma izlemiştir. İlk çalışmaların Farrell tarafından yapılmasından ötürü sınır etkinliği kullanılarak yapılan etkinlik karşılaştırmaları "Farrell Etkinlik Ölçümü" olarak anılmaktadır. (Tarım, 2001)

Farrell (1957) çalışmasında, kendisinden önceki etkinlik analizlerinin genel problemi olan birden fazla girdi ve çıktıyı aynı anda değerlendirilememesi konusuna bir çözüm getirmeye çalışmıştır. Özellikle endekslemeden ötürü ortaya çıkan sorunları gidererek, birden fazla girdi ve çıktıyı kullanıp etkinliğin daha basit bir şekilde hesaplanabileceğini anlatmıştır.

Farrell'a göre bir işletmenin etkinliğinin iki bileşeni teknik etkinlik ve tahsis etkinliğidir. Teknik etkinlik bir işletmenin belirli miktarda girdiyi kullanarak en fazla çıktıyı elde etme yeteneği olarak açıklanabilir. Tahsis etkinliği (fiyat etkinliği) ise girdilerin belirli fiyatları göz önünde bulunarak bir işletmenin girdileri en uygun oranda

kullanabilme yeteneği olarak tanımlanır. Sonuç olarak da toplam ekonomik etkinlik (toplam etkinlik) bu iki bileşenin çarpımı olarak hesaplanabilmektedir. (Coelli, 1996)

Farrell, tam etkin bir işletmenin üretim fonksiyonunun bilindiği ve ölçeğe göre sabit getiri olduğu varsayımları altında, iki girdi kullanarak bir çıktının elde edildiği bir durumda, etkin sınırı oluşturan eş ürün eğrisinden sapmaları kullanarak teknik etkinlik, tahsis etkinliği ve toplam etkinliği ölçmeye çalışmıştır. Hesaplanan bütün etkinlik skorları 0 ile 1 aralığında sınırlanmaktadır. (Cooper ve diğerleri, 2004)

Ancak, gerçek hayatta tam etkin bir işletmenin üretim fonksiyonunun bulunmaması, etkin işletmeler tarafından oluşturulan eş ürün eğrisinin örneklem kümesi kullanılarak tahmin edilmesi gerekmektedir. Farrell'in önerisine göre bu sınır parametrik olmayan parçalı doğrusal dışbükey bir eş ürün eğrisi ya da Cobb-Douglas gibi veri setine uygunluk gösteren bir parametrik fonksiyon yardımı ile oluşturulabilir. (Coelli, 1996)

Tüm bu çalışmaların ışığında etkinlik tanımı Charnes ve Cooper (1985) tarafından şu şekilde yapılmıştır:

“Bir birim için %100 etkinliğe ancak şu şekilde ulaşılır:

- (a) Çıktıların hiçbirisi (i) bir ya da daha fazla girdiyi artırmadan veya (ii) diğer bazı çıktıları azaltmadan artırılmaz.*
- (b) Girdilerin hiçbirisi (i) bazı çıktıları azaltmadan veya (ii) diğer bazı girdileri artırmadan azaltılmaz.”*

Pareto-Koopmans tarafından yapılan tanıma oldukça benzeyen bu tanımdan sonra göreceli etkinlik ve etkin olmama durumu ile ilgili olarak tanım yine aynı çalışmada aşağıdaki gibi sunulmuştur:

“Bir birim tarafından % 100 göreceli etkinliğe, ancak diğer ilgili birimlerle yapılan karşılaştırma sonucunda girdi ve çıktıların kullanılmasında etkin olmama durumu ile ilgili herhangi bir delil bulunmuyorsa erişilebilir.”

II.1.1. Etkinlik Ölmek İçin Kullanılan Bazı Yöntemler

II.1.1.1. Rasyo Analizi

En eski mali analiz yöntemlerinden biri olan rasyo analizinin gemişı 1890'lara dayanmaktadır. (Yu,1994) Etkinlik analizinde yaygın bir şekilde kullanılan bu analiz, mali tablolarda bulunan bir tutarın aynı ya da farklı bir mali tablodaki başka bir tutar veya mali tablolar dışında başka bir büyüklük ile oransal olarak karşılaştırılması suretiyle yapılmaktadır. (Karan, 2004) Analizde farklı mali büyüklüklerin kullanılması, yıllar bazında inceleme yapıldığında işletmelerin kendilerini geçmiş dönemler ve sektördeki diğer işletmeler ile kıyaslayarak performanslarını ortaya koymalarına yardımcı olmaktadır.

Literatüre bakıldığında finansal rasyoların analiz ettikleri duruma göre 4 başlık altında sınıflandırıldıkları görölmektedir:

- Likidite Rasyoları
- Karlılık Rasyoları
- Kaldıraç Rasyoları
- Devir Hızları (Etkinlik Rasyoları)

Aynı anda sadece bir girdi ile bir çıktıyı kullanarak elde edilen finansal rasyolar, hesaplama kolaylığı ve anlaşılabilirliğinden ötürü yöneticiler, borç veren kurumlar ve yatırımcılar tarafından işletmelerin performanslarını ölçmede ve etkinliklerini değerlendirmede kullanılmaktadırlar.

Ancak, rasyo analizinin sağladığı bu kullanım kolaylığı yanında bazı dezavantajları da bulunmaktadır. Her rasyo tek başına ele alınarak diğer her şeyin değışmediğı varsayımı ile seçilmiş bazı diğer rasyo veya büyüklüklerle kıyaslanmak durumundadır. Ayrıca, her rasyoyu kıyaslayacak uygun ölçütler bulmak da her zaman kolay olmamaktadır. Bu sorunu çözmek için bazı rasyolar bir arada kullanılarak çeşitli büyüklükler elde edilebilmekteyse de farklı rasyoları bir araya getirmek ve bunları uygun bir şekilde yorumlamak tecrübe ve uzmanlık gerektirmektedir. (Yeh, 1996)

İşletmelerin likidite durumları, kârlılıkları, borç yapıları ve devir hızları hakkında bilgi edinilse de, bu bilgilerin aynı anda topluca incelenmesi ve etkinlik hakkında bir yargıya varılması oldukça güçtür. Hesaplanan rasyoları daha anlamlı hale getirmek için ekonomistler tarafından z-skoru gibi daha karmaşık modeller de geliştirilmiştir. Yine de bu modeller bile genel olarak işletmelerin etkinliklerinin karşılaştırılmasında yeterli olamamışlardır. (Norman ve Stoker, 1991)

II.1.1.2. Parametrik Yöntemler

Sınır etkinliğine dayalı olan parametrik yöntemlerde, gözlem kümesi içinde en iyi performans gösterenlerin oluşturduğu sınır “etkin” olarak tanımlanmaktadır. Bu etkin sınırı oluşturan regresyon çizgisinden sapmayan hatasız gözlemler etkin, rassal hata sonucu sınır üzerinde bulunmayan gözlemler etkin olmayanlar olarak sınıflandırılırlar. (Seyrek ve Ata, 2010) Bu etkin sınırı belirleyen fonksiyonda bazı kısıtlar bulunmakta olup, işletmelerin üretim fonksiyonlarının analitik olduğu varsayılmaktadır. (Behdioğlu ve Özcan, 2009)

İnan (2000)’e göre parametrik yöntemler bu analitik fonksiyonun (örneğin Cobb-Douglas tipi üretim fonksiyonu) parametrelerinin belirlenmesi için çeşitli yöntemler kullanır. Burada yapılan tahminde genel olarak regresyon tekniklerinden yararlanılır. Üretim fonksiyonu birden fazla girdinin tek bir çıktı ile ilişkilendirilmesi sonucunda belirlense de birden fazla girdinin birden fazla çıktı ile ilişkilendirildiği yöntemler yaygın olarak kullanılsalar da literatürde bulunmaktadır. Etkin sınırdan sapmayı ifade eden etkin olmayan gözlemler üzerindeki hata ile rassal hatayı birbirinden ayırt edebilmek için, bu unsurların nasıl bir olasılık dağılımı sergiledikleri varsayımlarına göre çeşitli yöntemler geliştirilmiştir. Bu yöntemlerden aşağıda kısaca bahsedilmiştir.

II.1.1.2.1. Stokastik Sınır Yaklaşımı (SFA)

En yaygın olarak kullanılan yöntem olan SFA (Stochastic Frontier Analysis) bir girdi birden fazla çıktı ya da bir çıktı birden fazla girdi olduğu durumlarda sınır fonksiyonunu belirlemek için kullanılmaktadır. Etkin olmayan bileşenden rassal hatayı ayıran bu yöntem farklı dağılımlar varsaydığı için diğer parametrik yöntemlerden ayrılır. SFA yöntemi ile aynı çıktı miktarları düşünülerek bir dizi girdi fiyatları verilmiş olan

firmalar arasından en düşük maliyetli firmayı etkin olarak belirler. (Paradi ve diğerleri, 2004)

VZA gibi modellerde de önerilen deterministik üretim sınırı ölçüm hataları ile istatistiksel herhangi bir paraziti (açıklanamayan varyasyonu) göz önüne almaz, etkin sınırdan gözlemlenen tüm sapmalar teknik olarak etkin olmama durumu ile açıklanır. Bu problemi ortadan kaldırmak için fonksiyona rassal bir değişken eklenmesi sonucu ortaya çıkan yeni sınıra stokastik üretim sınırı adı verilir. SFA yöntemi de bu tip stokastik üretim sınırlarının tahmin edilmesi için kullanılmaktadır. (Coelli ve diğerleri, 2005)

Berger ve Humphrey'e (1997) göre SFA yönteminde rassal hatanın standart normal dağılım sergilediği, etkin olmayan gözlemlerin ise dağılımının asimetrik olduğu varsayılır. Ancak literatüre bakıldığında yönteme yönelik eleştirilerin genellikle bu dağılım ile ilgili varsayımlar üzerine olduğu görülmektedir.

II.1.1.2.2. Dağılımdan Bağımsız Yaklaşım (DFA)

SFA yönteminin dağılım ile ilgili varsayımlarına getirilen eleştiriler, bu varsayımları ortadan kaldıran DFA'nın (Distribution-Free Approach) ortaya çıkmasına yol açmıştır. (Yaşa, 2008) DFA modeli de SFA'ya benzer bir şekilde sınır için bir fonksiyon tahmin ederken, etkin olmayan gözlemler ve rassal hata için herhangi bir parametrik yapı veya dağılım öngörmez. (Paradi ve diğerleri, 2004)

Berger ve Humphrey'e (1997) göre rassal hatalar ortalamada sıfır olarak kabul edilir ve işletmelerin ortalama etkinlikleri zaman içinde sabit kalır. Herhangi bir dışsal sebeple etkin sınırdan bir kayma olduğunda DFA skorları en iyi ortalama uygulama sınırından ortalama sapmaları gösterir.

DFA yöntemi ile etkinlikleri hesaplamak için diğer yöntemlerden farklı olarak panel veri kullanılması gerekmektedir. Ayrıca, hata dağılımındaki aykırı değerler, bu değerlerin etkisini zayıflatmak için hesaplamaya dâhil edilmemektedir. Etkinliğin uzun vadede sabit olması varsayımı, modelde yer almayan ancak işletmenin maliyetlerini etkileyen faktörlerin etkinlikten sapma olarak ele alınmasına yol açmaktadır. Yine de

DFA, SFA ve TFA gibi ekonomik performans ölçümünde kullanılan yöntemler arasında ön plana çıkmaktadır. (Kale, 2009)

II.1.1.2.3. Kalın Sınır Yaklaşımı (TFA)

Kalın Sınır Yaklaşımı, diğer yöntemlere kıyasla en az kullanılan teknik olup, her işletmenin etkinlik tahminlerini vermek yerine toplam etkinliğin genel seviyesini ölçmektedir. (Ho, 2004)

TFA yönteminde öncelikle işletmeler toplam maliyetlerine göre sıralanarak dört bölüme ayrılırlar. Ortalama maliyete göre en alt çeyrek içinde tahmin edilen maliyetlerden sapmalar rassal hatanın bir sonucu olarak değerlendirilirler. En üst ile en alt çeyrek arasındaki fark ise etkin olmama durumunun yanında çıktı miktarları ile girdi fiyatları arasındaki dışsal farkı ifade eder. (Worthington, 1998) Buradan da anlaşılabileceği üzere TFA en üst ile en alt çeyreği oluşturan kümeler arasında bir etkinlik analizi gerçekleştirir, ancak dağılımlar ile ilgili herhangi bir varsayımda bulunmaz.

II.1.1.3. Parametrik Olmayan Yöntemler

Parametrik olmayan yöntemler, parametrik yöntemlere kıyasla daha esnek bir yapıdadırlar. Üretim fonksiyonunun arkasında bir analitik form öngörmezler ve çözüm için genellikle matematiksel programlamaya başvururlar. (Bozdağ ve diğerleri, 2001) Etkin sınırı tanımlarken kullandıkları varsayımlar daha azdır ve rassal hatayı genellikle göz ardı ederler. (Paradi ve diğerleri, 2004)

Parametrik olmayan yöntemler, doğrusal programlama tekniklerin yardımı ile karar birimlerinin etkin sınıra olan uzaklıklarını belirlemek için kullanılırlar. Karmaşık varsayımlara ihtiyaç duyulmaması ve birden fazla girdi ile çıktı değişkeninin aynı anda kullanılabilmesi yöntemin avantajları arasında sayılırken, rassal hatanın kullanılmaması sonucunda etkin sınırın doğru tespit edilememesi gibi dezavantajları da bulunmaktadır. (Seyrek ve Ata, 2010)

Literatüre bakıldığı zaman, en yaygın olarak kullanılan parametrik olmayan yöntem Farrel (1957) tarafından temelleri atıldıktan sonra Charnes, Cooper ve Rhodes (1978) tarafından geliştirilen Veri Zarflama Analizi'dir. VZA'nın parametrik olmamasının

sebebi, modelin tahmin ettiği üretim teknolojisinin Cobb-Douglas gibi belirli bir yapı ve parametrelere dayalı bir fonksiyonel gruba ait olması için herhangi bir varsayımda bulunulmamasıdır. Ayrıca VZA, etkin olmama durumu ve rassal hata için bir olasılık dağılımı öngörmemektedir. (Dinçer, 2008)

Parametrik olmayan bir diğerk yöntem ise VZA'nın bir türevi olan Serbest Atılabilir Zarf (Free Disposal Hull - FDH) yöntemidir.

Bu araştırmada etkinlik analizi için VZA yöntemi kullanıldığından ötürü bundan sonraki kısımlarda bu yöntem detaylı bir şekilde incelenmiştir.

II.2. VERİ ZARFLAMA ANALİZİ

Veri Zarflama Analizi (Data Envelopment Analysis- VZA) sınır tahmini yapmak için kullanılan, parametrik olmayan matematiksel programlama yöntemidir. (Coelli, 1996) Greene'a (2008) göre VZA üretim, maliyet, ciro ve kârlılık ile ilgili verileri teknolojiyi parametrize etmeden (teknolojinin yapısını hakkında herhangi bir varsayımda bulunmadan) analiz etmek için kullanılan yöntemler bütünüdür. Sengupta (2000) ise VZA'yı bir ekonomist gözü ile karar birimlerinin faaliyet gösterdiği ekonomik çevreden bağımsız bir şekilde teknik etkinliğinin ölçülmesi metodu olarak ifade eder. Anadol'a (2000) göre VZA, ekonomi, istatistik, mühendislik, yöneylem ve işletme tekniklerinin bir kombinasyonu olarak görülmektedir.

VZA, adından da anlaşılabilirceği gibi değerlendirilecek tüm birimlerin performanslarını gösteren gözlemleri değerlendirmek üzere bir "sınır" belirlemek için gözlemleri "zarflar". VZA yöntemi işletmeler dışında kamu kurumları, okullar, ordu, polis, mahkemeler gibi kâr amacı gütmeyen kurumlar, hatta bölgeler ve ülkelerin etkinliklerini belirlemede kullanılabilir. (Cooper ve diğerkleri, 2006)

Charnes, Cooper ve Rhodes, benzer girdi ve çıktılara sahip olan ve etkinlik analizi için değerlendirmeye alınan işletmeler, şubeler, bölümler ya da yönetim birimlerini karar birimi (decision making unit) olarak tanımlamışlardır. (Norman ve Stoker, 1991) Karar birimi, VZA kapsamında değerlendirilecek olan benzer girdileri kullanarak benzer çıktılar elde eden her türlü birime verilen addır. (Cooper ve diğerkleri, 2006)

VZA ile her bir karar biriminin 0 ile 1 arasında etkinlik derecesini gösteren performans skorları hesaplanır. Bu skora erişmede yararlanılan ve etkin sınırı oluşturan karar birimleri etkin olmayan birimler için bir kıyaslama ölçütü olarak kullanılır ve etkin olmayan her bir karar birimi için girdi ve çıktılarıdaki potansiyel iyileşme miktarları gösterilir. (Avkiran, 1999)

II.2.1. Tekniğin tarihçesi

VZA'nın başlangıcı Rhodes tarafından 1978 yılında tamamlanan ve danışmanlığını Cooper ile Charnes'in yaptığı doktora tez çalışmasına dayanmaktadır. Rhodes, bu çalışmada New York'taki eğitim kurumlarının dezavantajlı çocukların gelişimini iyileştirme yetkinliklerini göz önüne alarak etkinliklerini incelemiştir. (Anadol, 2000) Daha sonra yayımlanan makaleye istinaden yazarların isimleri ile anılarak CCR olarak adlandırılan model, ölçeğe göre sabit getiri varsayımı altında karar birimlerinin göreceli etkinliklerini ortaya koymaktadır.

CCR modeli, Farrell'in 1957'deki yeni ufuklar açan teknik etkinlik ile ilgili çalışmasına dayanmaktadır. 20 yıl boyunca çok fazla ilgi görmeyen konu daha sonra Charnes, Cooper ve Rhodes tarafından 1978 yılında sonuçları yayımlanan çalışmada VZA adını alması ile araştırmacılar arasında dikkat çekmeye başlamıştır. Bu çalışma, teknik etkinliğin parametrik olmayan yöntemlerle ölçülmesi konusunda sonraki yıllarda yapılacak olan çalışmalara yön gösterecek bir temel oluşturmuştur. (Tarım, 2001)

Farrell'in 1957 yılındaki çalışması teknik ve tahsis etkinliğini hesaplarken tek girdi ve tek çıktıyı kullanacak şekilde formüle edilmiştir. Daha sonra 1962 yılında Farrell'in Fieldhouse ile yaptığı çalışmada yöntem birden fazla girdi ve çıktıyı dâhil edecek şekilde revize edilmiş, girdi ve çıktıları ağırlıklar verilerek çıktıların ağırlıklı ortalamalarının girdilerin ağırlıklı ortalamalarına bölünmesi ile etkinlik hesaplanmıştır. Ancak, revize edilmiş bu yöntemin temel zorluğu her bir girdi ve çıktı için ağırlıkların belirlenmesidir. CCR modeli bu zorluğu ortadan kaldırarak, her birimin diğer birimlere kıyasla etkinliğini en iyileştirecek kendi ağırlık kümesini seçmesine olanak sağlayan, doğrusal programlama tabanlı güçlü bir model olarak ortaya çıkmıştır. (Ho, 2005)

CCR modelinden sonra 1984 yılında Banker, Charnes ve Cooper tarafından modele bazı dışbükeylik ile ilgili kısıtlar eklenerek karar birimlerinin etkinliklerinin ölçeğe göre değişken getirili olacak şekilde ölçülmesi sağlanmıştır. (Anadol, 2000) Bu model de yine yazarların isimlerinden yola çıkılarak BCC olarak anılmıştır.

Başlangıçta kâr amacı gütmeyen kuruluşların göreceli etkinliklerini ölçmek için kullanılan yöntemin zaman içerisinde bankacılık, sağlık, sigortacılık, kredi kurumları, eğitim, ulaşım gibi birçok sektörde uygulandığı yöneylem araştırmaları, ekonomi ve işletme literatüründe görülmektedir. Emrouznejad ve diğerleri (2008) VZA'nın çıkış tarihi olan 1978'den 2007'ye kadarki 30 yıllık süre zarfında yürütülen akademik VZA araştırmaları hakkında bibliyografik bir inceleme yapmıştır. 30 yıl sonunda araştırmanın ekinde listelenen toplam 4015 makale yayımlanmış, yayımlanmayan çalışmalar, konferans bildirileri ve halen yapılan çalışmalar da dikkate alındığında bu sayının 7000'ler civarında olacağı belirtilmiştir. VZA'nın en yaygın uygulama alanları bankacılık, eğitim, sağlık ve hastane etkinliği olduğu belirlenmiştir. 1995 yılına kadar araştırma sayılarında üssel bir artış gösterdiği, 1995'ten sonra yıllık yayın sayılarının sabitlendiği, 2004 yılında ise en fazla sayıda araştırmanın bulunduğu gözlemlenmiştir.

II.2.2. Çeşitli VZA Modelleri

CCR ve BCC modelleri VZA'nın temellerini oluşturan ve yaygın olarak kullanılan modellerdir. Araştırmacılar tarafından modelin girdiler/çıktılar ve etkin sınır ile ilgili varsayımlarının çeşitli şekillerde esnetilmesi/değiştirilmesi veya VZA'nın diğer başka modellerle birlikte kullanılması sonucunda çarpımsal, toplamsal, fazlalık tabanlı, hibrit, stokastik, süper etkinlik ve serbest atılabilir zarf gibi çeşitli varyasyonları geliştirilmiştir. (Kale, 2009)

VZA ile oluşturulan modeller, odaklarına göre girdi veya çıktı odaklı olmak üzere iki sınıfa ayrılırlar. Girdi odaklı modellerde girdiler dikkate alınarak en az girdi kullanmak amaçlanır ve etkin olmayan karar birimlerinin girdilerini düzenleyici hedefler ortaya koyularak bu şekilde belirlenen etkin sınıra ulaşmaları sağlanır. Çıktı odaklı modellerde ise verilen girdilerle en fazla çıktıyı üretmek amaçlanır ve çıktıları düzenleyici hedefler belirlenir. Bunların dışında, daha sonra ortaya çıkan ölçüt odaklı modeller ise tüm girdi

veya çıktıları odaklanmak yerine belirlenen girdi ve çıktıları odaklanmak mümkündür. (Ulucan ve Atıcı, 2010a)

II.2.2.1. CCR Modeli (CRS Modeli)

Charnes, Cooper ve Rhodes tarafından Farrell'in çalışmaları göz önünde bulundurularak 1978 yılında geliştirilen en temel VZA modeli, yazarların adlarının baş harfleri ile anılan girdi odaklı CCR modelidir. Ölçeğe göre sabit getiri (constant returns to scale – CRS) varsayımı ile girdi miktarlarında yapılan artışın çıktılarda da aynı miktarda artışa yol açacağı kabul edilir. Girdi odaklı model, çıktıların girdilerine oranını ençoklayarak toplam etkinlik, teknik etkinlik ve ölçek etkinliği değerlerinin hesaplar.

Cooper ve diğerleri (2006) tarafından anlatıldığı üzere her karar birimi için öncelikle bilinmeyen ağırlıklar (v ile u) kullanılarak sana girdi ve çıktılar şu şekilde oluşturulur:

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

$$\text{Sanal çıktı} = u_1y_{1o} + \dots + u_sy_{so} \quad (\text{II.1})$$

Sanal çıktıların sanal girdilere olan oranı en iyileştirmek üzere kurulan doğrusal program yardımıyla, önceden belirlenmemiş olan bu ağırlıklar her bir karar birimi için farklı olacak şekilde VZA tarafından hesaplanır.

Model oluşturulması sırasında dikkat edilmesi gereken bazı noktalar bulunmaktadır: Her bir girdi ve çıktı için pozitif verilerin bulunması, girdi, çıktı ve karar birimleri seçiminde yöneticinin rol oynaması, girdilerin küçük çıktıların ise büyük değerlerde olmasının tercih edilmesi, girdi ve çıktıların birimlerinin birbirleri ile uyumlu olması koşulunun bulunmaması. Bu hususlar göz önüne alınarak m adet girdi (x), s adet çıktı (y) ve n adet karar birimi kullanılarak girdi (X , $m \times n$) ve çıktı (Y , $s \times n$) veri matrisleri oluşturulur.

Etkinlikleri ölçmek için her bir karar birimi başına n adet eniyileme yapılması gereklidir. KBo ($o = 1 \dots n$) için oluşturulan kesirli program (fractional programme, FP) aşağıdaki gibi oluşturulur:

$$(FP_o) \quad \max_{v,u} \theta = \frac{u_1 y_{1o} + u_2 y_{2o} + \dots + u_s y_{so}}{v_1 x_{1o} + v_2 x_{2o} + \dots + v_m x_{mo}}$$

$$kısıtlar: \quad \frac{u_1 y_{1j} + \dots + u_s y_{sj}}{v_1 x_{1j} + \dots + v_m x_{mj}} \leq 1 \quad (j = 1, \dots, n) \quad (II.2)$$

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

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

Burada amaç, incelenen karar birimi için sanal çıktı/sanal girdi oranının ençoklamaktır. Bu denklem kullanılarak değişken olarak ele alınan girdi ağırlıkları (v) ile çıktı ağırlıkları (u) hesaplanır. Denklemin kısıtları ise sanal çıktı/sanal girdi oranının 1'den büyük olamayacağı, ağırlıkların ise sıfırdan büyük değerler alabileceği olarak belirlenmiştir.

Bu kesirli program yerin çözüm kolaylığı açısından aşağıdaki denk doğrusal program (linear programme, LP) kullanılabilir:

$$(LP_o) \quad \max_{\mu,v} \theta = \mu_1 y_{1o} + \dots + \mu_s y_{so}$$

$$kısıtlar: \quad v_1 x_{1o} + \dots + v_m x_{mo} = 1$$

$$\mu_1 y_{1j} + \dots + \mu_s y_{sj} \leq v_1 x_{1j} + \dots + v_m x_{mj} \quad (j=1, \dots, n) \quad (II.3)$$

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

$$\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_s \geq 0$$

Yapılan hesaplama sonucunda bulunan en iyi değerler θ^* , v^* , u^* kullanılarak CCR etkinliği tanımı yapılabilir. Bir karar biriminin θ^* değeri 1'e eşitse ve v^* ile u^* sıfırdan farklı olmak koşulu ile en az bir en iyi v^* ile u^* değeri bulunuyorsa karar birimi CCR etkin olarak adlandırılır; aksi takdirde karar birim CCR etkin değildir.

Etkin olmayan karar birimleri için ya θ^* değeri birden küçüktür ya da θ^* değeri bire eşit ancak ağırlıklardan en az biri sıfıra eşittir. Etkin olmayan bu karar biriminin hesaplanan en iyi ağırlıklarını kullanan ve sanal çıktı/girdi oranı bir olan en az bir karar birimi bulunmalıdır. Bu eşitliği sağlayan etkin karar birimlerinin oluşturduğu gruba etkin olmayan karar biriminin *referans kümesi* adı verilir. Sanal çıktı/girdi oranı bir olan tüm etkin karar birimleri tarafından oluşturulan sete de *etkin sınır* adı verilir.

$$\begin{aligned}
 (LP_o) \quad & \max_{v,u} \quad uy_o \\
 & vx_o = 1 \\
 \text{\textit{kısıtlar:}} \quad & -vX + uY \leq 0 \\
 & v \geq 0, \quad u \geq 0.
 \end{aligned} \tag{II.4}$$

Yukarıda belirtilen doğrusal programlama problemi denklemi vektör-matriks notasyonu ile girdi çarpanı olarak v vektörü ve çıktı çarpanı olarak u vektörü kullanılarak *çarpan* Simpleks metodu kullanılarak çözülen doğrusal programlama yönteminde bir problemin dualinin alınarak ele alınması, elde edilecek olan çözüm kümesini değiştirmeyecektir. LPO'nun dual formu şöyle oluşturulabilir:

$$\begin{aligned}
 (DLP_o) \quad & \min_{\theta, \lambda} \quad \theta \\
 \text{\textit{kısıtlar:}} \quad & \theta x_o - X\lambda \geq 0 \\
 & Y\lambda \geq y_o \\
 & \lambda \geq 0.
 \end{aligned} \tag{II.5}$$

Burada λ , firma sayısı kadar sabitin oluşturduğu bir vektördür. Oluşturulan bu dual form ile problemin denk *zarflama formu* oluşturulmuş olur. CCR modeli dual formu kullanarak çözüm kümesini oluşturduğu için bu durum VZA modeli adının kaynağını da oluşturmaktadır. Dual form çarpan forma kıyasla daha az kısıt içermesi, sonuçlarını yorumlamanın daha kolay olması ve aylak değişkenlerin (slack) hesaplanabilmesine olanak sağladığı için CCR analizinde tercih edilmektedir. (Coelli ve diğerleri, 2005)

Etkin sınırdaki olan karar birimlerinin bazılarının girdi veya çıktı miktarlarını ayarlayarak yine sınır üzerinde başka bir karar birimine yaklaşmaları mümkün olabilir. Bu durum, etkinlik skoru 1 olan karar birimleri arasında tam etkin ile etkinliği zayıf olanlar

şeklinde bir sınıflandırma yapılmasına yol açmaktadır. Etkinliği zayıf olan karar birimlerinin daha iyi bir konuma ulaşabilmek adına yapabilecekleri iyileştirmeler halen mevcuttur. Aylak değişkenler olarak adlandırılan girdilerde fazlalık (s^-) ve çıktılardaki eksiklik (s^+) standart modele değişken olarak dâhil edilerek VZA ile hesaplanabilir. (Ulucan ve Atıcı, 2010a)

Cooper ve diğerlerine (2006) göre CCR modeli eniyileştirmeyi iki aşamada gerçekleştirir. İlk aşamada dual program kullanılarak en iyi değeri olan θ^* değeri hesaplanır. Daha sonra bu değer kullanılarak aşağıdaki doğrusal programlama denklemi ile aylak değerler belirlenir.

$$\begin{aligned} \lambda, s^-, s^{+max} \quad \omega) &= es^- + es^+ \\ \text{kısıtlar:} \quad s^- &= \theta^* x_o - X\lambda \\ s^+ &= Y\lambda - y_o \\ \lambda &\geq 0, s^- \geq 0, s^+ \geq 0, \end{aligned} \tag{II.6}$$

Burada ε değeri birlerin oluşturduğu bir vektördür. Bu aşamadaki amaç fonksiyonu girdi fazlası ile çıktı eksikliklerinin toplamını ençoklaştırırken $\theta=\theta^*$ denkliğini sağlamaya çalışır.

Ulucan ve Atıcı, (2010a) aynı modelin dualini aşağıdaki gibi tanımlamışlardır. Burada ε değeri 10^{-6} boyutunda çok küçük bir sayı olup, amaç fonksiyonunun sadece θ değerini dikkate almasını sağlamak için kullanılmıştır.

$$\text{Min. } \theta - \varepsilon (\sum_{i=1}^m s_i^- + \sum_{r=1}^s s_r^+)$$

kısıtlar:

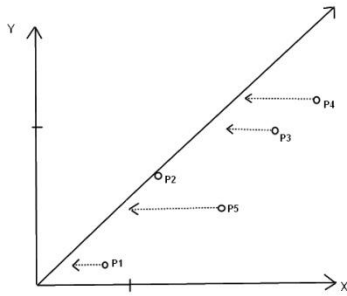
$$\sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} + s_i^- = \theta x_{io} \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j x_{rj} - s_r^+ = y_{ro} \quad r = 1, 2, \dots, s$$

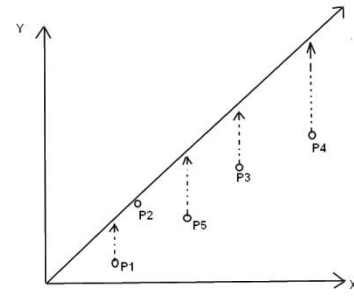
$$\sum_{j=1}^n \lambda_j \geq 0 \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (\text{II.7})$$

Aylak değerler de dikkate alındığında bir karar biriminin tam olarak etkin sayılması için hem θ değerinin bire eşit olması, hem de tüm aylak değerlerin sıfır olması gerekmektedir. Aylak değişkenlerin sıfır olmaması durumunda zayıf bir etkinlikten söz edilebilir.

CCR modelinin buraya kadar anlatılan ilk hali girdi odaklı olup, bu çıktı düzeyi ile girdilerin ne kadar azaltılması gerektiğini araştırmaktaydı. Çıktı odaklı CCR modeli ise bunun tersine verilen girdi düzeyi ile çıktıların ne kadar artırılabilceğini ortaya koymaya çalışır. (Şekil II.1 ve Şekil II.2)



Şekil II. 1 Girdi odaklı CCR modeli



Şekil II. 2 Çıktı odaklı CCR modeli

İki model de ölçeğe göre sabit getiri varsayımı altında aynı sonuçları vermektedir. Girdi ve çıktı odaklılık, aslında işletme yöneticilerinin hangisi üzerinde daha çok kontrolünün olduğuna göre karar verilmelidir. Bir işletmenin yerine getirmesi gereken siparişler belli ise (çıkartı sabit) girdi odaklı yaklaşımın kullanılması daha doğru olacakken, bazı sektörlerde işletmelere sabit miktarda girdi verilip mümkün olan en fazla çıktıyı üretmeleri istenebilir, bu durumda da çıktı odaklı yaklaşım daha uygun olacaktır. (Coelli ve diğerleri, 2005)

Çıktı odaklı CCR modelinin dual formuna (zarflama) ait doğrusal programlama denklemleri ve kısıtları aşağıdaki gibidir:

$$\max z_o = \phi + \varepsilon \sum_{i=1}^m s_i^- + \varepsilon \sum_{r=1}^s s_r^+$$

$$\text{kısıtlar: } \phi y_{ro} - \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} + s_r^+ = 0 \quad (r = 1, \dots, s)$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} + s_i^- = x_{io} \quad (i = 1, \dots, m)$$

$$\lambda_j \geq 0 \quad (j = 1, \dots, n)$$

$$s_i^- \geq 0 \quad (i = 1, \dots, m)$$

$$s_r^+ \geq 0 \quad (r = 1, \dots, s) \quad (\text{II.8})$$

II.2.2.2. BCC Modeli (VRS Modeli)

Ölçeğe göre sabit getiri, tüm işletmelerin en iyi ölçekte faaliyet gösterdiği durumda geçerli olsa da bu durum gerçeğe çok uygun olmamaktadır. Rekabetin mükemmel olmaması, çeşitli yasal düzenlemeler, mali konulardaki karşılaşılan kısıtlar işletmelerin en iyi ölçekte faaliyet göstermelerin engellemektedir. (Coelli ve diğerleri, 2005) Bu durum bazı yazarlar tarafından dile getirilmiş olsa da CCR modeline ölçeğe göre değişken getiri (variable returns to scale – VRS) kısıtını Banker, Charnes ve Cooper 1984 yılındaki çalışmalarında dâhil etmişlerdir. Ölçeğe göre değişken getirili bu VZA modeli de yine yazarların adlarının baş harfleri oluşan BCC ismi ile anılmaktadır.

Girdi odaklı CCR modeline dışbükeylik kısıtı olarak, etkin olmayan karar birimlerinin olası etkin girdi/çıktı kombinasyonunu oluşturmak için gerekli bilgiyi taşıyan λ_j değişkenlerinin toplamını 1 yapan bir kısıt eklenmesi ile girdi odaklı BCC modeli elde edilebilir. Bu modelin dualine ait doğrusal programlama amaç ve kısıtları aşağıda verilmiştir:

$$\min \theta - \varepsilon \sum_{i=1}^m s_i^- + \varepsilon \sum_{r=1}^s s_r^+$$

$$\text{kısıtlar: } \theta x_{io} - \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} - s_i^- = 0 \quad (i = 1, \dots, m)$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j y_{ij} - s_r^+ = y_{ro} \quad (r = 1, \dots, s)$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1 \quad (j = 1, \dots, n)$$

$$\lambda_j \geq 0 \quad (j = 1, \dots, n)$$

$$s_i^- \geq 0 \quad (i = 1, \dots, m)$$

$$s_r^+ \geq 0 \quad (r = 1, \dots, s) \quad (\text{II.9})$$

BCC modeli de aylak değişkenlerin modele dâhil edilmesi ile CCR modeli gibi iki aşamada çözülür. Bir karar biriminin BCC-etkin sayılabilmesi için hem etkinlik skorunun bir olması hem de hiçbir girdi fazlası veya çıktı eksikliği olmaması (aylak değerlerin sıfır olması) gereklidir.

Bu yaklaşım ile CCR tarafından oluşturulan konik zarftan daha sıkı bir şekilde verileri zarflayan dışbükey bir zarf oluşturulmaktadır. Bu sayede elde edilen teknik etkinlik skorları da CCR ile elde edilenlerden daha küçük ya da onlara eşittir. En iyi olmayan ölçekte faaliyet gösteren işletmeler için CCR teknik etkinlik skoru ölçek etkinsizliğini de içermektedir. BCC modeli ile saf teknik etkinlik ile ölçek etkinliğini birbirinden ayırmak mümkün olmaktadır. (Coelli ve diğerleri, 2005)

Cooper ve diğerleri (2006), bir karar biriminin CCR ve BCC skorlarını θ^*_{CCR} ve θ^*_{BCC} olarak adlandırılırsa, ölçek etkililiğini (scale efficiency) şu şekilde tanımlar:

$$SE = \frac{\theta^*_{CCR}}{\theta^*_{BCC}}. \quad (\text{II.10})$$

Ölçek etkinliği skoru BCC- etkin ve en üretken ölçek büyüklüğüne (most productive scale size - MPSS) sahip karar birimleri için bire eşittir. CCR ile elde edilen skorlara ölçeği dikkate almamasından ötürü (global) teknik etkinlik adı verilirken, BCC, ölçeğe göre değişken getiri varsayımıyla (yerel) saf teknik etkinliği gösterir. Sonuç olarak teknik etkinlik aşağıdaki denklemle ifade edilir:

$$\text{Teknik Etkinlik (CCS)} = \text{Saf Teknik Etkinlik (BCC)} \times \text{Ölçek Etkinliği} \quad (\text{II.11})$$

Bu şekilde hesaplanan ölçek etkinliğinin bir eksikliği, elde edilen skorun, karar biriminin ölçeğe göre artan mı yoksa azalan mı bölgede olduğunu söylememektedir. Bu eksikliği gidermek için, Tarım (2001) tarafından anlatıldığı üzere tüm karar birimlerinin teknik etkinlikleri hesaplandıktan sonra dışbükeylik ile ilgili kısıt $\sum \lambda \leq 1$ olacak şekilde değiştirilerek model ölçeğe göre artmayan getirili (non-increasing returns to scale – NIRS) hale getirilir. Karar birimi ölçek olarak etkin değilse, NIRS ile hesaplanan

skorun BCC skorundan farklı olması durumu, karar biriminin ölçeğe göre artan getirili bölgede faaliyet gösterdiğini ifade eder. İki skorun eşit olması durumunda da ölçeğe göre azalan getiriden söz edilebilir. $\sum \lambda \geq 1$ kısıtı eklendiğinde ise ölçeğe göre artmayan getiri (non-decreasing returns to scale - NDRS) varsayımı modele dâhil edilir ve NIRS ile benzer şekilde, etkin olmayan karar birimleri için BCC skoru ile NDRS skorunun farklı olması durumunda ölçeğe göre azalan getiri özelliği bulunduğu anlaşılır.

CCR modelinde olduğu gibi BCC modeli de çıktı odaklı olarak programlanabilir. Girdileri sabit tutarak çıktıları artırma amaçlı kurulan çıktı odaklı BCC modeli aşağıdaki gibi ifade edilebilir:

$$\max \phi - \varepsilon \sum_{i=1}^m s_i^- + \varepsilon \sum_{r=1}^s s_r^+$$

$$\text{kısıtlar: } \phi y_{ro} - \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} - s_r^+ = 0 \quad (r = 1, \dots, s)$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} + s_i^- = x_{io} \quad (i = 1, \dots, m)$$

$$\lambda_j \geq 0 \quad (j = 1, \dots, n)$$

$$s_i^-, s_r^+ \geq 0 \quad (i = 1, \dots, m)(r = 1, \dots, s)$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1 \quad (j = 1, \dots, n) \quad (\text{II.12})$$

Girdi odaklı model ile çıktı odaklı model tamamen aynı etkin sınırı tahmin etmektedirler. Aralarındaki tek fark, etkin olmayana karar birimlerinin etkinlik ölçütlerinin iki modelde farklı olabilmesidir. (Kale, 2009)

II.2.2.3. Bazı Alternatif VZA Modelleri

VZA'nın temel modelleri olan CCR ve BCC'nin yanı sıra literatürde çeşitli durumlarda kullanılacak ve farklı kısıtlar altında oluşturulmuş birçok VZA modeli de bulunmaktadır. Bu modellerden başlıcalarına aşağıda kısaca yer verilecektir.

II.2.2.3.1. Toplamsal VZA Modeli

Etkin olmayan karar birimlerinin etkin sınıra nasıl taşındıkları CCR ve BCC modellerinin girdi veya çıktı odaklı olmalarına göre farklılık göstermektedir. Hem girdi hem de çıktı odağına sahip olan toplamsal model (additive model – ADD) aynı anda çıktıları ençoklaştırırken girdileri enazlaştırabilmektedir. Bir karar biriminin ADD etkin olabilmesi için, girdi fazlası ile çıktı eksikliğini gösteren aylak değişkenlerin ikisinin de sıfıra eşit olması durumunda gerçekleşir. Bir karar birimi, ancak BCC yaklaşımına göre etkin ise ADD yaklaşımında da etkin olabilir. (Banker ve diğerleri, 2004)

II.2.2.3.2. Aylak Değişkenlere Dayalı Model

Etkinliğin daha iyi temsil edileceği bir ölçüt kullanmak için kullanılan aylak değişkenlere bağlı toplamsal model (Slacks-based measure additive model - SBM) etkinlik skorlarının tamamen aylak değerler kullanılarak hesaplanmasına dayanmaktadır. SBM modeli sonuçta BCC modeli ile elde edilen etkin karar birimi sayısı kadar etkin birim verir. SBM denklemi incelendiğinde etkinlik skorlarının tersinin ortalamasının alındığı, bu sayede de herhangi bir skoru çok düşük olan karar biriminin daha çok cezalandırıldığı görülmektedir. (Paradi ve diğerleri, 2004)

Tone'nin 1997 ve 2001 yıllarındaki çalışmalarına dayanan SBM'nin iki önemli özelliği girdi ve çıktıların birimlerinden bağımsız olması ve her bir girdi/çıkıtı aylaklık değeri için ölçütün monoton bir şekilde azalmasıdır. Yine karar birimlerinin etkin olması için tüm aylak değişkenleri sıfıra eşit olmalıdır. (Cooper ve diğerleri, 2006)

II.2.2.3.3. Çarpımsal Model

Çarpımsal model (multiplicative model) adı verilen başka bir VZA modeline ilk olarak Charnes ve diğerleri tarafından 1982 yılında yapılan çalışmada rastlanmaktadır. Bu modelin VZA modelleri arasında getirdiği fark girdi ve çıktı oranlarının hesaplanmasında birbirleri arasında toplamalarının değil çarpımlarının alınıyor olmasıdır. (Bowlin, 1998) Banker ve diğerlerine (2004) göre çarpımsal model yaygın olarak kullanılsa da VZA'nın potansiyel kullanım alanının gelişmesine katkıda bulunmaktadır. Örneğin etkin sınırın bazı yerlerinin içbükey bazı bölgelerinin ise içbükey olmayan şekillerde oluşturulmasına imkan sağlayabilmektedir.

II.2.2.3.4. Serbest Atılabilir Zarf

VZA'nın dışbükeylik varsayımını esneten ilk çalışma Deprins, Simar ve Tulkens tarafından 1984 yılında yapılmıştır. Serbest Atılabilir Zarf (free disposal hull – FDH) adı verilen bu model daha sonra Tulkens ve diğerleri tarafından geliştirilmiş olup, ana amaç etkinlik değerlendirmelerinin sadece gerçekte gözlemlenen performanslardan etkilenmesini garanti etmektir. Buradaki zarf (hull) gözlemlerden elde edilen tüm üretim olasılıklarını kapsayan en küçük küme olarak tanımlanmaktadır. Serbest atılabilirlik (free disposal) özelliği ise sıfır olmayan aylak değerlerin göz ardı edilmesi yani zayıf etkinliğin yeterli olmasından kaynaklanmaktadır. (Cooper ve diğerleri, 2006)

II.2.2.3.5. Süper Etkinlik

VZA tarafından hesaplanan tüm performans göstergeleri etkin sınırı oluşturan karar birimleri göz önüne alınarak yapılmaktadır. Veri seti içinden seçilen bu küçük kümeyi oluşturan verilerin diğerlerine kıyasla daha güvenilir olması gerekmektedir. Ancak, bu veriler kimi zaman atipiktirler, yani diğer karar birimlerine kıyasla yapısal olarak daha iyi performans gösterebilir ya da girdi/çıktı bileşenleri alışılmışın dışında olabilirler. Bu tip veriler diğer karar birimlerini için birer rol model olarak kullanılmaya uygun olmadıklarından ötürü aykırı değerler olarak anılırlar. Bu değerleri veri setinden ayıklamak için ilk defa Andersen and Petersen (1993) tarafından ortaya atılan süper etkinlik modelleri kullanılır. (Thanassoulis ve diğerleri, 2008)

Cooper ve diğerlerine (2006) göre etkinlik skorları hesaplanırken, ilgili karar biriminin verileri modele dâhil edilmez. Model bir eksik karar birimi sayısı ile çalıştırıldığı için etkin sınır eskisinden farklı olmaktadır. Girdi yönlü modelde, modele dâhil edilmeyen karar birimi ile karşılaştırılan değerlerin durumu süper etkin olarak anılır. Her karar birimi için model yürütüldükten sonra elde edilen değerler karar birimlerini sıralamak amacıyla kullanılır. Coelli ve diğerlerine (2005) göre normalde etkin olan karar birimlerinin süper etkinlik skorları 1'den büyük olabilmektedir. Model, bazı durumlarda çözüm sağlayamasa da daha sonraki çalışmalara katkı sağlamıştır.

II.2.2.3.6. Tahsis Etkinlik Modelleri

Bundan önceki modeller üretimin daha çok teknik ve fiziksel yönlerine odaklanmaktadır. Tahsis etkinlik modelleri (Allocative Models) VZA ile fiyatlar ve maliyetler ile ilgili bilgi tam olarak bilindiği durumda etkin olmama durumlarının belirlenerek tahsis etkinliğinin ölçülmesine olanak sağlar. Maliyet etkinliği, fiyat etkinliği, ciro etkinliği, kârlılık etkinliği gibi etkinlik türlerinin incelendiği bu modellerde toplam etkinlik aşağıdaki gibi bileşenlerine ayrıştırılabilir (Cooper ve diğerleri, 2006):

$$\text{Toplam Etkinlik (Maliyet)} = \text{Tahsis Etkinliği} \times \text{Saf Teknik Etkinlik} \times \text{Ölçek Etkinliği} \quad (\text{II.13})$$

II.2.3. VZA'nın Avantaj ve Dezavantajları

VZA, gözlemleri zarflayan etkin bir sınır oluşturmak suretiyle karar birimlerinin göreceli etkinliklerini ölçmede kullanılan parametrik olmayan bir yöntemdir. 1978 yılında ilk defa temelleri atılan VZA, çok fazla varsayım içermemesi ve uygulama kolaylığı ile çok farklı sektörlerde etkinlik ölçümünde 30 seneyi aşkın bir süredir kullanılmaktadır. Rasyo analizine kıyasla birden fazla girdi ve çıktının aynı anda değerlendirilmesine olanak sağlayan VZA'nın ağırlıklar ve fiyat bilgisi gerektirmeden tekil gözlemlere odaklanması analiz ve değerlendirme kolaylığı getirmektedir.

Bakırcı (2006) tarafından aktarıldığı gibi VZA etkin ve etkin olmayan karar birimlerini belirler, her bir karar birimi için ayrı ayrı skorlar hesaplar, etkin olmama durumunda bunun kaynağını ortaya koyar ve etkin olmayan karar birimlerinin referans kümelerini bularak etkin olabilmeleri için kullanmaları gereken en uygun girdi/çıktı bileşimini verir. Bu hesapları yaparken üretim fonksiyonuna herhangi bir sınırlandırma getirmeden çoklu girdi ve çıktıyı aynı anda değerlendirebilir. Bu avantajlarının yanında ölçüm hatalarına ve aykırı değerlere karşı duyarlı olması, mutlak etkinlik analizi yapılamaması, istatistiksel test metotların kullanılamaması ve statik bir analiz olması VZA'nın dezavantajları olarak belirtilmiştir.

Özden (2008) VZA'nın karar birimlerinin etkinliklerini artırmada yapılması gerekenler konusunda yöneticilere yol gösteren bir yöntem olarak anlatmaktadır. Bakırcı (2006) tarafından belirtilen özelliklerin dışında girdi ve çıktılarına ait verilerin birimlerinin farklı

olabilmesini modelin bir avantajı olduğu söylemektedir. Ayrıca, girdi ve çıktı seçiminin karar biriminin üretim sürecini doğru bir şekilde yansıtacak biçimde ve mümkün olan en az sayıda seçilmesinin etkinliğin güvenilir bir şekilde hesaplanabilmesi için önemli olduğu belirtilmektedir. VZA'nın belirli bir zamandaki etkinlikleri analiz eden statik bir yöntem olması problemini çözmek için ise zaman boyutunu analize dâhil eden Malmquist toplam faktör üretkenliği endeksi ile birlikte kullanılması önerilmektedir.

Sengupta'ya göre (2000) ekonomistler VZA'nın etkinlik ölçümünde kullanılmasına eleştirel gözle bakmaktadırlar. Genel olarak üç grup altında sınıflandırılabilir bu eleştirilerin ilki modelin karar birimlerinin hedeflerini, amaçlarını, içinde bulundukları pazara yönelik yaklaşımlarını ve çeşitli girdi ve çıktıları tahsis etmede yaşadıkları problemleri göz ardı ettiği, İkinci olarak rassal hatanın varlığı, aynı miktarda girdileri kullanarak farklı miktarda çıktı elde edilmesini mümkün kıldığında ötürü model tarafından tahmin edilen etkinliğin çok da fazla güvenilir olmadığı söylenmektedir. Son olarak da VZA'nın kullandığı doğrusal programlama metodunun zayıflıklarında ötürü etkin olmadığını fark eden herhangi bir karar biriminin öğrenme ve uyum sağlama becerisini dikkate alacak bir yöntem içermediği belirtilmektedir.

CCR modeli ilk çıktığında ekonomistler tarafından çok fazla benimsenmemiş, ekonomistler genel olarak parametrik metotlar geliştirmek üzere çalışmışlardır. Özellikle başlangıçtaki VZA çalışmalarının teknoloji üzerine getirdiği kısıtlar ekonomistlerin parametrik olmayan yöntemlerin artık kullanılamayacağını düşünmelerine yol açmıştır. (Norman ve Stoker, 1991) Ancak Grosskopf'a (1986) göre parametrik olmayan yöntemler önerildiğinden daha esnek bir yapıya sahiptirler ve ekonomistler tarafından hak ettiği ilgiyi görememişlerdir.

Thanassoulis ve diğerlerine (2008) göre VZA'nın en güçlü yanı parametrik olmaması yani teknolojinin formu hakkında herhangi bir varsayıma ihtiyaç duymamasıdır. Etkin eşütün eğrisinin parçalı doğrusal olması teorik olarak problem yaratsa da modelin parametrik olmamasının yanında bu göz ardı edilebilecek bir eksikliktir. Modelin zayıf yönü ise diğer deterministik sınır tahmin yöntemleri gibi etkin sınırdan sapmaların hepsinin etkin olmama durumu ile açıklanması, istatistiksel gürültü veya herhangi bir ölçüm hatasına yer verilmemesidir.

Drake ve Simpler (2003) VZA analizi sonucu elde edilen göreceli etkinlik skorları ile ilgili eleştiriler getirmiştir. En iyi performans gösteren karar birimlerinin %100 etkin olarak değerlendirilmeleri, gerçekte bu karar birimlerinin bazı yönlerden etkin olmama ihtimalini göz ardı etmektedir. Ayrıca, VZA, etkin karar birimleri arasında da herhangi bir karşılaştırma yapılmasına olanak sağlamamaktadır.

VZA analizinde kullanılan karar birimlerinin homojen olması varsayımı da her zaman uygun olmamaktadır. Her ne kadar aynı veya benzer özellikler gösterecekler de analize dâhil edilen karar birimlerinin gerçek hayattaki farklı çevresel koşullardan ötürü homojen bir küme oluşturması güçtür. (Coelli ve diğerleri, 2005)

Talluri'ye (2000) göre VZA etkinlik skorları verilerdeki değişimlere karşı oldukça hassastır. Ayrıca, girdi ve çıktıların sayıları ile tipleri de modelin sonuçları üzerinde etkilidir. Özellikle analizde kullanılan girdi ve çıktıların sayılarının az olması, geleneksel VZA yöntemleri için problem teşkil edebilmektedir.

VZA'ya yönelik eleştiriler özellikle klasik modeller için doğru olsalar da problemlerin çözümü ile ilgili olarak ilerleyen yıllarda çok çeşitli modeller geliştirilmiş ve VZA'nın bahsedilen dezavantajlarının önüne geçilmeye çalışılmıştır.

II.3. MALMQUIST TFP ENDEKSİ

Daha önceki bölümlerde de bahsedildiği üzere etkinliğin ölçülmesi için kullanılan yöntemler genelde statik olup, zamandaki bir andaki etkinliği göstermektedirler. Etkinliğin zaman içerisinde değişimini görmek için Malmquist Toplam Faktör Üretkenliği Endeksi gibi performans ölçümünde zaman boyutunu dikkate alan bir yöntem kullanılması gerekmektedir.

Toplam faktör üretkenliği (total factor productivity – TFP) birden fazla girdi ve çıktının olduğu durumda toplam üretilen çıktının toplam kullanılan girdiye oranı olarak tanımlanabilir. TFP hesaplamasında ilk karşılaşılan problem, girdi ve çıktıların toplam olarak ifade edilmeleridir ve bu durum çeşitli endekslerin kullanımını zorunlu kılmaktadır. (Färe ve diğerleri, 2008)

Endeks, genel anlamda birbirleri ile ilgili değişkenlerin oluşturduğu küme içerisindeki değişimi ölçen gerçek bir sayı olup zamansal, mekânsal veya her ikisi için aynı anda karşılaştırma yapılması için uygundur. Fiyat ve miktardaki değişimler ile firmalar, sektörler, bölgeler veya ülkeler arasındaki seviye farklılıklarını ölçmede yaygın olarak kullanılabilir. Ekonomi literatüründe uzun bir geçmişe sahip olan endeksler konusunda en önemli katkıyı Laspeyres ve Paasche 19. yüzyılda yapmışlardır. 1936 yılında ortaya atılan Tornquist endeksi üretkenlik ölçümünde çok önemli bir rol oynamaktadır. Bunun yanı sıra Laspeyres ve Paasche endeksi ile Fisher endeksi de yaygın kullanımı olan endeksler arasındadır. Literatüre bakıldığında Hicks-Morotsteen yaklaşımı, kârlılık rasyoları, üretkenliğin ölçülmesinde kullanılan Malmquist yaklaşımı ve bileşen temelli yaklaşıma dayalı birçok TFP ölçütü bulunduğu görülmektedir. (Coelli ve diğerleri, 2005)

Karar birimlerinin toplam faktör üretkenliğindeki (TFP) artışı gösteren Malmquist üretkenlik endeksi, birden fazla girdi/çıktı kullanarak etkinlikteki ilerleme/gerileme ile birlikte zaman içerisindeki teknolojik sınırdaki ilerleme/gerilemeyi ortaya koyar. Malmquist tarafından temelleri atıldıktan sonra parametrik olmayan bir çerçevede birçok yazar tarafından incelenmiş ve geliştirilmiştir. (Tone, 2004)

1953 yılında Shephard üretim analizi kapsamında bir girdi uzaklık fonksiyonu geliştirirken aynı yılda Malmquist bir adım ileri giderek tüketim analizi kapsamında bir çift girdi uzaklık fonksiyonun oranı olarak ifade edilen bir geçim standardı endeksi geliştirmiştir. Bu çalışmaların ışığında üretkenlik endeksini uzaklık fonksiyonuna dayanarak ifade etmek amacıyla iki yaklaşım geliştirilmiştir. Bunlardan ilki, Caves, Christensen ve Diewert'in (1982) çalışmalarında kullandıkları girdi veya çıktı uzaklık fonksiyonlarının oranlarına dayalı kısmi odaklı yaklaşımdır (yazarların adlarının baş harflerine dayanarak CCD olarak anılmaktadır). Diğerisi ise Bjurek (1996) tarafından ortaya konulmuştur ve eş odaklı olarak çıktı miktar endeksindeki çıktı uzaklık fonksiyonlarının oranı ile aynı anda girdi miktar endeksindeki girdi uzaklık fonksiyonlarının oranına dayanmaktadır. İki yaklaşım da Malmquist adı verilen üretkenlik endeksi hesaplanması için kullanılmaktadır. (Lovell, 2003)

Färe ve diğerlerine (1997) göre Malmquist endeksinin tercih edilmesini sağlayan temel özelliklerinden ilki girdi veya çıktılarının fiyatlarına ihtiyaç duymamasıdır. Özellikle fiyat bilgisinin olmadığı veya fiyatların doğru yansıtılmadığı durumlarda bu özellik faydalı olmaktadır. Bunun yanında, maliyet enazlama veya kâr ençoklama gibi davranışsal bir varsayıma ihtiyaç duyulmaması, üreticilerin hedeflerinin farklı olduğu koşullarda kullanılabilmesine olanak sağlamaktadır. Ayrıca endeksin hesaplanmasının kolay olması da uygulama açısından bir avantajdır.

Malmquist endeksinin en ilgi çeken özelliği ise bileşenlerine ayrılabilmesidir. Fare ve diğerlerinin 1994 yılındaki çalışmalarında Malmquist TFP'deki değişimin teknolojiye değişim ve etkinlikteki değişim (saf etkinlikteki değişim ve ölçek etkinliğindeki değişim) olarak bileşenlerine ayrılabilceğini göstermişlerdir.

Girdilerin çıktılarına dönüşümü ile ilgili olan teknik etkinlikteki değişim, karar birimlerinin üretim sınırına yaklaşıp yaklaşmadıklarını gösterir. Teknolojik etkinlikteki değişim ise üretim sınırındaki kaymaları ifade etmektedir ve çıktılardaki değişimin girdilerdeki büyüme ile ilgisi olmayan kısmını açıklamaya çalışır. Teknolojik değişim, yeni teknolojilerin veya yeni ürünlerin üretim sınırını iyileştirerek ileri doğru kaymasını sağlamasıyla ortaya çıkar. Ölçek etkinliği ise karar birimlerinin en etkin ölçek boyutunda çalışıp çalışmadıklarını ve bu boyuta olan yakınlık derecelerini gösterir. (Johnes, 2006)

Malmquist endeksi, karar biriminin iki zaman aralığı arasındaki üretkenliğindeki değişimi ortaya koyar. Tanım olarak yakalama terimi (catch-up) ve sınır kayma teriminin (frontier shift) çarpımına eşittir. Yakalama (ya da toparlanma) bileşeni karar birimin etkinliğini artırmak için ulaşabildiği seviyeyi ifade eder ve iki dönem arasındaki etkinlikteki gelişmeyi gösterir. Sınır kayması bileşeni (ya da yenileşim) iki zaman aralığı arasında karar birimini çevreleyen etkin sınırdaki değişimi yansıtır ve teknolojik sınırdaki gelişmeyi (ya da gerilemeyi) açıklar. (Tone, 2004)

Tarım (2001) endeksin hesaplanması için kullanılacak olan yöntemlerin parametrik ve parametrik olmayan olmak üzere ikiye ayrıldığını söylemektedir. Caves ve diğerleri 1982 yılında yaptıkları çalışmada (CCD) endeks için gereken uzaklıkları belirlemede VZA tarafından hesaplanan etkin sınırı kullanmıştır. Fare ve diğerleri (1994) uygun bir

panel veri seti olduğu takdirde, Malmquist TFP endeksinin hesaplanması için kullanılacak olan uzaklık fonksiyonlarının VZA kullanılarak hesaplanabileceğini belirtmişlerdir.

Malmquist endeksini hesaplamının çok çeşitli yolları bulunmaktadır. CCD modelinin uzaklık fonksiyonlarının translog formunda olduğu durumda Malmquist endeksinin Tornquist endeksinin bir oranı olarak, bazı çeşitli varsayımlar altında Fisher ideal endeksi kullanılarak, parametrik ve parametrik olmayan doğrusal programlama yöntemleri ile ve stokastik sınır yaklaşımı gibi sınır ekonometrik yaklaşımları yardımıyla endeksin elde edildiği çalışmalar literatürde mevcuttur. (Fare ve diğerleri, 1994)

Lovell, 1996 yılındaki çalışmasında Nishimizu-Page deterministik (parametrik) sınır analizi (deterministic frontier analysis – DFA), stokastik sınır analizi (stochastic frontier analysis - SFA) ve parametrik olmayan VZA yöntemlerini panel veriler ile üretkenlik ve teknik değişimin ölçülmesinde kullanarak karşılaştırmıştır. Sonuç olarak, etkinlik ölçümünde SFA ve VZA'nın DFA'ya kıyasla tercih edildiğini, üretkenlik ölçümünde ise DFA ve VZA'nın SFA'ya nazaran daha uygun olduğunu ortaya koymuştur.

VZA, endeksin hesaplanmasında kullanılmak için uygun bir metot olarak görülmektedir. Bunun ilk sebebi VZA'nın sadece teknolojiye odaklanan translog endeks yaklaşımına göre Malmquist TFP endeksinin bileşenlerine ayrılması açısından daha gelişmiş bir yöntem olmasıdır. Bunun yanı sıra VZA ile toplam faktör üretkenliğindeki büyümenin kaynağı belirlenebilmektedir. Ayrıca VZA'nın parametrik olmayan yapısı gereği üretim fonksiyonunu tahmin etmesinin gerekmemesi ve en iyi uygulama sınırını ortaya koyması da önemli bir avantajdır. (Mahdevan 2001: Aktaran Raheman ve diğerleri, 2008)

Parametrik olmayan yöntemler çerçevesinde Malmquist endeksi VZA aracılığı ile oluşturulmaktadır. Girdi ve çıktı odaklı radyal VZA modelleri, aylak değişkenlere dayalı radyal olmayan odaklı VZA modelleri veya hem radyal hem odaklı olmayan VZA modelleri ile yapılan hesaplamaların literatürde örnekleri bulunmaktadır. (Tone, 2004)

Bu çalışmada da Malmquist TFP endeksinin VZA yöntemi aracılığıyla elde edilmesi yöntemi benimsenmiştir.

Coelli ve diğerleri (2005) tarafından aktarıldığı üzere VZA gibi doğrusal programlama yöntemleri ile endeksin hesaplanması için kullanılan en popüler metot Fare ve diğerleri tarafından 1994 yılında önerilmiştir. Buna göre, uygun verilerin bulunması durumunda, iki dönem arasındaki TFP değişimini ölçmek için dört ayrı uzaklık fonksiyonu (dolayısıyla dört ayrı doğrusal program) hesaplanmalıdır:

$$[d_o^t(q_t, x_t)]^{-1} = \max_{\phi, \lambda} \phi,$$

$$\text{Kısıt: } -\phi q_{it} + Q_t \lambda \geq 0,$$

$$x_{it} - X_t \lambda \geq 0,$$

$$\lambda \geq 0,$$

$$[d_o^s(q_s, x_s)]^{-1} = \max_{\phi, \lambda} \phi,$$

$$\text{Kısıt: } -\phi q_{is} + Q_s \lambda \geq 0,$$

$$x_{is} - X_s \lambda \geq 0,$$

$$\lambda \geq 0,$$

$$[d_o^t(q_s, x_t)]^{-1} = \max_{\phi, \lambda} \phi,$$

$$\text{Kısıt: } -\phi q_{is} + Q_t \lambda \geq 0,$$

$$x_{is} - X_t \lambda \geq 0,$$

$$\lambda \geq 0,$$

$$[d_o^s(q_t, x_t)]^{-1} = \max_{\phi, \lambda} \phi,$$

$$\text{Kısıt: } -\phi q_{it} + Q_s \lambda \geq 0,$$

$$x_{it} - X_s \lambda \geq 0,$$

$$\lambda \geq 0.$$

(II.14)

Ölçeğe göre sabit getiri varsayımı altında yapılan bu hesaplarda, teknik etkinliğin ölçek etkinliği ve saf teknik etkinlik olarak ayrıştırılabilmesi için iki doğrusal program daha eklenebilir ve bu sayede ölçeğe göre değişken getiri varsayımı ile uzaklık fonksiyonları tahmin edilebilir. (Coelli ve diğerleri, 2005)

II.4. LOJİSTİK REGRESYON TEKNİĞİ

Bu bölümde bahsedilen ve en yaygın kullanılan lojistik regresyon yöntemi ikili (binary) lojistik regresyondur. Bunun yanında bağımlı değişkenin ikiden fazla sonucunun olduğu çok terimli (multinomial veya polytomous) lojistik regresyon ile bağımlı değişkenin iki ya da daha fazla sıralı kategoriye sahip olduğu sıralı (ordinal) lojistik regresyon teknikleri de literatürde bulunmaktadır. (Elliott ve Woodward, 2007)

Son yıllarda kullanımı oldukça yaygınlaşan ve uzun yıllardır bilinen bu istatistiksel analiz yönteminin aslen Truett, Cornfield ve Kannel'in 1967 yılında yayımlanan çalışmalarında kalp ile ilgili verileri analiz etmelerinden sonra tam olarak gücü ve uygulanabilirliği anlaşılmıştır. Bu önemli yayından sonra lojistik regresyon ikili (dichotomous) verilerin regresyon analizinin yapılmasında özellikle de sağlık ve salgın hastalıklar alanında bir standart haline gelmiştir. (Hosmer ve Lemeshow, 1989) Tıp alanında kullanılmasından ötürü sıklıkla sonuç hasta / hasta değil olacak şekilde yöntemden faydalanılmıştır. Bir örnek vermek gerekirse saman nezlesinin olup olmadığı mevsim, yerleşim yeri, vücut ısı gibi veriler kullanılarak teşhis edilebilirliği bu teknik kullanılarak belirlenebilir. (Tabachnick ve Fidell, 2007)

Lojistik regresyon, birden fazla bağımsız değişkenin, bağımlı değişken tarafından ifade edilen iki gruptan birine ait olma durumunun tahmin edilmesi üzerindeki etkilerini belirler. (Burns ve Burns, 2008) Bağımlı ile bağımsız değişkenler arasında sebep-sonuç ilişkisi olduğunda, bu ilişkinin fonksiyonunun şeklinin belirlenmesi sonucunda tahmin yapılabilmesine olanak sağlayan istatistiksel bir analizdir. (Atlas ve Giray, 2005)

Lojistik regresyonu doğrusal regresyondan ayıran en önemli özellik sonuç değişkeninin ikili olmasıdır. Bu özellik, parametrik modelin seçiminde ve varsayımlarda kendisini göstermektedir. Bu fark göz önünde bulundurulduktan sonra lojistik regresyonda kullanılan metodolojinin doğrusal regresyon ile aynı genel ilkelere sahip olduğu söylenebilir. (Hosmer ve Lemeshow, 1989)

Lojistik regresyon tekniğinin bazı varsayımları bulunmaktadır. Öncelikle bağımlı ve bağımsız değişkenler arasında doğrusal bir ilişki olmadığı kabul edilir. Bağımlı değişken ikili olmak zorundayken bağımsız değişkenlerin aralıklı olmasına, normal

dağılım sergilemesine, doğrusal olarak ilişkili olmalarına veya eşit varyansa sahip olmalarına gerek yoktur. Kategoriler (gruplar) ayrışık olmalı ve her elemanı kapsamalıdır. Son olarak da en çok olabilirlik (maximum likelihood) katsayıları büyük örneklem için geçerli olduğundan doğrusal regresyon analizine göre daha fazla örneklem kullanılmalıdır. (Burns ve Burns, 2008)

Lojistik regresyonun bu kadar popüler olmasının sebebi, modelin arkasında yatan lojistik fonksiyonudur. Bu fonksiyon şu şekilde tanımlanmaktadır:

$$f(z) = \frac{1}{(1+e^{-z})}; z (-\infty, +\infty) \quad (\text{II.15})$$

Bu fonksiyonun en önemli özelliği S şeklinde olması sayesinde birçok farklı risk faktörünün tümleşik etkisini göstermede oldukça caziptir. S şekli ile düşük seviyelerdeki değerler için gerçekleşme riski de düşükken belli bir eşik değerin aşılması ile risk de hızlı bir şekilde artmaktadır. Fonksiyonun diğer özelliği ise tahmin değerinin 0 ile 1 aralığında kalmasını zorunlu tutmasıdır. (Kleinbaum ve Klein, 2010)

Analiz kapsamında öne çıkan kavramlardan biri de odds oranıdır. Olasılıklar 0 ile 1 arasında değer alırlar ve bir olayın gerçekleşme ihtimalini hem gözlemlenme hem de gözlemlenmeme durumlarına oranı olarak ifade edilir. Odds oranı ise gözlemlenme ihtimalinin gözlemlenmeme ihtimaline oranı olarak tanımlanabilir. Bu sebepten ötürü olasılıklar en fazla 1 değerini alırken odds oranının herhangi bir üst değerinden söz edilemez. Odds oranı (O) ile olasılık (P) arasındaki ilişki şu şekilde ifade edilebilir (Pampel, 2000):

$$O = \frac{P}{1-P}; P = \frac{O}{1+O} \quad (\text{II.16})$$

Odds oranının üst limitinin olmaması, dağılımın normalize edilmesini gerektirir. Logaritmik dönüşüm yapılarak dağılımın normal hale getirilmesi, normal regresyon denklemi ile bir bağlantı kurulabilmesine yardımcı olur. Odds oranının doğal logaritmasının alınması ile yapılan bu logit dönüşüm aşağıdaki şekilde gösterilebilir (Burns ve Burns, 2008):

$$\text{Log}(\text{odds}) = \text{Logit}(p) = \ln(p / (1 - p)); p [0,1] \text{ ve } \text{logit}(p) [-\infty, +\infty] \quad (\text{II.17})$$

Bu bağlamda lojistik regresyon denklemi aşağıdaki gibi ifade edilir:

$$\text{logit } [p(x)] = \log \left[\frac{p(x)}{1-p(x)} \right] = a + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 \dots \quad (\text{II.18})$$

P değeri ise şu şekilde hesaplanır (Tabachnick ve Fidell, 2007):

$$\hat{Y}_i = \frac{e^u}{1+e^u} ; \quad u = A + B_1X_1 + B_2X_2 + \dots + B_kX_k \quad (\text{II.19})$$

Aslında standart bir regresyona benzeyen yukarıdaki lojistik regresyon denklemi, en iyi uyumu sağlayan denklemi hesaplasa da arkasında yatan ilkeler doğrusal regresyondan farklıdır. Doğrusal regresyonda kullanılan en küçük kareler yöntemi yerine en iyi uyum için en çok olabilirlik (maximum likelihood) metodunu uygulanır. Bu metot ile uyumu sağlanan regresyon denklemi verildiğinde gözlemlenen sonuçları elde etme olasılığı ençoklandırılır. Kullanılan en iyi uyum yönteminin doğrusal regresyonla aynı olmaması, lojistik regresyon analizinde en iyi uyum ve diğer anlamlılık istatistiklerinin farklı olmasına yol açmaktadır. (Garson, 2010)

En çok olabilirlik yöntemi ile regresyon katsayıları hesaplandıktan sonra uygun bir model bulunması halinde, her katsayının anlamlılığı Wald testi ile ölçülebilir. Katsayının karesinin standart hatanın karesine bölünmesiyle elde edilen skorlar ki-kare dağılımı sergilerler. (Tabachnick ve Fidell, 2007)

Olabilirlik (likelihood) belirli bir hipotez altındaki olasılık olarak açıklanabilir. Lojistik regresyondaki tüm regresyon katsayılarının sıfır olduğu H_0 ve bunun tersi olan alternatif hipotez altında gerçekten gözlemlenen verinin gözlemlenebilme olabilirlikleri belirlenir. Çok küçük bir sayı olan bu sonucu daha iyi ifade edebilmek için doğal logaritması alınarak log olabilirlik (log likelihood – LL) sayısı elde edilir. Olasılıkların birden küçük olması LL'nin de her zaman negatif bir sayı olmasını gerektirir. (Burns ve Burns, 2008)

LL, lojistik regresyon modelinin test edilmesinde kullanılır. Gözlenen ve beklenen değerler LL fonksiyonu kullanılarak karşılaştırılabilir. Log olabilirlik oranı testi -2LL

oranına dayanmaktadır. Hosmer ve Lemeshow'da (1989) anlatıldığı üzere bu değer aşağıdaki gibi hesaplanabilir:

$$D = -2 \ln \left[\frac{\text{Şu andaki modelin olabilirliği}}{\text{Doymuş modelin olabilirliği}} \right] \quad (\text{II.20})$$

Parantezin içindeki değer LL olup, $-2\ln$ 'inin alınması dağılımının bilinmesi için gerekmektedir. Literatürde sapma (deviance) da denilmekte olan bu D değeri özellikle uyumun iyiliğini değerlendirmede merkezi bir role sahiptir.

Bağımsız bir değişkenin önemine karar vermek için ise değişkenin modele dâhil olduğu ve olmadığı durumlardaki -2LL değerleri karşılaştırılır:

$$G = D (\text{değişkenlerin bulunmadığı model}) - D (\text{değişkenli model}) \quad (\text{II.21})$$

Uyum iyiliği testleri, elde edilen modelin sonuç değişkenini ne kadar etkin bir biçimde tanımlayabildiğini görmek için kullanılır. Bunun için Pearson'ın ki-kare istatistiği ve sapması, Hosmer – Lemeshow C istatistiği, sınıflandırma tabloları, ROC eğrisinin altında kalan alan ve doğrusal regresyondakine benzeyen çeşitli R^2 değerleri kullanılmaktadır.

III. BÖLÜM: KAPSAM VE BULGULAR

III.1. ARAŞTIRMA KONULARI

Ülkemiz koşullarında firmaların Ar-Ge için ayrılan kaynakları etkin bir şekilde kullanmadıkları, firmaların asıl amaçlarının Ar-Ge yapmak yerine uygun koşullarda finansman sağlamak olduğu düşünülmektedir. Bu sebepten ötürü her yıl bazında yapılacak olan incelemede etkin firma sayısının çok fazla olmayacağı tahmin edilmektedir. Yıl bazında yapılacak olan değerlendirmelerde etkin firma sayıları, referans verilen karar birimleri, firma bazında yapılacak iyileştirmeler, ölçek etkinlikleri ve en kötü durumdaki firmalar hakkında bilgi sahibi olunacaktır.

Etkinlik analizinin statik bir sonuç vermesinden ötürü dönemsel olarak yıllar arasında sadece kullanılan girdi ve çıktılar göz önüne alınarak Malmquist TFP endeksindeki değişim incelenecektir. Ayrıca, etkinlikteki değişimin sınıra yaklaşıma ya da sınır kayması etkilerinden hangisi ile açıklanabileceği araştırılacak ve ölçek etkinliklerine bakılacaktır.

Literatüre bakıldığında Ar-Ge faaliyetlerinin doğası gereği sonuçlarının ekonomik olarak alınmasının vakit alacağı, yapılan harcamalar ile çıktılar arasında bir zaman farkının doğacağı öngörülmektedir. Bu araştırmada da Ar-Ge harcamaları ile elde edilen çıktılar arasında 2 yıllık bir zaman farkının olacağı varsayılarak zaman farkının olmadığı durum ile karşılaştırma yapılacaktır.

Son olarak da Ar-Ge etkinliğini firmaların bahse konu özellikleri ve finansal rasyolar cinsinden bir matematiksel ifade ile tahmin eden bir model geliştirilip geliştirilemeyeceği sorusu araştırılacak, bu kapsamda da hangi değişkenlerin modele dâhil edileceği konusu sorgulanacaktır. Benzer şekilde uzmanların kişisel görüşlerine dayanarak etkin oldukları düşünülen firmalar baz alınarak bir tahmin modeli kurulacak ve hangi değişkenlerin karar vermede etkili olabileceklerine bakılacaktır.

III.2. VERİ SETİ

III.2.1. Örneklem Kümesi

Araştırma kapsamında, TTGV tarafından 1991 – 2009 yılları arasında desteklenmiş toplam 749 adet Ar-Ge projesi incelenmiştir. Yapılan incelemede, bazı firmaların farklı projelerinin birden fazla kez desteklendiği, bu nedenle de bu sayının desteklenen toplam firma sayısını yansıtmadığı görülmüştür. Zaman içerisinde iletişim bilgileri değişen, çeşitli nedenlerden ötürü artık faaliyet göstermeyen veya ulaşılması artık mümkün olmayan firmalar tespit edilerek örneklem kümesi içinden çıkartılmış, halen faaliyette bulunan ve ilişki kurulabilecek toplam 542 adet firma belirlenerek bu firmalarla bağlantıya geçilmiştir. Yeteri kadar bilgi toplanamamasından ötürü, örneklem kümesi daraltılarak 2002 – 2009 yılları arasında TTGV’den destek almış ve halen geri ödeme sürecinde bulunan toplam 197 firma üzerine yoğunlaşmıştır.

III.2.2. Veri Toplama Süreci ve Karar Birimlerinin Seçilmesi

2009 Ekim ayı içerisinde ilk belirlenen 542 adet firmaya elektronik ortamda bir soru formu gönderilerek anket yolu ile bilgi toplanmak istenmiştir. Verilen sürenin sonunda toplam 36 firmadan geri dönüş alınmıştır (% 6,6 geri dönüş oranı). Anket sorularına verilen cevaplar incelendiğinde, firmaların mali verilerini gönderme konusunda isteksiz oldukları görülmüş, sağladıkları verilerin arasında da hatalı, yanlış veya eksik verilerin olduğu anlaşılmıştır.

Alınan bu sonuçtan sonra, daha sağlıklı sonuçlar elde etmek için, TTGV’den destek kullanmış bütün firmalar yerine TTGV’nin halen aktif bir şekilde ilişkide olduğu firmalarla bağlantıya geçilmesine karar verilmiştir. Yapılan incelemede, TTGV’nin desteğini 2002 yılından bu yana kullanan firmalardan toplam 197 adedinin halen geri ödeme sürecinde olduğu tespit edilmiştir. Bu firmalardan 2009 Kasım ayı içerisinde faks yolu ile 2004-2008 yılları arasındaki bilanço ve gelir tablolarını göndermeleri istenmiştir.

Belirlenen son teslim tarihine kadar 81 adet firma mali tablolarını iletmiştir. Eposta yolu ile yapılan 2. duyurunun ardından 26 firmadan daha geri dönüş alınmıştır. 2009 Aralık

sonu itibariyle 197 firmadan 107 adedi mali tablolarını çeşitli yollarla TTGV'ye iletmışlerdir. (%54 geri dönüş oranı)

Eksik kalan mali tablolar ve diğer veriler firmaların TTGV'ye başvuru sırasında sunmuş oldukları proje dosyalarından tamamlanmaya çalışılmıştır. Bunların dışında kalan eksik veriler için de firmalarla telefon ve eposta yoluyla bağlantıya geçilerek firmaların beyanlarına göre düzeltmeler ve eklemeler yapılmıştır.

Sonuç olarak, 106 adet firmanın 2004-2008 yıllarına ait 5 yıllık mali tablolarına ve araştırma kapsamında kullanılacak diğer verilerine erişilmiştir.

III.2.3. Veri Seti ile ilgili İstatistikler

Firmaların 2004-2008 yılları arasındaki bilanço ve gelir tablolarından elde edilen verilerin özeti aşağıdaki tabloda verilmektedir.(Tablo III.1)

Tablo III. 1 Veri seti ile ilgili özet istatistiksel bilgiler

	<i>Ortalama</i>	<i>Standart Sapma</i>	<i>Minimum</i>	<i>Maksimum</i>
<i>Brüt satışlar</i>	88.610.332	482.404.051	0	7.787.320.174
<i>Net Satışlar</i>	85.753.400	470.135.630	0	7.619.901.085
<i>Satışların Maliyeti</i>	74.355.904	437.839.829	0	7.272.451.397
<i>Brüt Satış Kârı</i>	11.402.584	39.178.682	-550.970	419.813.539
<i>Ar-Ge Giderleri</i>	898.675	3.277.711	0	30.861.170
<i>Faaliyet Kârı</i>	3.229.358	16.294.816	-96.976.191	215.040.542
<i>Dönem Net Kârı</i>	1.626.687	17.181.837	-151.192.000	226.844.711
<i>Ticari alacaklar</i>	13.601.031	58.429.256	0	717.327.697
<i>Stoklar</i>	14.224.380	55.713.677	0	627.586.475
<i>Dönen Varlıklar</i>	42.085.870	150.117.445	5.258	1.053.329.109
<i>Duran Varlıklar</i>	24.877.152	103.352.343	18	960.365.005
<i>Kısa Vadeli Y.K</i>	27.652.677	107.119.579	1.468	1.017.821.000
<i>Uzun Vadeli Y.K</i>	15.148.262	75.235.992	0	825.977.659
<i>Toplam Varlıklar</i>	66.802.691	244.862.440	5.277	1.746.118.190
<i>Özkaynaklar</i>	21.796.653	79.147.720	-694.743	713.210.153

Firmalardan mali tablolarının yanında istenilen veriler şunlardır:

- Yeni ürünlerin satış cirosu
- Ar-Ge personeli sayısı

- Toplam personel sayısı
- Marka tescil sayısı
- Patent sayısı
- Faydalı model sayısı
- Sektör bilgisi
- Teknoloji geliştirme bölgesinde faaliyet gösterip göstermediği
- Firmanın bulunduğu il/bölge
- Firmanın kuruluş tarihi
- Firmanın yapısı

Yeni ürünlerin satış cirosu, Ar-Ge faaliyeti sonucu ortaya çıkan ürünün satış hasılatı veya yapılan süreç iyileştirmesi sonucunda satış hasılatındaki artışın bir göstergesidir. Ancak, analize dâhil olan firmaların hiçbirisi satışlarını bu detayda takip etmedikleri için bu veri etkinlik ölçümünde kullanılamamıştır.

Firmaların Ar-Ge personeli, toplam personel sayıları ve firmaların yaşlarının istatistiksel dağılımı aşağıdaki gibidir. Buna göre firmalarda ortalama 148 personelin 22'si (%15) Ar-Ge personeli olarak çalışmaktadır. Veri seti içindeki firmalar arasında yeni kurulmuş firmalar olduğu gibi 60 yıldır faaliyet gösteren firmalar da bulunmaktadır. Firmaların yaş ortalaması 18'dir. (Tablo III.2)

Tablo III. 2 Firmaların personel sayıları ve yaşları ile ilgili istatistikler

	<i>Ortalama</i>	<i>Standart Sapma</i>	<i>Minimum</i>	<i>Maksimum</i>
<i>Ar-Ge Personeli</i>	22	97	0	1.010
<i>Toplam Personel</i>	148	451	1	3.904
<i>Firmanın Yaşı</i>	18	13	1	60

Firmaların sektörel dağılımına bakıldığında, 30 firma ile en çok makine imalat sektöründen firmaların analize dâhil olduğu, bunu sırasıyla elektrik/elektronik, yazılım/bilgi teknolojileri ve malzeme sektörlerinin takip ettiği görülmektedir. En az firmanın ise 9'ar firma ile biyo/agro teknoloji ve kimya sektörlerinden olduğu göze çarpmaktadır. (Tablo III.3)

Tablo III. 3 Firmaların sektör bazında dağılımı

Sektör	Firma Sayısı
Biyo/Agro Teknoloji	9
Elektrik Elektronik	22
Yazılım/Bilgi Teknolojileri	21
Kimya	9
Makine	30
Malzeme	15
Toplam	106

Çalışma kapsamında firmaların merkezlerinin bulunduğu illerin bilgisi de toplanmış, ancak bunların çok çeşitli olmaları nedeniyle Türkiye’deki coğrafi bölgeler düzeyinde firmalar sınıflandırılmışlardır. Firmaların %59’u Marmara Bölgesi’nde faaliyet gösterirken, bunu sırasıyla %26 ile İç Anadolu Bölgesi ve %13 ile Ege Bölgesi izlemektedir. Geriye kalan 4 coğrafi bölgeden yeteri kadar firma bulunmadığı için bu 4 bölgedeki firmalar “Diğer” olarak adlandırılmışlardır. (Tablo III.4)

Tablo III. 4 Firmaların coğrafi bölgelere göre dağılımı

Bölge	Firma Sayısı
Marmara Bölgesi	62
İç Anadolu Bölgesi	28
Ege Bölgesi	14
Diğer	2
Toplam	106

Türk Ticaret Kanunu ile belirlenmiş olan şirket türlerine göre firmalar sınıflandırıldığında, analiz dâhilindeki firmaların %65 gibi büyük bir çoğunluğunun anonim şirket olduğu görülmektedir. İkinci büyük şirket grubunu ise % 35 ile limited şirket oluşturmaktadır. (Tablo III.5)

Tablo III. 5 Firma yapısına göre firmaların dağılımı

Firma Yapısı	Firma Sayısı
Anonim Şirket	69
Limited Şirket	37
TOPLAM	106

Firmaların KOBİ olarak sayılmaları için dünyada kabul edilmiş farklı kriterler bulunmaktadır. Ülkemizde de kullanılmakta olan sınıflandırmalara bir standart getirmek üzere 2005 yılında “Küçük ve Orta Büyüklükteki İşletmelerin Tanımı, Nitelikleri ve Sınıflandırılması Hakkında Yönetmelik” Resmi Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe girmiştir. Bu yönetmelik uyarınca yıllık ortalama çalışan sayısı 250’den az olan ve yıllık net satış hâsılatı veya bilanço büyüklüğü 25.000.000 TL’yi geçmeyen işletmeler KOBİ olarak tanımlanmışlardır. (Resmi Gazete, 2005) Bu tanıma istinaden, analiz edilen 106 firma incelendiğinde, bu firmaların 96 adedinin KOBİ tanımına giren işletmeler olduğu, 10 adedinin ise büyük işletmeler olduğu tespit edilmiştir.

Firmaların sınai ve fikri mülkiyet haklarını korumak üzere aldığı patentler, faydalı model belgeleri veya yaptıkları marka tescil başvuruları da Ar-Ge çalışmalarının bir sonucu olarak ortaya çıkabileceği için bir çıktı olarak düşünülmüş ve firmalardan yıllar bazından bu verilerini bildirmeleri istenmiştir. Ancak, ülkemizde bu tip haklar teknolojik açıdan gizliliğin sağlanması, patent alacak kadar önemli teknolojik bir yeniliğin eksikliği, patent başvurusu yapmak için yeterli kaynağın bulunmaması ve konu ile ilgili yeterli bilgiye sahip olunmaması gibi sebeplerle firmalar tarafından korunmamaktadır (Taymaz, 2004). Firmalardan toplanan veriler incelendiğinde, 106 firma içinden sadece 10 adedinin herhangi bir şekilde patent, faydalı model veya marka tescili yaptıkları görülmüştür. Sonuç olarak 2004-2008 yılları arasında sağlıklı bir veri bulunmadığı için bu çıktılar modelden çıkarılmıştır.

Analize dâhil edilen firmaların sadece 14’ü (%13) bir teknoloji geliştirme bölgesinde faaliyet göstermekte olup, geri kalan 92 adedi (% 87) bu bölgeler dışında faaliyet göstermektedir.

III.3. RASYO ANALİZİ SONUÇLARI

2004 – 2008 yılları arasında firmaların bilanço ve gelir tablolarından elde edilen veriler kullanılarak 106 firmanın finansal rasyoları hesaplanarak analiz edilmiştir. Kullanılan rasyolar likidite, kârlılık, kaldıraç ve devir hızı olarak gruplandırılmış olup çalışma kapsamında mevcut veriler yardımıyla hesaplanan finansal rasyolar aşağıda listelenmiştir. (Tablo III.6)

Tablo III. 6 Araştırma kapsamında kullanılan rasyolar ve istatistikleri

	Ortalama	Standart Sapma	Minimum	Maksimum
<i>Cari</i>	1,92	2,13	0,02	23,19
<i>Asit-test</i>	1,35	1,86	-3,00	18,47
<i>Net Kâr Marjı</i>	-12,21	277,13	-6379,71	1,69
<i>Faaliyet Kâr Marjı</i>	-9,90	224,13	-5159,21	0,86
<i>Özsermaye Karlılığı</i>	0,12	1,74	-27,33	17,41
<i>Aktif Karlılığı</i>	0,04	0,29	-3,62	2,31
<i>Top.Borç/Top.Özser.</i>	2,66	12,98	-131,58	199,75
<i>Top.Borç/Top.Aktif</i>	0,68	0,43	0,06	4,52
<i>Kısa Vadeli Borçlar/Top.Aktif</i>	0,51	0,39	0,01	3,88
<i>Uzun Vadeli Borçlar/Top.Aktif</i>	0,16	0,16	0,00	0,82
<i>Kısa/Uzun Vadeli Borçlar</i>	30,20	169,85	0,03	2598,43
<i>Özser./Top.Aktif</i>	0,41	0,47	-2,89	5,52
<i>Alacak Devir</i>	17,41	123,38	0,00	1965,29
<i>Stok Devir</i>	165,99	2261,38	0,00	47102,92
<i>Aktif Devir</i>	1,37	1,17	0,00	16,67
<i>Dönen Varlık Devir</i>	2,77	8,65	0,00	174,99

Sonuçlardan da görüleceği üzere, 106 karar biriminin 5 yıllık verileri kullanılarak her karar birimi için toplam 16 adet rasyo hesaplanmıştır. Karar birimlerinin aynı yıl içinde etkinlikleri karşılaştırılmak istenildiğinde 1696 adet (16x106) rasyoya teker teker bakmak gerekmektedir. Yıllar içindeki etkinlikte değişimi görmek için ise bunun 5 katı kadar (8480 adet) rasyoyu karşılaştırmak zorunda kalınacaktır.

Bu değerlendirmeleri yapmak mümkün olsa dahi rasyo analizinin yapısından kaynaklanan bazı sıkıntılar da bu aşamada birer engel teşkil etmektedir. Her oranın sadece tek bir boyutu ele alması, rasyoların anlamlı olabilmeleri için mutlaka sektörel ortalamalar gibi karşılaştırılacak başka bir büyüklüğe ihtiyaç duyulması, sonuç olarak performansın nasıl iyileştirileceğinin değil de sadece mevcut tablonun ortaya koyulması rasyo analizinin karar birimlerinin etkinliklerini analiz edilmesinde kullanılmasında yetersiz kaldığını göstermektedir.

Bu sebeplerden ötürü karar birimlerinin Ar-Ge etkinliklerini belirlemede rasyo analizi yerine veri zarflama analizinin kullanılmasına karar verilmiştir.

III.4. VZA ANALİZİ VE SONUÇLARI

III.4.1. VZA Analizi Hazırlıkları

III.4.1.1. Girdi ve Çıktıların Belirlenmesi

Girdi ve çıktıların belirlenmesi, veri zarflama analizine başlamadan önce verilecek en kritik kararlardan biridir. Girdi ve çıktılar, yöneticilerin etkinliği nasıl ölçmek istediklerine bağlı olarak yöneticiler tarafından modele dâhil edilebilecekleri gibi, sayısal bazı kısıtlamalar da girdi ve çıktıların belirlenmesinde önemli bir rol oynamaktadır.

Literatürde firmaların Ar-Ge etkinliklerinin veri zarflama analizi ile ölçülmesi ile ilgili çok fazla çalışma bulunmamaktadır. Yapılan araştırma sonucunda makalelerden derlenen çeşitli bilgiler Tablo III.7’de özetlenmektedir.

Konu ile ilgili literatür incelendiğinde, Ar-Ge etkinliğinin analiz edilmesi için birçok girdi ve çıktılar kullanıldığı görülmüştür. Verilerin elde edilebilirliği de düşünüldüğünde, ilk aşamada aşağıdaki girdi ve çıktıların VZA için kullanılması düşünülmüştür. (Tablo III.8)

Veri toplam süreci sonunda, yeni ürünlerin satış cirosu ve patent/marka tescil/faydalı model sayıları ile ilgili yeterli bilgi toplanamadığı için bu iki çıktı modelden çıkarılmıştır.

Literatüre bakıldığı zaman, veriler arasındaki korelasyondan ötürü bazı verilerin modele dâhil edilmemesi konusunda tam olarak bir görüş birliği bulunmamaktadır. Bazı çalışmalarda korelasyonu yüksek verilerin modelden çıkarıldığı görülürken, bazılarında da verilerin teker teker modele dâhil edilerek veya çıkartılarak model üzerindeki etkilerine bakılarak karar verilmesini önermiştir. (Wagner ve Shimshak, 2007)

Tablo III. 7 Literatürde Ar-Ge etkinliğini VZA ile ölçen çalışmalar

Makale		Wu, 2009	Hashimoto ve Haneda, 2008	Chen ve Lin, 2006	Chen ve Diğerleri, 2004	Thore ve Diğerleri, 1994
Karar Birimi Sayısı		36199	10	52	31	44
Veri Zaman Aralığı		2006 (1 Yıl)	1982-2001 (20 Yıl)	1995 (1 Yıl)	1997 (1 Yıl)	1981-1990 (10 Yıl)
Ar-Ge Zaman Farkı		Yok	8 Yıl	Yok	Yok	Yok
VZA Modeli	CRS	X	X	X	X	X
	VRS			X	X	
	Diğer		X		X	
I/O Yönü	Girdi Yönlü	X	X	X	X	X
	Çıktı Yönlü					
Kullanılan Girdiler		Ar-Ge Gideri	Ar-Ge Gideri	Ar-Ge Gideri	Ar-Ge Gideri	Ar-Ge Gideri
		Toplam Personel		Ar-Ge Personeli	Ar-Ge Personeli	Toplam Personel
		Dönen Varlıklar		Özsermaye	Özsermaye	Duran Varlıklar
		Duran Varlıklar		Firma Yaşı	Firma Yaşı	Faaliyet Giderleri
						Satılan Malın Maliyeti
						Yatırımlar
Kullanılan Çıktılar		Brüt Satışlar	Satışlar	Satışlar	Satışlar	Satışlar
		Yeni Ürünlerin Satış Cirosu	Patent Sayıları	Patent Sayıları	Patent Sayıları	Piyasa Değeri
		Satışların Kârı	Faaliyet Kârı			Vergi Öncesi Kâr

Tablo III. 8 Kullanılabilecek girdi ve çıktılar

Girdiler	Çıktılar
Toplam Varlıklar	Brüt Satışlar
Özsermaye	Net Satışlar
Satışların Maliyeti	Yeni Ürünlerin Satış Ciro
Ar-Ge Gideri	Brüt Satış Kârı
Ar-Ge Personeli Sayısı	Faaliyet Kârı
Toplam Personel Sayısı	Dönem Net Kârı
Firma Yaşı	Patent /Markta Tescil/ Faydalı Model Sayıları

Verilerin bilanço ve gelir tablosundan alınıyor olmaları, veriler arasındaki ilişkinin yani korelasyonun doğal olarak yüksek olma ihtimalini düşündürmektedir. Bu nedenle, analize dâhil edilmiş tüm verilerin birbirleri arasındaki korelasyona SPSS R.11.5.0 programı kullanılarak bakılmış, modele yönelik katkılarının çok sınırlı olacağı düşüncesiyle yüksek korelasyonlu veriler arasında tercih yapılmıştır. (Tablo III.9)

Analiz sonucunda, %1 aralığında bütün korelasyonların istatistiksel olarak anlamlı olduğu, yani veriler arasındaki ilişkinin şans eseri olmadığı görülmüştür. Yukarıdaki Tablo III. 9 incelendiğinde, birbirleri arasındaki korelasyonu oldukça yüksek olan veriler olduğu hemen göze çarpmaktadır. Analizin temel amacının Ar-Ge etkinliğini ölçmek olması, Ar-Ge gideri kaleminin yönetsel bir karar ile, diğer değişkenlerle korelasyonu ne kadar yüksek olsa da mutlaka hesaplama dâhil edilmesini gerektirmektedir.

Ar-Ge personeli sayısı ve toplam personel sayısının Ar-Ge giderleri ile korelasyonunun yaklaşık olarak %90 seviyesinde olmaları sebebiyle bu iki değişken analize dâhil edilmemişlerdir. Ar-Ge personeli ile Ar-Ge giderleri arasındaki bu yüksek korelasyonun, yapılan Ar-Ge harcamalarının büyük bir kısmının Ar-Ge personelinin maaşlarının ödenmesi için kullanılması ile açıklanabileceği düşünülmektedir. Toplam personel ile Ar-Ge personeli arasındaki ilişki de genel olarak firmaların toplam

personelinin belirli bir oranını Ar-Ge personeli olarak kullandıklarının bir göstergesi olabilir.

Tablo III. 9 Verilerin korelasyonları

	Ar-Ge Pers	Top. Per.	Firma Yaşı	Top. Var.	Özky.	Sat. Mal.	Ar-Ge Gid.	Brüt Sat.	Net Sat.	Brüt Satış Kârı	Faal. Kârı	Dön. Net Kârı
Ar-Ge Personeli	1,000											
Toplam Personel	0,794	1,000										
Firma Yaşı	0,166	0,378	1,000									
Toplam Varlıklar	0,626	0,770	0,312	1,000								
Özkaynaklar	0,533	0,611	0,319	0,867	1,000							
Satışların Maliyeti	0,149	0,335	0,155	0,699	0,414	1,000						
Ar-Ge Giderleri	0,897	0,880	0,269	0,756	0,647	0,270	1,000					
Brüt satışlar	0,185	0,377	0,171	0,726	0,440	0,999	0,311	1,000				
Net Satışlar	0,186	0,374	0,169	0,724	0,439	0,999	0,309	1,000	1,000			
Brüt Satış Kârı	0,564	0,738	0,296	0,879	0,637	0,810	0,690	0,840	0,838	1,000		
Faaliyet Kârı	0,426	0,307	0,109	0,451	0,365	0,508	0,339	0,531	0,532	0,700	1,000	
Dönem Net Kârı.	0,268	0,008	-0,012	0,152	0,268	0,158	0,078	0,167	0,171	0,276	0,739	1,000

Bilanço değişkenlerinden en az bir tanesinin girdi olarak analize dâhil edilmesi, etkinlik skorunun hesaplanmasında önemli olduğu düşünülmüştür. Toplam varlıklar ve özkaynakların Ar-Ge gideri ile korelasyonlarına bakıldığında toplam varlıkların korelasyonunun daha yüksek olduğu görülmüş, bu sebeple de özkaynakların girdi olarak modele dâhil edilmesine karar verilmiştir. Ar-Ge giderinin toplam varlıklar ve özkaynaklarla ilişkisinin yüksek olması, firmaların Ar-Ge harcamalarını yaparken varlıkları veya sermayelerini göz önünde bulunduruyor olmaları ile açıklanabileceği düşünülmektedir.

Son girdi olarak, diğer veriler ile korelasyonu düşük olan firma yaşının kullanılmasına karar verilmiştir.

Çıktıların hepsinin gelir tablosu verilerinden oluşuyor olmaları, birbirleri arasındaki korelasyonun yüksek olabileceğini ihtimalini kuvvetlendirmektedir. Satış indirimleri kaleminin yeteri kadar büyük olmaması, brüt satışlar ile net satış rakamları arasındaki farkın çok düşük olmasına, dolayısıyla da bu ikisi arasındaki korelasyonun neredeyse %100 seviyesinde çıkmasına yol açmıştır. Toplam ciroyu temsil etmesinden ve daha kapsamlı bir gösterge olmasından ötürü brüt satışların analiz için kullanılması düşünülmüştür. Satışların maliyeti ve brüt satış kârı brüt satışlarla çok yüksek seviyede ilişkili oldukları için o da modele dâhil edilmemiştir. Faaliyet kârı ve dönem net kârının ise diğer değişkenlerle olan korelasyonu düşük seviyede olduğundan analizde çıktı olarak kullanılmalarına karar verilmiştir.

Sonuç olarak, veri zarflama analizi için kullanılacak olan girdi ve çıktılar ile bunların birbirleriyle olan korelasyonları aşağıdaki tabloda sunulmaktadır: (Tablo III.10)

Tablo III. 10 Analizde kullanılan verilerin korelasyonları

	Firma Yaşı	Özkaynaklar	Ar-Ge Giderleri	Brüt satışlar	Faaliyet Kârı	Dönem Net Kârı
Firma Yaşı	1,000					
Özkaynaklar	0,319	1,000				
Ar-Ge Giderleri	0,269	0,647	1,000			
Brüt Satışlar	0,171	0,440	0,311	1,000		
Faaliyet Kârı	0,109	0,365	0,339	0,531	1,000	
Dönem Net Kârı	-0,012	0,268	0,078	0,167	0,739	1,000

Şekil III.1’de araştırma kapsamında oluşturulan modelin görsel bir ifadesini sunulmaktadır. Buna göre firma yaşı, özkaynakları ve Ar-Ge giderlerini girdi olarak kullanan bir karar birimi, bu girdileri çeşitli şekillerde işleyerek sonuçta brüt satışlar, faaliyet kârı ve dönem net kârı çıktılarını elde etmektedir.



Şekil III. 1 Kullanılan girdi ve çıktıları gösteren model

III.4.1.2. Karar Birimi Sayısı

Kullanılan veri setinin büyük olması daha avantajlı görünse de VZA analizi yapılacak veri sayısında bazı minimum değerler bulunmaktadır. Gollany ve Roll'e (1989) göre bu sayı, girdi ve çıktı sayılarının toplamının iki katıdır. Boussofiane ve diğerlerine (1991) göre ise CCR ve BCC modellerinde iyi bir ayırt etme gücü elde etmek için minimum karar birimi sayısı girdi ve çıktıların çarpımı kadar olmalıdır. Bowlin (1998) ile Sinuany-Stern ve Friedman (1998), toplam girdi ve çıktı sayısının üç katı kadar karar biriminin olması gerektiğini söylemişlerdir. Dyson ve diğerleri (2001) girdi ve çıktı sayılarının çarpımının iki katı kadar karar biriminin analiz için yeterli olacağı konusunda görüş bildirmişlerdir.

Araştırma kapsamında, yapılan korelasyon analizi sonucu da göz önüne alınarak 3 girdi ve 3 çıktının kullanılması uygun bulunmuştur. Analiz için yeterli olacak karar birimi sayısını bulmak için minimum değer olarak önerilen hesaplamaların en büyük değeri vereninin hesaplamada kullanılmasına karar verilmiştir. Bu kapsamda, girdi ve çıktıların çarpımının 2 katı da, girdi ve çıktıların toplamının 3 katı da 18 sonucunu verdiği için, minimum 18 karar biriminin araştırma için yeterli olacağı hesaplanmıştır. Analizde toplam 106 adet karar birimi bulunduğundan ötürü, modelin sağlıklı sonuç verebilmesi için gerekli minimum karar birimi sayısında herhangi bir sıkıntı yaşanmamıştır.

Karar birimi sayısının azlığı gibi fazlalığı da veri setinin homojenliğini bozarak modelin ayırt etme gücünü etkileyebilir. Analize konu olan firmaların hepsi TTGV tarafından desteklenmiş, Ar-Ge faaliyetlerine kaynak ayırabilen, Ar-Ge ve yenilik kültürü olan, Ar-Ge projesi hazırlama ve yönetme becerilerine sahip, benzer girdi ve çıktıları üreten firmalar olmalarından ötürü veri setini oluşturan grubun homojen olduğu varsayılmıştır.

III.4.1.3. Kullanılan Modellerin Seçilmesi

Ölçeğe göre sabit getiri (CRS) varsayımı ile girdi tarafında yapılacak olan bir artışın çıktı tarafında da aynı oranda artış yaratacağı ve tüm karar birimlerinin en uygun ölçekte çalıştıkları öngörülmektedir. Ölçeğe göre değişken getiri (VRS) varsayımında ise karar birimlerinin farklı ölçekte çalışabilecekleri göz önüne alınmaktadır. Uygun olmayan rekabet koşulları, mali kısıtlar gibi etmenler firmaların en uygun ölçekte çalışmalarını engelleyebilmektedir. (Coelli, 1996) Sonuç olarak iki varsayım arasından, gerçek hayattaki koşullara daha yakın olduğu düşüncesi ile analizde ölçeğe göre değişken getirili VRS modelinin kullanılmasına karar verilmiştir.

Girdi yönlü modeller, verilen çıktıları değiştirmeden aynı çıktı seviyesini korumak için girdilerin ne kadar azaltılabileceğini bulmayı amaçlarken, çıktı yönlü modeller ise girdileri hiç değiştirmeden çıktıların nasıl artırılacağını ortaya koymaya çalışır. (Cooper ve diğerleri, 2006) Ar-Ge'ye ayrılan kaynakların etkin kullanılması hedeflendiği için, aynı çıktıları üretecek girdi miktarını azaltmanın, yani girdi yönlü VZA modeli kullanmanın daha uygun olacağına karar verilmiştir. Literatürdeki örnek teşkil edecek çalışmalar incelendiğinde de genel olarak girdi yönlü modellerin tercih edildiği görülmektedir.

Girdi ve çıktılardaki iyileştirme miktarlarının hesaplanması için ise, Coelli (1997) tarafından önerildiği üzere her bir girdi ve çıktının etkin olabilecekleri noktaların belirlenmesi amacıyla bir dizi radyal doğrusal programın bir arada yürütüldüğü çok aşamalı VZA kullanılmasına karar verilmiştir.

III.4.1.4. Verilerin Analiz İçin Düzenlenmesi

Veri zarflama analizinin varsayımlarında biri de verilerin negatif olmama koşuludur (Charnes ve diğerleri, 1986). Verilerin bilanço ve gelir tablosu büyüklüklerini içermeleri, özellikle faaliyet kârı, dönem net kârı gibi negatif değer alabilecek kalemlerin analize dâhil edilmesini gerektirmektedir. Bu durumda verilerin analizde kullanılabilmesi için bazı yöntemlerle pozitif değerlere dönüştürülmesi ihtiyacı doğmaktadır. Araştırma kapsamında yapılacak olan analiz için ölçeğe göre değişken getirili (VRS) modelin seçilmesi de negatif veriler üzerinde yapılacak olan düzeltme işlemlerin etkinlik skorları üzerinde etkisinin sınırlı seviyede kalmasını da sağlamıştır.

Negatif verileri pozitif hale getirmek için her veri grubu kendi içinde incelenmiştir. Faaliyet kârı, dönem net kârı ve özkaynakların her biri için en küçük değerler belirlenerek bu değerlerin mutlak büyüklüğünün bir fazlası o grubun tüm verilerine eklenmiştir. Bu sayede tüm veriler pozitif hale getirilmiş ve en küçük değerin de “1” olması sağlanmıştır.

Son olarak, veriler arasındaki büyüklük farkından dolayı oluşabilecek dengesizliği gidermek için veriler, her grubun en büyük değerine bölünerek normalize edilmiştir. Böylelikle her grubun en büyük değeri “1” en küçük değeri ise “0” olmuştur.

III.4.2. VZA Sonuçları

Tim Coelli tarafından geliştirilen DEAP Version 2.1 bilgisayar programı yardımı ile veriler VZA yöntemi kullanılarak analiz edilmişlerdir. 106 firmanın 2004-2008 yıllarına ait girdi ve çıktıları kullanılarak girdi yönlü VRS modeli ile her yıla ait göreceli etkinlikler ölçülmüştür. TTGV ile firmaların yapmış oldukları gizlilik anlaşmasından ötürü firma isimleri araştırma sonuçlarında gizli tutulmuş, firma ismi yerine her karar birimine bir numara verilerek sonuçlar raporlanmıştır.

VRS modeli ile CRS ile elde edilen teknik etkinlik değerinin saf teknik ve ölçek etkinliği olarak ayrıştırılması mümkün olmaktadır. Bir karar biriminin CRS ile VRS etkinlik skorları arasında fark bulunması, o karar biriminin ölçek etkinliğinin olmadığını bir göstergesidir. (Coelli ve diğerleri, 2005) DEAP programı, ölçek etkinsizliğinin yanı sıra karar biriminin ölçeğe göre hangi koşulda faaliyet gösterdiğini (artan, sabit ya da azalan) de açıklamaktadır.

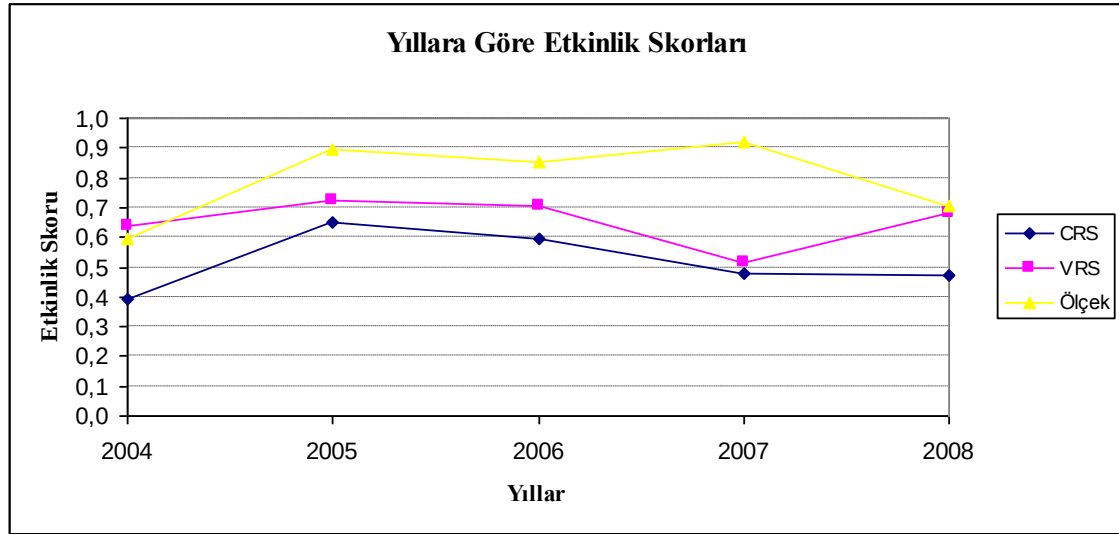
III.4.2.1. Ar-Ge Giderlerinin Aynı Yılın Çıktıları Üzerinde Etkisi Olduğu Varsayımı Altında Analiz Sonuçları

Bu bölümde, firmanın yürüttüğü Ar-Ge çalışmalarının, Ar-Ge'nin yapıldığı yıldaki çıktılar üzerinde etkisinin olduğu varsayımı ile veri zarflama analizi yapılmıştır. 106 karar biriminin 5 yıllık verileri kullanılarak hesaplanmış CRS, VRS, ölçek skorları ve ölçeğe göre faaliyet gösterilen bölgeleri içeren tablolar programdan çıktı olarak elde edilmiştir.

Tüm karar birimlerinin ortalama etkinlik skorlarına bakıldığında, karar birimlerinin ortalamada etkin olmaktan uzak oldukları göze çarpmaktadır.(Tablo III.11) Özellikle CRS varsayımında ortalama etkinlik skoru 0,390 seviyesine kadar düşmüştür. Genel olarak 2004 yılındaki en düşük skorların ardından 2005 yılında ortalama etkinliğin artış göstererek CRS ve VRS için tepe noktaya ulaştığı, takip eden senelerde ise etkinliğin tekrar azaldığı görülmüştür. Ölçek etkinliğinin ise 2007 yılına kadar artış gösterdiği, 2007 yılında 0,919 ile maksimum değerine ulaştığı, 2008 yılında ise tekrar düşüşe geçtiği belirlenmiştir. (Şekil III.2) 2007 yılı için ortalama olarak neredeyse ölçek etkinliğine ulaşıldığı, bu nedenle de toplam etkinsizliğin teknik olarak etkin olmayan faaliyetlerden kaynaklandığı söylenebilir.

Tablo III. 11 Yıllara göre ortalama etkinlik skorları

	2004	2005	2006	2007	2008
CRS	0,390	0,653	0,594	0,481	0,475
VRS	0,635	0,723	0,704	0,513	0,679
Ölçek	0,593	0,897	0,850	0,919	0,708



Şekil III. 2 Yıllara göre ortalama etkinlik skorlarının grafiksel gösterimi

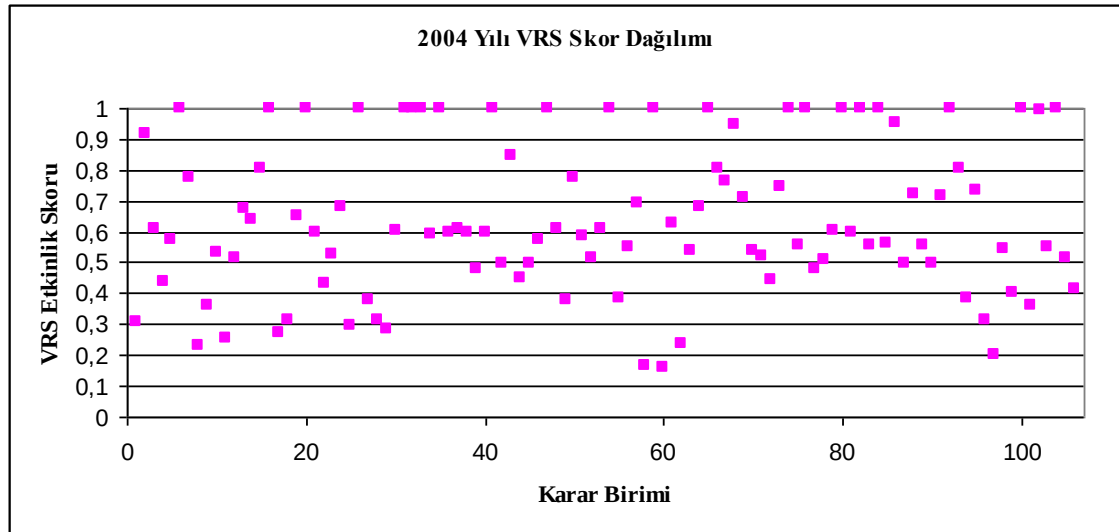
III.4.2.1.1. 2004 Yılı Sonuçları

2004 yılı için yürütülen girdi yönlü VRS modelinin tüm sonuçlarının programdan çıktısı alınmış olup, sonuçların özeti Tablo III.12’de sunulmaktadır. 2004 senesi için karar birimleri arasında etkin olanların oranı %20 olarak gerçekleşmiştir.

Tablo III. 12 2004 yılı VRS sonuçları özet tablosu

Karar Birimi Sayısı	106
VRS Etkin Birim Sayısı	21 (% 20)
VRS Etkin Olmayan Birim Sayısı	85 (% 80)
Ortalama Etkinlik	0,635
Minimum	0,157
Maksimum	1,000

Karar birimlerinin VRS etkinlik değerlerine göre dağılım grafiği ise aşağıda verilmiştir. Bu grafik incelendiğinde, sonuçlar arasındaki dağılımda herhangi bir yerde gruplanma veya kümelenme olmamasından ötürü verinin homojen olduğu varsayımının doğru olduğu söylenebilir. (Şekil III.3)

**Şekil III. 3 2004 yılı VRS skor dağılımı**

2004 yılı sonuçları detaylı incelendiğinde, 12 adet karar biriminin hem CRS, hem VRS etkinlik skorlarının dolayısıyla da ölçek etkinliklerinin 1 olduğu, 9 karar biriminin ise CRS skorlarına göre etkin olmamalarına rağmen VRS skorlarına göre etkin çıktıkları ve ölçeğe göre azalan getirili bölgede faaliyet gösterdikleri görülmektedir. (Tablo III.13)

Tablo III. 13 VRS etkin karar birimlerinin diğer etkinlik skorları (2004)

Karar Birimi	CRS	VRS	Ölçek	Bölge
16	1	1	1	Sabit
20	1	1	1	Sabit
47	1	1	1	Sabit
59	1	1	1	Sabit
65	1	1	1	Sabit
74	1	1	1	Sabit
76	1	1	1	Sabit
80	1	1	1	Sabit
84	1	1	1	Sabit
92	1	1	1	Sabit
100	1	1	1	Sabit
104	1	1	1	Sabit
33	0,869	1	0,869	Azalan
31	0,774	1	0,774	Azalan
32	0,634	1	0,634	Azalan
6	0,581	1	0,581	Azalan
54	0,525	1	0,525	Azalan
26	0,502	1	0,502	Azalan
35	0,498	1	0,498	Azalan
41	0,180	1	0,180	Azalan
82	0,152	1	0,152	Azalan

Hem CRS hem de VRS varsayımına göre etkin olan karar birimleri aynı zamanda en üretken ölçekte faaliyet göstermektedirler. VRS koşullarında etkin olan karar birimlerinin CRS koşullarına göre etkin olmamaları ise karar birimlerinin ölçek büyüklüklerinden ötürü global değil yerel olarak etkin bir şekilde çalışıyor olmalarını gerektirmektedir. (Cooper ve diğerleri, 2006) Tablo III.13 incelendiğinde, CRS skorları 1'den farklı ancak VRS skorları 1 olan karar birimlerinin ölçeğe göre azalan getirili alanda bulundukları görülebilmektedir.

Firma boyutlarına göre etkin olan karar birimlerini incelendiğinde, analize dâhil olan 10 adet büyük firmanın 6'sının etkin oldukları, geri kalan etkin 15 karar biriminin ise KOBİ oldukları belirlenmiştir. Sektörel dağılımlarına göre ise, 10 karar birimi ile en fazla makine sektöründeki firmalar etkin kümede bulunmakta, bunu 5 karar birimi ile yazılım, 3 karar birimi ile elektrik/elektronik, 2 karar birimi ile kimya ve 1 karar birimi

ile de biyo/agro teknoloji sektörü izlemektedir. Malzeme sektöründeki hiçbir karar birimi 2004 yılı içinde etkin kümede yer alamamışlardır.

Toplam 21 adet etkin karar biriminin 14'ü (% 67) Marmara Bölgesi'nde, 4'ü ise (%19) İç Anadolu Bölgesi'nde faaliyet göstermektedir. Bu karar birimlerinin %24'ü teknoloji geliştirme bölgesinde yer almaktadır. Şirket yapılarına göre etkin karar birimleri sınıflandırıldığında, %67'sinin anonim şirket, geri kalan %33'ünün ise limited şirket oldukları belirlenmiştir.

VRS skoruna göre etkin olan karar birimlerinin, etkin olmayanların etkin sınıra çekilebilmeleri için rol model olarak kullanılarak kendilerine referans verilme sayıları Tablo III.14'te verilmiştir. Buna göre, 6 numaralı karar birimi 62 kere ile en fazla referans gösterilen karar birimi olurken onu sırasıyla 55 referans ile 92 numara ve 30 referans ile 35 numara takip etmektedir. En az referans gösterilen karar birimi ise bir kereyle 82 numaralı karar birimi olmuş, onu daha sonra 2 referans ile 16 numara ve 4 referans ile 33 numara izlemiştir.

VRS varsayımına göre etkin olan karar birimlerinden 32 numara dışındakilerin hepsi en az bir kere referans olarak kullanılmışlardır. 32 numaranın etkin olmayan karar birimleri için bir rol model olarak kullanılmıyor olması, etkinliğinin diğer etkin karar birimlerine kıyasla daha zayıf olduğunu göstermektedir. Bu karar birimin emsal olarak hiç referans gösterilmemesi aynı zamanda öz-belirleyici (self identifier) olması ile de açıklanabilir. Bauer ve diğerlerine göre (1998) firmaların birden fazla boyutta karşılaştırarak eşleştirilmeye çalışılması, bazı firmaların zaman zaman girdi ve çıktılarıyla karşılaştırılabilecek başka firma bulunmaması sebebiyle %100 etkin olarak değerlendirilmelerine yol açmaktadır. Ancak bu durum genellikle karar birimi sayısının girdi ve çıktı sayısına oranla az olduğu zaman görülmektedir. Bir diğer ihtimal de karar biriminin bir aykırı değer olmasıdır.

Tablo III. 14 Etkin karar birimlerinin referans gösterilme sayıları (2004)

Karar Birimi	Referans Gösterilme Sayısı
6	62
92	55
35	30
65	26
20	20
84	20
26	19
100	18
31	16
59	15
104	13
54	11
74	9
41	7
47	7
76	6
80	6
33	4
16	2
82	1

26, 74, 92 numaralı karar birimleri incelendiğinde bunların yeni kurulmuş şirketler oldukları, mali tablolarının çok sağlıklı olmadıkları ve girdileri ile çıktıları arasındaki oranların gerçeği çok fazla yansıtmıyor olabilecekleri, dolayısıyla da normalde etkin kümede yer almamaları gerektiği düşünülmektedir. 20, 100, 59 numaralı karar birimlerinin ise 2004 yılına ait Ar-Ge giderleri diğer bilanço büyüklüklerine kıyasla çok düşük olarak bildirildiği için etkin küme içinde yer aldıkları tahmin edilmektedir.

2004 yılı sonuçlarına göre 85 adet karar birimi etkin değildir. En düşük VRS etkinlik skoru 60 numaralı karar birimine aittir. Bunu sırasıyla 58 ve 97 numaralı karar birimleri izlemektedir. Bu üç karar birimi de KOBİ olup biyo/agro teknoloji, malzeme ve elektrik/elektronik sektörlerinde faaliyet göstermektedirler. 60 numaralı karar biriminin en son sırada yer alması bu firmanın ana faaliyetinin tarım ürünleri ile tohumculuk olması ve bu sektörün genel olarak etkin olmaması ile açıklanabilir.

Veri zarflama analizinde bir karar biriminin etkin olmadığına, o karar biriminin referans olabilecek diğer karar birimleriyle karşılaştırılması suretiyle bakılmaktadır. 2004 yılına ait VRS sonuçlarına ilişkin girdi ve çıktı hedefleri, karar birimlerinin rol model olarak aldıkları referans kümeler ve bunların ağırlıkları detaylı bir şekilde programın çıktılarından elde edilmiştir. Bu sonuçların nasıl kullanılacağını bir örnekle açıklamak için 50 numaralı karar biriminin hedefleri ve referansları ele alınmıştır.

50 numaranın VRS etkinlik skoru 0,775 olarak hesaplanmıştır. Bu değer, 50 numaranın kendisine referans olarak aldığı etkin rol modelin ancak % 77,5 seviyesinde girdi ve çıktıları etkin kullanabildiğini göstermektedir.

Referans küme tek bir firmadan oluşabileceği gibi birden fazla firmanın bir araya gelmesi ile de oluşabilir. Örneğin yine 50 numaranın rol modellerine bakıldığında, referans kümesinde birden fazla etkin karar birimi olduğu göze çarpmaktadır. Analiz sonucuna göre 50 numara, 6, 26, 35, 59, 92 ve 100 numaralı etkin karar birimlerinin oluşturduğu ve aslında var olmayan bir karar birimi ile kıyaslanmış ve 6 adet karar biriminin oluşturduğu bu gerçek olmayan karar birimi kadar etkin bir şekilde girdi ve çıktıları kullanamadığı tespit edilmiştir.

Veri zarflama analizi, etkin olmayan karar birimlerinin etkin olabilmek için ulaşmaları gereken hedef girdi ve çıktı düzeylerini de vermektedir. Hedef girdi ve çıktı düzeylerine ulaşmak için etkin olmayan karar birimi, referans kümesindeki etkin karar birimlerini belirli oranda örnek alması gerekmektedir. Lambda olarak ifade edilen bu oranlar, analiz sonuçlarında ağırlık olarak verilmektedir.

Yine 50 numara ele alındığında, bu karar biriminin etkin olabilmesi için hangi karar birimini ne oranda örnek alacağına ve girdi ile çıktıları getirmesi gereken en uygun hedef düzeyleri Tablo III.15'te sunulmuştur.

Tablo III. 15 50 numaralı karar birimi için en uygun hedef düzeyleri

Referans	Ağırlık	Çıktılar			Girdiler		
Karar Birimleri		<i>Brüt Satışlar</i>	<i>Faaliyet Kârı</i>	<i>Dönem Net Kârı</i>	<i>Yaş</i>	<i>Özkaynak</i>	<i>Ar-Ge Gideri</i>
6	0,315	0,00036	0,31203	0,40128	2	0,00108	0,00090
26	0,361	0,00001	0,31081	0,39994	2	0,00098	0,00002
35	0,019	0,00033	0,31137	0,39960	8	0,00069	0,00082
59	0,029	0,00115	0,31307	0,40041	16	0,00197	0,00003
92	0,205	0,00001	0,30904	0,39813	1	0,00009	0,00001
100	0,071	0,00001	0,31082	0,39995	24	0,00098	0,00001
Orijinal 50		0,00016	0,310910	0,40000	5	0,00110	0,00040
Hedef 50		0,000159	0,310908	0,39999	3,9	0,000852	0,00031
% Değişim		-0,3813	-0,0005	-0,0003	-22,46	-22,5227	-22,5175

Tablo III.15’te verilen sonuçlara göre, 50 numaralı karar biriminin etkin olabilmesi için girdi ve çıktılarında bir azaltmaya gitmesi gerekmektedir. Girdi yönlü VRS modeli kullanıldığı için, çıktıların sabit kalıp girdilerin azaltılması, girdi enazlaması amaçlandığından ötürü beklenen bir durumdur. Referans kümedeki etkin karar birimlerinin ağırlıkları doğrultusunda yapılan hesaplamada özkaynakların ve Ar-Ge giderlerinin yaklaşık olarak %22,5 azaltılması ile karar birimi daha etkin olabilecektir. Ayrıca karar biriminin daha genç olması etkin olması için tercih edilecek bir durum olarak ortaya çıkmaktadır. Çıktı yönünde ise önerilen azaltma miktarları ihmal edilecek kadar düşüktür. Zaten sonuçlar incelendiğinde, 50 numaralı karar biriminin çıktı yönünde herhangi bir fazla değeri (slack) bulunmaması da bunu destekler niteliktedir.

Etkin olmayan her karar birimi için benzer şekilde hesaplamalar yapılarak her karar biriminin etkin olması için girdi ve çıktılarında yapılması gereken iyileştirmeler ve bunlara karşılık gelen hedef değerler belirlenebilir. Bu şekilde de etkin olmayan her karar biriminin gelişme potansiyeli ortaya çıkartılabilir.

Araştırma kapsamında 106 adet karar biriminin bulunduğu göz önüne alındığında, her bir karar birimi için benzer bir hesaplama yapılmasının çalışmayı çok fazla büyüteceği düşünülerek bu aşamada yapılması uygun bulunmamıştır.

Daha önce de bahsedildiği gibi VRS modeli kullanılarak CRS ile elde edilen teknik etkinlik skoru saf teknik etkinlik ile ölçek etkinliği olarak ayrıştırılabilmekteydi. Bir

karar birimi hem VRS hem de CRS modeli ile etkin olarak belirlenmiŖe, bu karar biriminin en üretken ölçekte faaliyet gösterdiği söylenebilir. Teknik etkinlik skoru ile saf teknik etkinlik skorunun aynı olmaması, o karar biriminin ölçek etkinliğinin olmadığını, olması gereken ölçekten daha küçük (ölçeğe göre artan) ya da daha büyük (ölçeğe göre azalan) bir ölçekte çalıştığının ifade eder. Ölçeğe göre artan bölgede faaliyet gösteren bir karar biriminin en verimli ölçeğe gelmesi için girdilerini artırarak çıktılarında daha yüksek bir artış yaratması; ölçeğe göre azalan bölgede faaliyet gösteren bir karar biriminin ise en verimli ölçeğe gelmesi için girdilerini azaltarak çıktılarında bir azaltmaya gitmesi gerekmektedir.

Bu bilgiler doğrultusunda 2004 yılına ait ölçek etkinlikleri incelendiğinde 13 adet karar biriminin en üretken ölçekte faaliyet gösterdikleri, 91 adedinin ise ölçeğe göre azalan bölgede çalıştıkları, olmaları gereken en etkin ölçekten daha büyük bir ölçekte bulundukları görölmüştür. Sadece 2 adet karar biriminin ölçeğe göre artan bölgede faaliyet gösterdikleri ve etkin ölçeğe çıkmak için girdi ve çıktılarını artırmalarının iyi olacağı belirlenmiştir. Bu iki karar birimi biyo/agro teknoloji ve malzeme sektörlerinde faaliyet gösteren ve ölçek etkinlik skorları 0,99 seviyesinde olan iki KOBİ olup, çok az bir artış ile ölçek olarak etkin hale gelebileceklerdir. Büyük firmaların ise çoğunluğunun ölçeğe göre azalan bölgede faaliyet gösteriyor olmaları da beklenen bir durumdur.

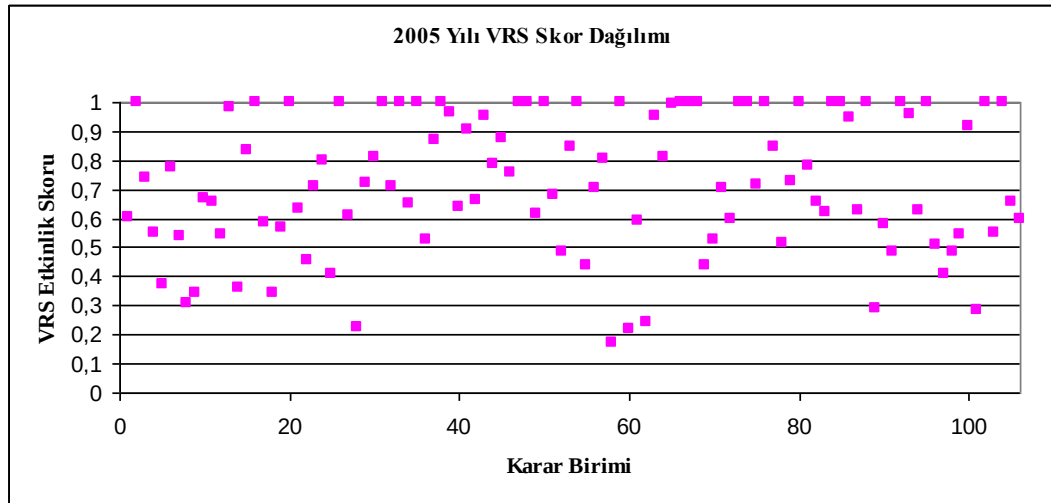
III.4.2.1.2. 2005 Yılı Sonuçları

2005 yılı için yürütölen girdi yönlü VRS modelinin tüm sonuçlarının programdan çıktısı alınmış olup, sonuçların özeti Tablo III.16'da sunulmaktadır. 2005 senesi için karar birimleri arasında etkin olanların oranı bir önceki seneye göre yükselerek %25 olmuş, dolayısıyla da ortalama etkinlik skoru da artmıştır.

Tablo III. 16 2005 yılı VRS sonuçları özet tablosu

Karar Birimi Sayısı	106
VRS Etkin Birim Sayısı	27 (% 25)
VRS Etkin Olmayan Birim Sayısı	79 (%75)
Ortalama Etkinlik	0,723
Minimum	0,123
Maksimum	1,000

Karar birimlerinin VRS etkinlik değerlerine göre dağılım grafiği ise aşağıda verilmiştir. Sonuçların dağılımında herhangi bir yerde gruplanma veya kümelenme olmamasından ötürü verinin homojen olduğu varsayımının doğru olduğu kabul edilmiştir.(Şekil III.4)

**Şekil III. 4 2005 Yılı VRS Skor Dağılımı**

2005 yılında etkin küme içindeki karar birimi sayısı, bir önceki yıla kıyasla 6 adet artarak 27 adede çıkmıştır. 2005 yılı sonuçlarına göre 19 adet karar birimi hem CRS hem de VRS açısından etkin olmuş, dolayısıyla da ölçek olarak en üretken ölçekte faaliyet gösterdikleri ortaya çıkmıştır. 8 karar biriminin ise sadece VRS modeline göre etkin oldukları ve ölçeğe göre azalan getirili bölgede çalıştıkları tespit edilmiştir. Bu durum, bu karar birimlerinin sadece yerel olarak etkin olduklarını ifade etmektedir. (Tablo III.17).

Tablo III. 17 VRS etkin karar birimlerinin diğer etkinlik skorları (2005)

Karar Birimi	CRS	VRS	Ölçek	Bölge
48	1	1	1	Sabit
26	1	1	1	Sabit
74	1	1	1	Sabit
95	1	1	1	Sabit
50	1	1	1	Sabit
38	1	1	1	Sabit
59	1	1	1	Sabit
80	1	1	1	Sabit
47	1	1	1	Sabit
85	1	1	1	Sabit
92	1	1	1	Sabit
73	1	1	1	Sabit
31	1	1	1	Sabit
66	1	1	1	Sabit
68	1	1	1	Sabit
104	1	1	1	Sabit
16	1	1	1	Sabit
76	1	1	1	Sabit
20	1	1	1	Sabit
67	0,990	1	0,990	Azalan
2	0,923	1	0,923	Azalan
35	0,912	1	0,912	Azalan
84	0,898	1	0,898	Azalan
88	0,848	1	0,848	Azalan
33	0,673	1	0,673	Azalan
54	0,466	1	0,466	Azalan
102	0,452	1	0,452	Azalan

2005 yılında, 2004 yılında etkin olan 21 karar biriminin 15'i VRS skorlarına göre yine etkin olmuş, 6 karar birimi ise etkinlik skorları düştüğü için etkin kümede yer alamamıştır.

Etkin kümedeki karar birimlerinin firma büyüklüklerine bakıldığında, 10 adet büyük firmanın 7'sinin etkin kümede yer aldığı, geri kalan 20 karar biriminin ise KOBİ oldukları görülmektedir. Sektörel açıdan yine 10 karar birimi ile makine sektörünün başı çekmekte, bunu 7 karar birimi ile yazılım, 3'er karar birimi ile elektrik/elektronik ve malzeme, 2'şer karar birimi ile kimya ve biyo/agro teknoloji sektörleri izlemektedir.

Toplam 27 adet etkin karar biriminin 19'u (% 70) Marmara Bölgesi'nde, 4'ü (%15) İç Anadolu Bölgesi'nde, 3'ü (%11) Ege Bölgesi'nde bir adet karar birimi ise diğer bölgelerde faaliyet göstermektedir. Bu karar birimlerinin %15'i teknoloji geliştirme bölgesinde yer almaktadır. Şirket yapılarına göre etkin karar birimleri sınıflandırıldığında, %74'ünün anonim şirket, geri kalan %26'sının ise limited şirket oldukları belirlenmiştir.

2005 yılında etkin olmayan 79 adet karar birimi bulunmaktadır. En düşük etkinlik skoru 58 numaralı karar birimine aittir. Bunu sırasıyla 60 ve 28 numaralı karar birimleri takip etmektedir. Bir önceki seneye göre 60 ile 58 kendi aralarında yer değiştirmiş, 28 numaralı karar birimi ise sondan 13. sıradan daha da düşerek sondan 3. sıraya yerleşmiştir. 58 numaralı karar birimi talaşlı üretim ve dökümcü olup, çalıştığı sektör gereği Ar-Ge etkinliğinin düşük olması beklenen bir sonuçtur.

Etkin olmayan karar birimlerinin etkin sınıra çekilebilmeleri için rol model olarak kullandıkları karar birimlerinin referans verilme sayıları Tablo III.18'de verilmiştir. Buna göre, 48 numaralı karar birimi 35 kere ile en fazla referans gösterilen karar birimi olurken onu 32 referans ile 26 numara ve 30 referans ile 74 numara takip etmektedir. En az referans gösterilen karar birimleri ise birer kereyle 84 ve 88 numaralı karar birimleri olmuştur.

33, 54 ve 102 numaralı karar birimleri etkin olmalarına rağmen herhangi bir etkin olmayan karar biriminin referans kümesi içinde yer alamamışlardır. Bu karar birimlerinin üçünün de büyük boyutlu firmalar olmaları, aykırı değer olabilecekleri ihtimalini yükseltmektedir.

2 yıllık şirketler olan 26 ve 74 numaralı karar birimlerinin mali bilgilerinin gerçeği çok fazla yansıtmadığı; 59, 80 ve 85 numaralı karar birimlerinin de Ar-Ge giderlerini çok düşük gösterdiklerinden ötürü normalde etkin kümede yer almamaları gerektiği düşünülmektedir.

Tablo III. 18 Etkin karar birimlerinin referans gösterilme sayıları (2005)

Karar Birimi	Referans Gösterilme Sayısı
48	35
26	32
74	30
95	28
50	25
38	20
59	19
80	18
47	15
85	14
92	10
73	8
31	8
66	7
68	6
104	5
16	5
76	4
20	4
67	4
2	2
35	2
84	1
88	1

Etkin olmayan karar birimlerinin 2005 yılına ait girdi ve çıktı hedefleri, her bir karar biriminin referans kümesi ve bunların ağırlıklarını içeren tablolar program çıktısı olarak alınmıştır. Her bir karar birimi için hesaplamalar tablodaki veriler kullanılarak yapılabilir.

2005 yılı analiz sonuçlarına göre 29 karar birimi en üretken ölçekte faaliyet göstermekte, 74 adedi ise en uygun kapasitelerinin üzerinde çalışarak ölçğe göre azalan bölgede bulunmaktadır. Girdi ve çıktıların artırmaları, en uygun ölçğe ulaşmaları için gerekli olan ölçğe göre artan getirili bölgedeki karar birimi sayısı ise üçtür. Bu üç karar biriminin ölçek etkinliği skorları 0,99 seviyesinde olup, ölçek olarak etkin hale getirilmeleri için potansiyellerinin çok az olduğu söylenebilir.

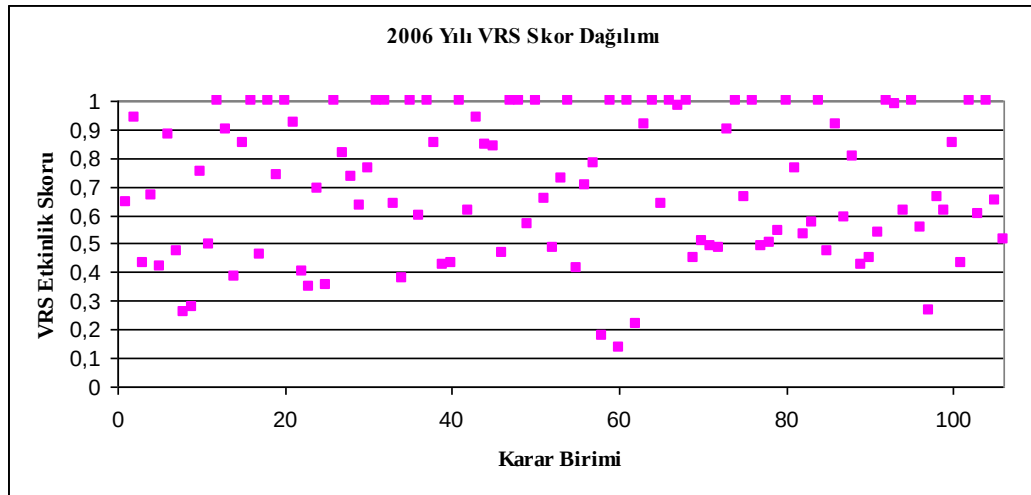
III.4.2.1.3. 2006 Yılı Sonuçları

2006 yılının girdi yönlü VRS sonuçlarının programdan çıktısı detaylı bir şekilde alınmış olup, sonuçların özeti ise aşağıdaki tabloda verilmiştir. (Tablo III.19) Karar birimlerinin etkin olanlarının tüm karar birimleri içindeki oranı % 25 ile bir önceki seneye göre aynı kalmış, ancak ortalama etkinlik skorunda bir düşüş yaşanmıştır.

Tablo III. 19 2006 yılı VRS sonuçları özet tablosu

Karar Birimi Sayısı	106
VRS Etkin Birim Sayısı	27 (% 25)
VRS Etkin Olmayan Birim Sayısı	79 (%75)
Ortalama Etkinlik	0,704
Minimum	0,138
Maksimum	1,000

Karar birimlerinin VRS etkinlik skorlarına göre dağılımına bakıldığında herhangi bir kümelenme söz konusu olmadığı, dolayısıyla da homojenlik varsayımının doğru olduğu kabul edilmiştir. (Şekil III. 5)



Şekil III. 5 2006 Yılı VRS Skor Dağılımı

2006 yılı sonuçlarına göre VRS varsayımı altında etkin olan karar birimi sayısı bir önceki seneye göre aynı kalarak 27 olmuştur. Ancak, hem VRS hem de CRS açısından etkin olan karar birimleri 2 adet azalarak 17'ye düşmüş, bu 2 karar birimi de sadece VRS modeline göre etkin olanlar arasına dâhil olarak bu sayının 10'a yükselmesine

sebebi olmuştur. Ölçeğe göre azalan getirili bölgede faaliyet gösteren bu 10 karar birimi yerel olarak etkin olup ölçek açısından etkin değildir.(Tablo III.20)

Tablo III. 20 VRS etkin karar birimlerinin diğer etkinlik skorları (2006)

Karar Birimi	CRS	VRS	Ölçek	Bölge
80	1	1	1	Sabit
26	1	1	1	Sabit
50	1	1	1	Sabit
66	1	1	1	Sabit
47	1	1	1	Sabit
74	1	1	1	Sabit
92	1	1	1	Sabit
37	1	1	1	Sabit
20	1	1	1	Sabit
68	1	1	1	Sabit
31	1	1	1	Sabit
104	1	1	1	Sabit
64	1	1	1	Sabit
16	1	1	1	Sabit
59	1	1	1	Sabit
76	1	1	1	Sabit
95	1	1	1	Sabit
35	0,981	1	0,981	Azalan
84	0,947	1	0,947	Azalan
48	0,812	1	0,812	Azalan
12	0,648	1	0,648	Azalan
61	0,544	1	0,544	Azalan
102	0,521	1	0,521	Azalan
32	0,415	1	0,415	Azalan
54	0,310	1	0,310	Azalan
18	0,307	1	0,307	Azalan
41	0,306	1	0,306	Azalan

2006 yılında, 2005 yılında etkin olan 27 karar biriminin 20'si VRS skorlarına göre yine etkin olmuş, 7 karar birimi ise etkinlikleri azaldığı için etkin kümede yer alamamıştır.

Firma büyüklüklerine göre etkin kümedeki karar birimleri incelendiğinde, yine 7 adet büyük firmanın etkin olduğu görülmektedir. 2005 senesindeki 7 firma ile karşılaştırıldığı zaman, 33 numaralı karar biriminin küme dışı kalarak yerini 18

numaralı karar birimine bıraktığı, diğer 6 büyük karar biriminin yerlerini korudukları belirlenmiştir. Etkin kümenin geri kalan 20'si ise KOBİ sınıfına giren firmalardan oluşmaktadır.

Sektörel bazda dağılımlara bakıldığında, yine en fazla karar biriminin 10 adetle makine sektöründen olduğu, bunu 8 karar birimi ile yazılım, 4 karar birimi ile de elektrik/elektronik sektörleri takip etmektedir. Kimya ve biyo/agro teknoloji sektöründen ikişer adet firma bulunmakta, en son sırada ise malzeme sektöründen bir firma kümede yer almaktadır.

Karar birimleri yine ağırlıklı olarak Marmara Bölgesi'nde yer almaktadırlar (%63). İç Anadolu Bölgesi'ndeki firmalar toplam etkin firmaların % 22'sini oluştururken, Ege Bölgesi %11 ve diğer bölgeler %1 ile temsil edilmişlerdir. Bu firmaların % 26'sı teknoloji geliştirme bölgelerinde faaliyetlerini sürdürmektedirler. Etkin karar birimlerinin şirket yapılarının dağılımı % 74'ü anonim şirket %26'sı limited şirket olmak üzere aynı kalmıştır.

2006 yılında da 106 karar biriminden 79'u (%75) VRS yaklaşımına göre etkin çıkmamıştır. Bu sene en düşük etkinliğe sahip 2 karar birimi yer değiştirerek 60 numara sonuncu olmuş, bunu 58 numara takip etmiştir. 62 numaralı karar birimi ise 2005 yılına göre bir basamak daha gerileyerek sondan 3. sırada yer almıştır. Bu karar biriminin elektrik/elektronik sektöründe faaliyet gösteren orta boy bir firma olduğu, ancak 2006 yılı mali verileri incelendiğinde Ar-Ge giderleri artmış olsa da kârlılığının önceki yıllara oranla düştüğü görülmektedir.

Etkin olmayan karar birimlerinin etkin olabilmeleri için referans alarak girdi ve çıktılarını ayarlayacakları etkin karar birimlerinin referans verilme sayıları aşağıdaki tabloda sunulmuştur. (Tablo III.21) 80 numaralı karar birimi 46 kez referans gösterilerek birinci sırada yer almış, bunu 39 referans ile 35 numara ve 35 referans sayısı ile 61 numara takip etmiştir. Bir önceki sene birinci sırada yer alan 48 numara ile beraber 59, 76 ve 95 numaralı karar birimleri sadece birer kez referans gösterilmişlerdir.

Tablo III. 21 Etkin karar birimlerinin referans gösterilme sayıları (2006)

Karar Birimi	Referans Gösterilme Sayısı
80	46
35	39
61	35
26	31
50	29
66	26
47	21
74	21
92	18
37	9
12	8
20	7
41	6
68	5
54	5
31	4
104	4
64	3
16	2
84	2
59	1
76	1
95	1
48	1

18, 32 ve 102 numaralı karar birimleri etkin küme içinde yer almalarına rağmen etkin olmayan karar birimleri tarafından rol model olarak kullanılamamışlardır. 18 ve 102 numaralı karar birimlerinin büyük firmalar olmalarından ötürü aykırı değer olarak değerlendirilebilirler. 32 numaralı karar birimi ise orta büyüklükte bir firma olup, etkinliğinin diğer karar birimlerine kıyasla daha zayıf olmasından ötürü kendisine referans verilmediği düşünülmektedir.

Etkin olmayan karar birimlerinin 2006 yılı analiz sonuçlarına göre etkin olabilmeleri için en uygun girdi ve çıktı hedefleri, referans alacakları etkin karar birimleri ve ilgili ağırlıkları içeren tablo program çıktısı olarak alınmıştır. Karar birimleri ile ilgili hesaplamalar bu tablodaki veriler kullanılarak yapılabilir.

Karar birimlerinin ölçek etkinliklerine bakıldığında, 23 karar biriminin en üretken ölçekte faaliyet gösterdikleri, 73'ünün ise en uygun ölçeğin üzerinde çalışarak ölçeğe göre azalan getirileri oldukları görülmektedir. 10 karar biriminin ise ölçeğe göre artan bölgede yer alarak kapasitelerini artırmaları gerektiği, ancak ölçek etkinlik skorlarının 0,9 seviyesinde olmasından ötürü iyileştirme imkânlarının sınırlı olduğu tespit edilmiştir.

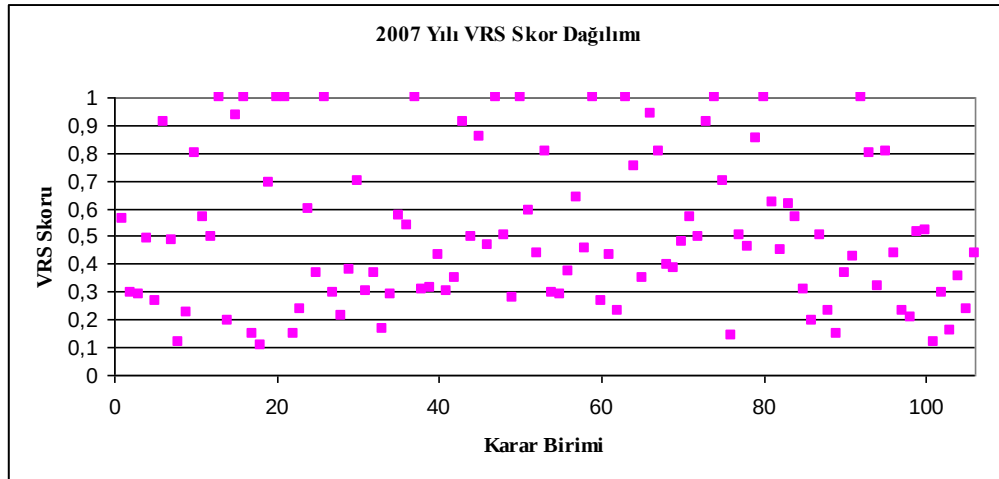
III.4.2.1.4. 2007 Yılı Sonuçları

2007 yılına ait girdi yönlü VRS analizinin sonuçları programdan çıktı olarak alınmıştır. Genel olarak sonuçlar incelendiğinde, etkin karar birimi sayısının önceki senelere kıyasla çok fazla düşerek %12 seviyesine indiği, buna paralel olarak ortalama etkinlik skorunun da 0,51 olarak gerçekleştiği görülmektedir.(Tablo III. 22)

Tablo III. 22 2007 yılı VRS sonuçları özet tablosu

Karar Birimi Sayısı	106
VRS Etkin Birim Sayısı	13 (%12)
VRS Etkin Olmayan Birim Sayısı	93 (%88)
Ortalama Etkinlik	0,513
Minimum	0,106
Maksimum	1,000

2007 yılı VRS skor dağılımlarına göre sonuçlar arasında herhangi bir kümelenme veya gruplanma olmamasından ötürü verilerin homojenliğinden söz edilebilir. (Şekil III.6) Etkinlik skorlarındaki düşüş, önceki yıllara kıyasla dağılımın genelinin aşağı doğru kaymasından da anlaşılabilmektedir.



Şekil III. 6 2007 Yılı VRS Skor Dağılımı

VRS yaklaşımına göre etkin olan toplam 13 karar birimi arasından 11 karar birimi hem CRS hem de VRS açısından etkin çıkmıştır. Geri kalan 2 karar birimi ise CRS sonuçlarına göre etkin olmasa da VRS analizi sonucunda etkin olmuşlardır. Bu karar birimlerinin birisi ölçeğe göre azalan getirili bölgede yer alırken diğeri ölçeğe göre artan bölgede faaliyet göstermiştir. (Tablo III.23)

Tablo III. 23 VRS etkin karar birimlerinin diğer etkinlik skorları (2007)

Karar Birimi	CRS	VRS	Ölçek	Bölge
13	1	1	1	Sabit
20	1	1	1	Sabit
21	1	1	1	Sabit
26	1	1	1	Sabit
37	1	1	1	Sabit
47	1	1	1	Sabit
50	1	1	1	Sabit
59	1	1	1	Sabit
74	1	1	1	Sabit
80	1	1	1	Sabit
92	1	1	1	Sabit
63	0,991	1	0,991	Azalan
16	0,982	1	0,982	Artan

2006 yılında etkin olan karar birimlerinin sadece 10'u 2007 yılında da etkin çıkmışlardır. 13, 21 ve 63 numaralı karar birimleri ise daha önceki senelerde hiç bir etkin kümede yer almamalarına rağmen ilk defa bu sene etkin olmuşlardır.

Firma büyüklüklerine göre bakıldığında, etkin olan 13 karar birimin sadece bir tanesinin büyük firma olması dikkat çekicidir. 2006 yılındaki kümede yer alan 7 büyük firmadan sadece 20 numaralı firma 2007 senesinde de etkin olabilmıştır. Geriye kalan 12 karar birimi ise KOBİ sınıfına girmekte olup bu KOBİ'lerin 9'u 2006 yılında da etkin kümenin içinde yer almıştır.

Etkin kümedeki karar birimlerinin sektörel dağılımına bakıldığında 6 karar birimi ile yine makine sektörünün lider konumda olduğu, onu 4 adetle yazılım sektörü ve birer karar birimi ile biyo/agro teknoloji, kimya ve malzeme sektörlerinin takip ettiği görülmektedir. Elektrik/elektronik sektöründen ise etkin küme içinde yer alabilen karar birimi bulunmamaktadır.

Marmara Bölgesi %77 ile yine en çok etkin firma çıkaran bölge olmuş, İç Anadolu, Ege Bölgesi ve diğer bölgeler ise birer kez temsil edilmişlerdir. Karar birimlerinin teknoloji geliştirme bölgesinde bulunanları toplam etkin kümenin %15'ini oluşturmuştur. Şirket yapılarına göre ise etkin karar birimlerinin %61'inin anonim şirket %39'unun ise limited şirket oldukları belirlenmiştir.

VRS modeline göre etkin olmayan karar birimlerinin etkin olabilmeleri için etkin olan karar birimlerini rol model olarak kullanarak referans gösterme sayıları Tablo III.24'te sunulmuştur. Bu tabloya göre, 80 numaralı karar birimi 84 kez referans gösterilerek en fazla örnek alınan karar birimi olmuş, onu sırasıyla 61 referans ile 26 numara ve 43 referans ile 37 numara izlemiştir. 63 numaralı karar birimi ise bir kere ile en az referans gösterilen karar birimi olmuştur.

2007 yılındaki etkin karar birimleri arasında, etkin olmayan karar birimleri için rol model olarak kullanılmayan karar birimi bulunmamaktadır. Bu da 2007 yılı verileri arasında aykırı değerlerin bulunmadığının bir göstergesidir.

Tablo III. 24 Etkin karar birimlerinin referans gösterilme sayıları (2007)

Karar Birimi	Referans Gösterilme Sayısı
80	84
26	61
37	43
47	35
50	35
74	21
92	19
13	11
16	9
59	5
20	4
21	2
63	1

Etkin kümede referans gösterilmiş olan karar birimleri incelendiğinde, 20, 21, 59 numaralı firmaların Ar-Ge giderlerinin 2007 yılı için çok düşük gösterdikleri, bu sebeple de etkin küme içinde yer aldıkları düşünülmektedir.

2007 yılı sonuçlarına göre etkin olmayan firma sayısı 93 olarak gerçekleşmiştir. VRS etkinlik skorlarına göre en düşük etkinliğe sahip karar birimi 18 olurken, onu 101 ve 8 numaralı karar birimleri takip etmiştir. Önceki senelerde son sıralarda yer alan 60 ve 58 numaralı karar birimlerinin ise etkinliklerinin artarak orta sıralara doğru ilerledikleri belirlenmiştir.

Etkin olmayan karar birimlerinin 2007 yılına ait girdi ve çıktı hedefleri, her bir karar biriminin referans kümesi ve bunların ağırlıklarını içeren tablo programdan çıktı olarak elde edilmiştir. Yine her bir karar birimi için hesaplamalar tablodaki veriler kullanılarak yapılabilir.

Ölçek etkinliklerine göre karar birimleri incelendiğinde, 19 karar biriminin en üretken ölçekte faaliyet gösterdiği, 59'unun ise en uygun kapasitelerinin üzerinde çalışarak ölçeğe göre azalan getirili bölgede çalıştıkları belirlenmiştir. Girdi ve çıktıları artırarak en uygun ölçeğe ulaşmak için kapasitelerini artırmaları önerilen karar birimi sayısı ise 28'dir. Ölçeğe göre artan getirili bölgede bulunan bu karar birimlerinden biri dışında hepsinin ölçek etkinlik skorları 0,9 seviyelerinde olup, etkinlikleri artırmak için

potansiyelleri oldukça düşüktür. Sadece 76 numaralı karar birimi, 0,867'lik ölçek etkinlik skoru ile ölçek artışından olumlu ölçüde yararlanabilecek konumdadır.

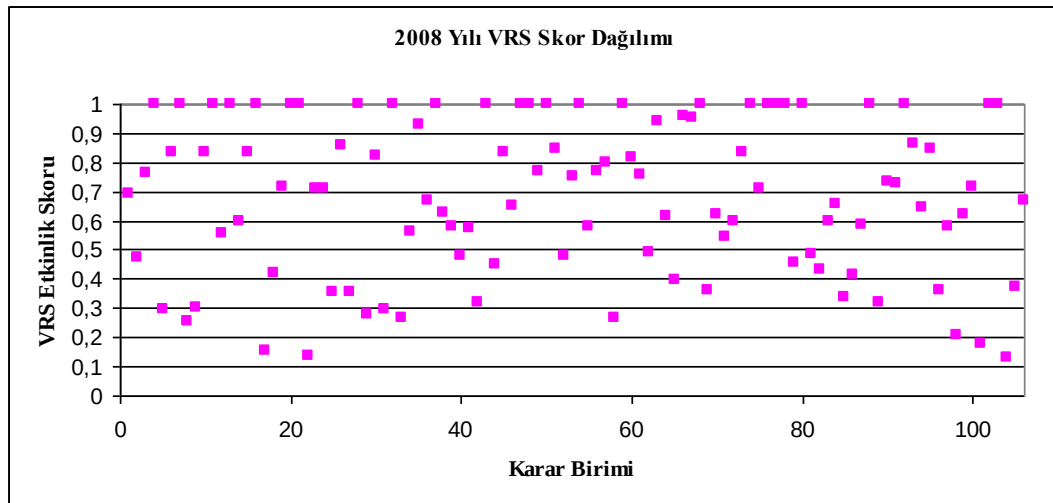
III.4.2.1.5. 2008 Yılı Sonuçları

2008 yılına ait girdi yönlü VRS analizi sonuçlarının özeti Tablo III.25'te sunulmuştur. 2007 yılındaki düşüşün ardından 2008 yılında etki olan karar birimi sayısı yükselerek % 25 seviyelerine ulaşmış, ortalama etkinlik skoru da artarak 0,679'a çıkmıştır.

Tablo III. 25 2008 yılı VRS sonuçları özet tablosu

Karar Birimi Sayısı	106
VRS Etkin Birim Sayısı	26 (%25)
VRS Etkin Olmayan Birim Sayısı	80 (%75)
Ortalama Etkinlik	0,679
Minimum	0,128
Maksimum	1,000

VRS skorlarına göre karar birimlerinin 2008 yılındaki dağılımlarına bakıldığında, sonuçlar arasında bir kümelenme veya gruplanma olmadığından dolayı homojenlik varsayımının doğru olduğu kabul edilmiştir. Ayrıca, etkinlik skorlarındaki artışın etkisi ile bir önceki seneye kıyasla sonuçların genel olarak yukarı doğru kaydığı gözlemlenmiştir. (Şekil III.7)



Şekil III. 7 2008 Yılı VRS Skor Dağılımı

Etkin küme içinde bulunan karar birimi sayısı bir önceki yıla göre artarak 26 adede çıkmıştır. 2008 sonuçlarına göre 11 karar biriminin hem CRS hem de VRS varsayımı altında etkin oldukları ve en üretken ölçekte faaliyet gösterdikleri belirlenmiştir. Geri kalan 15 karar birimi ise CRS skorlarına göre etkin olmasalar da VRS skorlarına göre etkin çıkmışlar ve ölçeye göre azalan getirili bölgede çalışarak ancak yerel olarak etkin olabilmışlerdir. (Tablo III.26)

Tablo III. 26 VRS etkin karar birimlerinin diğer etkinlik skorları (2008)

Karar Birimi	CRS	VRS	Ölçek	Bölge
16	1	1	1	Sabit
21	1	1	1	Sabit
37	1	1	1	Sabit
43	1	1	1	Sabit
47	1	1	1	Sabit
50	1	1	1	Sabit
59	1	1	1	Sabit
74	1	1	1	Sabit
80	1	1	1	Sabit
88	1	1	1	Sabit
92	1	1	1	Sabit
13	0,995	1	0,995	Azalan
20	0,913	1	0,913	Azalan
11	0,635	1	0,635	Azalan
77	0,566	1	0,566	Azalan
48	0,457	1	0,457	Azalan
68	0,440	1	0,440	Azalan
78	0,394	1	0,394	Azalan
32	0,385	1	0,385	Azalan
102	0,285	1	0,285	Azalan
4	0,267	1	0,267	Azalan
103	0,228	1	0,228	Azalan
28	0,225	1	0,225	Azalan
76	0,218	1	0,218	Azalan
54	0,129	1	0,129	Azalan
7	0,113	1	0,113	Azalan

2007 yılında etkin olan 13 karar biriminin 11'i 2008 yılında da etkin olmuş, geri kalan 2 karar biriminin (26 ve 63 numaralı) ise etkinlikleri biraz düşerek 2008 yılına ait etkin kümede yer alamamışlardır.

Firma büyüklüklerine göre etkin kümedeki karar birimlerine bakıldığında, 10 adet büyük firmanın 5'inin VRS yaklaşımına göre etkin oldukları görülmüş, geri kalan 21 karar biriminin ise KOBİ oldukları tespit edilmiştir. Etkin firmalar sektörleri bazında gruplandığında, 8 firma ile makine sektörünün birinci sırada yer aldığı, onu 6 firma ile yazılım, 5 firma ile elektrik/elektronik, 4 firma ile kimya sektörünün izlediği belirlenmiştir. Son sıralarda ise 2 firma ile malzeme ve 1 firma ile biyo/agro teknoloji sektörleri yer almıştır.

Bölgelere göre etkin karar birimlerinin dağılımında ise yine % 69 ile Marmara Bölgesi başı çekmekte, onu %19 ile İç Anadolu Bölgesi ve %12 ile Ege Bölgesi takip etmektedir. 2008 senesi sonuçlarına göre diğer bölgelerden etkin küme de yer alan bir karar birimi bulunmamaktadır. Firmaların % 20'si bir teknoloji geliştirme bölgesinde faaliyetini sürdürmektedir. Şirket yapılarına göre sınıflandırıldığında ise etkin karar birimlerinin %73'ünün anonim şirket, %27'sinin ise limited şirket oldukları belirlenmiştir.

2008 yılı sonuçlarına göre toplam 80 karar birim etkin çıkmamıştır. En düşük etkinliğe sahip karar birimleri ise sonuncudan itibaren sırasıyla 104, 22 ve 17 numaralı firmalar olmuştur. Son sırada yer alan 104 numaralı karar biriminin büyük bir firma olması dikkat çekicidir. Elektrik/elektronik sektöründe faaliyet gösteren bu firmanın mali tabloları incelendiğinde yıllar itibariyle zarar ederek küçüldüğü, bu nedenle de etkinliğinin zaman içerisinde azaldığı görülmektedir.

Etkin karar birimlerinin etkin olmayan karar birimleri için rol model olarak kullanıp referans gösterilme sayıları aşağıdaki Tablo III.27'de sunulmuştur. Bu sonuçlara göre en fazla referans gösterilen karar birimi 70 kere ile 47 numaralı karar birimi olmuş, bunu 41 referans ile 80 ve 33 referans ile 37 numaralı karar birimleri izlemiştir. 7, 43, 48, 54, 59 ve 102 numaralı karar birimleri ise sadece birer kez referans olarak kullanılmıştır.

Tablo III. 27 Etkin karar birimlerinin referans gösterilme sayıları (2008)

Karar Birimi	Referans Gösterilme Sayısı
47	70
80	41
37	33
68	33
78	30
88	25
77	23
92	17
16	10
32	9
4	6
11	4
50	4
74	4
20	2
7	1
43	1
48	1
54	1
59	1
102	1

13, 21, 28, 76 ve 103 numaralı karar birimleri etkin olmalarına rağmen kendilerine etkin olmayan karar birimleri tarafından referans verilmemiştir. 28 ve 76 numaralı karar birimlerin büyük firma olmalarından ötürü bu yıl için birer aykırı değer olarak değerlendirilebilirler. 13, 21 ve 103 numaralı karar birimlerinin ise etkinliklerinin, küme içindeki diğer birimlere kıyasla daha zayıf olmasından ötürü referans olarak kullanılmadıkları düşünülmektedir.

Etkin olmayan karar birimlerinin 2008 yılı analiz sonuçlarına göre etkin olabilmeleri için en uygun girdi ve çıktı hedefleri, referans alacakları etkin karar birimleri ve ilgili ağırlıkları içeren tablo programdan elde edilmiştir. Karar birimleri ile ilgili hesaplamalar bu tablodaki veriler kullanılarak yapılabilir.

Ölçek etkinliklerine göre tüm karar birimleri incelendiğinde 17 karar biriminin en etkin ölçekte faaliyet gösterdiği, 75'inin ise ölçeğe göre azalan getirili oldukları

belirlenmiştir. 14 karar biriminin ise en uygun ölçeğin altında çalışarak ölçeğe göre artan getirili bölgede oldukları görülmüştür. Bu karar birimlerinin ölçek etkinlik skorlarının biri hariç hepsinin yüksek olmalarından ötürü iyileştirme potansiyelleri düşüktür. Sadece 104 numaralı karar birimi 0,67 ölçek skoru ile yüksek iyileştirme potansiyeline sahip olup girdi ve çıktıları artırarak en uygun ölçek seviyesine ulaşma imkânı bulunmaktadır.

III.4.2.2. Ar-Ge Giderlerinin 2 Yıl Sonraki Çıktılar Üzerinde Etkisi Olduğu Varsayımı Altında Analiz Sonuçları

Bir önceki bölümde, karar birimlerinin yaptıkları Ar-Ge harcamalarının, harcamanın yapıldığı yıla ait çıktılar üzerinde etkisi olacağı varsayılmıştır. Ar-Ge faaliyeti yürütmenin zaman alacağı, yatırımlarının sonuçlarının ve dolayısıyla getirilerinin daha uzun vadede ortaya çıkabileceği düşünüldüğünde, Ar-Ge harcamaların çıktılar üzerindeki asıl etkisinin harcamaların yapıldığı yıldan daha sonraki yıllarda olacağını varsaymak daha uygun olacaktır.

Griliches'e (1979) göre Ar-Ge yapma sürecinde birçok duraksanan karar noktası vardır. Ar-Ge projesi bir seneyi aşkın bir sürede sonuçlanabileceği gibi, yöneticilerin Ar-Ge sonucunda ortaya çıkan ürünün seri olarak üretilmesine karar verilmeleri için de bir zaman gereklidir. Bu aşamadan sonra da, eğer ürün üretilmeye başlarsa, ürünün kullanıcılar tarafından kabul edilmesi ve bu üründen elde edilecek gelirlerin mali tablolara yansması da ayrıca vakit alacaktır. Bu sebeplerden ötürü Ar-Ge yatırımlarının etkilerini daha ileri zamanlarda gözlemlemek daha doğrudur.

Literatüre bakıldığında, Ar-Ge harcamalarının ne kadar süre sonra çıktılar üzerinde etkisinin olacağına dair kesin kabul edilmiş bir görüş bulunmamaktadır. Guellec ve van Pottelsberghe de la Potterie'nin (2004) çalışmalarında kısa vadede özel sektör için Ar-Ge'nin etkisinin görülmesi için 1 yıl gerekirken, kamu sektörü tarafından yapılan Ar-Ge harcamaları için 2 yıllık bir zaman farkına ihtiyaç olduğu belirtilmiş; uzun vadede ise bu değerlerin özel sektör için 2, kamu sektörü için 3 yıl olacağı öngörülmüştür. Griliches (1979) ise özel sektör Ar-Ge'si için amortismanlar da göz önüne alındığında 3 ila 5 yıl bir zaman farkı kullanılabileceğini öngörmüştür.

Hashimoto ve Haneda (2008) Japon ilaç endüstrisinde Ar-Ge yatırımlarının sonuçlarını almak için gereken süreyi 8 yıl olarak belirtilmiştir. Wang ve Huang (2007) ülkelerin Ar-Ge etkinliklerini ölçtüğü çalışmada zaman farkını 3 yıl olarak almış, benzer konulu bir araştırmada ise Sharma ve Thomas (2008) Ar-Ge harcamaları ile bu çalışmalar sonucunda patent alınması arasında bir süre olduğu gerekçesiyle 2 yıllık bir zaman farkı kullandıklarını açıklamışlardır.

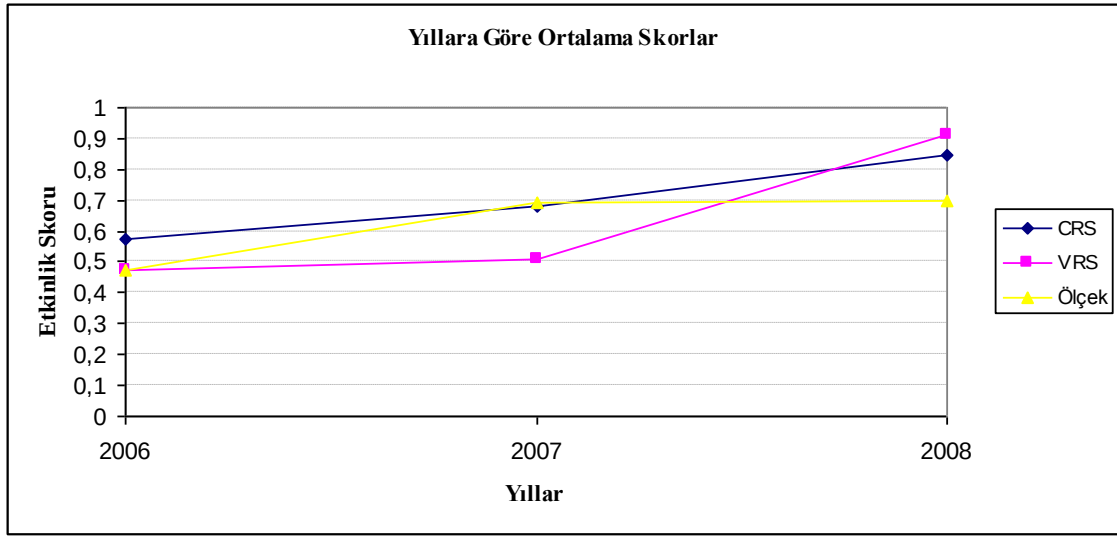
Çalışmanın bu kısmında, yukarıdaki araştırmalar da göz önüne alınarak Ar-Ge'ye yapılan yatırımların 2 sene sonra sonuçlarının alınacağı varsayılmıştır. Bu doğrultuda, girdi olarak modele dâhil olan Ar-Ge harcamaları, çıktı olarak 2 sene sonraki brüt satışlar, faaliyet kârı ve dönem net kârı ile eşleştirilmiştir.

Araştırma için toplanan veri seti 5 senelik olduğundan dolayı 2 sene zaman aralığı varsayımı altında sadece 3 sene için (2006, 2007 ve 2008) VZA modeli uygulanabilmiştir. Örnek vermek gerekirse, 2006 yılı için çalıştırılan modelde firma yaşı, özkaynaklar, brüt satışlar, faaliyet kârı ve dönem net kârı kalemlerinin 2006 yılına ait verileri kullanılırken, bunlarla ilgili olan Ar-Ge gideri kalemi 2004 yılına ait verilerden alınmıştır. 2 sene önceki Ar-Ge verileri olmadığı için 2004 ve 2005 yılları için analiz yapılamamıştır. 106 karar biriminin 3 yıllık verileri kullanılarak hesaplanmış CRS, VRS, ölçek skorları ve ölçeğe göre faaliyet gösterilen bölgeleri içeren tablo lara analiz sonucunda program çıktısı olarak elde edilmiştir.

Genel olarak ortalama etkinlik skorlarına bakıldığında, bir önceki varsayımın sonuçlarının aksine yıllar itibariyle etkinliklerde bir artış olduğu görülmektedir. (Tablo III.28) En hızlı artış, ortalama etkinlik skoru %57,4'ten % 84,8'e yükselen CRS modelinde gerçekleşmiştir. En yüksek ortalama skor ise %91,1 ile VRS modelinde ortaya çıkmıştır. Ölçek etkinliği de yıllar itibariyle artış gösterse de, 2008 yılındaki artış miktarı oldukça küçük olmuştur. (Şekil III.8)

Tablo III. 28 Yıllara göre etkinlik skorları

	2006	2007	2008
CRS	0,574	0,681	0,848
VRS	0,471	0,508	0,911
Ölçek	0,473	0,694	0,696



Şekil III. 8 Yıllara göre ortalama skorlar

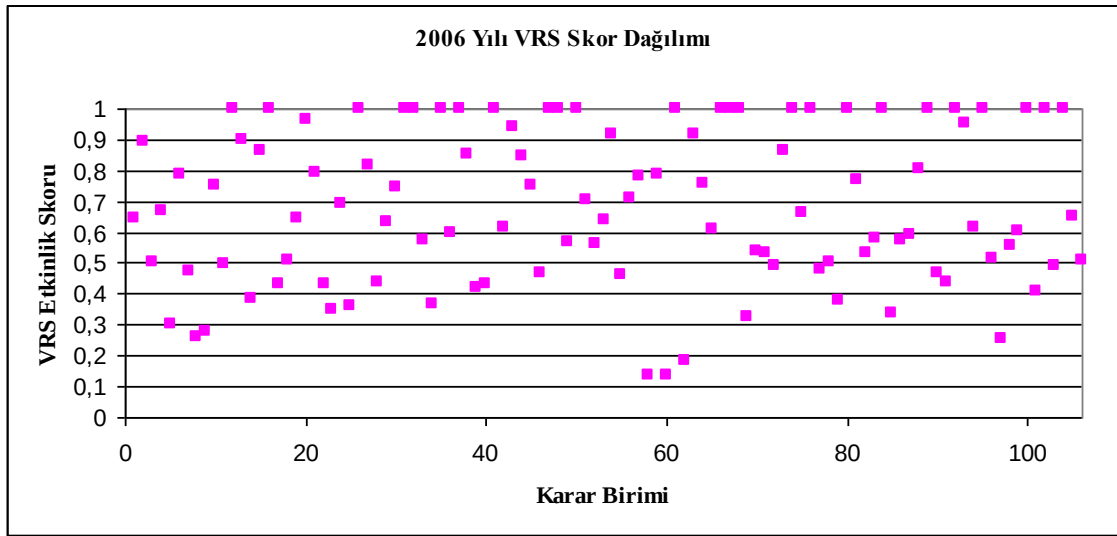
III.4.2.2.1. 2006 Yılı Sonuçları

2004 yılı Ar-Ge giderleri kullanılan girdi yönlü VRS modelinin detaylı sonuçları programdan elde edilmiş olup, sonuçların özeti aşağıdaki tabloda sunulmaktadır. (Tablo III.29)

Tablo III. 29 2006 yılı VRS sonuçları özet tablosu

Karar Birimi Sayısı	106
VRS Etkin Birim Sayısı	25 (% 24)
VRS Etkin Olmayan Birim Sayısı	81 (% 76)
Ortalama Etkinlik	0,681
Minimum	0,134
Maksimum	1,000

VRS skorlarının dağılımını gösteren Şekil III.9 incelendiğinde, homojenlik varsayımının doğruluğu olduğu söylenebilir.



Şekil III. 9 2006 Yılı VRS skor dağılımı

2006 yılına ait detaylı sonuçlar incelendiğinde, 15 karar biriminin hem CRS, hem VRS etkinlik skorlarının dolayısıyla da ölçek etkinliklerinin 1 olduğu, 10 karar biriminin ise CRS skorlarına göre etkin olmadıkları halde VRS skorlarına göre etkin çıktıkları ve ölçeğe göre azalan getirili bölgede faaliyet gösterdikleri görülmektedir. (Tablo III.30)

Bu sonuçlar bir önceki modeldeki karar birimleri ile karşılaştırıldığında, aynı 22 karar biriminin her iki modelde de etkin oldukları, 5 karar biriminin ise değiştiği ve yerine yeni 3 karar birimi geldiği tespit edilmiştir. Ayrıca, etkinlik skorlarının da genel olarak düşüş olduğu ve ortalamada %70,4'ten %68,1'e indiği belirlenmiştir.

Etkin olan 25 karar biriminin 4'ünü büyük firmalar, 21'ini ise KOBİ'ler oluşturmaktadır. Bu karar birimlerinin sektörlere göre sınıflandırıldıklarında, makine, elektrik/elektronik ve yazılım sektörlerinden 5'er firmanın etkin küme içinde yer aldıkları, bunu 3 firma ile kimya, 2 firma ile biyo/agro teknoloji ve bir firma ile malzeme sektörünün izlediği görülmektedir.

Marmara Bölgesi 15 karar birimi ile (%60) yine en çok firmanın geldiği bölge olurken, onu sırasıyla 7 firma ile İç Anadolu Bölgesi (%28), 2 firma ile Ege Bölgesi (%8) ve 1 firma ile diğer bölgeler (%4) takip etmektedir. Etkin karar birimlerinin %28'i teknoloji geliştirme bölgelerinde faaliyet göstermektedir. Şirket yapılarına göre ise karar birimlerinin % 72'sinin anonim şirket, %28'inin ise limited şirket oldukları tespit edilmiştir.

Tablo III. 30 VRS etkin karar birimlerinin diğer etkinlik skorları (2006)

Karar Birimi	CRS	VRS	Ölçek	Bölge
16	1	1	1	Sabit
26	1	1	1	Sabit
37	1	1	1	Sabit
47	1	1	1	Sabit
50	1	1	1	Sabit
66	1	1	1	Sabit
68	1	1	1	Sabit
74	1	1	1	Sabit
76	1	1	1	Sabit
80	1	1	1	Sabit
84	1	1	1	Sabit
92	1	1	1	Sabit
95	1	1	1	Sabit
100	1	1	1	Sabit
104	1	1	1	Sabit
67	0,848	1	0,848	Azalan
35	0,834	1	0,834	Azalan
31	0,818	1	0,818	Azalan
48	0,812	1	0,812	Azalan
61	0,719	1	0,719	Azalan
12	0,648	1	0,648	Azalan
102	0,521	1	0,521	Azalan
32	0,366	1	0,366	Azalan
41	0,245	1	0,245	Azalan
89	0,209	1	0,209	Azalan

VRS skoruna göre etkin olan karar birimlerinin etkin olmayan karar birimleri tarafından rol model olarak kullanılıp referans verilme sayıları aşağıdaki tabloda sunulmuştur (Tablo III.31). Buna göre, 80 numaralı karar birimi 49 kez referans gösterilerek en çok kullanılan karar birimi olmuş, 35 ve 61 numaralı karar birimleri de 40'ar kez referans gösterilerek onu takip etmişlerdir. 100 ve 67 numaralı karar birimleri ise sadece birer kez referans gösterilerek en alt sırada yer almışlardır.

Tablo III. 31 Etkin karar birimlerinin referans gösterilme sayıları (2006)

Karar Birimi	Referans Gösterilme Sayısı
80	49
35	40
61	40
26	36
74	31
50	25
47	24
66	21
16	11
92	11
12	10
84	7
76	6
37	5
68	5
31	5
95	4
104	3
48	2
100	1
67	1

32, 41, 89 ve 102 numaralı karar birimleri etkin olmalarına rağmen hiçbir etkin olmayan karar biriminin referans kümesinde yer almamışlardır. 102 numaralı karar birimi büyük bir firma olduğundan ötürü aykırı bir değer olarak değerlendirildiği, diğerlerinin ise etkinliklerinin diğer karar birimlerine oranlar biraz daha zayıf oldukları düşünülmektedir.

2006 yılında etkin olmayan karar birimi sayısı, zaman farkı olmayan modelin sonuçlarına göre 2 adet artarak 81 olmuştur. En düşük etkinliğe sahip 3 karar birimi 58, 60 ve 62 ise aynı kalmış ancak kendi aralarındaki sıralama değişerek 60 yerine 58 numaralı karar birimi sonuncu olmuştur.

Etkin olmayan karar birimlerinin analiz sonuçlarına göre etkin olabilmeleri için en uygun girdi ve çıktı hedefleri, referans alacakları etkin karar birimleri ve ilgili ağırlıkları

içeren tablo program çıktısı olarak alınmıştır. Karar birimleri ile ilgili hesaplamalar bu tablodaki veriler kullanılarak yapılabilir.

Karar birimlerinin ölçek etkinliklerine bakıldığında, 20 karar biriminin en üretken ölçekte faaliyet gösterdikleri, 78'inin ise en uygun ölçeğin üzerinde çalışarak ölçeğe göre azalan getirileri oldukları görülmektedir. 8 karar biriminin ise ölçeğe göre artan bölgede yer alarak kapasitelerini artırmaları gerektiği, ancak ölçek etkinlik skorlarının %99 civarında olmasından ötürü iyileştirme imkânlarının sınırlı olduğu tespit edilmiştir

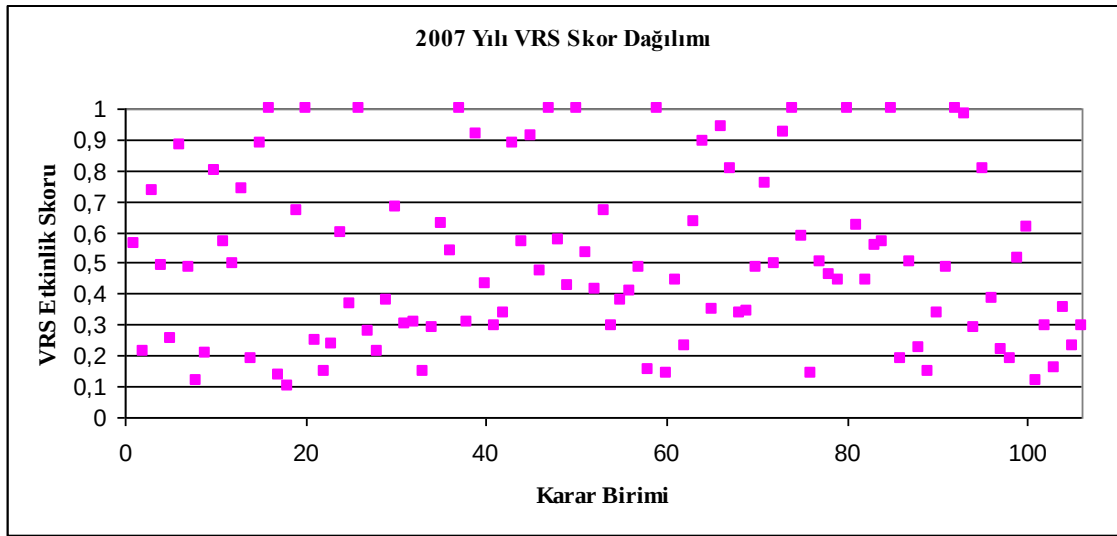
III.4.2.2.2. 2007 Yılı Sonuçları

2005 yılı Ar-Ge giderleri kullanılan girdi yönlü VRS modelinin detaylı sonuçları programdan elde edilmiş olup, sonuçların özeti aşağıdaki tabloda sunulmaktadır (Tablo III.32). Bu sonuçlara göre bir önceki yıla kıyasla etkin karar birimi sayısı yaklaşık olarak % 60 azalarak 11'e indiği, etkinlik skorunun da %50,8 olarak gerçekleştiği anlaşılmaktadır.

Tablo III. 32 2007 yılı VRS sonuçları özet tablosu

Karar Birimi Sayısı	106
VRS Etkin Birim Sayısı	11 (%10)
VRS Etkin Olmayan Birim Sayısı	95 (%90)
Ortalama Etkinlik	0,508
Minimum	0,100
Maksimum	1,000

2007 yılı VRS skor dağılımlarına göre (Şekil III.10) sonuçlar arasında herhangi bir kümelenme olmamasından ötürü bu yıl için de verilerin homojenliğinden söz edilebilir. Etkinlik skorlarındaki düşüş grafikteki verilerin aşağı doğru kaymasından da anlaşılabılır.



Şekil III. 10 2007 Yılı VRS skor dağılımı

2007 yılı sonuçlarına göre 10 karar birimi hem CRS hem de VRS varsayımı altında, dolayısıyla da ölçek bakımından da etkin çıkmışlardır. Bir karar birimi ise VRS yaklaşımına göre etkinken CRS etkinlik skoru 0,982 ile 1'in altında kalmış, ancak ölçeğe göre azalan getirili bölgede çalıştığı belirlenmiştir. (Tablo III. 33)

Tablo III. 33 VRS etkin karar birimlerinin diğer etkinlik skorları (2007)

Karar Birimi	CRS	VRS	Ölçek	Bölge
20	20	1	1	Sabit
26	26	1	1	Sabit
37	37	1	1	Sabit
47	47	1	1	Sabit
50	50	1	1	Sabit
59	59	1	1	Sabit
74	74	1	1	Sabit
80	80	1	1	Sabit
85	85	1	1	Sabit
92	92	1	1	Sabit
16	16	0,982	1	Azalan

Ar-Ge zaman farkı olmadan yapılan 2007 yılına ait analizin sonuçları ile karşılaştırıldığında, 10 karar biriminin iki modelde de aynı kaldığı, bu yeni modelde eski 3 karar birimi yerine yeni 1 karar biriminin geldiği tespit edilmiştir. Ortalama etkinlik skoru ise biraz azalarak %51,3'ten % 50,8'e inmiştir.

Model kapsamında büyük firmalar arasından etkin karar birimleri arasına giren sadece bir firma varken, geri kalan 10 karar birimi KOBİ boyutundadır. Etkin karar birimleri sektörlerine göre sınıflandırıldığında, 4'er karar birimi ile makine ve malzeme sektörleri ilk sırada yer alırken, biyo/agro teknoloji, kimya ve malzeme sektörleri birer firma ile temsil edilmektedir. Elektrik/elektronik sektöründen ise etkin küme içerisinde yer alan firma bulunmamaktadır.

Karar birimlerinin bölgesel dağılımı incelendiğinde, %81'inin (9 adet) Marmara Bölgesi'nden, geri kalan %19'unun ise (2 adet) Ege Bölgesi'nden oldukları görülmektedir. Teknoloji geliştirme bölgesinde faaliyet gösteren firmaların Etkin olan karar birimlerinin içindeki payı % 19'dur (2 adet). Şirket yapılarına göre ise daha dengeli bir dağılım olduğu ve karar birimlerinin % 55'inin anonim şirket, %45'inin ise limited şirket olduğu tespit edilmiştir.

Etkin olmayan karar birimlerinin etkin sınıra çekilebilmeleri için rol model olarak kullandıkları karar birimlerinin referans gösterilme sayıları aşağıdaki tabloda sunulmuştur. (Tablo III.34) 80 numaralı karar birimi 82 kez referans olarak kullanılarak ilk sırayı almış, onu 54 kere ile 37 numaralı karar birimi ve 45 kere ile 26 numaralı karar birimi izlemiştir.

Tablo III. 34 Etkin karar birimlerinin referans gösterilme sayıları (2007)

Karar Birimi	Referans Gösterilme Sayısı
80	82
37	54
26	45
50	36
47	35
74	27
92	18
16	12
59	6
85	2

20 numaralı karar birimi etkin kümede yer almasına rağmen hiçbir etkin olmayan karar birimi tarafından kendisine referans verilmemiştir. Bu karar biriminin büyük ölçekli bir firma olması, veri seti içinde aykırı değer olarak değerlendirildiğini göstermektedir.

2007 yılı sonuçlarına göre etkin olmayan firma sayısı, Ar-Ge zaman farkı olmayan modele kıyasla 2 adet artarak 95 olarak gerçekleşmiştir. VRS etkinlik skorlarına göre en düşük etkinliğe sahip karar birimleri ise aynı kalmış, sırasıyla 18, 101 ve 8 numaralı karar birimleri son sıralarda yer almışlardır.

Etkin olmayan karar birimlerinin 2007 yılına ait girdi ve çıktı hedefleri, her bir karar biriminin referans kümesi ve bunların ağırlıklarını içeren tablo programdan elde edilmiştir. Her bir karar biriminin etkin olabilmesi için girdi ve çıktıların nasıl değiştirmesi gerektiğini gösteren hesaplamalar tablodaki veriler kullanılarak yapılabilir.

Karar birimlerinin ölçek etkinliklerine bakıldığında, 16 adedinin ölçek etkinlik skorlarının 1 olduğu yani ölçeğe göre sabit getirili bölgede çalışarak en uygun üretim kapasitesinde oldukları belirlenmiştir. 60 karar birimi ölçeğe göre azalan getirili bölgede faaliyet göstermekte olup 30 karar birimi ise ölçeğe göre artan getirili bölgede bulunmaktadır. Ancak, bu 30 karar biriminin girdi ve çıktıların artırarak daha ölçek etkin hale gelmeleri için potansiyelleri oldukça düşüktür.

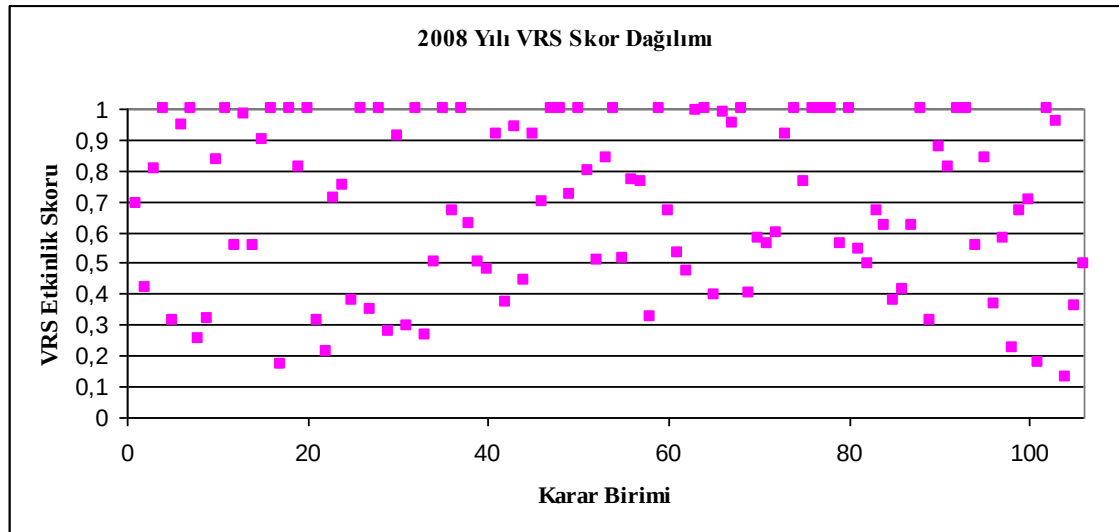
III.4.2.2.3. 2008 Yılı Sonuçları

2008 yılının, 2006 yılı Ar-Ge giderleri kullanılarak yürütülen girdi yönlü VRS analizinin sonuçları detaylı bir şekilde programdan elde edilmiş, sonuçların özeti ise aşağıdaki tabloda verilmiştir. Karar birimlerinin etkin olanlarının tüm karar birimleri içindeki oranı % 25 ile bir önceki seneye göre artmıştır. (Tablo III. 35)

Tablo III. 35 2008 yılı VRS sonuçları özet tablosu

Karar Birimi Sayısı	106
VRS Etkin Birim Sayısı	27 (% 25)
VRS Etkin Olmayan Birim Sayısı	79 (%75)
Ortalama Etkinlik	0,694
Minimum	0,128
Maksimum	1,000

Karar birimlerinin VRS etkinlik skorlarına göre dağılımına bakıldığında (Şekil III.11) herhangi bir kümelenme söz konusu olmadığı, dolayısıyla da homojenlik varsayımının doğru olduğu kabul edilmiştir.

**Şekil III. 11 2008 Yılı VRS Skor Dağılımı**

2008 yılı sonuçlarına göre VRS varsayımı altında etkin olan karar birimi sayısı bir önceki seneye göre artarak 27 olmuştur. Bunların arasında hem VRS hem de CRS açısından etkin olan karar birimleri ise 12'ye çıkmış, sadece VRS modeline göre etkin olanların sayısı da 15 olarak gerçekleşmiştir. Ölçeğe göre azalan getirili bölgede faaliyet gösteren bu 15 karar birimi yerel olarak etkin olup ölçek açısından etkin değildir. (Tablo III. 36)

Tablo III. 36 VRS etkin karar birimlerinin diğer etkinlik skorları (2008)

Karar Birimi	CRS	VRS	Ölçek	Bölge
16	16	1	1	Sabit
26	26	1	1	Sabit
37	37	1	1	Sabit
47	47	1	1	Sabit
50	50	1	1	Sabit
59	59	1	1	Sabit
64	64	1	1	Sabit
74	74	1	1	Sabit
80	80	1	1	Sabit
88	88	1	1	Sabit
92	92	1	1	Sabit
93	93	1	1	Sabit
20	20	0,862	1	Azalan
35	35	0,683	1	Azalan
11	11	0,635	1	Azalan
77	77	0,566	1	Azalan
68	68	0,469	1	Azalan
48	48	0,457	1	Azalan
32	32	0,432	1	Azalan
78	78	0,424	1	Azalan
102	102	0,285	1	Azalan
28	28	0,225	1	Azalan
76	76	0,218	1	Azalan
4	4	0,212	1	Azalan
18	18	0,145	1	Azalan
54	54	0,145	1	Azalan
7	7	0,117	1	Azalan

Ar-Ge harcamalarının zaman farkının bulunmadığı bir önceki modelin 2008 yılı sonuçları ile kıyaslandığında, aynı 22 karar biriminin zaman farkı bulunan bu varsayım altında da etkin oldukları, 4 karar biriminin ise değişerek yerine 5 farklı karar biriminin etkin küme içinde yerini aldıkları belirlenmiştir.

Firma büyüklüklerine göre etkin kümedeki karar birimlerine bakıldığında, 10 adet büyük firmanın 6'sının etkin oldukları görülmüş, geri kalan 21 karar biriminin ise KOBİ oldukları tespit edilmiştir. Etkin firmalar sektörleri bazında gruplandığında, 8 firma ile makine sektörünün birinci sırada yer aldığı, onu 7 firma ile yazılım, 5 firma ile

elektrik/elektronik, 3 firma ile kimya sektörünün izlediği belirlenmiştir. Son sıralarda ise 2'şer firma ile malzeme ve biyo/agro teknoloji sektörleri yer almıştır.

Bölgelere göre etkin karar birimlerinin dağılımında ise yine % 70 ile Marmara Bölgesi başı çekmekte, onu %19 ile İç Anadolu Bölgesi ve %11 ile Ege Bölgesi takip etmektedir. Firmaların % 19'u bir teknoloji geliştirme bölgesinde faaliyetini sürdürmektedir. Şirket yapılarına göre sınıflandırıldığında ise etkin karar birimlerinin %74'ünün anonim şirket, %26'sının ise limited şirket oldukları belirlenmiştir.

Etkin olmayan karar birimi sayısı zaman farkı olmayan modele göre bir adet azalarak 79 olarak gerçekleşmiştir. En düşük etkinliğe sahip karar birimleri ise sonuncudan itibaren sırasıyla 104, 17 ve 101 numaralı firmalar olmuştur. Son sırada yer alan 104 numaralı karar biriminin büyük bir firma olması ve Ar-Ge zaman farkı olmayan modelde de sonuncu sırada yer alması dikkat çekicidir.

Etkin olmayan karar birimlerinin etkin karar birimlerini rol model olarak kullanıp onlara referans verme sayıları aşağıdaki tabloda sunulmuştur. (Tablo III. 37) En fazla referans gösterilen karar birimi 43 kere ile 80 numara olmuş, onu 40 referans ile 32 numara ve 38 referans ile 37 numara takip etmiştir. 28, 48, 76 ve 78 numaralı karar birimlerine sadece birer kez referans verilmiş olup 7, 18 ve 54 numaralı karar birimleri ise etkin olmayan karar birimleri tarafından hiç referans gösterilmemişlerdir. Bunlardan 18 ve 54 numaralı karar birimleri büyük firmalar olmalarından ötürü aykırı değer olarak değerlendirilebilirler.

Etkin olmayan karar birimlerinin 2008 yılı analiz sonuçlarına göre etkin olabilmeleri için en uygun girdi ve çıktı hedefleri, referans alacakları etkin karar birimleri ve ilgili ağırlıkları içeren tablo programdan elde edilmiş olup, etkin olmayan karar birimleri ile ilgili hesaplamalar bu tablodaki veriler kullanılarak yapılabilir.

Tablo III. 37 Etkin karar birimlerinin referans gösterilme sayıları (2008)

Karar Birimi	Referans Gösterilme Sayısı
80	43
32	40
37	38
26	32
77	30
35	26
50	23
47	22
68	18
74	15
92	15
16	5
88	4
59	3
64	3
20	3
93	2
11	2
102	2
4	2
48	1
78	1
28	1
76	1

Ölçek etkinliklerine göre tüm karar birimleri incelendiğinde 16 karar biriminin en etkin ölçekte faaliyet gösterdiği, 78'inin ise ölçeğe göre azalan getirili oldukları belirlenmiştir. 12 karar biriminin ise en uygun ölçeğin altında çalışarak ölçeğe göre artan getirili bölgede oldukları görülmüştür. 104 numara dışında bu karar birimlerinin ölçek etkinlik skorlarının %90'ın üzerinde olmalarından ötürü iyileştirme potansiyelleri düşük olduğu söylenebilir.

III.5. MALMQUIST ANALİZİ VE SONUÇLARI

VZA yöntemi kullanılarak elde edilen sonuçlar karar birimlerinin ilgili yıllara ait etkinlikleri hakkında anlık olarak bilgi vermiştir. Ancak, yıllara yaygın panel veri setinin varlığında, Malmquist TFP endeksi ile toplam faktör üretkenliliğinin değişimini izlemek mümkün olabilmektedir. Bu endeks sayesinde birden fazla girdi ve çıktı göz önüne alınarak karar birimlerinin etkinliklerindeki değişimin yanında teknolojik sınırın değişimi de gözlemlenebilmekte ve etkinlik analizinin zaman boyutu da dikkate alınabilmektedir. (Tarım, 2001)

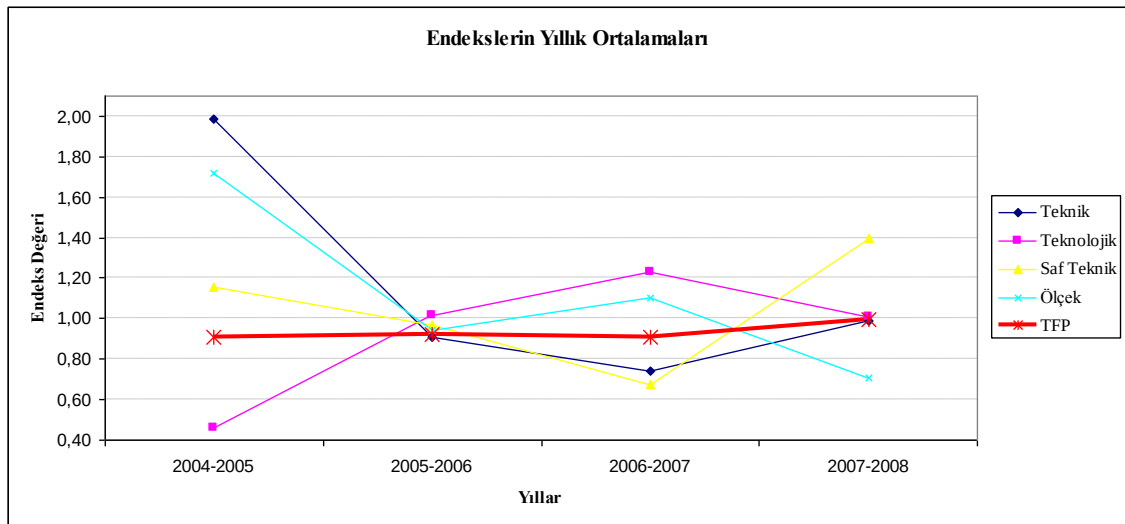
106 karar biriminin 2004-2008 yıllarına ait verileri kullanılarak DEAP v.2.1 programı yardımıyla karar birimlerinin Malmquist TFP endeksleri hesaplanmıştır. Bu çalışmada, endeksin hesaplanması için literatürde önerilen çeşitli yöntemler arasından VZA kullanılması tercih edilmiştir. Tüm yıllar için detaylı analiz sonuçları programdan çıktı olarak elde edilmiştir. Coelli (1996) tarafından da ifade edildiği üzere program, öncelikle Malmquist hesaplamaları için kullanılacak uzaklıkları (teknik etkinlik) listelemektedir. Bu uzaklıklar, sırasıyla bir önceki dönemin CRS sınırı, mevcut dönemin CRS sınırı, bir sonraki dönemin CRS sınırı ve mevcut dönemin VRS sınırıdır. Daha sonra bir önceki yıla göre Malmquist endeksleri hesaplanmıştır. Bir önceki yıla göre hesaplama yapıldığından ötürü çıktılar 2005 – 2008 yıllarını kapsamaktadır. Son olarak her karar biriminin her yıl için sırasıyla teknik etkinliğin değişimi (CRS’ye göre), teknolojik değişimi, saf teknik etkinliğin değişimi (CRS’ye göre), ölçek etkinliğinin değişimi ve toplam faktör üretkenliliğinin değişimi endeksleri ile bunların özetlerini içeren tablo sunulmuştur.

Malmquist TFP endeksi, teknik etkinlik değişim endeksi ve teknolojik değişim endeksi olarak iki bileşene ayrıştırılabilir. Teknik etkinlik değişim endeksi de DEA analizine benzer bir şekilde saf teknik etkinliğin değişim endeksi ve ölçek etkinliğinin değişim endeksi ile açıklanabilmektedir. Dolayısıyla Malmquist TFP endeksi, 3 farklı endeksin (teknolojik değişim, saf teknik etkinliğin değişim ve ölçek etkinliğinin değişim endeksleri) çarpımına eşit olmaktadır.

Birden büyük bir endeks değışim değeri, mevcut dönemde bir önceki döneme kıyasla pozitif bir büyümenin olduğunu göstermektedir. Birden küçük bir değışim ise endekste negatif yönde büyümeyi (gerileme veya küçölme) işaret etmektedir.

Analiz sonucunda tüm karar birimleri için elde edilen endekslerin yıllara göre geometrik ortalamaları özet olarak Şekil III.12’de sunulmaktadır. Buna göre, TFP endeksi yıllar itibariyle hep birin altında değeri almıştır. Endeks, 2005 yılında 0,908 ile en düşük değeri alırken 2008 yılında 0,998 ile en yüksek değeri ulaşmıştır. 4 yıllık ortalama değeri ise 0,934 olarak hesaplanarak sonuçta tüm sektörler için TFP endeksinde %6,6’lık bir küçölme gerçekleştiği belirlenmiştir. Buna göre, analizin yapıldığı dönemde girdilerdeki değışimden bağımsız olarak çıktıların genel olarak %6,6 küçölüdüğü sonucuna varılabilir.

TFP endeksini daha iyi açıklayabilmek için endeks, teknik ve teknolojik değışim endeksleri olmak üzere iki alt bileşene ayrılmıştır. Bu iki endeks analiz edildiğinde, karar birimlerinin üretim sınırına yakınlıklarını gösteren teknik etkinlik değışim endeksinin yıllar içinde ortalama % 7,1 artış gösterdiği, ancak teknolojinin gerileyerek üretim sınırının ortalamada % 12,8 geri yönlü hareket etmesi sonucunda TFP’nin azaldığı belirlenmiştir.



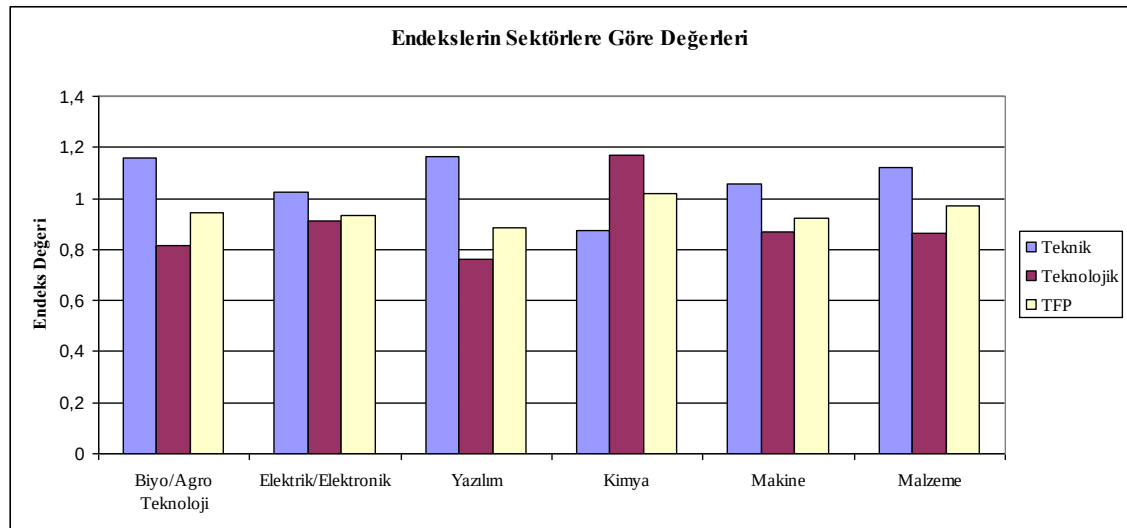
Şekil III. 12 Endekslerin yıllık bazda ortalamaları

Teknik etkinlik değışim endeksi 2005 yılında 1,986 ile en yüksek noktasına ulaşmış, ancak ilerleyen üç yılda hep birim değerin altında kalmıştır. Yine de 2005 yılındaki

yüksek değerinden ötürü endeksinin ortalama değeri %7,1 pozitif yönde artış göstermiştir. Bu endeksi oluşturan saf teknik etkinlik ve ölçek etkinliği değişim endeksleri 2005 ve 2006 yıllarında benzer yönlü hareketler sergilemiş, ancak 2006 ve 2007 yıllarında saf teknik etkinliğin değişim endeksi 0,673'ten 1,399'a çıkarken ölçek etkinliğinin değişim endeksi aynı dönemde 1,100'den 0,705'e düşmüştür. Ortalamada ise ölçek etkinliği %5,7 artış ile %1,3 artışa sahip saf teknik etkinlikten daha fazla teknik etkinlikteki artışa katkı sağlamıştır.

Teknik etkinlik değişim endeksinin tersine teknolojik değişim endeksi ise 2005 yılında 0,457 ile en düşük değerini almıştır. Sonraki yıllarda endeks artış göstererek pozitif değerler almışsa da sonuçta endeksin 4 yıllık ortalaması 0,872 olarak gerçekleşmiş, yani endeks yıllar itibariyle %12,8 azalmıştır.

Genel olarak toplam faktör verimliliğinde gözlemlenen bu azalış, sektörler göre farklılık göstermektedir. 2004-2008 döneminde 6 adet sektör grubundan sadece birinde TFP büyümesi görülürken geri kalan 5'inin TFP endeksi düşüş sergilemiştir. Kimya sektörünün TFP endeksi ortalamada %1,7 büyümüşken, onu takip eden malzeme %2,8, biyo/agro teknoloji %5,4 ve elektrik/elektronik %6,6 oranında küçülmüştür. TFP endeksindeki en düşük küçülme ise %11,5 ile yazılım sektöründe olmuştur. (Şekil III.13)

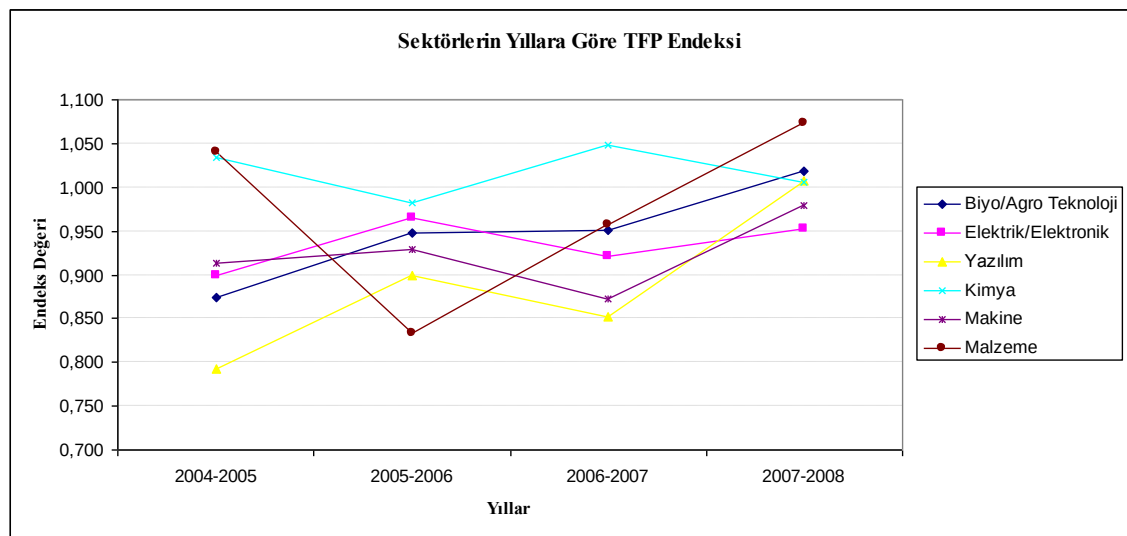


Şekil III. 13 Endekslerin sektörlere göre değerleri

Sektörlerin teknik etkinliklerindeki değişime bakıldığında, kimya sektörü dışındaki diğer 5 sektörde ortalamada bir iyileşme olduğu ve karar birimlerinin üretken sınıra yaklaştıkları anlaşılmaktadır. Yazılım sektörü %16,5 artış ile ilk sırada yer alırken, onu %15,8 ile biyo/agro teknoloji ve %12,3 ile malzeme sektörleri izlemiştir. Makine ve elektronik sektörlerindeki iyileşme göreceli olarak düşük kalmış ve sırasıyla %5,9 ve %2,3 olarak gerçekleşmiştir. Kimya sektörü ise teknik etkinlikte % 12,8'lik bir gerileme yaşamıştır.

Teknik etkinlik endeksindeki bu artışlar biyo/agro teknoloji, yazılım ve malzeme sektörleri için hem saf teknik hem de ölçek etkinliğindeki artış ile açıklanabilirken elektrik/elektronik sektörü için sadece saf teknik etkinlik, makine için ise ölçek etkinliği teknik etkinlik endeksindeki artıştan sorumludur.

Daha detaylı bir inceleme ve karşılaştırma yapabilmek için, sektörlerin endekslerinin 2004-2008 yılları arasında değişimleri hesaplanmıştır. TFP endeksinin sektör bazında yıllara göre değişimi incelendiğinde, biyo/agro teknoloji sektörünün yıllar içinde hep artış sergilediği, elektrik/elektronik, makine ve yazılım sektörlerinin birbirlerine benzer bir trend izledikleri, kimya sektörünün endeks değişiminin ise bu üç sektörün trendinin tamamen tersi yönde hareket ettiği görülmektedir. Malzeme sektörü ise ikinci dönemde hızlı bir düşüş göstermiş, ancak ilerleyen dönemlerde endeks hızlı bir şekilde yükselerek son dönemde zirveye ulaşmıştır. (Şekil III.14)



Şekil III. 14 Sektörlerin yıllara göre TFP endeksleri

2004-2005 döneminde TFP endeksinde büyüme görülen 2 sektör %4 ile malzeme ve %3,4 kimya sektörü olmuştur. Diğer sektörlerin TFP endeksi birim değer in altında gerçekleşmiş olup, en düşük endeks küçülmesi %20,7 ile yazılım sektöründe görülmüştür.

2005-2006 dönemi tüm sektörler için kötü bir dönem olmuştur. Hiçbir sektörde TFP endeksinde bir büyüme görülmezken, en iyi durumdaki kimya sektörü %1,7 gerilemiş, malzeme sektörü ise %16,7'lik ani bir düşüş ile zirveden en dip seviyeye inmiştir. Yine de bir önceki dönem ile karşılaştırıldığında elektrik/elektronik, biyo/agro teknoloji, makine ve yazılım sektörlerinin TFP endeksinde bir iyileşme olduğu göze çarpmaktadır.

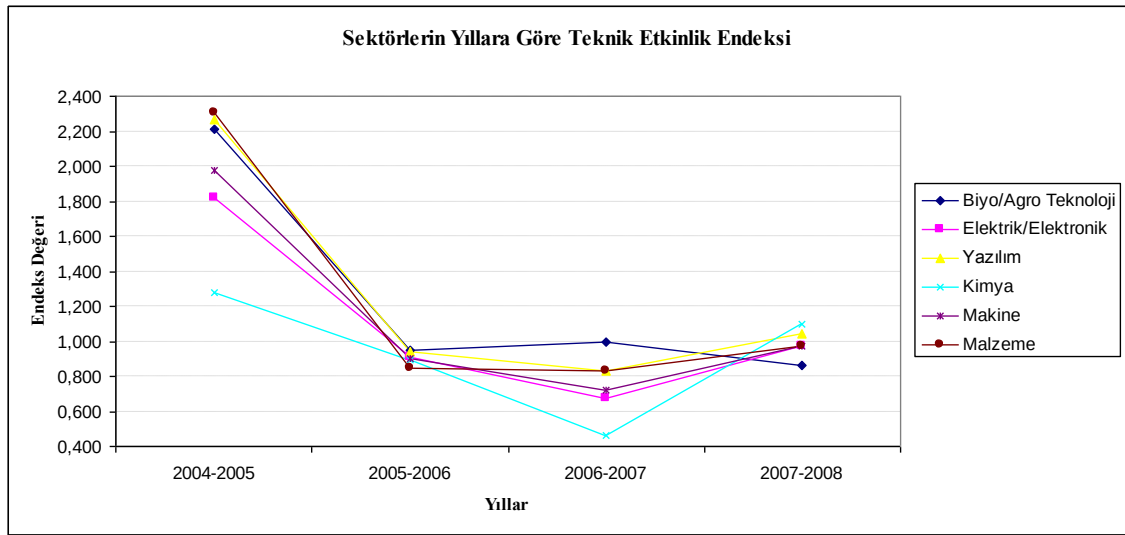
2006-2007 döneminde durum biraz iyileşme göstermiş ve en azından kimya sektörü %4,7'lik bir büyüme rakamına sahip olmuştur. Malzeme sektörünün TFP endeksi hızlı bir şekilde artarak 0,958 seviyesine ulaşmıştır. Biyo/agro teknoloji sektöründe ise bir önceki döneme göre %0,3'lük bir artış görülürken, diğer sektörlerde ise genel eğilim olarak endekste bir düşüş yaşanmıştır.

Son dönemin ise tüm sektörler için olumlu bir dönem olduğu söylenebilir. Kimya sektöründe bir önceki döneme kıyasla endekste bir düşüş olsa da yine de %0,6'lık bir büyüme görülmüştür. Malzeme sektörünün TFP endeksindeki %7,4'lük büyüme ile zirveye çıkarken onu %1,9 artış ile biyo/agro teknoloji ve %0,8 artış ile yazılım sektörleri izlemiştir. Makine ve elektrik/elektronik sektörlerinin endeks değerleri de 2006-2007 dönemine göre artış sergilese de yine de birim değer in altında kalmışlardır.

TFP'nin önemli bir bileşeni olan teknik etkinlik endeksi, 5 yıllık ortalamada %7,1 artış göstererek TFP üzerinde olumlu bir etkiye sahip olmuştur. Sektör bazında yıllara göre teknik etkinlik endekslerine bakıldığında, 2004-2005 döneminin teknik etkinlik açısından en iyi dönem olduğu söylenebilir. Malzeme sektörü %130,1'lik teknik etkinlik endeks değeri ile zirvede yer alırken yazılım ve biyo/agro teknoloji sektörleri de %120'nin üzerinde değerleri ile ikinci ve üçüncü sıralarda yer almışlardır. Teknik etkinlik açısında bu dönemde en düşük endeks değerine sahip sektör ise % 28,1 ile kimya olmuştur. (Şekil III.15)

2005-2006 ve 2006-2007 yılları tüm sektörler için teknik etkinlik endeksinin düşük birim değerden küçük olduğu dönemler olmuştur. Her iki dönemde de biyo/agro teknoloji sektörü başı çekerken, ilk dönemde malzeme ikinci dönemde de kimya sektörü en alt sırada yer almıştır. Hatta kimya sektörünün 2006-2007 dönemindeki teknik etkinlik endeksindeki %54'lük gerileme, tüm yıllar ve sektörlerin en düşük değeri olmuştur.

2007-2008 döneminde biyo/agro teknoloji dışında tüm sektörlerin teknik etkinlik endekslerinde artış görülmüştür. Kimya sektörü %10,1'lik büyüme ile bir önceki dönemdeki en alttaki konumundan lider konumuna gelmiştir.



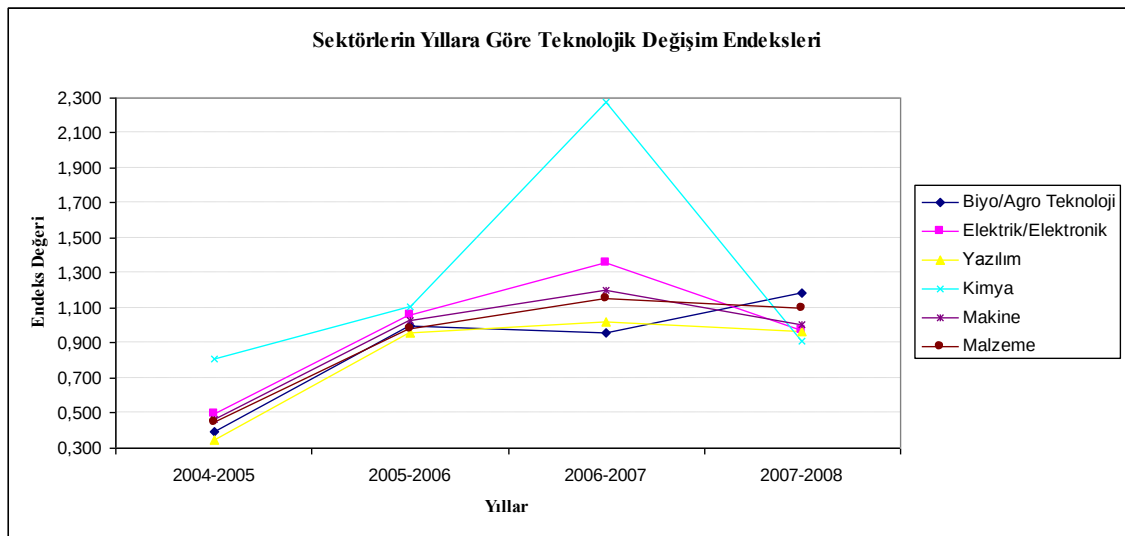
Şekil III. 15 Sektörlerin yıllara göre teknik etkinlik endeksleri

TPF endeksindeki büyümeyi açıklayan diğer bir bileşen olan teknolojik değişim endeksi için ise 2004-2005 dönemi, diğer dönemlere kıyasla tüm sektörler bazında en kötü dönemdir. Yazılım sektörü 0,350 teknolojik değişim endeksi değeri ile en çok gerileyen sektör olurken kimya sektörü 0,808'lik endeks değeri ile gerilemeyi en az hisseden sektör olmuştur. (Şekil III.16)

2005-2006 döneminde ise üretim sınırında bir iyileşme görülerek tüm sektörlerin teknolojik değişim endekslerinde artış kaydedilmiştir. %10,4 ile kimya, %5,9 ile elektrik/elektronik ve %2,6 ile makine sektörleri ilk üç sırada yer almışlardır. 0,957'lik endeks değeri ile yazılım sektörü diğer sektörlerle kıyasla yine son sırada kalmıştır.

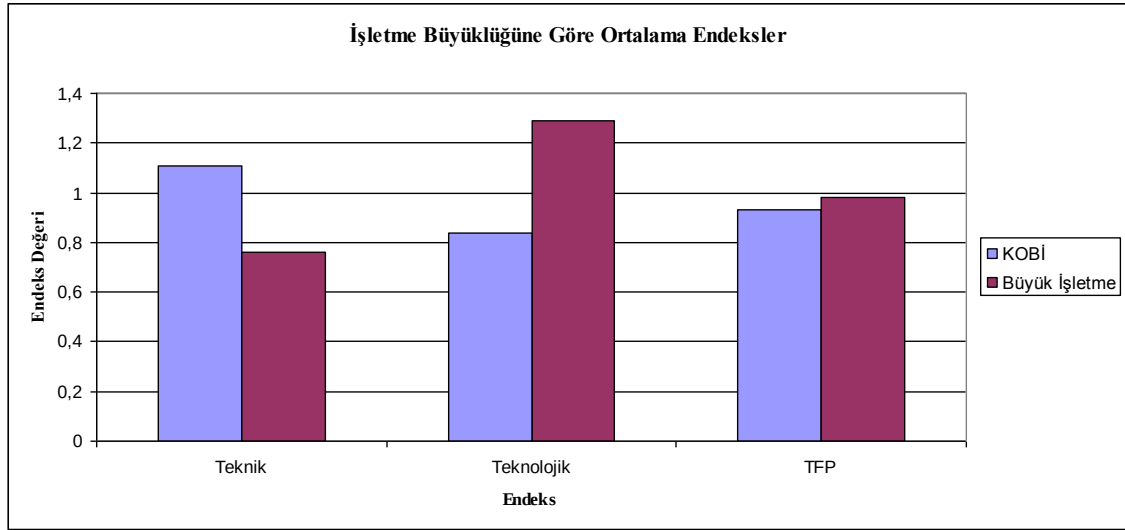
2006-2007 döneminde üretim sınırındaki bu ilerleme biraz yavaşlamışsa da tüm sektörler için artmaya devam etmiştir. 5 sektör birim değerinde teknolojik etkinlik değişim endeksine sahipken sadece biyo/agro teknoloji sektörü birim değerinde altında kalmıştır. Kimya sektörünün %127,7'lik teknolojik endeks değişimi ise tüm yıllar ve sektörler içinde en yüksek değer olmuştur.

2007-2008 döneminde ise teknolojik endeks bir önceki yıla göre azalmıştır. En keskin düşüşü kimya sektörü gösterirken biyo/agro teknoloji sektörü endekste %18,4'lük iyileşme ile en üst sırada yer almıştır.



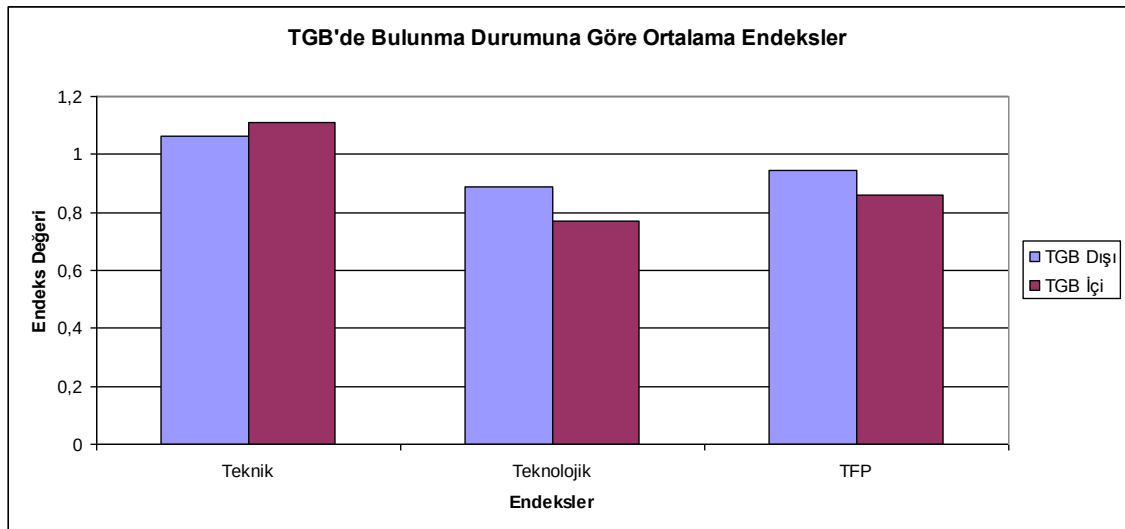
Şekil III. 16 Sektörlerin yıllara göre teknolojik değişim endeksleri

Karar birimleri işletme büyüklüğüne göre sınıflandırıldığında KOBİ'lerin ortalama olarak toplam faktör üretkenliklerinin büyük işletmelere oranla daha düşük olduğu, ancak her iki grup işletmenin TFP endekslerinin sırasıyla %7,1 ve % 1,9 küçüldüğü gözlemlenmiştir. KOBİ'lerin teknik etkinlik endeksinin birim değerden büyük olması, üretim sınırına daha fazla yaklaştıkları ve mevcut kaynakları daha etkin kullandıkları sonucunu doğurmaktadır. Ancak KOBİ'lerin TFP endeksindeki küçülme, teknolojik endeksin küçülmesi yani teknolojiye gerilemenin bir sonucudur. Büyük işletmelerde ise KOBİ'lerin tam tersi bir durum bulunmaktadır. Büyük işletmeler için teknolojiye ilerleme kaydedilirken teknik etkinlik endeksindeki küçülme ile üretim sınırından uzaklaşılması sonucu TFP endeksinde küçülme meydana gelmiştir. (Şekil III.17)



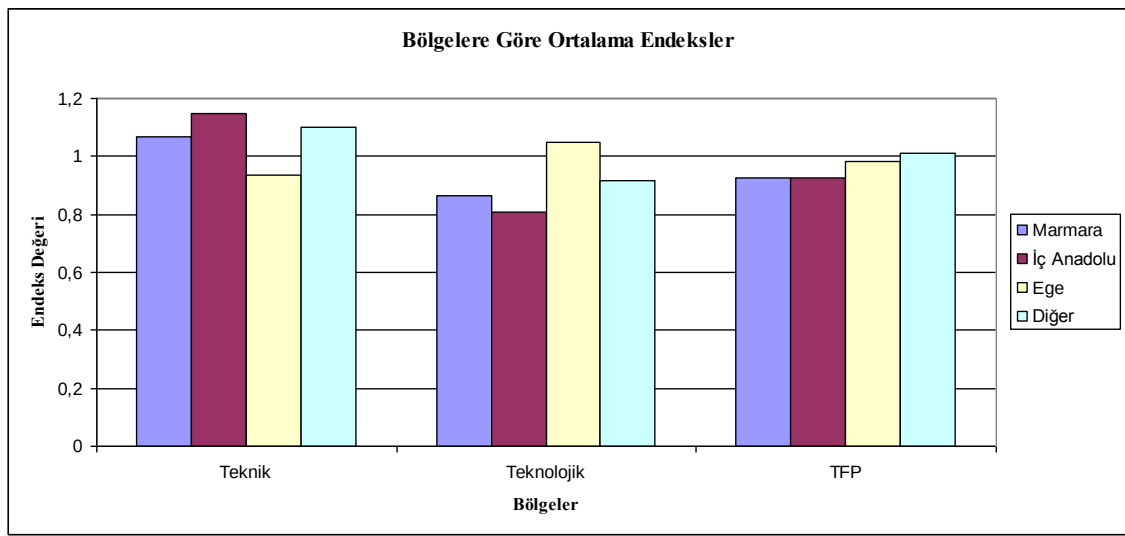
Şekil III. 17 İşletme büyüklüğüne göre ortalama endeksler

Teknoloji geliştirme bölgelerinin dışında faaliyet gösteren firmaların TFP endeksi ortalama olarak %5,4 küçülme oranı ile %14,2 küçülme yaşayan TGB içinde faaliyet gösteren firmalardan daha yüksek olmuştur. Her iki grup firmanın da teknik etkinlik endeksleri birim değerden büyük, teknolojik değişim endeksleri ise birim değerden küçüktür. TGB içi firmalar %11,1'lik teknik etkinlik değişim oranı ile TGB dışı firmalardan daha etkin konumda iken %22,8'lik teknolojik endekste gerileme ile TGB dışı firmaların gerisine düşerek ortalamada TFP endeksi daha büyük bir küçülme yaşamıştır. (Şekil III.18)



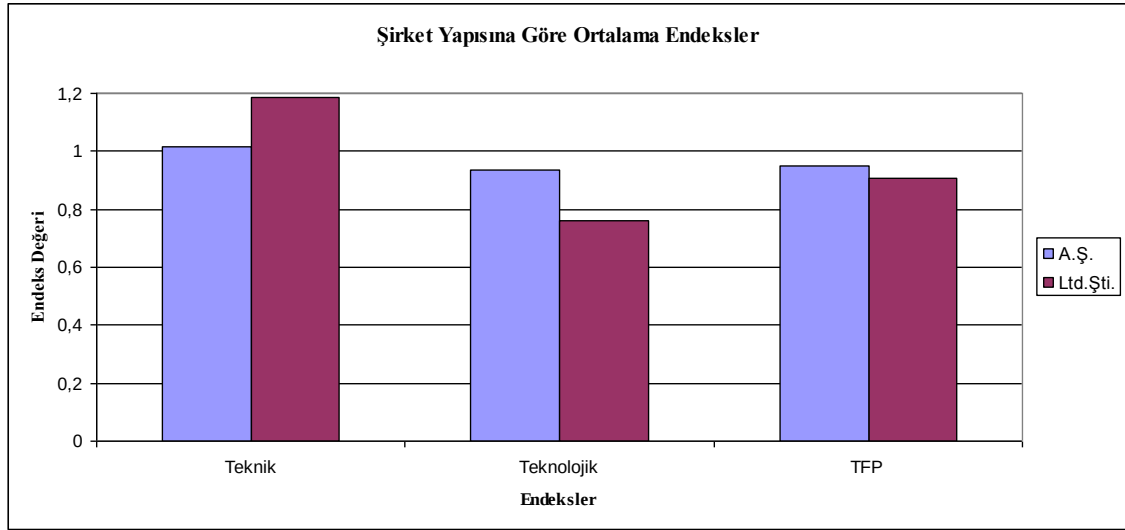
Şekil III. 18 TGB'de bulunma durumuna göre ortalama endeksler

Bölge bazında TFP endeksi hesaplandığında, diğer bölgelerin TFP endeksinin ortalamada %1,2 artış gösterdiği, Marmara, İç Anadolu ve Ege bölgelerinin ise birim değer altında kalarak endekslerinin küçüldüğü belirlenmiştir. Ege Bölgesi'nin teknolojik değişim endeksi diğer 3 bölgenin aksine %5,1 artış göstermiş, ancak teknik etkinlik değişim endeksi %6,6 azalmıştır. Marmara, İç Anadolu ve diğer bölgeler için ise birim değerden büyük teknik etkinlik değişim endeksi TFP büyümesi üzerinde olumlu etki yaratırken teknolojik değişim endeksi TFP'ye olumsuz yönde etki etmiştir. (Şekil III.19)



Şekil III. 19 Bölgelere göre ortalama endeksler

Endeks değerleri şirket yapılarına göre sınıflandırılarak tekrar hesaplandığında, hem anonim şirketler hem de limited şirketlerin TFP endeksinde bir küçülme yaşadıkları, ancak anonim şirketlerin ortalamada %5,2'lik küçülme ile endeksi %9,4 azalan limited şirketlerden daha iyi durumda oldukları söylenebilir. Limited şirketlerin ortalama teknik etkinlik endeksi %18,8 artış göstermişken A.Ş.'lerin etkinliği aynı dönemde ancak %1,5 artmıştır. Bunun tersine teknolojik açıdan üretim sınırındaki geri yönlü hareket limited şirketlerde daha büyük bir etki yaratarak TFP endeksinin A.Ş.'lerin gerisinde kalmasına yol açmıştır. (Şekil III.20)



Şekil III. 20 Şirket yapısına göre ortalama endeksler

Son olarak da herhangi bir gruplama yapılmadan karar birimleri tek tek ele alınarak sonuçları değerlendirilmiştir. TFP endeksi birden büyük olan karar birimleri arasında yıllar itibariyle bir örüntü olup olmadığı incelenmiştir. 2004-2005 döneminde 40, 2005-2006 döneminde 34, 2006-2007 döneminde 21, 2007-2008 döneminde ise 29 karar biriminin TFP değişimi pozitif olmuştur. Bu trendin genel olarak endeksin değişimi ile uyumlu olduğu söylenebilir. Yıllar itibariyle endeksin geometrik ortalamalarına göre ise toplam 28 karar birimi birim değer üzerinde bir değer almıştır. 4 yılın ortalama TFP endeks değeri tüm karar birimleri için 0,934 olarak hesaplanmış, 54 karar birimi ortalamada bu değerin üzerinde 52 karar birimi ise altında kalmıştır.

TFP endeksi pozitif değişim gösteren karar birimlerinin dört dönem boyunca gözlemlenme sıklıklarına bakıldığında ise 17'sinin 3 farklı dönemde büyüme yaşadıkları, 22'sinin iki kez, 29'unun ise sadece bir kez TFP endeksinin birim değerden büyük olduğu belirlenmiştir. 3 farklı dönemde de endeksi büyüme gösteren karar birimlerinden sadece ikisinin 4 dönemlik ortalama TFP endeksi birim değerin altında kalmıştır.

En yüksek endeks değerine sahip ilk üç karar birimi malzeme, yazılım ve kimya sektörlerinde faaliyet göstermekte ve ortalamada sırasıyla % 82,0, %77,6 ve %56,7 TFP endekslerinde büyüme görülmektedir. En düşük endeks değerine sahip karar birimlerine bakıldığında ise son sırada %41,2 küçülme ile bir yazılım firması bulunmakta, onu

%40,3'lük küçülme ile makine ve %37,5'luk küçülme ile elektrik/elektronik sektörlerinden birer firmanın takip etmekte olduğu belirlenmiştir.

Karar birimlerinin ayrı ayrı incelenmeleri sonucunda herhangi bir karar biriminin diğerlerine üstün gelerek yıllar içinde baskın bir konumda olmadığı ve sabit bir örüntünün bulunmadığı tespit edilmiştir.

III.6. VZA SONUÇLARI İLE TAHMİN MODELİ KURULMASI

Daha önceki kısımlarda finansal rasyo analizinin her bir rasyonun tek bir girdinin tek bir çıktı ile ilişkisinin incelemesinden ötürü karar birimlerinin etkinliklerinin ölçülmesinde yetersiz kaldığı belirtilmiştir. VZA yöntemi ile yapılan analizde, karar birimlerinin birden fazla girdi ve çıktıları aynı anda incelenerek karar birimlerinin hangilerinin diğerlerine kıyasla etkin oldukları ortaya koyulabilmektedir. Ancak, VZA yürütmek için girdi ve çıktılar arasındaki korelasyon dikkate alınması, yüksek korelasyona sahip değişkenlerin analizin dışında kalmasına yol açmıştır.

Çalışmanın bu kısmında firmanın bilanço ve gelir tablosu verilerinden yararlanılarak hesaplanan finansal rasyoların karar birimlerinin etkin olup olmadıklarını tahmin etmede kullanılıp kullanılamayacağı araştırılmıştır. Bunun için de ikili (dichotomous) bağımlı değişken kullanımını mümkün kılan lojistik regresyon yönteminden yararlanılmıştır.

Karar birimlerinin etkinlik analizinde veriler arası korelasyonlar göz önüne alınarak sonuçta firma yaşı, özkaynaklar ve Ar-Ge gideri girdi olarak, brüt satışlar, faaliyet kârı ve dönem net kârı ise çıktı olarak kullanılmışlardır. Rasyo analizinde ise mümkün olan bütün veriler kullanılarak toplam 17 rasyo hesaplanmıştır.

Bu aşamada ise lojistik regresyonla kurulacak olan modelde etkinlik analizi ile rasyo analizi arasında bir çakışma olmaması için, etkinlik analizinde kullanılan değişkenlerle hesaplanan rasyoların modelden çıkartılmasına karar verilmiştir. Yapılan değerlendirme sonucunda net kâr marjı, faaliyet kâr marjı, özkaynak kârlılığı, aktiflerin kârlılığı, toplam borçların özsermayeye oranı ve özsermayenin toplam aktiflere oranı analize dâhil edilmemiştir.

Geriye kalan 11 finansal rasyonun 5 yıllık sonuçları arasındaki korelasyon hesaplanmıştır. Aralarındaki korelasyonu çok yüksek olan cari ile asit test rasyolarından cari rasyo; kısa vadeli yabancı kaynaklar/toplam aktifler ile toplam borçlar/toplam aktifler rasyolarından ise toplam borçlar/toplam aktifler analize dâhil edilmiştir. Geriye kalan rasyolar arasında korelasyonun düşük olduğu belirlenmiş ve sonuç olarak 9 adet rasyonun lojistik regresyon analizi için kullanılmasına karar verilmiştir. (Tablo III.38)

Tablo III. 38 Kullanılan rasyoların korelasyonları

	Cari	Asit- test	Brüt Kâr Marjı	TB/T A	KVYK /TA	UVYK /TA	KVYK /UVK Y	Al. Dev.	Stok Dev.	Aktif Dev.	DV Dev.
Cari	1,000										
Asit-test	0,925	1,000									
Brüt Kâr Marjı	0,117	0,131	1,000								
T.Borç/T.Aktif	-0,327	-0,324	-0,336	1,000							
KVYK/TA	-0,392	-0,346	-0,356	0,925	1,000						
UVYK/TA	0,082	-0,022	-0,029	0,408	0,030	1,000					
KVYK/UVKY	0,005	0,016	-0,003	-0,051	0,010	-0,158	1,000				
Alacak Devir	-0,027	-0,007	-0,027	0,026	-0,021	0,118	0,002	1,000			
Stok Devir	-0,036	-0,019	-0,007	-0,014	0,001	-0,039	0,013	0,083	1,000		
Aktif Devir	-0,110	-0,070	-0,007	0,387	0,415	0,022	0,035	0,152	0,055	1,000	
Dön.Var.Devir	-0,083	-0,128	0,001	-0,008	-0,054	0,109	-0,015	0,059	0,031	0,076	1,000

Tüm karar birimlerinin kullanılan 5 yıllık rasyoları üzerinden yapılan incelemelerde, bazı değerlerin ortalamaya kıyasla zaman zaman çok fazla büyüdüğü veya küçüldüğü, veriler arasındaki boyut farkının fazla olduğu göze çarpmıştır. Bu farkı ortadan kaldırmak için, yüksek farkların görüldüğü rasyoların doğal logaritması (ln) alınarak modele dâhil edilmeleri sağlanmıştır.

Lojistik regresyon analizinde bağımlı değişken olarak karar birimlerinin etkinlik skorları kullanılmıştır. Bir karar biriminin etkin sayılması için VRS etkinlik skorunun %90'dan daha büyük olması varsayılmış ve bu koşulda etkin olan karar birimlerine 1, olmayan karar birimlerine 0 değeri verilmiştir (VRSEFF). Bağımsız değişken olarak da yukarıda bahsedilen rasyoların yanında sektör, bölge, şirket yapısı ve teknoloji geliştirme bölgesinde bulunma ikili değişkenleri (1 veya 0) kullanılmıştır.

Analizler SPSS for Windows Release 11.5.0 istatistik programı yardımıyla yapılmıştır. Program tarafından sunulan lojistik regresyon modelleri arasından, tüm değişkenlerin ilk başta denkleme dâhil edilip ardından adım adım değişkenlerin çıkartılarak denendiği “Backward Selection” (geriye doğru seçim) kullanılmıştır. Bu metodun iki alt çeşidi olan “Conditional” ve “Likelihood Ratio” metodlarının ikisi de denenmiş ve benzer sonuçları verdikleri tespit edilmiştir. Ayrıca, karşılaştırma yapmak adına her değişkenin bir kerede analize dâhil edildiği “Enter” metodunun da sonuçları alınmıştır. Tahmin denkleminin oluşturulmasında sabit değer kullanılmış, Hosmer-Lemeshow uyum testinin de yapılması sağlanmıştır.

Modelin karar verilmesi gereken noktalarından biri adımsal olasılıkların tanımlanmasıdır. Adımsal olarak değerlendirilen değişkenlerin modele girişi için %5, modelden çıkışı için ise %10 olasılık göz önüne alınmıştır. Bu değerler, SPSS programının da varsayılan değerleridir. Bunu açıklamak gerekirse, sadece sabit değeri olan model oluşturulduktan sonra her değişkenin modelin olabilirlik (log-likelihood) değerine katkısı hesaplanmış, en büyük değere sahip değişkenin katkısı %5 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı ise modele dâhil edilmiş, %10’dan büyük ise modelden çıkarılmıştır. Bu işlem adımsal olarak diğer değişkenler için de tekrarlanmış ve modelin olabilirlik değerine anlamlı katkısı olan tüm değişkenler dâhil edilene kadar sürdürülmüştür.

Diğer karar noktası ise doğru sınıflandırma kesme değerinin (classification cutoff) bulunmasıdır. Programda varsayılan kesme değeri 0,5’tir (%50). Bu değer tahmin değişkenlerinin analiz grubuna dâhil edilip edilmemesi ile ilgilidir. Neter ve diğerlerine (1996) göre varsayılan kesme değeri ile yapılan hesaplamada eğer veri seti iyi bir uyum göstermiyorsa, kesme değeri değiştirilerek deneme-yanılma yöntemi ile en iyi uyumu sağlayacak değer belirlenir. Kesme değeri arttıkça daha az yanlış pozitif (tip 1 hata) ortaya çıkarken daha fazla yanlış negatif (tip2 hata) görülür. (Van den Berg, 2009) Bu nedenle de veri seti için tahmin edilen ve gerçek değerlerin olasılığını dengeye getirecek en uygun kesme değeri bulunmalıdır. Sonuçlarda gösterilen sınıflandırma tablosu gerçek değerler ile tahmini değerleri birbirleri ile kıyaslamaktadır. Kesme değeri değiştirilerek modelin doğru tahmin etme yüzdesi artırılabilir. Ancak yine de bu tek

başına iyi uyum için yeterli değildir. Ayrıca, araştırma kapsamında yapılan gözlemlerde kesme değerinin modelin önerdiği sonuca bir etkisinin olmadığı anlaşılmıştır.

Bu koşullar altında desteğin kullanıldığı yıllar olan 2004, 2005 ve bittiği yıl olan 2008 için lojistik regresyon analizi yapılarak karar birimlerinin Ar-Ge etkinliklerini açıklamada hangi değişkenlerin etkili oldukları ortaya konulmaya çalışılmıştır. Sonuçlar detaylı bir şekilde programdan elde edilmiş olup, örnek oluşturması açısından sadece 2004 yılına ait sonuçların detayları aşağıda verilecektir.

III.6.1. 2004 Yılı Sonuçları

Öncelikle model varsayılan değer olan 0,5’lik kesme değeri ile çalıştırılmış, ancak bu değer doğruluk yüzdelerinin genel olarak düşük olduğu belirlenmiştir. Bunun üzerine deneme yanılma yöntemi ile farklı kesme değerleri kullanılarak model birkaç kez çalıştırılmış ve en uygun doğruluk yüzdesini veren kesme değeri 0,25 olarak bulunmuştur.

Aşağıdaki tabloya göre 106 firmanın hepsinin analize dâhil olduğu, herhangi bir eksik gözlem olmadığı görülmektedir. VRS modelin göre etkin firmalar 1, etkin olmayan firmalar ise 0 olarak kodlanmıştır. (Tablo III. 39)

Tablo III. 39 Modele seçilen gözlemler

MODEL ÖZETİ			
Ağırlıksız Model (a)		N	Yüzde
Modele Seçilenler	Analize Dâhil Olan	106	100,0
	Eksik Gözlem	0	0,0
	Toplam	106	100,0
Seçilmeyenler		0	0,0
Toplam		106	100,0

a Eğer ağırlık varsa, toplam gözlem sayısı için sınıflandırma tablosuna bakınız.

SPSS’in varsayılan ayarları lojistik regresyon analizini iki adımda gerçekleştirmektedir. Adımlar arasındaki fark, tahmin değişkenlerinin modele dâhil edilmesi ile ilgilidir. Adım 0 olarak adlandırılan ilk adımda sadece sabit değer bulunmakta olup, bu adım genellikle araştırmacılar için ilgi çekici değildir. (Annotated SPSS Output, 2011)

İlk olarak modele sabit değer dışında hiçbir değişkenin dâhil edilmediği başlangıç çözümü (adım 0) ile ilgili tablolar sunulmuştur. Sınıflandırma tablosuna göre başlangıç çözümünde etkin olmayan karar birimleri tamamen doğru atanmış, bunun aksine etkin karar birimleri ise tamamen yanlış atanmıştır. Genel yüzde ise %76,4 seviyesinde çıkmıştır. Etkin karar birimlerinin yanlış atanması istenmeyen bir durum olup, modele değişkenlerin dâhil edilmesi için analize devam edilmesi gerektiğinin bir göstergesi sayılabilir. (Tablo III. 40)

Tablo III. 40 Başlangıç adımı için sınıflandırma tablosu

SINIFLANDIRMA TABLOSU (a,b)					
Gözlemlenen			Tahmin Edilen		
			VRSEFF		Doğruluk Yüzdesi
			0	1	
Adım 0	VRSEFF	0	81	0	100,0
		1	25	0	0,0
	Genel Yüzde				76,4

a Sabit değer modele dâhil edilmiştir.

b Kesme değeri ,250'tir.

Sadece sabit değer olduğu modelde sabit değer 0 olduğunu varsayan sıfır hipotezi test edilmiş ve 0,05 güven aralığında sabit değer sıfır olmadığı ve sıfır hipotezinin reddedileceği anlaşılmıştır. (Tablo III. 41)

Tablo III. 41 Başlangıç Adımında Denkleme Dâhil Olan Değişkenler

Denkleme Dâhil Olan Değişkenler

DENKLEME DÂHİL OLAN DEĞİŞKENLER						
	B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)
Adım 0 Sabit	-1,176	0,229	26,401	1	0,000	0,309

Program gereği ilk adımda hiçbir değişken modele dâhil edilmemiştir. Bunu gösteren tablo ise aşağıda sunulmuştur. Burada hesaplanan skorlar, Rao'nun etkinlik skoru

istatistiğinin değeri olup, ilgili değişkenin lojistik regresyon katsayısının sıfır olup olmadığını test etmek için kullanılmaktadır. (Tablo III. 42)

Tablo III. 42 Denkleme dâhil olmayan değişkenler (a)

			Skor	df	Sig.
Adım 0	Değişkenler	CARI	1,723	1	0,189
		BRKARMAR	2,580	1	0,108
		TBTA	1,464	1	0,226
		UVTA	0,728	1	0,393
		KVUV	0,693	1	0,405
		ALDEV	5,371	1	0,020
		STDEV	0,702	1	0,402
		AKDEV	1,664	1	0,197
		DVDEV	5,506	1	0,019
		SEK1	0,010	1	0,920
		SEK2	0,011	1	0,915
		SEK3	0,001	1	0,978
		SEK4	0,010	1	0,920
		SEK5	2,206	1	0,137
		SEK6	2,775	1	0,096
		BMAR	0,031	1	0,861
		BIC	0,098	1	0,754
		BEGE	0,042	1	0,838
		BDIG	0,789	1	0,374
		YAS	0,687	1	0,407
		YLTD	0,687	1	0,407
		TGB	3,324	1	0,068

a Artık ki-kareler gereksiz oldukları için hesaplanmamışlardır.

Bundan sonraki adımlarda ileri doğru seçim – olabilirlik rasyosu (Forward Stepwise – Likelihood Ratio) yöntemi ile adım adım tahmin değişkenleri modele dâhil edilmiştir. Toplam 4 adım yürütüldükten sonra daha fazla değişkenin modele dâhil olamaması sonucunda program analizi sonlandırmıştır.

Tablo III. 43'te son üç adım için olabilirlik ki-kare değerleri, serbestlik dereceleri ve anlamlılık düzeyleri verilmiştir. Sig. kolonu, sıfır hipotezinin doğru olduğu (bağımsız

değişkenlerin bağımlı değişken üzerinde hiçbir etkisinin olmadığı durum) varsayımı altında verilen ki-kare değerinin elde edilme olasılığını vermektedir. Tablodan da görüleceği üzere 16. adımda modelin ki-kare değeri 19,093 ve anlamlılık düzeyi (p) 0,001 olarak gerçekleşmiştir. %5’lik anlamlılık seviyesinde katsayıların sıfır olduğu model reddedilerek modelin genel olarak anlamlı olduğunda karar verilmiştir. Serbestlik derecesi (df) ise son adımda modele toplam 4 değişkenin dâhil olduğunu göstermektedir.

Tablo III. 43 Modelin katsayılarının Omnibus testleri

		Ki-kare	df	Sig.
Adım 14	Adım	-0,827	1	0,363
	Blok	22,205	6	0,001
	Model	22,205	6	0,001
Adım 15	Adım	-1,819	1	0,177
	Blok	20,386	5	0,001
	Model	20,386	5	0,001
Adım 16	Adım	-1,292	1	0,256
	Blok	19,093	4	0,001
	Model	19,093	4	0,001

Her adım için hesaplanan -2Log olabilirlik değerleri, Cox ve Snell R^2 ve Nagelkerke R^2 değerleri Tablo III. 44’te sunulmuştur. Lojistik regresyon modelinde lineer regresyon modelindeki R^2 değeri bulunmadığından bazı sözde R^2 istatistikleri geliştirilmiş olup, burada sadece ikisi hesaplanmıştır. Ancak bu değerler, lineer regresyondaki varyansın değişkenler tarafından açıklanma oranı olmadığından dikkatle yaklaşılması önerilmektedir. (Annotated SPSS Output, 2011) 4. adım için Cox ve Snell R^2 değeri %16,5 ve Nagelkerke R^2 değeri ise %24,8 olarak bulunmuştur. Yine de bu değerlerin bağımlı değişkenler ile bağımsız değişkenler arasındaki ilişkinin düzeyini tam olarak göstermedikleri ve modelin uygunluğunun değerlendirilmesinde kullanılmadıkları unutulmamalıdır.

-2 Log likelihood (olabilirlik) değeri tek başına çok anlamlı olmasa da farklı modeller arasında karşılaştırma yapmak için kullanılabilir. Modelin tahmin gücünün kötülüğünü gösteren bu istatistiksel değer karşılaştırma yapılırken büyük olması

istenilen bir durumdur çünkü modelin tahmin gücünün göreceli olarak daha iyi olduğunu işaret eder. Tablo III. 44'ten de görülebileceği gibi -2 Log olabirlik değeri her adımda artarak en son 16. adımda 96,711 değerini almıştır. Bu da son adımın önceki diğer adımlarda önerilen modelden daha iyi bir tahmin gücü olduğunun bir göstergesidir.

Tablo III. 44 Model Özeti

Adım	-2 Log likelihood	Cox & Snell R Square	Nagelkerke R Square
14	93,600	0,189	0,284
15	95,419	0,175	0,263
16	96,711	0,165	0,248

Tahmin edilen olasılıkların büyüklükleri üzerinden bir sınıflama yapan Hosmer ve Lemeshow testi (Hosmer-Lemeshow goodness-of-fit) modelin iyi uyumunun bir göstergesi olarak kullanılmaktadır. Hesaplanan ki-kare değerlerine ait anlamlılık değerlerinin %5'ten büyük olması, gözlemlenen ve tahmin edilen değerler arasında bir fark olmadığını öne süren sıfır hipotezinin reddedilmemesini ifade etmektedir. Bu da modelin yaptığı tahminin verilere kabul edilebilir bir seviyede uyduğunun göstergesi olduğu için istenilen bir durumdur. 16. adımdaki 0,513'lük anlamlılık değeri modelin verilerle iyi uyum gösterdiğini belirtmektedir. (Tablo III. 45)

Tablo III. 45 Hosmer ve Lemeshow Testi

Adım	Ki-kare	df	Sig.
14	4,372	8	0,822
15	5,082	8	0,749
16	7,224	8	0,513

Her adım için gözlemlenen ve tahmin edilen değerler kullanılarak bir sınıflandırma tablosu oluşturulmuştur. (Tablo III. 46) Bu tabloya göre 16. adımda 81 adet etkin olmayan karar biriminin 60'ı doğru tahmin edilirken (%74,1) etkin olan 25 karar biriminin 17'si doğru tahmin edilebilmiştir (%68). Değişkenlerin dâhil olmadığı başlangıç modeline göre daha dengeli bir dağılıma sahip olan bu modelin genel tahmin doğruluk yüzdesi %72,6 olarak hesaplanmıştır.

Tablo III. 46 Sınıflandırma Tablosu (a)

Gözlemlenen			Tahmin Edilen		
			VRSEFF		Doğruluk Yüzdesi
			0	1	
Adım 14	VRSEFF	0	60	21	74,1
		1	9	16	64,0
	Genel Yüzde				71,7
Adım 15	VRSEFF	0	58	23	71,6
		1	9	16	52,0
	Genel Yüzde				64,0
Adım 16	VRSEFF	0	60	21	74,1
		1	8	17	68,0
	Genel Yüzde				72,6

a Kesme değeri ,250'tir.

Son adımda denkleme dâhil olan değişkenler ile ilgili tablo aşağıda sunulmuştur. İlk adımda tüm değişkenler modele dâhil olmuş, daha sonra her adımda bir değişken çıkartılarak model son haline getirilmiştir. (Tablo III. 47)

Tablo III. 47 Denkleme Dâhil Olan Değişkenler

		B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)
Adım 16	AKDEV	1,427	0,692	4,258	1	0,039	4,168
	DVDEV	-2,012	0,783	6,603	1	0,010	0,134
	SEK5	1,252	0,574	4,757	1	0,029	3,499
	TGB	1,730	0,719	5,783	1	0,016	5,639
	Sabit	-0,847	0,470	3,240	1	0,072	0,429

Tablodaki B (beta) değeri lineer regresyona benzer şekilde ilgili bağımsız değişkenlerin modeldeki ağırlıklarını gösteren lojistik regresyon katsayılarıdır. S.E. bu katsayıların standart hatasını ifade etmektedir. Katsayıları test etmek için Wald ki-kare testi kullanılmıştır. Tablodaki Wald kolonu ilgili ki-kare değerini verirken Sig. kolonu ise anlamlılığı test etmek için çift kuyruklu p değerini sunmaktadır. 0,05'lik alfa değerine göre sabit değer dışındaki tüm değişkenlerin p değeri daha küçük olduğu için sıfır hipotezi (katsayının sıfır olduğu hipotez) reddedilerek bu katsayıların anlamlı bir şekilde sıfırdan farklı oldukları sonucuna varılmıştır.

Son olarak tabloda sunulan $\text{Exp}(B)$ değeri model tarafından tahmin edilen odds oranıdır. B katsayısının doğal logaritmanın tabanı olan e sayısının üssü olacak şekilde hesaplanmaktadır. Diğer bütün katsayılar sabit kaldığında, ilgili bağımsız değişken bir birim arttığında tahmin edebilme odds değeri $\text{Exp}(B)$ kadar artar. Örnek vermek gerekirse aktif devir hızındaki bir birim artış, odds değerinde 4,168’lik bir artışa yol açmaktadır.

Buna göre 16. adım sonunda oraya çıkan sonuçlara göre tahmin denklemi, anlamlı olmayan sabit değer de dâhil edilerek aşağıdaki gibi oluşturulabilir:

$$\text{Ln (odds)} = -0,847 + 1,427\text{AKDEV} - 2,012 \text{DVDEV} + 1,252\text{SEK5} + 1,730\text{TGB}$$

Odds oranı, karar birimlerinin etkin olma olasılığının (p) etkin olmama olasılığına ($1-p$) oranı olarak açıklanmaktadır. Yukarıdaki denklemi kullanarak odds değerini hesaplamak için değerleri girdikten sonra fonksiyondan elde edilecek sonucu e sayısının üssüne yerleştirmek yeterli olacaktır.

Modele dâhil olan değişkenlerin modelden çıkarıldığı zaman model üzerindeki etkisi aşağıdaki tablo aracılığı ile anlaşılabilir. Modeller arasında kıyaslama yapmak için kullanılan -2 Log likelihood değerinin göreceli olarak küçük olması daha iyi olduğundan bu değerdeki değişimin pozitif olması, ilgili değişken çıkarıldığında modelin tahmin gücünün düştüğünü göstermektedir. Değişimin anlamlılığına bakıldığında ise 16. adımda 0,05’lik alfa değerine göre tüm değişkenler için değişimin anlamlı olduğu, dolayısıyla da değişkenlerin modele dâhil edilmesinin uygun olacağı sonucuna varılabilir. (Tablo III. 48)

Tablo III. 48 Değişken Çıkarıldığı Zaman Modele Etkisi

Değişken		Model Log Likelihood	-2 Log Likelihood Değişimi	df	Değişimin Anlamlılığı
Adım 16	AKDEV	-51,682	6,652	1	0,010
	DVDEV	-53,743	10,774	1	0,001
	SEK5	-50,764	4,816	1	0,028
	TGB	-51,230	5,749	1	0,016

Son olarak da her adımda modele dâhil olmayan değişkenlerin her adımdaki skorları, serbestlik dereceleri ve bunların anlamlılık seviyeleri program tarafından hesaplanarak tablolandırılmıştır. Sadece 16. adım için sunulan aşağıdaki tabloya göre modele dâhil olmayan değişkenler 0,05’lik alfa değerine göre anlamlı bulunmamışlar ve tahmin için kullanılmamışlardır. (Tablo III. 49)

Tablo III. 49 Denkleme Dâhil Olmayan Değişkenler

			Skor	df	Sig.
Adım 16	Değişkenler	CARI	0,223	1	0,637
		BRKARMAR	0,458	1	0,499
		TBTA	0,000	1	0,998
		UVTA	0,048	1	0,826
		KVUV	0,498	1	0,481
		ALDEV	0,589	1	0,443
		STDEV	1,447	1	0,229
		SEK1	1,490	1	0,222
		SEK2	0,000	1	0,992
		SEK3	0,737	1	0,391
		SEK4	1,563	1	0,211
		BMAR	0,408	1	0,523
		BIC	0,958	1	0,328
		BEGE	0,000	1	0,998
		YAS	0,849	1	0,357

III.6.2. 2005 Yılı Sonuçları

2005 yılı sonuçlarına göre hiçbir katsayının kullanılmadığı adım 0’ın açıklama gücü yetersiz bulunduğu için değişkenlerin adım adım çıkartılacağı ikinci aşamaya geçilmiştir. Bu aşamada ilk adım yürütüldükten sonra başka bir değişken daha çıkartılamadığı için 17. adımda analiz sonlandırılmıştır. Omnibus testine göre 26,505’lik ki-kare değerine ilişkin anlamlılık düzeyi 0,000 olarak hesaplanmış, %5’lik anlamlılık seviyesinde katsayıların sıfır olduğu model reddedilerek modelin genel olarak anlamlı olduğunda karar verilmiştir. Özet olarak modelin Cox ve Snell R^2 değeri %22,1, Nagelkerke R^2 değeri %30,6, -2 Log likelihood değeri ise 109,341 olarak bulunmuştur. Hosmer ve Lemeshow testine göre 4,131’lik ki-kare değerinin

anlamlılığının 0,835 olması modelin yaptığı tahminin verilere kabul edilebilir bir seviyede uyduğunu göstermektedir.

Deneme-yanılma yöntemi ile en iyi kesme değerinin 0,390 olduğu belirlenmiş, bunun sonucunda da sınıflandırma tablosuna göre modelin tahmin doğruluk yüzdesi %71,7 olarak hesaplanmıştır.

17 adım yürütülen analiz sonucunda cari oran (CARI), toplam borçlar/toplam aktifler (TBTA) ve aktif devir hızı (AKDEV) sabit katsayı ile beraber modele dâhil olmuştur. (Tablo III. 50) Değişkenler istatistiksel olarak anlamlı bulunmuş olup, modelden çıkartılmaları sonucunda modelin açıklama gücünde anlamlı bir düşme yaşanması da bu değişkenlerin modele dâhil olmasının uygun olacağını göstermektedir.

Tablo III. 50 Denkleme Dâhil Olan Değişkenler

	B	S.E.	Wald	Df	Sig.	Exp(B)
Adım 17 CARI	0,257	0,130	3,913	1	0,048	1,293
TBTA	4,476	1,182	14,344	1	0,000	87,888
AKDEV	1,017	0,480	4,499	1	0,034	2,765
Sabit	-4,423	1,041	18,056	1	0,000	0,012

III.6.3. 2008 Yılı Sonuçları

2008 yılı sonuçlarına göre hiçbir katsayının kullanılmadığı adım 0'ın açıklama gücü yetersiz bulunduğu için değişkenlerin adım adım çıkartılacağı ikinci aşamaya geçilmiştir. Bu aşamada ilk adım yürütüldükten sonra 20. adımda analiz tamamlanmıştır. Omnibus testine göre 2,809'luk ki-kare değerine ilişkin anlamlılık düzeyi 0,094 olarak hesaplanmıştır. Modelin 20. adım için Cox ve Snell R^2 değeri %2,6, Nagelkerke R^2 değeri %3,8, -2 Log likelihood değeri ise 123,497 olarak bulunmuştur. Hosmer ve Lemeshow testine göre 6,141'lik ki-kare değerinin anlamlılığının 0,631 olması modelin yaptığı tahminin verilere kabul edilebilir bir seviyede uyduğunu göstermektedir.

Sınıflandırma tablosu oluşturulurken yine deneme-yanılma yöntemiyle en dengeli dağılımı sağlayan kesme değeri 0,35 olarak bulunmuş, genel tahmin doğruluk yüzdesi ise 72,6 olarak gerçekleşmiştir.

20. adımda denklemde kalan değişkenlere bakıldığında uzun vadeli borçların toplam aktiflere oranı (UVTA) ile sabit katsayının 0,10'luk alfa değeri ile denkleme dâhil oldukları belirlenmiştir. (Tablo III.51) Modele dâhil olan değişkenlerin modelden çıkarılmaları modelin tahmin gücünü olumsuz etkilemekte ve bu surette denklemde bulunmalarını desteklemektedir.

Tablo III. 51 Denkleme Dâhil Olan Değişkenler

	B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)
Adım UVTA	2,011	1,195	2,832	1	0,092	7,471
20 Sabit	-1,299	,318	16,714	1	0,000	0,273

III.6.4. Sonuçların Özeti

Yıl bazında ayrı ayrı yapılan analizin sonuçları aşağıdaki tabloda sunulmaktadır. Buna göre, desteğin kullanıldığı yıllar olan 2004 ve 2005 yıllarında aktif devir hızı ortak bir değişken olarak pozitif etki yaratmaktadır. Desteğin tamamlanarak ürünlerin ticarileştiği düşünülen 2008 yılında ise uzun vadeli borçların toplam borçlara oranının etkinliği olumlu yönde etkilediği belirlenmiştir. (Tablo III. 52)

Tablo III. 52 Tüm sonuçların özeti

2004	2005	2008
Aktif Devir Hızı (+)	Cari (+)	Uzun vadeli borçlar / Toplam Aktifler (+)
Dönen Varlık Devir Hızı (-)	Toplam borçlar/Toplam aktifler (+)	
Makine Sektörü (+)	Aktif Devir Hızı (+)	
TGB'de bulunma (+)		

III.7. SUBJEKTİF ETKİNLİKLER İLE TAHMİN MODELİ KURULMASI

VZA analizi ile her yıl bazında hangi karar birimlerinin etkin olup hangilerinin olmadığı eldeki veriler kullanılarak objektif bir şekilde belirlenmiştir. Bu aşamada, analiz kapsamında kullanılan 106 adet firmanın 2008 yılı için hangilerinin Ar-Ge açısından kaynakları daha etkin kullandığı ve başarılı sonuçlar elde ettiği uzman görüşü alınarak tespit edilmiştir.

Yapılan değerlendirme sonucunda toplam 21 adet firmanın diğerlerine kıyasla ön plana çıktıkları görülmüştür. VZA etkinlik skoru yerine ön plana çıkan firmalar etkin olarak tanımlanarak “1” değeri ile, diğer firmalar ise etkin olmadıkları için “0” değeri ile analize dâhil edilmiştir. Bir önceki analiz ile paralellik göstermek adına yine 2004,2005 ve 2008 yılları için lojistik regresyon yöntemi (Backward LR) kullanılarak Ar-Ge etkinliği tahmin modeli oluşturulmaya çalışılmış olup, bu analizlerin sonuçları aşağıda sunulmuştur.

III.7.1. 2004 Yılı Sonuçları

2004 yılı için yapılan analizin ilk adımının açıklama gücü yetersiz olmasından ötürü analize devam edilmiştir. Tüm değişkenleri dahil ettikten sonra adım adım yapılan değişken çıkarma işleminin sonucunda model 18. adımda tamamlanmıştır. Omnibus testine göre modelin ki-kare değeri 3,647 olarak bulunmuş olup bunun anlamlılık düzeyi 0,161 olarak hesaplanmıştır. Yine 18. adımın Cox ve Snell R^2 değeri 0,034, Nagelkerke R^2 değeri 0,054, -2 Log likelihood değeri ise 101,881 olarak bulunmuştur. Hosmer ve Lemeshow iyi uyum testine göre ise modelin uyumu 0,861 anlamlılık düzeyinde iyi olarak belirlenmiştir.

Modelin tahmin yüzdesini en uygun seviyeye getirebilmek amacıyla deneme-yanılma yoluyla en uygun kesme değeri 0,29 olarak bulunmuş olup bu değere karşılık modelin doğru tahmin etme yüzdesi %78,3 olarak hesaplanmıştır.

Başlangıç adımından itibaren değişkenler azaltılarak varılan 18. adımda uzun vadeli borçların toplam aktiflere oranı (UVTA) ile kısa vadeli borçların uzun vadeli borçlara oranı (KVUV) %10'luk düzeyde anlamlı bulunarak modele dâhil edilmişlerdir. (Tablo

III.53) Bu değişkenlerin modelden çıkartılmaları modelin gücünü zayıflatmakta olduğu da analiz sonuçlarından anlaşılmaktadır.

Tablo III. 53 Denkleme Dâhil Olan Değişkenler

	B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)
Adım 18 UVTA	-4,170	2,521	2,738	1	,098	,015
KVUV	-,415	,242	2,932	1	,087	,660
Sabit	-,144	,703	,042	1	,838	,866

III.7.2. 2005 Yılı Sonuçları

2005 yılında da sadece sabitin bulunduğu model anlamı bulunmayarak analize devam edilmiştir. Geriye doğru değişkenlerin çıkartılması sonucunda model 18. adımda sonlandırılmıştır. Model katsayılarına bakılarak yürütülen Omnibus testine göre 5,181'lik ki-kare değerine karşılık 0,075'lik anlamlılık düzeyi kabul edilebilir seviyededir. Modelin Cox ve Snell R^2 değeri 0,048, Nagelkerke R^2 değeri 0,076, -2 Log likelihood değeri ise 100,348 olarak bulunmuştur. Hosmer ve Lemeoshow testinin sonuçlarında göre de model düşük de olsa kabul edilebilir bir seviyede verilere uyum göstermektedir.

Deneme-yanılma yöntemi ile en iyi kesme değerinin 0,29 olduğu belirlenmiş, bunun sonucunda da sınıflandırma tablosuna göre modelin tahmin doğruluk yüzdesi %72,6 olarak hesaplanmıştır.

18 adım yürütülen analiz sonucunda uzun vadeli borçların toplam aktiflere oranı (UVTA) ile kısa vadeli borçların uzun vadeli borçlara oranı (KVUV) modele dâhil olmuştur. (Tablo III.54) Değişkenler %5'lik düzeyde istatistiksel olarak anlamlı bulunmuş olup, modelden çıkartılmaları sonucunda modelin açıklama gücünde anlamlı bir düşme yaşanması da bu değişkenlerin modele dâhil olmasının uygun olacağını göstermektedir.

Tablo III. 54 Denkleme Dâhil Olan Değişkenler

	B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)
Adım 18 UVTA	-5,766	2,848	4,097	1	,043	,003
KVUV	-,619	,302	4,219	1	,040	,538
Constant	,430	,843	,260	1	,610	1,537

III.7.3. 2008 Yılı Sonuçları

2008 yılına ait sonuçlar incelendiğinde, sadece sabit katsayının bulunduğu adım 0 açıklama gücünün yetersiz olması sebebiyle reddedilerek bir sonraki adıma geçildiği görülmektedir. Bu tüm değişkenlerin dâhil edilmesinden sonra adım adım değişkenlerin modelden çıkartılması yoluyla yapılan analizde toplam 21 adım yürütülmüştür. Son adımda sadece sabit sayı kullanıldığı için, anlamlılık koşulları biraz esnetilerek 20. adımdaki sonuçlar dikkate alınmıştır. Omnibus testine göre 20. adımda 2,579'luk ki-kare değerine karşılık anlamlılık derecesi 0,108 olarak bulunmuştur. Cox ve Snell R^2 değeri 0,024, Nagelkerke R^2 değeri 0,038, -2 Log likelihood değeri ise 105,528 olarak hesaplanmıştır. Hosmer ve Lemeshow testine göre 14,383'lük ki-kare değerinin anlamlılığının 0,072 olması modelin yaptığı tahminin verilere kabul edilebilir bir seviyede uyduğunu göstermektedir.

Modelin tahmin doğruluk yüzdesi, deneme-yanılma yöntemi ile belirlenen kesme değerinden bağımsız olarak %80,2 seviyesindedir.

20 adım yürütülen analiz sonucunda kısa vadeli borçların uzun vadeli borçlara oranı (KVUV) anlamlı bulunarak modele dâhil edilmiştir. (Tablo III.55) Bu değişkenin az da olsa tahmin üzerinde etkisinin olması sebebiyle analizde kullanılmasına karar verilmiştir.

Tablo III. 55 Denkleme Dâhil Olan Değişkenler

		B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)
Adım 20	KVUV	-,248	,161	2,370	1	,124	,780
	Sabit	-1,069	,307	12,099	1	,001	,343
Step 21(a)	Constant	-1,398	,244	32,917	1	,000	,247

III.7.4. Sonuçların Özeti

Subjektif değerlendirmeler baz alınarak yıllar itibariyle ayrı ayrı yürütülen lojistik regresyon analizin sonuçları aşağıdaki tabloda sunulmaktadır. Buna göre, desteğin kullanıldığı yıllar olan 2004 ve 2005 yılları ile desteğin tamamlanarak ürünlerin ticarileştiği düşünülen 2008 yılında kısa vadeli borçların uzun vadeli borçlara oranının ortak bir değişken olarak kullanıldığı belirlenmiştir. Bunun yanında 2004 ve 2005 yıllarında uzun vadeli borçların toplam aktiflere oranının da önem taşıdığı görülmektedir. (Tablo III. 56)

Tablo III. 56 Tüm sonuçların özeti

2004	2005	2008
Uzun vadeli borçlar/ toplam aktifler (-)	Uzun vadeli borçlar/ toplam aktifler (-)	Kısa vadeli borçlar/ uzun vadeli borçlar (-)
Kısa vadeli borçlar/ uzun vadeli borçlar (-)	Kısa vadeli borçlar/ uzun vadeli borçlar (-)	

IV. BÖLÜM: SONUÇLAR VE ÖNERİLER

IV.1. ARAŞTIRMA SONUÇLARI

Bu araştırmada, ilk olarak Ar-Ge desteği kullanmış olan firmaların bu kaynakları ne kadar iyi kullandıklarını ortaya koymak üzere Ar-Ge etkinliklerinin belirlenmesine çalışılmıştır. Bu çerçevede 2004 – 2008 yılları arasında destek kullanarak Ar-Ge faaliyeti yürütmüş firmaların veri zarflama analizi yöntemi yardımıyla etkinlik skorları hesaplanmıştır.

2004 yılında ortalama etkinlik skoru 0,635 olarak gerçekleşmiştir. Karar birimlerinin %20'si VRS yöntemine göre etkin olurken, %80'i göreceli olarak etkin çıkmamıştır. Etkin olan 21 firmanın 6'sı büyük firma, 15'i ise KOBİ olmuştur. Makine sektörü 10 firma ile etkin kümede en fazla ağırlığa sahip sektör olarak belirlenmiş, kendisine en çok referans verilen 6 numaralı karar biriminin de yine aynı sektörde faaliyet gösterdiği anlaşılmıştır. Etkinlik skoru en düşük olan 60 numaralı firma ise tarım ürünleri ve tohumculuk ile uğraşmaktadır. Etkin firmaların 14'ü Marmara Bölgesi'nde yer almakta, 5'i de TGB'de faaliyetlerini sürdürmektedir. Benzer şekilde etkin kümedeki firmaların 14'ünün anonim şirket yapısında oldukları göze çarpmıştır. Ölçeğe göre bakıldığında ise 91 firmanın ölçeğe göre azalan getirili bölgede faaliyet gösterdikleri görülmüştür.

2005 yılında yürütülen analiz sonrasında karar birimlerinin %25'inin etkin sınırdan yer aldıkları, %75'inin ise etkin olmadıkları belirlenmiştir. Tüm karar birimlerinin ortalama etkinlik skorları 0,723 olarak hesaplanmıştır. 27 adet etkin karar biriminin 20'si KOBİ sınıfına girmektedir. Makine sektörü 10 karar birimi ile etkin kümede en fazla temsil edilen sektör olmuştur. Etkin firmaların %70'i Marmara Bölgesi'nde faaliyet göstermekte, %15'i ise TGB'de yer almaktadır. Şirket yapılarına göre ise anonim şirketler etkin kümenin %74'ünü teşkil etmişlerdir. Etkinlik skoru en düşük olan firma talaşlı üretim ve döküm işleri ile uğraşmaktadır. Kendisine en fazla referans verilen firma ise bir yazılım firmasıdır. Toplam 74 firma ölçeğe göre azalan getiri ile üretimlerini gerçekleştirmektedir.

Ortalama etkinlik skorunun 0,704 olduğu 2006 yılında tüm karar birimlerinin %25'i etkin olarak belirlenmiştir. Etkin firmaların %74'ü KOBİ sınıfına girmekte olup, yine benzer şekilde %74'ü anonim şirket yapısını haizdir. %63 ile etkin karar birimleri ağırlıklı olarak Marmara Bölgesi'nden çıkmıştır. TGB'de faaliyet gösteren etkin firmalar etkin kümenin %26'sını teşkil etmektedirler. Etkinlik skoru en düşük olan firma yine 60 numaralı karar birimi olmuştur. Makine sektörü 10 karar birimi ile etkin firmalar arasında yine ön plana çıkmakta olup, en çok referans gösterilen 80 numaralı karar birimi ise kimya sektöründe faaliyet göstermektedir. Ölçeğe göre getirilerine göre bakıldığında, 73 karar biriminin ölçeğe göre azalan getirileri olduğu anlaşılmaktadır.

2007 yılında ortalama etkinlik 0,513 seviyesinde gerçekleşmiştir. Sadece 13 adet karar birimi etkin olarak değerlendirilmiştir. Etkin firmaların arasında bir adet büyük firma bulunmakta olup etkin firmaların %61'i anonim şirket yapısındadır. Makine sektörü 6 etkin firma ile yine başı çekmekteyse de en fazla referans verilen karar birimi yine 80 numaralı kimya sektöründeki firma olmuştur. En düşük etkinlik değerine sahip 18 numaralı firma ise makine imalat sektöründe faaliyet göstermektedir. Marmara Bölgesi'ndeki firmalar %77 ile ağırlıklı olarak etkin küme de yer almaktadırlar. Toplam etkin kümedeki karar birimlerinin %15'i TGB'de faaliyet göstermektedir. Bu dönemde ölçeğe göre artan getirili firma sayısı 28 olarak gerçekleşmiştir.

Analizin yapıldığı son dönem olan 2008 yılına yine karar birimlerinin %25 etkin sınırdan yer almışlardır. Ortalama etkinlik skoru ise 0,679 olarak gerçekleşmiştir. Etkin küme içerisinde hem CRS hem de VRS'ye göre etkin olan karar birimlerinin sayısı göreceli olarak azdır. Etkin 26 karar biriminin 21'i KOBİ sınıfında olup geri kalan 5 adedi ise büyük firmalardır. Makine sektörü ve Marmara Bölgesi etkin karar birimlerinin en çok bulundukları sektör ve bölge olmuşlardır. Etkin kümedeki firmaların %20'si TGB'de yer almakta olup, %73'ü anonim şirket statüsüne sahiptir. Etkinlik skoru en düşük olan 104 numaralı firma elektrik/elektronik sektöründe faaliyet gösteren büyük bir firmadır. En fazla referans gösterilen 47 numaralı etkin firma ise makine imalat sektöründe bulunan bir KOBİ'dir. Ölçeğe göre artan bölgede çalışan karar birimi sayısı ise 14 olarak gerçekleşmiştir.

Ar-Ge harcamalarının etkisinin, ürünün ticarileşmesinin vakit almasından ötürü harcamanın yapıldığı yıldan itibaren 2 yıl sonra görüleceği varsayımı altında VZA analizi tekrar yürütülmüştür. 2 yıl zaman farkını ortaya koymak için Ar-Ge giderleri, 2 yıl sonraki brüt satışlar, faaliyet karı ve dönem net karı ile eşleştirilmiş, bu şekilde 3 sene için ayrı ayrı VZA yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar ile zaman farkı olmayan modelin sonuçları karşılaştırıldığında, ortalama etkinliklere bakıldığında 2006 ve 2007 yılları için VRS etkinlik skorlarının düştüğü, 2008 yılı için ise yükseldiği görülmüştür. Buna karşın, yıllar itibariyle yapılan incelemede, etkin ve etkin olmayan karar birimlerinin dağılımının çok fazla değişim göstermediği belirlenmiştir. Sonuç olarak ar-ge harcamaların etkisinin 2 yıl sonra etkinlik skorlarına etki edebileceği, ancak yine de etkin firmaların çoğunun her iki durumda da etkinliklerini korudukları söylenebilir.

Ar-Ge etkinlik analizinden sonra, panel veriler kullanılarak 5 yıllık dönem için karar birimlerinin Ar-Ge etkinliği bazında Malmquist toplam faktör üretkenliği endeksi hesaplanmıştır. Bu sayede dönemsel olarak zaman içerisinde teknik ve teknolojik sınırdaki değişimler de incelenerek analize dâhil edilmiştir. Tüm verileri göz önüne alarak yapılan değerlendirmede, ilgili 5 yıllık dönemde Malmquist TFP endeksinin 1'den küçük değerler aldığı ve ortalamada %6,6 küçüldüğü belirlenmiştir. Endeks üzerinde yapılan detaylı incelemede, bu gerilemenin altında, 5 yıllık ortalamada teknik etkinlikteki artışa rağmen teknolojik etkinliğin azalması sonucunda üretim sınırının geri yönlü hareketinin yattığı belirlenmiştir. Ancak, şu da söylenmelidir ki 2004-2005 dönemindeki endekste büyük değişim, sonuçların incelenirken daha temkinli olunması için bir gösterge niteliğindedir.

KOBİ'lerin Malmquist TFP endeksi dönem içerisinde ortalamada büyük işletmelerin gerisinde kalmıştır. Kimya sektörü, endeksi büyüyen tek sektör olurken, diğer sektörlerin endeksleri ortalamada azalmıştır. Coğrafi bölgelere göre yapılan sınıflandırma sonucunda sadece diğer bölgesinin ortalama endeksinin büyüdüğü, geriye kalan bölgelerin ise endekslerinin gerilediği görülmüştür. Anonim şirketler göreceli olarak teknolojik etkinlik ve TFP endeksleri açısından limited şirketlerden daha iyi konumda çıkmışlardır. Teknoloji geliştirme bölgesi dışında faaliyet gösteren karar birimleri ise endeks açısından göreceli olarak bölge içindeki firmalara kıyasla daha iyi durumda oldukları anlaşılmıştır.

Son aşamada, firmaların araştırma kapsamında elde edilen çeşitli özellikleri ve finansal rasyoları kullanılarak Ar-Ge etkinliklerinin lojistik regresyon yolu ile tahmin eden bir model geliştirilmek istenmiştir. Bunun için ilk olarak VZA analizi sonucunda elde edilen etkinlikler kullanılmıştır. Ar-Ge desteklerinin 2004 ve 2005 yıllarında kullanıldığı, ürünlerin ticarileşmesinin ise 2008 yılından itibaren gerçekleştiği varsayılmıştır. Bu varsayım altında 2004, 2005 ve 2008 yıllarında yapılan analizde yıllar itibariyle ortak bir yapı elde edilememiştir. İlk iki yıl için net satışların toplam aktiflere oranı pozitif yönde etkili olmuş, 2008 yılında ise uzun vadeli borçların etkisi ön plana çıkmıştır.

Bunun üzerine ikinci adımda 2008 yılı için Ar-Ge kaynaklarını etkin kullandığına uzmanlar tarafından kanaat getirilen 21 firma belirlenerek etkinlin tahmin modeli bir kez daha kurulmuştur. Bu model sonucunda borçluluk oranlarının önem kazandığı görülmüştür. Kısa vadeli borçların uzun vadeli borçlara oranı negatif yönde tüm yıllarda ortak yer almıştır. Uzun vadeli borçların toplam borçlara oranı ise yine negatif yönde ilk iki yılda etkili olmuştur.

Subjektif olarak yapılan değerlendirme ile kurulan modelin sonuçlarına göre etkin firmaların diğer firmalardan ayrıldıkları görülmektedir. Bu firmaların en önemli özellikleri, modeldeki negatif etkisinden dolayı kısa vadeli borçlarının az olması olarak yorumlanabilir. Etkin firmalar, bu özelliklerini destek kullandıkları zamandan Ar-Ge sonucu elde ettikleri ürünü ticarileştirene kadar koruyabilmektedirler.

Geri dönüşlü Ar-Ge desteği kullanan firmalar, aldıkları bu uzun vadeli borcu zaman içerisinde geri ödemektedirler. Bu sayede, yıllar içerisinde firmaların uzun vadeli yabancı kaynaklarında azalma gözlemlenmektedir. Etkin firmaların, bu süreçte kısa vadeli borçları ile uzun vadeli borçları arasındaki dengeyi koruyarak istikrar sağladıkları söylenebilir.

IV.2. ARAŞTIRMANIN KISITLARI

IV.2.1. Ar-Ge Etkinliğinin Ölçülmesinin Zorluğu

Hashimoto ve Haneda'nın (2008) belirttiği üzere Ar-Ge etkinliğinin tam olarak nasıl ölçülebileceği firmalar tarafından tam olarak bilinmediğinden dolayı bu konuya üretkenliğin ölçülmesi kadar önem verilmemektedir. Ar-Ge yatırımlarının kesin bir girdi olarak kabul edildiği durumda, bu yatırımlarla ilgili olabilecek girdi ve çıktılara karar vermek oldukça zordur. Yine de çoğu durumda Ar-Ge etkinliği ile ilgili birden fazla girdi ve çıktı bileşeninin bulunduğu görülmekte olup, bu probleme literatürde de tam olarak bir çözüm getirilememiştir.

Chen ve diğerlerine göre (2004) Ar-Ge etkinliğini belirlemek için uygun olabileceği düşünülen girdi ve çıktı faktörleri arasındaki ilişki genellikle belirsizdir. Firma yöneticileri de benzer şekilde Ar-Ge performanslarını izlemek ve iyileştirmek için kullanmaları gereken faktörleri ancak subjektif olarak belirleyebilmektedirler.

Literatüre bakıldığında Ar-Ge etkinliğini belirlemede kullanılan en önemli çıktı patent ve faydalı model gibi fikri mülkiyet haklarının varlığıdır. Bunun yanında Ar-Ge faaliyeti sonucunda elde edilen ürünün satış cirosu kritik bir çıktı olarak değerlendirilmektedir. Veri toplama aşamasında bu bilgiler de firmalardan talep edilmiş, ancak sonuçta FMH konusunda elde edilen sayıların azlığı ve yeni ürünlerin satış rakamları ile ilgili verilerin firmalar tarafından tutulmaması sebebiyle analize dâhil edilmeleri mümkün olmamıştır. Bu iki kritik verinin analizde kullanılması Ar-Ge etkinlik sonuçlarını da doğal olarak etkilemiştir.

Ar-Ge etkinliğinin ölçülmesinde evrensel olarak kabul edilen girdi ve çıktı kombinasyonunun bulunmamaktadır. Kullanılacak girdi-çıktılar üzerinde bir uzlaşma olmamasından ötürü farklı analizciler farklı veri grupları kullanılarak bu araştırma kapsamında elde edilen etkinliklerden çok farklı sonuçlara ulaşılacaklardır. Bu sebeple, bu araştırmanın sonuçlarının sadece bu girdi ve çıktı bileşenleri, bu karar birimleri ve analizin yapıldığı yıllar itibarıyla için geçerli olduğu söylenmelidir.

Araştırma kapsamında kullanılan girdi ve çıktıların Ar-Ge etkinliğini ölçmede ne kadar uygun olduğu sorgulanması gereken bir durumdur. Bu çalışmada toplanabilen mevcut

veri setinin içerisinde Ar-Ge etkinliğini en iyi yakalayacağı düşünülen bir girdi-çıkı kümesi seçilerek analizler yürütülmüştür. Sonuçta araştırmanın literatüre katkısı Ar-Ge etkinliğini tam olarak ölçmekten ziyade birden fazla girdi ve çıktının göz önüne alındığı bir durumda Ar-Ge etkinliğini belirlemek için bir metodoloji ortaya koymak olduğu belirtilmelidir. Elde edilen metodoloji kullanılarak, firmaların Ar-Ge faaliyetlerini yönetmeleri için faydalı bilgiler edinilebilir.

IV.2.2. Veri Setinin Güvenilirliği

Bu aşamada, analiz kapsamında kullanılan verilerin güvenilirliğinden de bahsetmek uygun olacaktır. Elde edilen verilerin büyük çoğunluğunun kaynağı firmaların mali tablolarıdır. Bu tabloların nasıl tutuldukları verilerin kalitesine de doğal olarak tesir etmektedir. En temel olarak mali tabloların tutulması sırasında kullanılan çeşitli muhasebe yöntemlerindeki farklılıklar firmaların kârlılık düzeyini etkilemektedir. Uygulanan stok değerlendirme ve amortisman yöntemleri de bildirilen kâr üzerinde etkili olabilmektedir. (Karan, 2004) Aynı firmanın yıllar itibarıyla farklı yöntemler kullanması bile o firmanın yıldan yıla karşılaştırılmasını güçleştirmektedir. Ülkemizde firmaların gerçek mali durumlarını bilanço ve gelir tablolarına ne kadar yansıttıkları da ayrıca sorgulanabilecek bir durumdur.

Bu araştırma kapsamında Ar-Ge etkinliğini belirlemek amacıyla kullanılan en önemli veri firmaların Ar-Ge harcamaları olmuştur. Ancak, bu verinin ne kadar gerçeğe uygun muhasebeleştirildiği konusu da tartışmaya açıktır. Mevcut şartlarda Ar-Ge harcamalarının muhasebeleştirilmesi ile ilgili Türkiye Muhasebe Standartları, Sermaye Piyasası Tebliği, Kurumlar Vergisi Tebliği gibi yerlerde birden fazla düzenleme bulunmaktadır. Bu düzenlemelere göre harcamaların bazı durumlarda aktifleştirilerek amortisman yolu ile itfa edileceği, bazı durumlarda da doğrudan gider yazılabileceği belirtilmiştir. Firmaların farklı değerlendirmeleri sonucunda harcamaların farklı şekillerde raporlamaları, asıl Ar-Ge harcamalarının tespit edilmesini güçleştirmektedir.

Benzer bir durum veri toplama sürecinde de gözlemlenmiştir. Destek kullanan bazı firmaların Ar-Ge harcamalarını mali tablolarında ayrı bir kaleme tutmadıkları veya aktifleştirmedikleri görülmüş, hatta hak kazandıkları halde Ar-Ge harcamalarını beyan etmeyerek çeşitli vergi indirimlerinden yararlanmadıkları belirlenmiştir.

Sonuç olarak, Ar-Ge yapmak için kullanılan kaynakların firmalar tarafından standart bir şekilde kayıtlarının tutulmaması sebebi ile ilgili döneme ait gerçek Ar-Ge harcamalarının bilinmemesi, ölçülmeye çalışılan Ar-Ge etkinliğinin de tam olarak doğruyu yansıtamamasına yol açmaktadır.

IV.2.3. Sonuçların Temsil Gücü

Analiz kapsamında toplam 106 adet karar biriminin 5 yıllık verileri incelenmiştir. Her ne kadar karar birimi sayısı modelin çalıştırılması için gerekli en düşük sayının çok üzerindeyse de temsil ettiği geri dönüşlü destek alan firmaların oluşturduğu küme ile kıyaslandığında sayı az olarak görülebilir. VZA yöntemi, analize dâhil edilen karar birimlerinin oluşturduğu küme dâhilinde ve sadece analizin yapıldığı yıl için etkinlikleri belirlemektedir. Bu durum da sonuçların tüm kümeye genellenebilmesi konusunda bir kısıt getirmektedir. Bunun dışında da analize farklı karar birimlerinin eklenmesi, her bir karar biriminin göreceli etkinlik skorunu etkileyebilmektedir.

Benzer şekilde lojistik regresyon ile tahmin yapmak ve sonuçları genelleştirebilmek için de daha geniş bir veri setinin varlığı daha iyi sonuç verebilecektir.

IV.2.4. Zaman Aralığının Darlığı

Her ne kadar Türkiye koşullarında 5 yıl orta vadeli bir değerlendirme yapmak için iyi bir zaman aralığı olsa da, zaman içerisinde etkinlikteki değişimi daha iyi yakalayabilmek adına daha uzun bir zaman aralığında veri toplanmasına ihtiyaç duyulabilir. Özellikle tahmin modeli kurulması için daha uzun bir zaman aralığı Ar-Ge faaliyetlerinin sonuçların daha iyi yakalanabilmesi için önem taşımaktadır.

IV.2.5. Sınıflar Arasında Dağılımın Dengesizliği

Verileri kullanılan 106 karar birimi analiz sonuçlarının değerlendirilmesi aşamasında sektör, firma büyüklüğü, firma yapısı, faaliyet gösterilen coğrafi bölge ve TGB’de bulunmalarına göre çeşitli sınıflara ayrılmışlardır. Yapılan sınıflandırmalar sonucunda bazı sınıflarda çok fazla yoğunlaşma görülürken bazı sınıflarda da dâhil olan karar birimi sayısının çok düşük olduğu görülmüştür. Bu durum da sınıflar arasında karşılaştırma yapılmasını zaman zaman güçleştirmiştir.

IV.2.6. VZA'nın Homojenlik Kısıtının Sağlanamaması

Parametrik olmayan bir yöntem olan VZA kullanım esnekliği bakımından araştırmacılar tarafından tercih edilmektedir. Yöntemin varsayımlarından birisi veri setinin homojen olmasıdır. Analizde kullanılan karar birimlerinin hepsinin Ar-Ge destekleri kullanmaları, Ar-Ge kültürüne ve proje yönetimi bilincine sahip olmaları gibi özelliklerinden ötürü verilerin homojen oldukları varsayılmıştır. Her ne kadar analiz sonuçlarında dağılım ile ilgili bir sıkıntı gözlemlenmese de, karar birimlerinin sektörel anlamda farklı olmaları ve farklı çevre koşullarında faaliyet göstermeleri homojenlik varsayımını zorlar niteliktedir.

IV.2.7. Malmquist TFP Endeksine Dâhil Olan Faktörlerin Kapsamı

Çalışmada kullanılan Malmquist toplam faktör üretkenliği endeksi karar birimleri için olası tüm faktörleri kapsamamaktadır. Hesaplamalarda sadece Ar-Ge etkinliği ile ilgili faktörler dikkate alınmıştır. Bu nedenle de elde edilen endeks değerlerinin genel bir üretkenlik göstergesi olarak değil Ar-Ge etkinliği özelinde bir gösterge olduğu göz ardı edilmemelidir.

IV.2.8. Subjektif Etkinliklerin Kullanılması

Analizin son kısmında tahmin modeli oluşturulurken uzman görüşleri doğrultusunda firmaların etkin olup olmadıklarına karar verilmiştir. Yine bekleneceği gibi farklı firmalar ve farklı uzman görüşü altında daha farklı değerlendirmeler elde etmek mümkün olabileceğinden ötürü sonuçların sadece bu çalışma çerçevesinde dikkate alınması gerekmektedir.

IV.3. İLERİ ARAŞTIRMALAR ve ÖNERİLER

Ulucan ve Atıcı'ya (2010) göre karar verme birimlerinin faaliyetlerinin benzer olmadığı veya çeşitli dışsal faktörler dolayısıyla girdi/çıktı bileşiminin büyük sapmalar göstermesi gibi durumlarda etkinlik skorları 0 ile 1 arasında geniş bir dağılım gösterebilirler. Bu durumda, özellikle etkinlikleri düşük olan karar birimleri için önerilen hedefler fazla talepkâr veya erişilemez olabilir.

VZA'nın bu tip problemlerde de uygulanabilir sonuçlar vermesi için karar birimlerinin girdi ve çıktılarını yavaş yavaş ayarlayarak zaman içerisinde etkin olmalarını sağlayacak bir model kullanmak ya da karar birimlerini homojen alt gruplara bölerek analizi yürütmek daha uygun olacaktır. Bu çalışmada kullanılan veri seti ve karar verme birimleri dikkate alındığında, Ulucan ve Atıcı (2010) tarafından kullanılan içeriğe bağlı VZA analizinin kullanılması ileri bir çalışma olarak düşünülebilir.

VZA yöntemi ile yapılan değerlendirme sonucunda en iyi performans sergileyen bir grup belirlenir ve diğer karar birimleri bu lider grup ile kıyaslanırlar. Bu orijinal VZA metodunda lider grubundaki her bir karar biriminin eşit öneme sahip olduğu kabul edilir. Ancak, etkin olan karar birimlerinin de kendi aralarında sıralanmaları, özellikle Ar-Ge ile uğraşan kurumların önceliklendirilmelerine ve kaynakların daha etkin bir şekilde dağıtılmasına olanak sağlayabilecektir.

Literatürde VZA sonuçlarını daha ayrıntılandırmak için çeşitli yöntemler öne sürülmüştür. Ar-Ge performansını değerlendirmek üzere önerilen bir yöntem de ağa dayalı yaklaşımdır. (network based approach) (Liu ve Lu, 2010). Kamu araştırma kurumlarının etkinlikleri için kullanılan bu model, Ar-Ge yapan firmaların performanslarını ölçmek için de uygulanabilir.

Ar-Ge etkinliğini etkileyecek bazı çevresel faktörlerin de modele dâhil edilmesi daha kapsamlı sonuçlar elde edilebilmesi için düşünülebilir. Hsu ve Hsueh (2009) tarafından kamu destekli Ar-Ge projelerinin etkinliklerinin ölçülmesi amacıyla VZA ve Tobit modelinin beraber kullanıldığı üç aşamalı modele benzer bir yapı bu çalışma için örnek oluşturabilir.

Firmaların Ar-Ge etkinliklerini artırmaları için bazı mekanizmalar geliştirmeleri önerilebilir. Bunların ilki, düzgün ve güvenilir çalışan bir izleme ve değerlendirme mekanizması kurularak etkinliğin ölçülmesi, olası iyileştirmelerin tespit edilmesi ve özellikle incelenecek olan faktörlerin belirlenmesidir. Daha sonra girdileri fazla kullanan birimleri belirleyip denetleyecek bir iç denetim mekanizması oluşturulmalıdır. Bu birimlerin iyileştirilmeleri için kaynakları etkin kullanan birimlerin yönetim uygulamaları incelenerek uygulanabilir. Son olarak da olası iyileştirmeleri yapmak üzere bir stratejik plan ortaya konularak gerekli yönetsel ve örgütsel tedbirler

alınmalıdır. Ancak, tüm bu çalışmalar sonucunda yeterli iyileştirme sağlanamıyorsa, Ar-Ge faaliyetinin işletme içinde yürütülmesi yerine dışarıdan hizmet alımı yoluyla tedarik edilmesi ihtimali de değerlendirilmelidir. (Wang, 2007).

KAYNAKÇA

- 2005 Küçük ve Orta Büyüklükteki İşletmelerin Tanımı, Nitelikleri ve Sınıflandırılması Hakkında Yönetmelik. (2005). Resmi Gazete, 25997, 18.11.2005
- Adams, J.D. ve Griliches, Z. (1996). Research Productivity in a System of Universities. *NBER Working Paper*, 5833, Erişim: 12 Haziran 2010, http://www.immagic.com/eLibrary/ARCHIVES/GENERAL/NBER_US/N961100A.pdf
- Ali, A.I., ve Seiford, L.M. (1990). *Translation invariance in data envelopment analysis*, *Operations Research Letters*, 9, 403–405.
- Alparslan, B., Afşar, K.E. ve Akseki, U. (2008). Neo-liberal Politikalar-Ulusal Bilim ve Teknoloji Politikaları Ekseninde Türkiye ve Avrupa Birliği: Türkiye'nin Çevreleşmesi. 2. *Ulusal İktisat Kongresi*, 20-22 Şubat 2008, Dokuz Eylül Üniversitesi İktisat Bölümü, İzmir: *Bildiriler*
- Anadol, B. (2000). *Valuing Private Companies: A DEA Approach*, Yüksek Lisans Tezi, Toronto Üniversitesi, Kanada.
- Andersen, P., ve Petersen, N. (1993). A procedure for ranking efficient units in data envelopment analysis, *Management Science*, 39(10), (s. 1261 – 1264).
- Annotated SPSS Output: Logistic Regression. (t.y.) UCLA. Erişim: 09 Şubat 2011 <http://www.ats.ucla.edu/stat/spss/output/logistic.htm>
- Arrow, K. J. (1962). Economic welfare and the allocation of resources to invention. Nelson, R. *The Rate and Direction of Inventive Activity* (s.v609 – 625). Princeton University Press
- Aslantas, S. (2004). *Türkiye’de Aracı Kurumların Etkinlik Analizi*, Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi Bankacılık ve Sigortacılık Enstitüsü
- Ataş, D. ve Giray, S. (2005). Mali Başarısızlığın Çok Değişkenli İstatistiksel Yöntemlerle Belirlenmesi: Tekstil Sektörü Örneği. *Sosyal Bilimler Dergisi*, 2005/2, (s. 13 – 28).
- Avkiran, N.K. (1999). An Application Reference for Data Envelopment Analysis In Branch Banking: Helping The Novice Researcher. *International Journal of Bank Marketing*, 17(5), (s: 206 – 220).
- Bakırcı, F. (2006). Sektörel Bazda Bir etkinlik Ölçümü: VZA ile bir analiz. *İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 20(2), (s.199 – 217)

- Banker, R.D., Charnes, A. ve Cooper, W.W. (1984). Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiency in Data Envelopment Analysis. *Management Science*, 30, (s. 1078 – 1092).
- Banker, R.D., Cooper, W.W., Seiford, L.M., Zhu, J. (2004) Returns to Scale in DEA, Cooper W.W., Seiford L.M. ve Zhu J. *Handbook on Data Envelopment Analysis*. (s. 41 – 97). USA: Kluwer Academic Publishers.
- Bauer, P.W., Berger, A. N., Ferrier, G. D. ve Humphrey, D.B. (1998). Consistency Conditions for Regulatory Analysis of Financial Institutions: A Comparison of Frontier Efficiency Methods. *Journal of Economics ve Business*, 50(2), (s. 85-114)
- Baysal, M.E., Uygur, M. ve Toklu, B. (2004). Veri Zarflama Analizi İle TCDD Limanlarında Bir Etkinlik Ölçümü Çalışması. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 19(4), 437 – 442.
- Behdioğlu, S. ve Özcan, G. (2009) Veri Zarflama Analizi Ve Bankacılık Sektöründe Bir Uygulama. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 2009/14(3), (s.301–326).
- Berger, A.N. ve Humphrey, D.B. (1997). Efficiency of Financial Institutions: International Survey and Directions for Future Research. *European Journal of Operational Research*, 98(2), (s. 175 – 212).
- Bircan, H. (2004). Lojistik Regresyon Analizi: Tıp Verileri Üzerine Bir Uygulama. *Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 2004 / 2, (s: 185 – 208).
- Bjurek, H. (1996). The Malmquist Total Factor Productivity Index. *Scandinavian Journal of Economics*, 98(2), (s. 303 – 313).
- Bor,Y.J., Chuang,Y., Lai,W.ve Yang, C. (2010).A Dynamic General Equilibrium Model for Public R&D Investment in Taiwan. *Economic Modelling*, 27 (1), (s.171-183).
- Boussofiane, A., Dyson, R.G., ve Thanassoulis, E. (1991) Applied Data Envelopment Analysis. *European Journal of Operational Research*, 52, (s.1-15).
- Bowlin, W.F. (1998). Measuring Performance: An Introduction to Data Envelopment Analysis (DEA). *Journal of Cost Analysis*, 7, (s.3-27).
- Bozdağ, N., Altan Ş., ve Atan M. (2002). Toplam Etkinlik Ölçümü: Türkiye'deki Özel ve Kamu Bankaları İçin Bir Uygulama, *İktisat İşletme ve Finans*, 17(196), (s. 45 – 55)

- Burns, R.P ve Burns, R (2008). Logistic Regression. Burns, R.P ve Burns, *Business Research Methods and Statistics Using SPSS*, (s. 568 – 575). Sage Publications.
- C. Davis ve F. Carden (1998). *The International Journal of Knowledge Transfer and Utilization*, 10(4), (s.7-30)
- Caves, D. W., L. R. Christensen ve W. E. Diewert. (1982). The Economic Theory of Index Numbers and the Measurement of Input, Output, and Productivity. *Econometrica*, 50(6,) (Kasım), (s. 1393 – 1414).
- Caves, D.W., Christensen, L.R., ve Diewert, W.E. (1982). Multilateral Comparisons of Output, Input, and Productivity Using Superlative Index Numbers. *Economic Journal, Royal Economic Society*, 92(365), (s. 73 – 86)
- Charnes, A. ve Cooper, W.W. (1985). Preface to Topics in Data Envelopment Analysis. *Annals of Operations Research*, 2, (s. 59 – 94).
- Charnes, A., Cooper, W.W. ve R.M. Thrall (1986). Classifying and characterizing efficiencies and inefficiencies in data envelopment analysis. *Operations Research Letters*, 5(3), 105-110
- Charnes, A., Cooper, W.W. ve Rhodes, E. (1978). Measuring The Efficiency of Decision Making Units. *European Journal of Operational Research*, 2, (s.429-444)
- Charnes, A., Cooper,W.W., Golany, B., Seiford, L., ve Stutz, J. (1985). Foundations of data envelopment analysis for Pareto-Koopmans efficient empirical production functions. *Journal of Econometrics*, 30, 91–107.
- Chen, C. T., Chien, C. F., Lin, M. H. ve Wang, J. T. (2004). Using DEA to evaluate R&D performance of the computers ve peripherals firms in Taiwan. *International Journal of Business*, 9(4), 347-359.
- Chen, C. ve Lin, M. (2006). Using DEA to Evaluate R&D Performance in the Integrated Semiconductor Firms - Case Study of Taiwan. *International Journal of The Computer, the Internet and Management*, 14 (3), (s. 50 – 59).
- Cherchye, L. ve Abeele, P. Vanden (2005). On Research Efficiency: A Micro-Analaysis of Dutch University Research in Economics and Business Management. *Research Policy*, 34, (s.495-516).
- Chien, C.F. (2002). A Portfolio Evaluation Framework for Selecting R&D Projects, *R&D Management*, 32 (4), (s: 359 – 368).

- Chien, C.F., Chen, C.P. ve Chen, C.H. (2009). Designing Performance Indices and A Novel Mechanism for Evaluating Government R&D Projects, *Journal of Quality* 16(2), (s: 119 – 134).
- Cincera, M., Czarnitzki, D. ve Thorwarth, S. (2009). Efficiency of Public Spending in Support of R&D Activities. European Academy, *Economic Papers*, 376, (s. 1 - 111)
- Coelli, T. J. (1998). A Multistage Methodology for the Solution of Oriented DEA Models. *Operations Research Letters*, 23(3-5). (s. 143-149)
- Coelli, T., Prasada Rao, D.S., O'Donnell, C.J., Battese, G.E. (2005). *An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis*. Amerika Birleşik Devletleri: Springer
- Coelli, T.J. (1996). A Guide to DEAP Version 2.1: A Data Envelopment Analysis (Computer) Programme. *Centre for Efficiency and Productivity Analysis (CEPA) Working Paper*, 96(08)
- Cooper, W, Seiford, L.M., ve Tone, K. (2006). *Introduction to Data Envelopment Analysis and Its Uses With DEA-Solver Software and References*. New York: Springer.
- Cooper, W., Seiford, L.M., ve Zhu, J. (2004) Data Envelopment Analysis. Cooper W.W., Seiford L.M. ve Zhu J. *Handbook on Data Envelopment Analysis*. (s. 1 – 40). USA: Kluwer Academic Publishers.
- Cooper, W.W., Seiford,L.M ve Zhu,J.(2004). Data envelopment analysis History Models and Interpretations. Cooper, W.W., Seiford,L.M ve Zhu,J *Handbook of Data Envelopment Analysis* (s.1 – 39). Boston: Kluwer Academic Publishers
- Cordero, R., (1990). The Measurement of Innovation Performance in the Firm: An Overview, *Research Policy*, 19, (s. 1855 – 1992).
- Cullmann, A., Schmidt-Ehmcke, J. ve Zloczynski, P. (2009). R&D efficiency in the OECD A two stage semi-parametric approach. http://www.socialpolitik.ovgu.de/tagungsinformation/inhalt/programm_papers.html. *Jahrestagung Klimaschutz Stand und Perspektiven, Magdeburg*
- Çınar, Y. (2009). Quarterly Performance And Stability Patterns of the Turkish Largest Commercial Banks in 2003-2009 Period: An Application of Data Envelopment Window Analysis. S. Polouček ve H. Stavárek (Ed.) *12th International*

- Conference on Finance and Banking: Bildiriler* (s.87 – 111). Ostavris, Çek Cumhuriyeti: Silesian Üniversitesi.
- Çukurçayır M.A. ve Çelebi E. (2009) Bilgi Toplumu ve E-devletleşme Sürecinde Türkiye. *ZKÜ Sosyal Bilimler Dergisi*, 5(9), (s. 59 – 82)
- Debreu, G. (1951). The Coefficient of Resource Utilization. *Econometrica* 19(3)(July),(s. 273 – 292).
- Diaz-Balteiro, L., Herruzo,A.C., Martinez, M. ve González-Pachón, J. (2006). An analysis of productive efficiency and innovation activity using DEA: An application to Spain's wood-based industry, *Forest Policy and Economics*, 8(7), (s. 762 – 773).
- Dinçer, S.E. (2008) Veri Zarflama Analizinde Malmquist Endeksiyle Toplam Faktör Verimliliği Değişiminin İncelenmesi ve İMKB Üzerine Bir Uygulama. *Marmara Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi*, 25 (2).
- Directorate-General for Research (2008), *A more research-intensive and integrated European Research Area: Science, Technology and Competitiveness key figures report 2008/2009* (EUR 23608 EN). http://ec.europa.eu/research/era/pdf/key-figures-report2008-2009_en.pdf, Lüksemburg: Avrupa Komisyonu
- Dokuzuncu Kalkınma Planı (2007 – 2013). T.C. Resmi Gazete, 26215, 1 Temmuz 2006, DPT
- Drake, L. ve Simper, R. (2003). ‘The measurement of English and Welsh police force efficiency: A comparison of distance function models. *European Journal of Operational Research*, 147, (s. 165 – 186).
- Drucker, P.F. (1996). *Gelecek İçin Yönetim*, 4. Baskı, Çeviren: Fikret Üçcan, Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları, İstanbul.
- Dünya Bankası (2010). *Türkiye Yatırım Ortamı Değerlendirmesi Krizden Özel Sektör Öncülüğünde Büyümeye. Avrupa ve Orta Asya Bölgesi*, [54123-TR], Avrupa ve Orta Asya Bölgesi Dünya Bankası
- Dyson, R.G., Allen, R., Camanho, A.S., Podinovski, V.V., Sarrico, C.S., ve Shale, E.A., (2001). Pitfalls ve Protocols in DEA. *European Journal of Operational Research*, 132, 245-259.
- Economics of Industrial Research and Innovation - IRI (26 Ekim 2010). R&D and the Economic Crisis: Top EU Firms Cut Investment Less Than US Rivals, But

- Europe Still Well Behind [IP/10/1379]. Erişim: Haber, <http://europa.eu/rapid/pressReleasesAction.do?referenceIP/10/1379&format=HTML&aged=0&language=EN&guiLanguage=en>
- Eilat, H., Golany, B. ve Shtub, A. (2008). R&D project evaluation: an integrated DEA and balanced scorecard approach. *Omega: The International Journal of Management Science*, 36(5), (s: 895 – 912).
- Elliott, A., ve Woodward, W. (2007). *Statistical Analysis Quick Reference Guidebook*, Thousand Oaks: Sage.
- Emiral, F. (2002). Türk Bankacılık Sisteminde Etkinlik Analizi - Veri Zarflama Analizi Uygulaması. *Activeline*, Mayıs-Haziran
- Emrouznejad, A. Parker, B. ve G. Tavares (2008): Evaluation of research in efficiency and productivity: A survey and analysis of the first 30 years of scholarly literature in DEA. *Journal of Socio-Economics Planning Science*, 42(3), (s. 151-157).
- Eurostat (2010). *Europe in Figures: Eurostat Yearbook 2010* (No. KS-CD-10-220-EN-C). Lüksemburg: Eurostat Avrupa Komisyonu.
- Eurostat (2011). *Key Figures on Europe 2011* (No KS-EI-11-001-EN-C). Lüksemburg: Eurostat Avrupa Komisyonu.
- Fagerberg, J. (2007). A Guide to Schumpeter. http://www.cas.uio.no/Publications/Seminar/Confluence_Fagerberg.pdf, *Centre for Technology, Innovation and Culture (TIK)*, University of Oslo, Norway
- Fare, R., Grifell-Tatje, E., Grosskopf, S. ve Lovell, C. A. K. (1997). Biased Technical Change and the Malmquist Productivity Index. *Scandinavian Journal of Economics*, 99(1), (s. 119 – 127).
- Fare, R., Grosskopf, S., Margaritis, D. (2008) Efficiency and Productivity: Malmquist and More. H.O.Fried, C.A.K.Lovell, S.S.Schmidt. (Ed.) *The Measurement of Productive Efficiency: Techniques and Applications*. Oxford: Oxford University Press. (s.522 – 621)
- Fare, R., Grosskopf, S., Norris, M. ve Zhang, Z. (1994). Productivity Growth, Technical Progress, and Efficiency Change in Industrialized Countries. *The American Economic Review*, 84, (s. 66 – 83).
- Farrell, M.J. (1957). The Measurement of Productive Efficiency, *Journal of Royal Statistical Society*, A(120), (s. 253 – 281).

- Farrell, M.J. ve Fieldhouse, M. (1962) Estimating Efficient Production Functions Under Increasing Returns To Scale. *Journal of the Royal Statistical Society, A*(2), (s: 252 – 267).
- Feng, Y.J., Lu, H. ve Bi, K. (2004). An AHP/DEA Method For Measurement of the Efficiency of R&D Management Activities in Universities, *International Transactions in Operational Research, 11*, (s. 181 – 191).
- Fisher, M. (1999) The Innovation Process and Network Activities of Manufacturing Firms, M. Fisher, L. Suarez-Villa ve M. Steiner ve Springer, Berlin (Ed.), *Innovation, Networks and Localities* (14), Springer-Verlag Berlin: Heidelberg
- Fried, H.O., Lovell, C.A.K. ve Schmidt, S.S. (2008) Efficiency and Productivity. H.O.Fried, C.A.K.Lovell, S.S.Schmidt. (Ed.) *The Measurement of Productive Efficiency: Techniques and Applications*. Oxford: Oxford University Press.
- Garson, D.G. (2010). *Logistic Regression*. Erişim: 10 Şubat 2011. Ağ sitesi: <http://faculty.chass.ncsu.edu/garson/pa765/statnote.htm>
- Goel, R. K., Payne, J.E. ve Rati R. (2008). R&D expenditures and U.S. economic growth: A disaggregated approach, *Journal of Policy Modeling, 30*(2), 237-250
- Golany, B. ve Roll, Y. (1989) An Application Procedure for DEA. *Omega, 17*, (s. 237 – 250).
- Goldberg, I. Goddard, J.G, Kuriakose, S. ve Racine, J. (2011). *Igniting Innovation: Rethinking the Role of Government in Emerging Europe and Central Asia*. Whashington: The World Bank
- Goto, A. ve Suzuki, K. (1989). R&D Capital, Rate of Return on R&D Investment and Spillover of R&D in Japanese Manufacturing Industries. *Review of Economics and Statistics, 71*, (s. 555–564)
- Göker, A. (2002). Türkiye’de 1960’lar ve Sonrasındaki Bilim ve Teknoloji Politikası Tasarımları. http://www.inovasyon.org/pdf/AYK.ODTUog_uye_der_Haz_02.pdf
ODTÜ Öğretim Elemanları Derneği, “Ulusal Bilim Politikası” Paneli, Bildiriler Ankara: ODTÜ
- Greene, W.H. (2008) The Econometric Approach to Efficiency Analysis H.O.Fried, C.A.K.Lovell, S.S.Schmidt. (Ed.) *The Measurement of Productive Efficiency: Techniques and Applications*. Oxford: Oxford University Press.

- Griliches, Z. (1979). Issues in Assessing the Contribution of Research and Development to Productivity Growth, *The Bell Journal of Economics*, 10 (1), (s: 92–116).
- Grosskopf, S. (1986). The Role of the Reference Technology in Measuring Productive Efficiency. *The Economic Journal*, 96,(June), (s. 499 – 513)
- Guellec, D. ve Van Pottelsberghe de la Potterie, B. (1999) Does government support stimulate private R&D?, *OECD Economic Studies*, 29, 95-122.
- Guellec, D., van Pottelsberghe de la Potterie, B. (2004). From R&D to Productivity Growth: Do the Institutional Settings and the Source of Funds of R&D Matter? *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 66 (3), (s. 353–378).
- Güzel, S. (2009) Ar-Ge Harcamaları ve Vergi Teşvikleri: Belirli Ülkeler Karşısında Türkiye'nin Durumu. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi*, 4(2), (s. 29 – 48)
- Haas D.A., ve Murphy F.H. (2003). Compensating for non-homogeneity in decision-making units in data envelopment analysis. *European Journal of Operational Research*, 44 (3), 530-544.
- Hall B.H., Griliches Z. ve Hausmann J. A. (1986). Patents and R and D: Is there a lag? *International Economic Review*, 27 (2), (s: 265–283).
- Hammond, C. (1986). *Estimating The Statistical Cost Curve: An Application Of The Stochastic Frontier Technique*. *Applied Economics*, 18, (s. 971 – 984).
- Hanel, P (2000) R&D, Interindustry and International Technology Spillovers and the Total Factor Productivity Growth of Manufacturing Industries in Canada, 1974 – 1989. *Economic Systems Research*, 12(3) , (s.345-361)
- Hashimoto, A. ve Haneda, S. (2008). Measuring the change in R&D efficiency of the Japanese pharmaceutical industry. *Research Policy*, 37, (s.1829–1836)
- Hirschey, M. (2003), Chapter 6: Stock-Price Effects Of Research And Development Expenditures, *Tech Stock Valuation: Investor Psychology and Economic Analysis*, (s.125-156), Elsevier Inc.
- Ho, D. (2005). *Bank Branch Profitability and Productivity: A domestic and International Study Using DEA*, Yüksek Lisans Tezi, Toronto Üniversitesi, Kanada.

- Honjo, Y. ve Haneda, S., (1998). R&D Evaluation of Japanese Pharmaceutical Firms Using DEA. *Journal of Science Policy and Research Management*, 13 (1–2), (s. 96 – 105).
- Hosmer, D.W. ve Lemeshow, S. (1989). *Applied Logistic Regression*. New York: John Wiley and Sons, Inc.
- Hsu, F. ve Hsueh, C. (2009). Measuring relative efficiency of government-sponsored R&D projects: A three-stage approach. *Evaluation and Program Planning*, 32, (s.178–186)
- IMF (2010). *World Economic Outlook October 2010: Recovery, Risk and Rebalancing*. (World Economic and Financial Surveys), ABD: IMF
- IMF (Eylül 2011). *Turkey - 2011 Article IV Consultation Preliminary Conclusions*. Erişim: 23 Ekim 2011, <http://www.imf.org/external/np/ms/2011/091911a.htm>
- Isik, I. ve Hassan M. K. (2003). ‘Financial Deregulation and Total Factor Productivity Change: An Empirical Study of Turkish Commercial Banks, *Journal of Banking and Finance*, 27, (s.1455 - 1485)
- İnan, E.A. (2000). Banka Etkinliğinin Ölçülmesi ve Düşük Enflasyon Sürecinde Bankacılıkta Etkinlik. *Bankacılar Dergisi*, 34, (s.85–86).
- Johnes, J. (2006). Efficiency and productivity change in the English higher education sector from 1996/97 to 2002/03, *Lancaster University Management School Working Paper*, 2006/017
- Joint Research Center DG Research (2010). The 2010 EU Industrial R&D Investment Scoreboard, *European Union*.
- Kafouros, M.I. (2006) The Impact of the Internet on R&D Efficiency: Theory and Evidence. *Technovation* 26, (s.827–835)
- Kale, S. (2009). *Veri Zarflama Analizi ile Banka Şubelerinin Performansının Ölçülmesi*. Doktora Tezi, Kadir Has Üniversitesi, İstanbul, Türkiye.
- Kalkan, S. (25 Mayıs 2011). Cari Açığın Sebebini Merak Eden Bütçeye Baksın (N201139). Erişim: Türkiye Ekonomi Politikaları Araştırma Vakfı, Politika Notu, <http://www.tepav.org.tr/tr/haberler/s/2129>
- Karan, M.B. (2004). *Yatırım Analizi ve Portföy Yönetimi*, Ankara: Gazi Kitabevi

- Kiper, M. (Ekim 2010). *Ar-Ge ve İnovasyon Süreçlerinde Yeni Yaklaşımlar ve Bu Kapsamda Türkiye için Öneriler*. Türkler ve Bilim: Dünden Yarına Bilgi Şöleni, TOBB ETÜ, Ankara
- Kleinbaum, D.G. ve Klein, M. (2010). *Logistic Regression: A Self-Learning Text*, 3rd Edition, ABD: Springer
- Kolb R.W.R.W. ve Rodriguez R.J. (1996). *Finansal Yönetim*, (A.İ.Karacan, Çev.), Ankara: SPK Yayınları,35 (1996).
- Koopmans, T.C. (1951). An Analysis of Production as an Efficient Combination of Activities. Koopmans T.C. (Ed.) *Activity Analysis of Production and Allocation*. Cowles Commission for Research in Economics Monograph No. 13. New York: JohnWiley and Sons.
- Korkmaz, S. (2010) Türkiye’de Ar-Ge Yatırımları Ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişkinin Var Modeli İle Analizi. *Journal of Yaşar University*, 20(5), (s.3320-3330)
- Köse, T., Ferhatoğlu, E. (2009). Araştırma Geliştirme Faaliyetlerinin Teşvikinde Ar-Ge İndirimi ve Ar-Ge Harcamalarının Muhasebeleştirilmesi. *Muhasebe Bilim Dünyası Dergisi MÖDAV*, 2009/3, (s.79-112)
- Kumbhakar, Subal C., Ortega-Argilés, Raquel , Potters, Lesley, Vivarelli, Marco ve Voigt, Peter (2009), Corporate R&D and Firm Efficiency: Evidence from Europe’s Top R&D Investors SSRN: <http://ssrn.com/abstract=1528592>, IZA Discussion Paper No. 4657,
- Kuosmanen, T. (2002). Modeling blank data entries in data envelopment analysis, *EconWPA Working Paper in Econometrics*, (No. 0210001).
- Lederman, D. ve Maloney, W.F. (2003). R&D and Development. <http://ssrn.com/abstract=402480> World Bank Policy Research Working Paper No. 3024.
- Lee H.Y, ve Park Y.T. (2005). An international comparison of R&D efficiency: DEA Approach. *Asian Journal of Technology Innovation*,13(2), (s: 207 – 22).
- Lee, H., Park, Y. ve Choi, H. (2009). Comparative Evaluation of Performance of National R&D Programs with Heterogeneous Objectives: A DEA Approach. *European Journal of Operational Research*, 196, (s. 847 – 855).

- Linton J.D., Walsh S.T. ve Morabito J. (2002). Analysis, ranking and selection of R&D projects in a portfolio. *R&D Management*, 32(2), (s:139–48).
- Liu, J.S. ve Lu, W. (2010). DEA and ranking with the network-based approach: a case of R&D Performance. *Omega: The International Journal of Management Science*, 38, (s. 453 – 464).
- López-Pueyo, C., Barcenilla-Visús ve S., Sanaú, J. (2008). International R&D spillovers and manufacturing productivity: A panel data analysis, *Structural Change and Economic Dynamics*, 19, (s.152–172)
- Lovell, C. A. K., (2003). The Decomposition of *Malmquist* Productivity Indexes. *Journal of Productivity Analysis*, 20, (s. 437 – 458).
- Lovell, C.A.K. (1996). Applying Efficiency Measurement Techniques to the Measurement of Productivity Change. *Journal of Productivity Analysis*, 7(2-3), (s. 329 – 40).
- Lovell, C.A.K., ve Pastor, J. (1995). *Units invariant and translation invariant DEA models*, *Operations Research Letters*, 18, (s.147–151).
- Lööf, H. ve Hesmati, A. (2005) The Impact of Public Funding on Private R&D investment: New Evidence from a Firm Level Innovation Study. <http://www.infra.kth.se/cesis/documents/WP06.pdf> CESIS Electronic Working Paper Series, No.06.
- Lucas, R.E. (1988). On the mechanics of economic development. *Journal of Monetary Economics*, 22, (s.3–42).
- Mendi, P., (2007). Trade in disembodied technology and total factor productivity in OECD countries. *Research Policy*, 36, (s.121–133)
- Morbey, G. K. ve R. M. Reithner, (1990). How R&D Affects Sales Growth, Productivity and Profitability, *Research Management*, May-June, (s: 11-14).
- Nelson, R. R. (1982). The role of knowledge in R&D efficiency, *The Quarterly Journal of Economics*, 97(3), (s. 453 – 470).
- Neter, J., Wasserman, W., Nachtsheim, C. J., ve Kutner, M. H. (1996). *Applied Linear Regression Models*, Chicago: Irwin.
- OECD (1994). Using Patent Data As Science And Technology Indicators Patent Manual. Paris: OECD Publishing.

- OECD (1995), *Manual On The Measurement Of Human Resources Devoted To S&T "Canberra Manual"*. Paris: OECD Publishing.
- OECD (2002), *The FRASCATI Manual – Proposed Standard Practice For Surveys On Research And Experimental Development*, 6. Baskı. Paris: OECD Publishing.
- OECD (2005), *The OSLO Manual – Guidelines For Collecting And Interpreting Innovation Data*, 3. Baskı. European Commission, Eurostat.
- OECD (2010a) *OECD Science, Technology and Industry Outlook 2010*, OECD Publishing.
- OECD (2010b) *Ministerial Report on the OECD Innovation Strategy*, OECD Publishing
- OECD (2011), *OECD Science, Technology and Industry Scoreboard 2011*, OECD Publishing.
- Okamuro, H. ve Nishimura, J. (2010) R&D Productivity and the Organization of Cluster Policy: An Empirical Evaluation of The Industrial Cluster Project in Japan. *Journal of Technology Transfer*, 36(2), (s.117-144)
- Oktay, S. (Ağustos 2011). Ar-Ge 100: Beklenen Çıkış Yine Gelmedi. *Turkishtime*, (s.54 – 75)
- Özçelik E. ve Taymaz E. (2008). R&D support programs in developing countries: The Turkish Experience. *Research Policy*, 37, (s.258–275)
- Özdemir, A.İ. ve Düzgün, R. (2009). Türkiye’deki Otomotiv Firmalarının Sermaye Yapısına Göre Etkinlik Analizi. *İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 23(1), (s.147 – 164).
- Özden, Ü.H. (2008). Veri zarflama analizi (VZA) ile Türkiye’deki vakıf Üniversitelerinin etkinliğinin ölçülmesi, *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi*, 37(2), (s. 167-185).
- Özer, M. ve Çiftiçi, N. (2009) Ar-Ge Harcamaları ve İhracat İlişkisi: OECD Ülkeleri Panel Veri Analizi Dumlupınar Üniversitesi, *Sosyal Bilimler Dergisi*, 23
- Pampel, F.C. (2000). *Logistic Regression: A Primer*. *Sage University Papers, Series: Quantitative Applications in the Social Sciences*, ABD: Sage Publications.
- Paradi, J. C., Vela,S ve Yang,Z. (2004). Assesing Bank and Bank Branch Performance. Cooper W.W, Seiford L.M. ve Zhu J. *Handbook on Data Envelopment Analysis*. (s.349 - 400). USA: Kluwer Academic Publishers.

- Pastor, J., ve J. Ruiz (2007). Variables with Negative Values in DEA. Zhu, J. ve Cook, W.D. *Modeling Data Irregularities and Structural Complexities in Data Envelopment Analysis*. Worcester Polytechnic Institute, (s. 63-84). New York: Springer, Berling.
- Pastor, J.T. (1994). How to discount environmental effects in DEA: An application to bank branches, *Depto Estadística e Investigación Operativa, Universidad de Alicante Working Paper, 011(94)*.
- Perelman S. (1995). R&D, Technological Progress And Efficiency Change In Industrial Activities, *Review of Income and Wealth*, 41(3), (s.349 – 366)
- Pessoa, A. (2010). R&D and economic growth: How strong is the link? *Economics Letters*, 107(2), (s.152-154)
- Pol, E. ve Carroll, P. (2006). *An Introduction to Economics with Emphasis on Innovation Second Edition*, Australia: Thomson Learning
- Raheman, A., Afza, T., Quayyum, A., ve Bodla, M.A. (2008). Estimating Total Factor Productivity and its Components: Evidence from Major Manufacturing Industries of Pakistan. *The Pakistan Development Review*, 47(4), Part II, (s. 677 – 694).
- Reyhanoğlu, M. (2006) *Ar-Ge İşbirliklerinde Güven: Ankara'daki Teknoparklarda Faaliyet Gösteren İşletmelerde Bir Araştırma*. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı: Ankara
- Rousseau, S. ve Rousseau, R. (1997). Data Envelopment Analysis As A Tool For Onstructing Scientometric Indicators, *Scientometrics*, 40(1), (s. 45 – 56).
- Sarkis, J. (2007) Preparing Your Data for DEA. Zhu, J. ve Cook, W.D. *Modeling Data Irregularities and Structural Complexities in Data Envelopment Analysis*. Worcester Polytechnic Institute, New York: Springer.
- Schumpeter, J. (1947). The Creative Response in Economic History, *The Journal of Economic History*, 7(2), (s. 149 – 159).
- Sengupta, J.K. (2000). *Dynamic and Stochastic Efficiency Analysis: Economics of Data Envelopment Analysis*. Singapur: World Scientific.
- Seyrek, H.İ ve Ata, H.A. (2010) Veri Zarflama Analizi ve Veri Madenciliği ile Mevduat Bankalarında Etkinlik Ölçümü. *BDDK Bankacılık ve Finansal Piyasalar*, 4(2), (s. 67 – 84).

- Sharma S. ve Thomas V.J. (2008). Inter-country R&D efficiency analysis: an application of data envelopment analysis. *Scientometrics*, 76(3), (s: 483 – 501).
- Sherman, H.D. (1988). *Service Organization Productivity Management*. Canada: Society of Management Accountants
- Silvs K.R.P, Alvarenga R.M.P, Fernandez O.F., Alvarenga H., ve Thuler L.C.S. (2009). Potential risk factors for multiple sclerosis in Rio de Janeiro: A case-control study. *Arq Neuropsiquiatr*. 67, (2-A) (s.22-234). Erişim: 18 şubat 2011, <http://www.scielo.br/pdf/anp/v67n2a/v67n2aa11.pdf>
- Sinuary-Stern, Z., L. Friedman. (1998). DEA and the discriminant analysis of ratios for ranking units. *European Journal of Operational Research*, 11, 470-78.
- Sowlati, T. (2001) *Establishing the Practical Frontier in Data Envelopment Analysis*. Doktora Tezi, University of Toronto.
- Tabachnick, B.G. ve Fidell, L.S. (2007). *Using Multivariate Statistics*. Pearson.
- Talluri, S. (2000). Data Envelopment Analysis: Models and Extensions Production/Operations Management, *Decision Line*, May 2000, (s. 8 – 11).
- Tarım, A. (2001) *Veri Zarflama Analizi Matematiksel Programlama Tabanlı Göreli Etkinlik Ölçüm Yaklaşımı*. Ankara: T.C. Sayıştay Başkanlığı
- Taymaz, E. (2004). Vizyon 2023 Ulusal Teknoloji Envanteri Projesi: Türkiye İmalat Sanayinde Teknolojik Yetenek, Erişim: 07 Mart 2011, http://www.tubitak.gov.tr/tubitak_content_files/vizyon2023/teknolojikyetenek/Ulusal_Teknolojik_Yetenek_Raporu.pdf
- Taymaz, E.(Mart, 2001). *Ulusal Yenilik Sistemi, Türkiye İmalat Sanayiinde Teknolojik Değişim ve Yenilik Süreçleri*, Erişim: 12 Ağustos 2011, <http://www.inovasyon.org/pdf/kapak.pdf>
- Tekin, M., ve Çiçek, E. (2003). Bilgi Çağında Bilgi Toplumu ve Bilgi Ekonomisi. Aktan C.C. *Modernite'den Postmodernite'ye Değişim*. Konya: Çizgi Kitabevi.
- Thanassoulis, E., M. Silva Portela, ve O. Despic (2008). DEA - The Mathematical Programming Approach to Efficiency Analysis. H. Fried, C. Lovell, ve S. Schmidt. (s.251 – 420). *The Measurement of Productive Efficiency and Productivity Change*, New York: Oxford University Press.
- Thanassoulis,E., Portela, M.C.S., Despic, O (2008) Data envelopment Anaylsis: The Mathematical Approach to Efficiency Analysis. H.O.Fried, C.A.K.Lovell,

- S.S.Schmidt. (Ed.) *The Measurement of Productive Efficiency: Techniques and Applications*. Oxford: Oxford University Press.
- Thomas V.J., Sharma,S. ve Jain, S.K. (2011). Using patents and publications to assess R&D efficiency in the states of the USA, *World Patent Information*, 33, (s.4–10)
- Thomas, V.J., Jain, S.K. ve Sharma, S. (2009). Analyzing R&D Efficiency in Asia and the OECD: An Application of the Malmquist Productivity Index, *Science and Innovation Policy, 2009 Atlanta Conference*
- Thompson, R.G., Dharmapala, P.S., ve Thrall, R.M. (1993). Importance for DEA of zeros in data, multipliers and solutions, *Journal of Productivity Analysis* 4(4), (s.379–390).
- Thore, S., Kozmetsky, G. ve Phillips, F. (1994). DEA of financial Statements Data: The US Computer Industry. *The Journal of Productivity Analysis*, 5, (s. 229 – 248).
- Tomiura, E. (2007) Effects of R&D and Networking on the Export Decision of Japanese Firms, *Research Policy* 36, (s.758–767)
- Tone, K. (2004) Malmquist Productivity Index: Efficiency Change over Time. in DEA, Cooper W.W., Seiford L.M. ve Zhu J. *Handbook on Data Envelopment Analysis*. (s. 203 – 227). USA: Kluwer Academic Publishers.
- TÜBİTAK (2003) Vizyon 2023, Erişim: 13 Ağustos 2011, <http://www.tubitak.gov.tr/home.do?ot=1&sid=472&pid=468>
- TÜBİTAK (2010a). *Ulusal Bilim, Teknoloji ve Yenilik Stratejisi 2011-2016*. Ankara: TÜBİTAK Bilim, Teknoloji ve Yenilik Politikaları Daire Başkanlığı.
- TÜBİTAK (2011). *Türkiye Bilim, Teknoloji ve Yenilik Sistemi ve Performans Göstergeleri 2010*. Ankara: TÜBİTAK - Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu.
- Tümer, S.T. (2004). Türk Bilim ve Teknoloji Politikasının Dünü, Bugünü ve Yarını. *I.Ulusal Mühendislik Kongresi*, Eski Foça, İzmir
- Ulucan, A. ve Atıcı, K.B. (2010a). Enerji ve Çevre Konularında Parametrik Olmayan Etkinlik Analizi Ve Türkiye Elektrik Sanayi Uygulaması. *H.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 28(1), (s.173 – 203).
- Ulucan, A. ve Atıcı, K.B. (2010b). Efficiency evaluations with context-dependent and measure-specific data envelopment approaches: An application in a World Bank

- supported Project. *The International Journal of Management Science, Omega* 38, (s. 68 – 83).
- UNU-MERIT: Maastricht Economic and social Research and training centre on Innovation and Technology (2011). *Innovation Union Scoreboard 2010: The Innovation Union's performance scoreboard for Research and Innovation*. Pro-Inno Europe, Inno Metrics
- Van den Berg, R. (13 Mart 2009). Logistic regression optimal cut-off point for classification? [İleti No:4]. Erişim: SPSSX-Discussion, <http://spssx-discussion.1045642.n5.nabble.com/logistic-regression-optimal-cut-off-point-for-classification-td1090226.html>, 10 Şubat 2010
- Wagner, J.M ve Shimshak, D.G. (2007). Stepwise Selection of Variables in Data Envelopment Analysis: Procedures and Managerial Perspectives. *European Journal of Operational Research*, 180(1), (s. 57-67)
- Wang E.C., ve Huang W. (2007). Relative efficiency of R&D activities: a cross-country study accounting for environmental factors in the DEA approach. *Research Policy*, 36, (s: 260 – 273).
- Wang, E.C. (2007). R&D Efficiency And Economic Performance: A Cross-Country Analysis Using The Stochastic Frontier Approach, *Journal of Policy Modeling* 29, (s.345–360)
- WIPO (2010). *World Intellectual Property Indicators* (Publication No: 941). WIPO – World Intellectual Property Organization.
- Worthington, A. (1998). The determinants of non-bank financial institution efficiency: A stochastic cost frontier approach. *Applied Financial Economics*, 8(3), (s. 279 – 289).
- Wu, Y. (2009). The Analysis of Innovation Efficiency and Non-Technological Factors of Manufactory Companies in the Pearl River Delta of China, 3rd *Conference on Micro Evidence on Innovation in Developing Economies- MEIDE, IPEA*, Erişim: 21 Temmuz 2009, http://www.merit.unu.edu/MEIDE/papers/2009/1235959889_YW.pdf
- Wuensch, K.L. (2009). *Binary Logistic Regression with PASW/SPSS*. Erişim: 18 Şubat 2010, Ağ sitesi: <http://core.ecu.edu/psyc/wuenschk/MV/Multreg/Logistic-SPSS.pdf>

- Yang C.H., Lin C.H. ve Ma D. (2010). R&D, Human Capital Investment and Productivity: Firm-level Evidence from China's Electronics Industry, *China & World Economy* / 72 – 89, 18(5), (s.72- 89)
- Yaşı, A. (2008). *Bankacılık Sektöründe Etkinlik Ve Veri Zarflama Analizi Yöntemi İle Ölçülmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Ankara, Türkiye
- Yeh, Q. (1996). The Application of Data Envelopment Analysis in Conjunction with Financial Ratios for Bank Performance Evaluation. *The Journal of the Operational Research Society*, 47(8), (s. 980-988).
- Yu, H.C. (1994). *Financial Efficiency Analysis: A DEA Approach*. Yüksek Lisans Tezi, Central University of Finance and Banking, Pekin, Çin.
- Zaim, O. ve Taskin, F. (1997). The Comparative Performance of the Public Enterprise Sector in Turkey: A Malmquist Productivity Index Approach, *Journal of Comparative Economics*, 25, (s. 129 – 157)
- Zhao, H. ve Li, H. (1997) R&D and Export: an Empirical Analysis of Chinese Manufacturing Firms. *The Journal of High Technology Management Research*, 8(1), (s.89-105)