

Ar-Ge Yatırımlarının Finansal Performans Üzerindeki Etkisi Ve Bist Teknoloji Endeksi Firmalarının Etkinliklerinin Değerlendirilmesi

Levent ÇITAK*

Yüksel İLTAŞ**

ÖZET

Bu çalışmada Borsa İstanbul Teknoloji Endeksi'nde (XUTEK) yer alan firmaların araştırma-geliştirme yatırımlarının etkinlikleri analiz edilmektedir. Firmaların araştırma-geliştirme yatırımları bakımından birbirleri ile göreceli etkinlikleri 2013, 2014 ve 2015 yıllarına ait veriler kullanılarak üç etkinlik türü üzerinden analiz edilmektedir. Ar-Ge yoğunluğu ve Ar-Ge/Aktifler değişkenlerinin iki girdi, aktif karlılık oranı ve piyasa değeri/defter değeri oranı değişkenlerinin iki çıktıları olduğu CCR (Charnes, Cooper ve Rhodes (1978)) ve BCC ((Banker, Charnes ve Cooper (1984))), veri zarflama modelleri kullanılmıştır. Çalışmanın bulguları firmaların saf teknik etkinlik düzeylerinin göreceli olarak yüksek olduğunu ve 2015'te beş firmanın tam saf teknik etkinliğe sahip olduklarını göstermektedir. Dolayısıyla, firmaların toplam teknik etkinliklerinin artırmak için genel olarak ölçek etkinliklerini arttırmaları gerektiği söylenebilir.

Anahtar Kelimeler: Ar-Ge Harcamaları, Finansal Performans, Veri Zarflama Analizi, Etkinlik.

JEL Sınıflandırması: L20, L25, O30.

The Effect Of R&D Investment on Financial Performance And Evaluation Of The Efficiencies Of Firms Included In Bist Technology Index

ABSTRACT

In this study analyzes efficiencies of research and development (R&D) investments of firms included in Borsa İstanbul Technology Index (XUTEK). Based on 2013, 2014 and 2015 data, the relative efficiencies of firm's, in term of their research and development investments, are analyzed on the basis of three efficiency types. CCR (Charnes, Cooper ve Rhodes (1978)), as well as BCC ((Banker, Charnes ve Cooper (1984))) data envelopment models are used, where R&D intensity and R&D/Total Assets are two input and return on assets ratio and market-to-book value ratio are the two outputs. The findings of the study show that the pure technical efficiency levels of the companies are relatively high and that in 2015 the five firms have full pure technical efficiency. Therefore, it can be said that companies need to increase their scale activities in general in order to increase their total technical activities.

Keywords: R&D Investment, Financial Performance, Data Envelopment Analysis, Efficiency.

Jel Classification: L20, L25, O30.

* Prof. Dr. Levent Çıtak, Erciyes Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, lcitak@erciyes.edu.tr.

** Yrd. Doç. Dr. Yüksel İltaş, Ahi Evran Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, yiltas@ahievran.edu.tr.

1. GİRİŞ

Küresel ortamda rekabetin daha yoğun ve keskin bir hal almasıyla birlikte yeni ekonomik anlayış bilim ve teknoloji temeline dayanmıştır. Bu bağlamda küreselleşen dünyada sürdürülebilir ekonomik büyüme, ne kadar yenilik üretildiği ile ilişkilendirilmektedir (Ünal ve Seçilmiş, 2013:12). İşletmelerin rekabet üstünlüğü sağlayarak satışlarını artırabilmeleri ve kârlarını maksimize edebilmeleri için işletme stratejilerinde farklılaşmaya, yeniliğe ve yenileşmeye yönelmeleri gerekmektedir.

İşletmeler açısından Araştırma-Geliştirme(Ar-Ge) yatırımları, yeni bir ürün üretmek ve bunu ticari bir kimliğe bürüyerek işletme satışlarını ve dolayısıyla kârlılığını artırmak, özellikle uzun vadede işletmenin varlığını sürdürebilmesi için önem arz etmektedir (Işık vd. 2016:28). Ar-Ge giderleri yeni bir ürün veya ileri teknoloji geliştirmek için yapılan araştırma giderleri ile araştırma bulgularının yeni ürünler, varlıklar, üretim yöntemleri, sistemler veya hizmetler için projeye dönüştürülmesinde katlanılan geliştirme giderlerinden oluşur (Öğredik, 2005:1).

İşletmelerin, faaliyetlerinde devamlılığı sağlayabilmek ve piyasada tutunabilmek için mevcut bilgiyi ve teknolojiyi geliştirmesi, yeni fikirler ve teknikler üretmesi, tüketici ihtiyaçlarını en iyi şekilde karşılaması, gelişmeyi sürekli hale getirmesi ve rakip işletmelere göre farklılığı daha hızlı yakalayabilmesi gerekmektedir (Ünal ve Seçilmiş, 2014: 203). Ar-Ge harcamaları firmanın teknoloji yeteneğini tanımlamakta kullanılan değişkenlerden birisi olup, işletmeler gücünü yürüttüğü Ar-Ge faaliyetlerinden almaktadır. Sanayi gelişimi, uluslararası ticaretin artması ve artan üretim kapasiteleri gibi etkenler global arenada rekabetin artmasına neden olmakta ve işletmeler girdikleri pazarda kendi farklılıklarını ortaya koymak için Ar-Ge faaliyetlerine yönelmektedirler. Bu bağlamda işletmelerin sürekli ve sistemli olarak yaptığı Ar-Ge faaliyetleri, genel olarak bir sonuç değil, bir süreçtir.

İşletmeler için Ar-Ge faaliyetlerinin temel taşı yeniliktir. Yani yeni ürünler geliştirmek veya keşfetmektir. Ar-Ge'nin gün geçtikçe önem kazandığı günümüz dünyasında Ar-Ge faaliyetlerini bir kaldıraç olarak kullanabilen işletmeler üretimlerini ve beraberinde gelirlerini artırabilir. Rekabetçi güç elde etmek isteyen işletmeler hem yenilikçi hem de verimli olmak durumundadırlar. Bu nedenle işletmeler bütçelerinden daha çok payı Ar-Ge ve yenilik harcamalarına ayırmaları gerekmektedir.

Çalışmada, *Giriş* bölümünü takiben, konuya ilişkin *Literatür İncelemesine* yer verilmektedir. *Araştırma modeli ve kullanılan girdi ile çıktılar* bölümünde veri zarflama analizi tanımlanarak, kullanılan veri zarflama modelleri tanıtılmakta ve çalışmada yer verilen girdi ve çıktılar açıklanmaktadır. Sonrasında ise model sonuçları ve ampirik bulgular sunulmaktadır. Çalışma, *Sonuç ve Öneriler* bölümü ile sonlandırılmaktadır.

2. LİTERATÜR İNCELEMESİ

Literatür incelemesinde Ar-Ge giderleri ile satış hasılatı arasındaki ilişkiye yönelik birçok çalışmaya rastlanmıştır. Konuya ilişkin yapılan yabancı ve yerli çalışmaların özet bilgileri aşağıdaki tabloda topluca gösterilmektedir.

Tablo 1. Literatür Taraması Özet Sonuçlar

Yazar(lar)	Veri Seti	Metodoloji	Kullanılan Değişkenler	Bulgular
Scherer (1965)	En Büyük 500 ABD Sanayi Şirketlerini Belirleyen Fortune Listesindeki 448 Firma, 1955-1959	Regresyon	Patentli İcatların Sayısı, Satış Hasılatı, Firma Kârlılığı Büyümesi.	Ar-Ge faaliyetleri şirketin satışlarını arttırmakta ve böylelikle şirket kârlılığına dolaylı yoldan katkı sağlanmaktadır. Ayrıca patent çıkarma ile ölçülen şirket kâr büyümesi icat edilen ürünlerle doğrudan ilişkilidir.
Mowery (1983)	200 Amerikan Firması, 1921-1946	Regresyon	Ar-Ge Personeli, Firma Boyutu.	1933-1946 yılları arasında Ar-Ge personeli çalıştırmak firma boyutunu pozitif etkilemiştir. Ayrıca çalışmada Ar-Ge harcamaları hem büyük hem de küçük ölçekli firmaların boyutunu pozitif yönde etkilemiştir.
Geroski ve Toker (1996)	İngiltere İmalat Firması, 1979-1986.	Regresyon	Satışların Logaritması, İhracat ve İthalat oranı, İcat Ürün Sayısı, Toplam Reklamlar, Endüstrinin Satış Büyümesi,	Ar-Ge faaliyetleri ile satışların büyümesi arasında güçlü ve pozitif yönlü bir ilişki tespit edilmiştir.
Roper (1997)	Küçük Ölçekli Almanya, İngiltere ve İrlanda Firmaları, 1991-1993.	Anket, Araştırma Raporu.	İnovatif Ürün Geliştirme, Firma Satış Büyümesi.	Almanya, İngiltere ve İrlanda firmaları için satışların artırılmasında inovatif ürün geliştirmenin katkısı olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Almanya için satış büyümesi ürün yeniliği stratejisi ile sağlanmıştır. Bu durum üretkenliği artırmış fakat istihdamı azaltmıştır. İngiltere ve İrlanda firmaları, üretkenliği ve istihdamı birlikte düşünerek inovatif ürün geliştirmede daha dengeli davranmışlardır. Alman firmaları İngiltere ve İrlanda firmalarına göre daha az pazar odaklı, daha az riskli ve daha örgütlenmiş yaklaşımı benimsemişlerdir.

Freel (2000)	228 Küçük Ölçekli İngiliz Firması,	Non- Parametrik Test.	Firma Büyümesi, Satışlar, İstihdam, Karlılık, Verimlilik, İhracat ve İhracat Yoğunluğu.	Çalışmada elde edilen sonuçlar küçük firmalar ile ilgili önceki çalışmalarla benzerlik göstermektedir. Ancak büyük firmalar için belirgin farklılık, inovasyon için kazanç en azından firma büyüklüğü koşuluna bağlı olabilir. Ayrıca önerilen inovatif zorunluluklara karşı firma performans farklılığının yüksek düzeyine dikkat edilmelidir. Mutlak doğru olmamakla birlikte Ar-Ge faaliyetleri yapan firmaların büyüme olasılığı daha yüksektir.
Del Monte ve Papagni (2003)	500 İtalyan İmalat Firması, 1989-1997.	Regresyon Panel Veri	Firma Boyutu, Büyüme Oranı, Verimlilik ve Verimlilik Büyüme Oranı, Karlılık	Çalışmanın sonuçları firma büyümesini açıklayan rastlantısal ve sistematik değişkenlerin varlığını doğrulamaktadır. Ar-Ge faaliyetleri yapan firmaların satışlarındaki büyüme yapmayan firmalara nispeten daha fazla olup ar-ge yatırımları ile büyüme arasında pozitif yönlü bir ilişkiye rastlanmıştır.
Coad ve Rao (2008)	İleri Teknolojiye Sahip Amerikan Firmaları, 1963-1998.	Regresyon	Patent Sayısı, Yenilikçilik, Ar-Ge Harcaması, Satışlar.	Az sayıda hızlı büyüyen <i>süperstar</i> firmalar için inovasyon büyük önem taşımaktadır. Birçok firma için yapılan ar-ge yatırımları ve patentler düşük performansa neden olmakta ve satışların artışını olumsuz etkilemektedir. Bunun sebebi de teknolojik yeniliklerin doğası gereği belirsizlik içermesi ve ar-ge giderlerinin ar-ge yatırımlarına dönüştürülmesinin her zaman mümkün olmamasıdır.
Cassia, Colombelli ve Paleari (2009)	Londra Borsasına Kayıtlı Firmalar, 1995-2006	Genelleştiril miş Momentler Yöntemi (GMM)	Firma Büyümesi (Satışların Doğal Logaritması), Büyüklük, Firma Yaşı, Üniversite Sanayi İşbirliği, Öğrenci Sayısı, Araştırma	Üniversiteler için mevcut araştırma fonu miktarı firma büyümesini pozitif yönde etkilerken, üniversitenin girdi ve çıktı etkisi (akademik bilgi) firma büyümesini etkilememektedir. Bölgedeki öğrenci sayısı ile firma büyümesi arasında ilişki anlamlı ve pozitif yönde tespit edilmiştir. Son olarak büyüklük ile firma büyümesi

			Fonu, Ar-Ge Harcamalarının Gayrisafi Yurtiçi Hasılaya Oranı ve Patentler.	arasındaki ilişki istatistiksel olarak anlamlı saptanmıştır.
Karacaer, Aygün ve İç (2009)	BİST’te İşlem Görün 84 Firma, 2005-2006.	Regresyon ve Korelasyon Analizi.	Hisse Senedi Getirisi, Aktif Kârlılığı (ROA), Ar-Ge Giderleri, Ge Yoğunluğu (Ar-Ge/Net Satışlar), Büyüklük (Aktiflerin doğal logaritması), Firmada Çalışan Personel Sayısı.	İki performans ölçütü (Hisse senedi getirisi ve aktif kârlılığı) ile Ar-Ge harcamaları arasında pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı sonuçlar elde edilmiştir.
García-Manjón ve Romero-Merino (2012)	18 Farklı Avrupa Ülkesinden En Yüksek Ar-Ge Harcaması Yapan 1.000 Firma, 2003-2007.	Regresyon, Quantile Regresyon, GMM.	Büyüme (Net Satışların Logaritmasının Farkı), Firma Yenilikçiliği (Ar-Ge / Net Satışlar), Satışlar,	Belirtilen dönemde 754 Avrupa firmasının satış büyümesi üzerine Ar-Ge harcamalarının olumlu bir etkisinin olduğu tespit edilmiştir.
Choi ve Williams (2013)	Kore ve Çin’de Mikroelektronik, ilaç ve Telekomünikasyon Sektöründe Faaliyet Gösteren 90 Firma, 2000-2003.	Panel Veri, Regresyon	Satışların Büyümesi, Aktif Kârlılığı (ROA), Ar-Ge/Satışlar, Patent Yoğunluğu (Patent Sayısı/Satışlar), Yenilikçilik Yoğunluğu ve Çeşitliliği, Firma Boyutu ve Yaşı, Kaldıraç Oranı	Kore ve Çin firmalarının Satış büyümesi ve ROA üzerinde Ar-Ge yoğunluğu istatistiksel olarak anlamlı değilken, patent yoğunluğu istatistiksel olarak anlamlıdır. Yenilikçilik yoğunluğu Çin firmalarına kıyasla Kore firmaları için daha önemli finansal performansın belirleyicisidir. Yenilikçilik çeşitliliği Çinli firmalar için finansal performansın güçlü belirleyicisi iken Kore firmaları için değildir. Komşu ülkelerin yenilik faaliyetleri Çin firmalarına kıyasla Kore firmalarının finansal performansı üzerinde güçlü bir etkiye sahiptir.
Ünal ve Seçilmiş (2014)	29 Gaziantep Firması, 2005-2010	Panel Veri Regresyon, Panel GMM.	Ar-Ge Harcamaları, Dönem Net Kârı, Net Satış Hasılatı.	Ar-Ge harcamalarının net satış hasılatı üzerinde, dönem net kârının da Ar-Ge harcamaları üzerinde etkisi olduğu sonucu tespit edilmiştir.

Kocamış ve Güngör (2014)	BİST Teknoloji Sektöründe İşlem Gören 16 Firma, 2009-2013	Regresyon	Ar-Ge Harcamaları, Faaliyet Kâr/Zararı, Vergi Öncesi Kâr/Zararı, Dönem Net Kâr/Zararı.	Ar-Ge giderleri ile şirketin faaliyet kârı, vergi öncesi kâr ve dönem net kârından oluşan kârlılık değerleri arasında pozitif yönlü anlamlı bir ilişki olduğu tespit edilmiştir.
Özcan, Ağırman ve Yılmaz (2014)	BİST’te kayıtlı 9 Ar-Ge Firması, 2000:Q1-2013:Q4	Panel Veri Analizi (Pedroni ve Kao Eş-Bütünleşme Testi, Johansen-Fisher Panel Eş-Bütünleşme Testi, Granger Nedensellik Testi, Sabit ve Tesadüfi Etkiler Modeli)	Hisse Senedi Getirisi, Ar-Ge Gideri.	Araştırmanın sonuçları büyük ölçüde hisse senedi getirileri ile Ar-Ge harcamaları arasında olumlu ve güçlü bir ilişkinin var olduğunu göstermektedir.
Öztürk ve Zeren (2015)	26 Türk İmalat Firması, 2007-2014	Panel Veri Analizi, Uzun Dönemli Eşbütünleşme Analizi.	Ar-Ge Harcamaları, Satış Büyümesi,	Ar-Ge Harcamalarının imalat sanayiinde satış büyümesi üzerinde pozitif yönde bir etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir.
Demirgüneş ve Üçler (2016)	Borsa İstanbul’da İşlem Gören İmalat Firmaları, 1992:Q1-2013:Q3	Panel Veri Analizi, Eşbütünleşme Analizi.	Büyüme (Satışlardaki yüzdesel değişim), Ar-Ge (Ar-Ge giderlerinin aktifleştirilmiş kısmı), Maddi Olmayan Duran Varlıklar, Faaliyet Nakit Akımları ve Kârlılık Oranı.	Ar-Ge yatırımları BİST’te işlem gören imalat firmalarının büyümesi üzerinde istatistiksel olarak anlamlı etkisinin olmadığı tespit edilmiştir. Ayrıca çalışmada maddi olmayan duran varlıkların, büyümeyi istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif yönde etkilediği de tespit edilmiştir.
Işık, Engeloğlu ve Kılınç (2016)	Borsa İstanbul’da İşlem Gören İmalat Sanayi Sektöründeki 30 Firma, 2008:Q1-2014:Q4	Panel Veri Analizi, Havuzlanmış En Küçük Kareler, Sabit Etkiler ve Rassal Etkiler Modeli.	Ar-Ge Harcamaları, Faaliyet Kârı, Net Satışlar, Ar-Ge Yoğunluğu (Ar-Ge/Net Satışlar), Ar-Ge Oranı (Ar-Ge Harcamaları/Fa	Firmaların Ar-Ge’ye yönelik miktar bazında yaptığı harcamaların hem kârlılığa hem de satışlara olumlu bir etkisinin olduğu ortaya konmuştur. Ayrıca Ar-Ge yoğunluğu ve Ar-Ge oranı ile kârlılık ve satışlar arasında anlamlı bir ilişkinin varlığına rastlanılmamıştır.

			aliyet Giderleri).	
Akgün ve Akgün (2016)	Aselsan A.Ş. 2006:Q1-2016:Q4	Regresyon (En Küçük Kareler), Johansen Eşbütünleşme Testi.	Ar-Ge Harcamaları, Net Esas Faaliyet Kârı.	Ar-Ge harcamaları ile net esas faaliyet kârı arasında uzun dönemli ve aynı yönde bir ilişkinin olduğu tespit edilmiştir.

3. ARAŞTIRMA MODELİ VE KULLANILAN GİRDİ İLE ÇIKTILAR

Çalışmanın bu bölümünde, araştırmaya temel olan veri zarflama analizi tanımlanarak, kullanılan veri zarflama modelleri tanıtılmakta ve çalışmada yer verilen girdi ve çıktılar açıklanmaktadır.

Veri Zarflama Modeli

Bu çalışmada Türkiye’deki BIST Teknoloji Endeksinde yer alan firmaların Ar-Ge harcamalarının performans etkinliği veri zarflama analizi ile değerlendirilmektedir. Veri zarflama analizi, geleneksel etkinlik ölçüm yöntemlerinin gerektirdiği bazı varsayım ve kısıtlamalar olmaksızın etkinlik analizi yapmaya olanak vermektedir. Etkinlik ölçmede kullanılan parametrik veya istatistiksel yöntemlerin aksine veri zarflama analizi, üretim fonksiyonun altında yatan ön koşul niteliğindeki güçlü varsayımlara dayanmamaktadır (Tarım ve Karan, 2001: 67-68).

Aynı girdileri kullanarak aynı çıktıları üreten homojen karar birimlerinin göreceli etkinliklerinin belirlenmesinde kullanılabilen veri zarflama analizinde bir karar biriminin göreceli etkinliği; toplam ağırlıklı çıktıların toplam ağırlıklı girdilere oranı olarak tanımlanmaktadır (Tarım, 2001: 175). Veri zarflama analizinde, karar birimleri kümesini oluşturan birimlerin göreceli etkinliği belirlenirken, oluşturulan bir etkinlik (üretim) sınırı referans alınmaktadır. Belirli bir girdi miktarı ile en iyi çıktının elde edilebildiği veya belirli bir miktar çıktının minimum girdi ile elde edilebildiği karar birimleri vektöründen elde edilen düzlem ile bir karar birimi arasındaki uzaklık o karar biriminin etkinsizlik ölçütü olarak değerlendirilmektedir (Alexander, 2007: 98; Anderson v.d., 2002: 599).

İki temel veri zarflama modeli mevcut olup bunlar CCR ve BCC modelleridir. Charnes v.d.(1978) tarafından geliştirilen doğrusal programlama esaslı CCR veri zarflama analizi modeli ile ölçeğe göre sabit getiri varsayımı altında, karar birimlerinin göreceli (toplam) teknik etkinliklerini belirlenmektedir. Ölçeğe göre sabit getiri varsayımına dayanan CCR modelinden sonra ölçeğe göre değişken getiri varsayımına dayanan BCC modeli ortaya çıkmıştır. Banker v.d. (1984: 1078), CCR modeline yeni bir değişken ekleyerek karar

birimlerinin faaliyetlerinin; ölçeğe göre artan, sabit veya azalan getiri bölgelerinde olup olmadığını belirlemeye olanak veren BCC modelini geliştirmişlerdir.

Teknik etkinlik, üretim sürecinde belirli bir girdi bileşimi ile maksimum çıktının elde edilmesi veya en az girdi kullanarak belirli bir çıktı bileşiminin elde edilmesidir.

Toplam teknik etkinlik, çıktıları azaltmak zorunda kalmadan girdi kullanımının azaltılamayacağı bir üretim noktasında bulunmak anlamına gelmektedir. Yani, girdi kullanımını azaltabilmek için, üretim miktarında azaltma yapılması gereken üretim düzeyine ulaşıldığında toplam teknik etkinlik gerçekleşmektedir (Topuz v.d., 2005: 1970). Toplam (teknik) etkinlik, ölçeğe göre sabit getiri varsayımı altında, girdi veya çıktı yöneliminden bağımsız olarak hesaplanırken, (saf) teknik etkinlik ise girdi veya çıktı yönelimi belirleyici olmak kaydı ile ölçeğe göre değişken getiri varsayımı altında hesaplanmaktadır (Tarım, 2001: 35). Girdi yönelimi, belirli bir çıktı miktarının en az girdi miktarı ile elde edilebilmesi durumunu ifade ederken, çıktı yönelimi belirli bir girdi miktarı ile en fazla çıktının elde edilebilmesi durumunu ifade etmektedir. Ölçeğe göre sabit getirinin söz konusu olmadığı durumlarda, yani ölçeğe göre değişken getiri varsayımı altında, “Toplam teknik etkinlik (TTE)”;

- 1) “saf teknik etkinlik (pure technical efficiency)”,
- 2) “ölçek etkinliği (scale efficiency)”

olmak üzere iki unsurdan oluşmaktadır. Saf teknik etkinlik (STE), ölçeğe göre değişken getiri varsayımı altında girdilerin etkin kullanımını ifade ederken, ölçek etkinliği (ÖE) ise optimal ölçek büyüklüğünde veya ölçeğe göre sabit getiride faaliyet gösterilmesini ifade etmektedir (Anderson v.d., 2002: 600).

Firma yöneticileri, gider oranı, yönetim giderleri, Ar-Ge giderleri gibi girdilerin düzeyleri üzerinde kontrol sahibi oldukları için, bu çalışmada girdi yönelimli veri zarflama analizi modeli kullanılmıştır.

Ölçek büyüklüğü fazla olan firmalar büyük olmanın avantajı ile Ar-Ge harcamaları için düşük birim maliyetlere sahip olabilirler. Yani firmalar ölçeğe göre artan getiride faaliyet gösterebilirler. Diğer taraftan, çok büyük firmaların finansal kaynak sıkıntısı olmayabileceği için devasa Ar-Ge yatırımlarına cesaret etmeleri birim maliyetlerini yüksek de tutabilecektir. Bu durumda ölçekten kaynaklanan dezavantajlara sahip olabilir ve ölçeğe göre azalan getiride faaliyet gösterebilirler. Bu nedenle, çalışmamızda Borsa İstanbul Teknoloji endeksinde yer alan firmaların Ar-Ge etkinliklerini değerlendirmek için ölçeğe göre sabit getiri varsayımına dayanan CCR veri zarflama analizi modeli ile birlikte, ölçeğe göre değişken getiri varsayımına dayanan BCC veri zarflama analizi modeli de kullanılmıştır. Bu şekilde, ölçeğe göre sabit, ölçeğe göre artan ve ölçeğe göre azalan getiri özelliği teknoloji firmaları belirlenebilmiştir.

Kullanılan Girdi ile Çıktılar

BIST Teknoloji endeksinde yer alan firmaların Ar-Ge harcamalarının performans etkinliklerinin değerlendirildiği bu çalışmada veri zarflama modeli için 2 adet girdi ve 2 adet çıktı tespit edilmiştir.

$$\text{GİRDİ1: ArGe Yoğunluğu} = \frac{\text{Araştırma Geliştirme Giderleri}}{\text{Net Satışlar}}$$

$$\text{GİRDİ2: ArGe/Aktifler} = \frac{\text{Araştırma Geliştirme Giderleri}}{\text{Toplam Aktifler}}$$

$$\text{ÇIKTI1: Aktif Karlılık Oranı} = \frac{\text{Dönem Net Karı}}{\text{Toplam Aktifler}}$$

$$\text{ÇIKTI2: PD/DD Oranı} = \frac{\text{Toplam Piyasa Değeri}}{\text{Özkaynaklar}}$$

Yukarıdaki değişkenlerden Ar-Ge Yoğunluğu ve Ar-Ge/Aktifler veri zarflama analizindeki girdi değişkeni olup, çıktı değişkenleri *aktif karlılık oranı* ve *piyasa değeri/defter değeri oranıdır*.

Ar-Ge yatırımlarının performans üzerindeki etkisinin ortaya çıkmasının zaman alması nedeniyle veri zarflama analizlerinde girdi değişkenleri bir önceki yıl sonu değerleriyle hesaplanmıştır. Örneğin, *Ar-Ge Yoğunluğu* değişkeni ve *Ar-Ge/Aktifler* değişkeni 2015 veri zarflama analizinde 2014 değeriyle. Çıktı değişkenleri ise, analizlere ilgili analiz yılının değerleriyle dahil edilmiştir. 2 girdi ve 2 çıktıdan oluşan, girdi yönelimli, arşimedgil olmayan CCR ve BCC modelleri araştırma dönemimizi oluşturan 2013-2015 dönemindeki her yıl için ayrı ayrı belirlenmiştir. Yıllar boyunca bütün değişkenlerin ortalamasını alarak tek bir veri zarflama modeli oluşturmaktansa, her yıl için ayrı ayrı veri zarflama analizleri yapmak daha doğru bulunmaktadır (Topuz vd., 2005: 1971). Ölçeğe göre sabit getiri esasına dayanan CCR modeli ile menkul firmaların “toplam teknik etkinlikleri” belirlendikten sonra, ölçeğe göre değişken getiri esasına dayanan BCC modeli ile “saf teknik etkinlikler” belirlenmiştir. Etkinlik değerleri arasında var olan Toplam Teknik Etkinlik = Saf Teknik etkinlik x Ölçek Etkinliği (Tarım, 2001: 34-36) ilişkisi kullanılarak firmaların “ölçek etkinlikleri” de hesaplanmıştır.

4. VERİ SETİ

Firmaların Ar-Ge harcamalarının etkinliklerinin veri zarflama analizi ile değerlendirilebilmesi için belirlenen girdiler ve çıktılar Borsa İstanbul'da (BİST) işlem gören teknoloji endeksindeki (XUTEK) 7 firmanın¹ Kamuoyunu Aydınlatma Platformu'nun web sayfasında (www.kap.gov.tr) yer alan finansal tablolarından yararlanarak elde edilmiştir. Araştırma dönemi olarak, 2013, 2014 ve 2015 yılları seçilmiştir. Girdi değişkenlerinin 2012 yılına ait değerleri ile çıktı değişkenlerinin 2013 yılına ait değerleri kullanılarak "2013 yılı modeli" oluşturulmuştur. Girdi değişkenlerinin 2013 yılına ait değerleri ile çıktı değişkenlerinin 2014 yılına ait değerleri kullanılarak "2014 yılı modeli" oluşturulmuştur. Benzer şekilde, Girdi değişkenlerinin 2014 yılına ait değerleri ile çıktı değişkenlerinin 2015 yılına ait değerleri "2015 yılı modeli"ni oluşturmaktadır.

5. MODEL SONUÇLARI VE BULGULAR

2013, 2014 ve 2015 yılları için 7 adet teknoloji firması için oluşturulan girdi yönelimli, arşimedgil olmayan veri zarflama modelleri hem CCR modeli, hem de BCC modeli temelinde çözülerek toplam teknik etkinlik ve saf etkinlik puanları elde edilmiştir. Modellerin çözümü için EMS (Efficiency Measurement System) yazılımının 1.3 versiyonu kullanılmıştır.

Tablo 2. 2013 Yılına Ait Veri Zarflama Modellerinin Sonuçları

	Karar Birimi	Toplam Teknik Etkinlik (CCR)	Saf Teknik Etkinlik (BCC)	Ölçek Etkinliği	Ölçeğe Göre Getiri
1	ALCTL	62,20%	77,09%	80,68%	Artan
2	ASELS	7,84%	8,66%	90,53%	Artan
3	KAREL	3,39%	4,16%	81,49%	Artan
4	LINK	3,60%	7,21%	49,93%	Azalan
5	LOGO	1,76%	100,00%	1,76%	Azalan
6	NETAS	71,53%	100,00%	71,53%	Artan
7	TTKOM	100,00%	100,00%	100,00%	Sabit

Tablo 1'de yer alan 2013 yılı için veri zarflama modellerinin sonuçları arasından CCR modeli ile elde edilen toplam teknik etkinlik puanlarına bakıldığında, toplam teknik etkinliğe sahip olan (kalın punto ile belirlenmiş) sadece 1 adet firma olduğu görülmektedir. Bu firma, 2013 yılında çıktıları azaltma fedakârlığı göstermeden Ar-Ge girdilerini azaltamayacak duruma gelmiştir. BCC modeli ile elde edilen saf teknik etkinlik puanlarına bakıldığında % 100 saf teknik etkinliğe sahip 3 adet firmanın Ar-Ge girdilerini etkin olarak kullandıkları anlaşılmaktadır. Ölçek etkinliği puanlarına bakıldığında 1 firmanın ölçek etkinliğine sahip olduğu görülmektedir. Ölçek etkinliğine sahip olan TTKOM 2013 yılında ölçeğe göre sabit getiride, başka bir ifadeyle optimal ölçek büyüklüğünde faaliyet göstermektedir. Ölçek

¹ Bu firmalar şunlardır: ALCTL, ASELS, KAREL, LINK, LOGO, NETAS, TTKOM.

etkinliğine sahip olmayan firmalardan 2 adeti ölçeğe göre azalan getiri özelliği gösterirken 4 adeti ölçeğe göre artan getiri özelliği göstermektedir. Ölçeğe göre azalan getiri, firmaların Ar-Ge girdi miktarındaki artışa göre daha az performans artışı elde ettiklerini göstermektedir. Ölçeğe göre artan getiri ise, firmaların Ar-Ge girdilerini arttırarak, girdi artış oranına kıyasla daha fazla performans artışı sağlayabildiklerini göstermektedir.

Tablo 3. 2014 Yılına Ait Veri Zarflama Modellerinin Sonuçları

	Karar Birimi	Toplam Teknik Etkinlik (CCR)	Saf Teknik Etkinlik (BCC)	Ölçek Etkinliği	Ölçeğe Göre Getiri
1	ALCTL	8,09%	8,75%	92,46%	Artan
2	ASELS	10,24%	11,34%	90,30%	Artan
3	KAREL	1,90%	3,28%	57,93%	Artan
4	LINK	1,65%	2,14%	77,10%	Artan
5	LOGO	3,12%	100,00%	3,12%	Azalan
6	NETAS	86,30%	100,00%	86,30%	Artan
7	TTKOM	100,00%	100,00%	100,00%	Sabit

Tablo 2’de yer alan 2014 yılı için veri zarflama modellerinin sonuçları arasından CCR modeli ile elde edilen toplam teknik etkinlik puanlarına bakıldığında, toplam teknik etkinliğe sahip olan (kalın punto ile belirlenmiş) sadece 1 adet firma olduğu görülmektedir. 2014’te toplam teknik etkinliğe sahip olan firmanın 2013’te de toplam teknikliğe sahip tek firma olan TTKOM olduğu anlaşılmaktadır. BCC modeli ile elde edilen saf teknik etkinlik puanlarına bakıldığında saf teknik etkinliğe sahip 3 adet firmanın 2013’te de saf teknik etkinliğe sahip olan firmalar (LOGO, NETAS, TTKOM) olduğu görülmektedir. Toplam teknik etkinlik puanını saf teknik etkinlik puanına bölmek suretiyle elde edilen ölçek etkinliği puanlarına bakıldığında 2013’te olduğu gibi yine sadece TTKOM’un ölçek etkinliğine sahip olduğu görülmektedir. Ölçek etkinliğine sahip olmayan firmalardan 1 adeti (LOGO) ölçeğe göre azalan getiri özelliği gösterirken 5 adeti ölçeğe göre artan getiri özelliği göstermektedir. 2013’te ölçeğe göre azalan getiri özelliği taşıyan LINK firmasının 2014’te ölçek etkinliğini artırarak ölçeğe göre artan getiri noktasına ulaştığı anlaşılmaktadır. 2014 yılı için 5 adet firma ölçeğe göre artan getiri özelliği taşıdıkları için Ar-Ge girdilerini arttırarak, girdi artış oranına kıyasla daha fazla performans artışı sağlayabildiklerini göstermektedir.

Tablo 4. 2015 Yılına Ait Veri Zarflama Modellerinin Sonuçları

	Karar Birimi	Toplam Teknik Etkinlik (CCR)	Saf Teknik Etkinlik (BCC)	Ölçek Etkinliği	Ölçeğe Göre Getiri
1	ALCTL	24,22%	100,00%	24,22%	Azalan
2	ASELS	17,49%	22,02%	79,43%	Azalan
3	KAREL	1,99%	2,64%	75,38%	Artan
4	LINK	9,98%	100,00%	9,98%	Azalan
5	LOGO	6,08%	100,00%	6,08%	Azalan
6	NETAS	100,00%	100,00%	100,00%	Sabit
7	TTKOM	95,64%	100,00%	95,64%	Azalan

Tablo 3, 2015 yılı için veri zarflama modellerinin sonuçlarına yer vermektedir. CCR modeli sonuçları, toplam teknik etkinliğe sahip olan tek firmanın NETAS olduğunu göstermektedir. Toplam teknik etkinlik puanını saf teknik etkinlik puanına bölmek suretiyle elde edilen ölçek etkinliği puanlarına bakıldığında yine sadece NETAS firmasının ölçek etkinliğine sahip olduğu görülmektedir. Veri zarflama analizi etkinlik ölçümünü firmaların birbirlerine göre belirlediği için diğer firmaların tamamen etkinsiz olduğunu ifade etmek doğru olmayacaktır. Ancak tam etkinliğe sahip olan firmaya kıyasla görece etkinsiz oldukları ifade edilebilir. Bir önceki yıl ölçeğe göre artan getiride faaliyet gösteren 3 firmanın (ALCTL, ASELS ve LINK) ölçek etkinlikleri azalıp, 2015'te ölçeğe göre azalan getiri noktasına geçmişlerdir. TTKOM da 2013 ve 2014'te ölçeğe göre sabit getiride iken 2015'te ölçek etkinliği azalmış ve ölçeğe göre azalan getiri noktasına geçmiştir. Yani 2015'te TTKOM'un Ar-Ge girdi artışı oranına kıyasla finansal performans artışı daha düşük olarak gerçekleşmiştir. Ölçeğe göre azalan getiri noktasında bulunan firmaların Ar-Ge harcama artışında daha temkinli olmaları gerektiği söylenebilir.

Tablo 5. Yıllar İtibariyle Firmaların Etkinlik Ortalamaları

Yıl	Toplam Teknik Etkinlik	Saf Teknik Etkinlik	Ölçek Etkinliği
2013	%35,76	%56,73	%67,99
2014	% 30,19	% 46,5	% 72,46
2015	% 36,49	% 74,95	% 55,82

Yukarıda yer alan Tablo 4'te 2013-2015 yılları arasında teknoloji firmalarının Ar-Ge harcamaları konusundaki genel etkinlik durumu ile ilgili bilgiler yer almaktadır.

Tablo 4 incelendiğinde saf teknik etkinlik ortalamasının önce azaldığı son yılda ise arttığı görülmektedir. Bu durum firmaların Ar-Ge harcamalarının teknik olarak etkinliğini artırdığını gösterirken, 2015'teki ölçek etkinliği düzeyi, firmaların optimal ölçek büyüklüğünden uzaklaşmış olduklarını göstermektedir.

6. SONUÇ

Bu çalışmada, 2013-2015 döneminde Türkiye'deki BIST Teknoloji Endeksinde (XUTEK) yer alan firmaların Ar-Ge harcamalarının performans etkinliği veri zarflama analizi ile değerlendirilmiştir. 2013, 2014 ve 2015 yılları için 7 adet teknoloji firması için Ar-Ge Yoğunluğu ve Ar-Ge/Aktifler değişkenlerinin iki girdi, Aktif Karlılık Oranı ve PD/DD Oranı değişkenlerinin iki çıktı olarak yer aldığı veri zarflama modelleri kullanılmıştır. Veri zarflama analizinin sonuçları 2013 ve 2014 yılında TTKOM'un, 2015 yılında ise NETAS'ın % 100 toplam teknik etkinliğine sahip olduğunu ortaya koymuştur. 2013 ve 2014'te üç firmanın (LOGO, NETAS VE TTKOM), 2015'te beş firmanın (ALCTL, LINK, LOGO, NETAS ve TTKOM) saf teknik etkinlik puanı % 100 olmasına rağmen diğer firmaların saf teknik etkinlik puanlarının çok düşük olduğu ortaya çıkmıştır. Veri zarflama analizi her bir karar biriminin mutlak etkinliğini ölçmeyip, bütün karar birimlerinin etkinliklerini göreceli olarak ortaya koyduğu için, teknoloji firmalarının tamamen etkin ya da etkinsiz olduğunu söylemek mümkün değildir. Analiz sonuçları, 2013 ve 2014'te TTKOM'un, 2015'te ise NETAS'ın tam etkinliğe sahip olduğunu göstermektedir. Dolayısıyla veri zarflama analizi sonuçlarına göre diğer firmalar bu iki firmayı referans almalıdır. Üç yıllık analiz döneminde bu iki firmanın optimal ölçek büyüklüğünde veya ona çok yakın bir düzeyde faaliyette bulundukları ortaya çıkmıştır. Diğer beş firmadan dördünün ölçek etkinlik düzeyi 2013'ten 2015'e bir azalma göstermişken sadece LOGO'nun ölçek etkinliği düzeyinin artmış olması söz konusudur. Ancak LOGO'nun 2013'teki ölçek etkinliği düzeyinin çok düşük olup, 2015'te etkinlik düzeyinin yine tek haneli bir rakamda kalmış olması bu artışı çok anlamlı kılmamaktadır. Genel olarak değerlendirildiğinde firmaların saf teknik etkinlik düzeylerinin göreceli olarak yüksek olduğu ve 2015'te beş firmanın tam saf teknik etkinliğe sahip oldukları görülmektedir. Dolayısıyla, firmaların toplam teknik etkinliklerinin artırmak için genel olarak ölçek etkinliklerini arttırmaları gerektiği söylenebilir.

Veri zarflama analizi dışındaki diğer yöntemler kullanılarak Ar-Ge harcamaları ile firma performansı arasındaki ilişki bundan sonra yapılacak çalışmalar için araştırma konusu olabilir. Yapılacak olan çalışmalarda sektörel bir kıyaslama yapılabilir. Ayrıca yapılan Ar-Ge harcamalarının firma performansını artırıp artırmadığı da araştırmacılar tarafından araştırılabilir.

KAYNAKLAR

- Akgün, Ali - Akgün, Özlem (2016). "İşletmelerde Ar-Ge Harcamalarının Kârlılığa Etkisi: ASELSAN Örneği", Selçuk Üniversitesi, Sosyal ve Teknik Araştırmalar Dergisi, Sayı:12, ss. 1-12.
- Alexander, Michael (2007), "Complex Decision Making using Non-Parametric Data Envelopment Analysis (Chapter 6)", Qudrat-Ullah, Hassan - Spector, J.Michael - Davidsen, I. Paal (Ed.), Complex Decision Making, Springer, pp. 97-111.

- Anderson, Randy I - Fok, Robert - Springer, Thomas - Webb, James (2002). "Technical Efficiency and Economies Of Scale: A Non-Parametric Analysis Of REIT Operating Efficiency", *European Journal of Operational Research*, 139, pp. 598-612.
- Banker, Rajiv. D - Charnes, A - Cooper, William W (1984), "Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis, *Management Science*, 30(9), pp. 1078-1092.
- Cassia, Lucio - Colombelli, Alessandra - Paleari, Stefano (2009). "Firms' Growth: Does the Innovation System Matter?", *Structural Change and Economic Dynamics*, 20, pp. 211-220.
- Charnes, Abraham - Cooper, William W - Rhodes, Eduardo; (1978), "Measuring the Efficiency of Decisison Making Units", *European Journal of Operational Research*, 2, pp. 429-444.
- Choi, S. Bong - Williams, Christoper (2013). "Innovation and Firm Performance in Korea and China: a Cross-Context Test of Mainstream Theories", *Technology Analysis & Strategic Management*, 25, pp. 423-444.
- Coad, Alex - Rao, Rekha (2008). "Innovation and Firm Growth in High-Tech Sectors: A Quantile Regression Approach", *Research Policy*, 37, pp. 633-648.
- Del Monte, Alfredo - Papagni, Erasmo (2003). "R&D and The Growth of Firms: Empirical Analysis of a Panel of Italian Firms", *Research Policy*, 32, pp. 1003-1014.
- Demirgüneş, H. N. Kartal - Üçler, Gülbahar (2016). "Ar Ge Yatırımları ve Büyüme İmalat Sektörü Üzerine Ampirik Bir Çalışma," *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi*, Cilt: 45, Sayı: 1, ss. 53-64.
- Freel, S. Mark (2000). "Do Small Innovating Firms Outperform Non-Innovators?", *Small Business Economics*, 14(3), pp. 195-210.
- García-Manjón, V. Juan - Romero-Merino, M. Elena (2012). "Research, Development, and Firm Growth. Empirical Evidence From European Top R&D Spending Firms", *Research Policy*, 41, pp. 1084-1092.
- Geroski, Paul. - Toker, S (1996). "The Turnover of Market Leaders in UK Manufacturing Industry, 1979-86", *International Journal of Industrial Organization*, 14, pp. 141-158.
- Işık, Nihat - Engeloğlu, Özgür - Kılınç, Efe C. (2016). "Araştırma ve Geliştirme Harcamalarının, Kârlılık ve Satışlar Üzerindeki Etkisi: Borsa İstanbul Firmaları Üzerine Bir Uygulama", *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 47, ss. 27-46.

- Karacaer, Semra - Aygün, Mehmet - İç, Süleyman (2009). “Araştırma ve Geliştirme Giderlerinin Firma Performansı Üzerindeki Etkisi: İstanbul Menkul Kıymetler Borsası Üzerine Bir İnceleme”, MÖDAV, 2009/2, ss. 65-86.
- Kocamış, Uzun Tuğçe - Güngör, Ayşegül (2014). “Türkiye’de Ar-Ge Harcamaları ve Teknoloji Sektöründeki Ar-Ge Giderlerinin Kârlılık Üzerine Etkisi: Borsa İstanbul Uygulaması”, Maliye Dergisi, Sayı:166, ss. 127-138.
- Kónya, Laszlo. (2006). “Exports and Growth: Granger Causality Analysis on OECD Countries with a Panel Data Approach”, Economic Modelling, 23(6), pp. 978-992.
- Mowery, C. David (1983). “Industrial Research and Firm Size, Survival, and Growth In American Manufacturing, 1921-1946: An Assessment”, Journal of Economic History, 43(4), pp. 953-980.
- Öğredik, Güray (2005). “Araştırma Geliştirme Harcamalarının Gider veya Maliyet Olarak Ticari Kazancın Tespitinde Dikkate Alınacağı Dönem”, Lebib Yalkın Mevzuat Dergisi, Temmuz, ss. 1-16.
- Özcan, Muhammet - Ağırman, Ensar - Yılmaz, Ömer (2014). “Ar-Ge Yatırımlarının Hisse Senedi Getirisi Üzerine Etkisi: BİST Teknoloji ve Bilişim Firmaları Üzerine Bir Uygulama”, Maliye Dergisi, 166, Ocak-Haziran, ss. 139-158.
- Öztürk, Erkan – Zeren, Feyyaz (2015). “The Impact of R&D Expenditure on Firm Performance in Manufacturing Industry: Further Evidence From Turkey”, International Journal of Economics and Research, 6, pp. 32-36.
- Roper, Stephen (1997). “Product Innovation and Small Business Growth: A Comparison of The Strategies of German, UK and Irish companies”, Small Business Economics, 9, pp. 523-537.
- Scherer, M. Frederic (1965). “Corporate Inventive Output, Profits, and Growth”, Journal of Political Economy, 73(3), pp. 290-297.
- Tarım, Armağan (2001). Veri Zarflama Analizi: Matematiksel Programlama Tabanlı Görelî Etkinlik Ölçüm Yaklaşımı, İnceleme, “Araştırma, İnceleme, Çeviri Dizisi”, Sayıştay Yayın İşleri Müdürlüğü, Ankara, ss. 222.
- Topuz, John C – Darrat, Ali F – Shelor, Roger M (2005), “Technical, Allocative and Scale Efficiencies of REITs: An Empirical Inquiry”, Journal of Business Finance & Accounting, 32(9) & (10), pp. 1961-1994.
- Ünal, Targan - Seçilmiş, Nisa (2013). “Ar-Ge Göstergeleri Açısından Türkiye ve Gelişmiş Ülkelerle Kıyaslaması”, İşletme ve İktisat Çalışmaları Dergisi, 1(1), ss. 12-25.

- Ünal, Targan – Seçilmiş, Nisa (2014). “Satış Hasılatı Artışında Ar-Ge’nin Rolü ve Kârlılığın Ar-Ge Harcamalarına Etkisi: Gaziantep Örneği”, Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi, 22, ss. 202-210.
- Yaylalı, Muammer – Akan, Yusuf – Işık, Cem (2010). “Türkiye’de Ar&Ge Yatırım Harcamaları ve Ekonomik Büyüme Arasındaki Eş-Bütünleşme ve Nedensellik İlişkisi:1990-2009”, Bilgi Ekonomisi ve Yönetim Dergisi, 5(2), ss. 13-26.