

AR-GE HARCAMALARI İLE İHRACAT ARASINDAKİ NEDENSELLİK İLİŞKİLERİ: TÜRKİYE ÖRNEĞİNDE PANEL NEDENSELLİK TESTİ KANITLARI

Ertuğrul YILDIRIM*
Ferdi KESİKOĞLU**

Özet

İktisat literatüründe Ar-Ge harcamalarının ihracat üzerinde etkili olup olmadığı uzun zamandır araştırılmaktadır. Fakat güncel çalışmalar Ar-Ge harcamaları ile ihracat arasındaki nedensellik ilişkisinin iki yönlü olabileceğini iddia etmektedir. Bu çalışmada, 1996-2008 dönemini ve 25 alt sektörü kapsayan panel veri seti kullanılarak, Ar-Ge harcamaları ile ihracat arasındaki nedensellik ilişkileri araştırılmıştır. GMM-sistem tahmini ve Wald testine dayanan nedensellik analizleri sonucunda elde edilen bulgulara göre, Ar-Ge harcamalarından ihracata doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi mevcuttur. Bu bulgu Ar-Ge politikalarının ihracatı artırmada önemli bir araç olabileceği anlamına gelmektedir. Fakat ihracat Ar-Ge harcamalarına neden olmamaktadır.

Anahtar Kelimeler: İnovasyon, Ar-Ge Harcamaları, İhracat, Nedensellik.

CAUSAL NEXUS BETWEEN R&D EXPENDITURE AND EXPORT: EVIDENCE FROM PANEL CAUSALITY TEST IN CASE OF TURKEY

Abstract

Whether R&D expenditure is efficient on export was investigated for a long time. Recent studies, however, argue that there may be bi-directional causality relationship between R&D expenditure and export. In this study causality relationship between R&D and export was analyzed by using a panel data set consists of 25 sub-sectors and over a period of 1996-2008. According to results of causality analysis based on GMM-system estimation and Wald test, there is a one-way causal relationship from R&D to export. That is, R&D policies can be a good tool to increase of export. But export does not cause R&D expenditure.

Keywords: Innovation, R&D Expenditure, Export, Causality.

* Yrd.Doç.Dr., Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, İİBF, İktisat Bölümü.

** Yrd.Doç.Dr., Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Devrek MYO.

1. Giriş

İktisat teorisinde büyüme ile ilgili olarak birbirine alternatif iki yaklaşım ön plana çıkmaktadır. Bu alternatif görüşlerden biri, teknolojik gelişmeyi dışsal bir değişken olarak ele alan Neo-klasik büyüme teorileridir. Neo-klasik çerçevede teknolojiyi dışsal olarak kabul eden ve ülkelerin zaman içerisinde büyüme oranlarının birbirine yaklaşacağını ileri süren Solow modelinin 1980'li yıllarda yapılan çalışmalar ile geçerliliğini yitirmeye başlaması, kökleri Schumpeter'e dayanan, teknolojinin içselliğini varsayan ve ülkeler arasındaki gelişmişlik farklılıklarını açıklamaya çalışan yeni bir teorinin gelişmesine yol açmıştır. İçsel büyüme modelleri olarak şekillenen bu literatürde teknoloji içsel bir değişken olarak kabul edilmekte ve Ar-Ge faaliyetlerinin ekonomik büyüme üzerindeki etkisi üzerinde durulmaktadır. Romer (1990), Grossman ve Helpman (1991a, 1991b) ve Aghion ve Howitt (1992) uzun dönemli büyümenin sağlanmasında inovasyonun rolüne vurgu yapan, Ar-Ge temelli içsel büyüme modellerini literatüre kazandıran çalışmalarıdır. Bu modellerde uzun dönemli büyümeyi sağlayan mekanizma Ar-Ge'nin verimlilik artışına katkı sağlamasıdır. Ar-Ge'nin fikri mülkiyet haklarına sahip teknoloji ile birlikte verimliliğe bir katkı sağladığı ancak bunun riskli ve zaman isteyen bir durum olduğu ileri sürülmektedir. İçsel büyüme teorilerinin temelinde firmaların Ar-Ge faaliyetleriyle yaratılan teknoloji ve yenilikler vardır.

Teknolojinin içsel ya da dışsal olmasına bağlı olarak ortaya atılan teoriler ile şekillenen bu literatürde, biri teorik diğeri pratik düzeyde ortaya çıkan iki gelişme Ar-Ge harcamaları ile ihracat arasındaki ilişkilerin araştırılmasını gerektirmektedir. Pratik düzeyde dünya ekonomisinin bölgesel entegrasyonlar ve küreselleşme hareketleriyle daha liberal hale gelmesidir. Ülkeler arasındaki ticaret önündeki tarife ve kota gibi engellerin zaman içinde azalması ihracatın ekonomik büyüme üzerindeki potansiyel önemini artırmıştır. Bu nedenle özellikle toplumsal refah düzeyini artırmak isteyen gelişmekte olan ülkeler için ihracat ve ihracatı artırmayı sağlayacak politikalar ön plana çıkmıştır. Bununla birlikte teknolojinin taklit edilmesini engelleyen fikri mülkiyet haklarının kabul edilmesi, Ar-Ge politikalarını ihracatı desteklemeye yönelik önemli politikalarından biri haline gelmiştir.

Teorik düzlemde ise Leontief (1953) tarafından ortaya konulan paradoks dış ticaret teorileri açısından bir dönüm noktası olmuştur. Klasik dış ticaret teorileri yeniliği dışsal bir faktör olarak kabul ederken, karşılaştırmalı üstünlükler emek ve sermaye yoğunluğunun bir fonksiyonudur. Posner (1961) tarafından geliştirilen teknolojik açık hipotezi ve Vernon (1966) tarafından ortaya atılan ürün dönemleri teorisi, bilgi ve teknolojinin ticaret teorilerine içsel olarak girmesinin ilk adımlarıdır. Posner (1961)'e göre ihracat teknolojinin fonksiyonudur ve teknolojinin ülkeler arasında yayılımı zaman almaktadır. Emek ve sermaye yoğunluğuna bağlı olarak, zamanla ilgili malın üretimi daha düşük maliyetli üretim yapan firmalara kaymaktadır. Modelde yenilik yeteneğinin desteklenmesi ve yeterli zaman verilmesi durumunda rekabet avantajı sürmektedir. Rekabet avantajının sürmesi içinse yeniliklerin yatırımlarla desteklenmesi gerekmektedir. Özetle, bir ülkenin ihracatının sürekliliği yeni teknoloji üretiminin sürekliliğine bağlıdır. Vernon (1966) ise teknoloji geliştirmenin nitelikli emek ve Ar-Ge harcamalarının yüksek olduğu ülkelerde ortaya çıkacağını kabul ederek, Ar-Ge harcamalarını açıkça dış ticaret teorilerine eklemiştir. Yeni dış ticaret teorileri ürün ve süreç yeniliğine vurgu

yapmaktadır. Süreç yeniliği üretim maliyetlerini düşürmektedir. Ürün yeniliği ise yeni ürünlere ve farklılaştırılmış ürünleri ön plana getirirken, yeni ve farklılaştırılmış ürünler aksak rekabet piyasası varsayımlarını kabul eden dış ticaret modellerinin ortaya çıkmasına da yol açmıştır. Bu bağlamda Krugman (1979) kuzey-güney modelini tasarlamıştır. Modelde kuzey yenilikleri ve yeni malları üretmektedir. Yeni ve farklılaştırılmış mallar monopol rantını yaratmaktadır. Kuzeyin refah düzeyini koruması ise sürekli olarak yeni mallar üretmesine ve monopol rantını ele geçirmesine bağlıdır. Ayrıca modelde kuzeyin monopol rantını korumak için yeni ürünlerin kopyalanmasını önleyen fikri mülkiyet hakkını koruyan yasalar geliştirmesi gerektiği sonucuna da ulaşılmaktadır. Farklılaştırılmış ürünler fikri mülkiyet haklarıyla desteklendiğinde ölçek ekonomilerinin ortaya çıkmasına da neden olmaktadır. Böylece yenilikler bir taraftan ölçek ekonomileriyle üretim maliyetini düşürürken, diğer taraftan yeniliği geliştiren firmaya monopol gücü kazandırarak ilave kar artışı sağlamakta ve kar maksimizasyonunu hedefleyen firmalar için yenilik yapmak yaşamsal bir politika haline gelmektedir. Nitekim Ar-Ge faaliyetlerinin teorik temellerini ortaya atan Schumpeter'de benzer bir hipotez ileri sürmektedir. Shumpeter (1942)'e göre firmaların içerisinde gelişen yenilik kapitalist gelişmenin en önemli unsurlarından biridir. Ar-Ge sektörü yeni fikir ve tasarımların merkezidir. Ar-Ge sektöründe gelişen yeni tasarım ve fikirler önce ara malı sektörüne satılmaktadır. Patent hakkını alarak bu sektörde tekeli bir güç haline gelen firma daha sonra nihai ürün sektörüne satış yapmaktadır. Böylece Ar-Ge sektörü sürdürülebilir büyümenin dinamiğini oluşturmaktadır.

Firma düzeyinde yenilik iktisadını konu edinen literatür yeniliğin ihracatı pozitif etkilemesinin yanı sıra ihracatın da yeniliği pozitif etkileyebileceğini iddia etmektedir. İhracat sayesinde firmalar yabancı piyasalara girmekle hem artan rekabet baskısıyla karşılaşmakta hem de yeni üretim yöntemleri ve süreçlerini tanıma imkanı elde etmektedir. Böylece ihracat firmaların verimliliklerinin artmasına yol açmaktadır. Ar-Ge faaliyetleri firma verimliliğini artırmanın önemli bir aracı olduğundan, bu iddia ihracatın Ar-Ge faaliyetlerini arttırabileceğini ima etmektedir. Ancak literatürdeki çalışmalar ihracatın verimliliği arttırdığına dair yeterli ampirik kanıt sunamamaktadır. Melitz (2003) ve Greenaway ve Kneller (2007)'e göre ancak verimliliği en yüksek olan büyük firmalar ihracatçı olmaktadır. Bu nedenle küçük ve verimliliği düşük olan firmalar yabancı piyasalara girdiğinde batık maliyet riskiyle karşılaşmaktadır. Batık maliyetlerin ortaya çıkıp çıkmaması ise firmanın başlangıçta bulunduğu piyasadaki rekabet baskısı ile yabancı piyasadaki rekabet baskısı arasındaki farka bağlıdır. Bu fark azaldıkça firmaların ihracata başladıkları piyasada kalma şansları artmakta ve ihracat verimlilik artışına yol açmaktadır. Firmaların, yeni girdikleri ihracat piyasalarındaki yeni üretim yöntem ve süreçlerini kendi üretim yapılarına yansıtmaları, bu yeni bilgileri hazmetme kapasitelerine bağlıdır. Yeni bilgileri hazmetme kapasitesi ise firmanın ihracat piyasasına girmeden önce bu yeni bilgileri hazmetmeye yetecek kadar Ar-Ge faaliyetlerini yürütmesine bağlıdır. Bu iddianın firma düzeyinde kurulması, toplumsal düzeyde ihracattan Ar-Ge faaliyetlerine doğru bir nedensellik ilişkisini gerektirebilir.

Teknolojinin içsel bir değişken olarak büyüme teorilerine eklenmesi ile gelişen yeni dış ticaret teorileri çerçevesinde Ar-Ge faaliyetlerinin ihracat üzerindeki etkisinin de test edilmesinin gerekliliği ön plana çıkmaya başlamıştır. Bu gerekliliğe

paralel bir biçimde son 40-50 yıllık dönemde ampirik olarak bu ilişkiyi test eden çalışmaların sayısı da artış göstermektedir. Bu gelişmeye paralel olarak bu çalışmada “Ar-Ge harcamaları ihracatın nedeni değildir” ve ihracat Ar-Ge harcamalarının nedeni değildir” biçimindeki iki hipotez sınanmakta ve Ar-Ge ile ihracat arasındaki nedensellik ilişkisi Türkiye ekseninde 1996-2008 dönemi için 25 sektörü kapsayan bir panel nedensellik testi ile ortaya konulmaktadır. Panel nedensellik testi, modeldeki içsellik problemlerini gidermede başarılı olan GMM-sistem tahminine ve Wald testine dayanmaktadır.

Takip eden bölümde ampirik literatür özetlenmektedir. 3 nolu başlık altında analizde kullanılan veri, model ve metod tanımlanmaktadır. 4. başlık ulaşılan bulguları özetlemektedir. Sonuç bölümünde ise elde edilen bulgular değerlendirilmekte ve bulgulara dayanan politika önerileri geliştirilmektedir.

2. Ampirik Literatür

Teorik düzeydeki gelişmelere paralel olarak, ampirik çalışmalarda yenilikle ilgili değişkenler ile ihracat performansı arasındaki ilişkiler araştırılmaktadır. Literatürdeki bu çalışmalarda genellikle iki tür yaklaşım benimsenmektedir. Birincisi girdi ve ikincisi çıktı yaklaşımıdır. Girdi yaklaşımında yeniliği üretmede girdi olarak kabul edilen Ar-Ge harcamaları ve Ar-Ge personeli ile ihracat arasındaki ilişkiler araştırılmaktadır. Çıktı yaklaşımında ise yenilik üretmeye yönelik faaliyetler sonucunda üretilen patentli yeni ürün sayıları ile ihracat arasındaki ilişkiler analiz edilmektedir. Bu çalışmada birinci yaklaşım takip edilmektedir. Tablo 1 ilgili ampirik literatürden seçilmiş çalışmaları özetlemektedir.

Tablo 2.1. Ampirik Literatür

Çalışmalar	Ülke	Dönem	Yöntem	Bulgu
Hirsch ve Bijaoui (1985)	İsrail	1977-1983	Firma düzeyinde Regresyon Analizi	+
Hirsch, Kalish ve Katznelson (1988)	İsrail	1975-1981	Firma düzeyinde Regresyon Analizi	+
Landesmann ve Pfaffermayr (1997)	G7	1967-1987	Panel Regresyon Analizi	+
Zhao ve Li (1997)	Çin	1991	Firma düzeyinde Yatay Kesit / Regresyon Analizi	+
Verspagen ve Wakelin (1997)	9 OECD Ülkeleri	1970-1978 1980-1988	Sektör düzeyinde Panel Regresyon Analizi	+
Wakelin (1998a)	İngiltere	1988-1992	Firma düzeyinde Panel Veri / Probit Model	+
Wakelin (1998b)	OECD ülkeleri	1979-1988	Sektör düzeyinde Panel Regresyon Analizi	+
Lefebvre, Lefebvre ve Bourgault (1998)	Kanada	1996	Firma düzeyinde Yatay Kesit / Tobit Model	+
Anderton (1999)	İngiltere	1972-1992	Sektör düzeyinde Panel Veri Analizi	+
Sterlacchini (1999)	İtalya	1996	Firma düzeyinde Yatay Kesit / Tobit Model	+
Nassimbeni (2001)	İtalya	1999	Firma düzeyinde Yatay Kesit / Tobit Model	≠
Basile (2001)	İtalya	1989-1997	Firma düzeyinde Yatay Kesit / Tobit Model	+

Sterlacchini (2001)	İtalya	1991	Firma düzeyinde Yatay Kesit / Probit ve Tobit Model	+
Bleaney ve Wakelin (2002)	İngiltere	1988-1992	Firma düzeyinde Panel Veri / Probit Model	+
Liu ve Shu (2003)	Çin	1997	Sektör düzeyinde Yatay Kesit / Regresyon Analizi	≠
Barrios, Görg ve Strobl (2003)	İspanya	1990-1998	Panel Veri / Probit Model	+
Rasiah (2003)	Malezya Tayland	2001-2002	Firma düzeyinde Yatay Kesit / Regresyon Analizi	+
Özçelik ve Taymaz (2004)	Türkiye	1995-1997	Firma düzeyinde Panel Veri / Tobit Model	+
Yang, Chen ve Chuang (2004)	Tayvan	1996	Firma düzeyinde Yatay Kesit / Probit Model	+
Rodríguez ve Rodríguez (2005)	İspanya	1998-1999	Panel veri / Tobit Model	+
Arnold ve Hussinger (2005)	Almanya	1992-2000	Panel Veri / Probit Model	+
DiPietro ve Anoruo (2006)	59 ülke	2000	Yatay Kesit / Regresyon Analizi	+
Tomiura (2007)	Japonya	-	Yatay Kesit / Regresyon Analizi	+
Kirbach ve Schmiedeberg (2008)	Almanya	1993-2003	Panel Veri / Tobit Model	+
Huang vd. (2008)	Çin	2001-2003	Firma düzeyinde Panel Veri / Tobit Model	≠
Aw, Roberts, ve Xu (2008)	Tayvan	1987-2004	Firma düzeyinde Panel Veri / Tobit ve Probit Model	İki yönlü +
Girma, Görg ve Hanley (2008)	İrlanda, İngiltere	2000-2003	Firma düzeyinde Panel Veri / Probit Model	İrl: X↔ArGe İng: ArGe→X
Salim ve Bloch (2009)	Avustralya	1975-2002	Granger Nedensellik/VAR Modeli	Ar-Ge→X
Harris ve Li (2009)	İngiltere	1998-2000	Firma düzeyinde Yatay Kesit / Tobit Model	≠
Özer ve Çiftçi (2009)	OECD Ülkeleri	1990-2005	Panel Regresyon Modeli	+
D'Angelo (2010)	İtalya	2003	Firma düzeyinde Yatay Kesit / Tobit Model	≠
Caldera (2010)	İspanya	1991-2002	Firma düzeyinde Panel Veri / Regresyon Modelleri	+
Yang ve Chen (2011)	Endonezya	1999-2000	Firma düzeyinde Panel Veri / Tobit Model	İki yönlü +
Wignaraja (2011)	Çin	2003	Firma düzeyinde Yatay Kesit / Tobit Model	≠
Monreal-Perez, Aragon-Sanchez ve Sanchez-Marin (2011)	İspanya	2001-2008	Firma düzeyinde Panel Veri / Tobit Modeller	+
Halpern ve Muraközy (2011)	Macaristan	2004-2006	Firma düzeyinde Yatay Kesit / Regresyon Analizleri	+

Not: “+” işaret Ar-Ge harcamalarının ihracatı pozitif etkilediğini, “≠” Ar-Ge harcamaları ile ihracat arasında anlamlı bir ilişki bulunmadığını, “Ar-Ge→X” Ar-Ge harcamalarından ihracata doğru tek yönlü nedensellik ilişkisini, “X↔ArGe” Ar-Ge harcamaları ile ihracat arasında iki yönlü nedensellik ilişkisini göstermektedir.

Ampirik literatürdeki çalışmaların çoğu Ar-Ge harcamalarının ihracatı pozitif etkilediği sonucuna ulaşmaktadır. Yapılan literatür araştırmasına göre, Türkiye örneğinde Ar-Ge harcamaları ile ihracat arasındaki ilişkiyi araştıran tek bir çalışmaya ulaşılmıştır. Özçelik ve Taymaz (2004) Devlet İstatistik Enstitüsü tarafından 4000 firma üzerine uygulanan anket verilerini kullanmaktadır. Fakat 4000 firmanın %55'i ankete cevap vermiştir. Mikro temelli çalışmalarda seçilen örneklem büyüklüğünden dolayı belirli bir sapmayla karşılaşılabılır. Bu nedenle analizin makro düzeyde yapılması ulaşılan sonucun sağlamlığı açısından faydalıdır.

3. Model, Veri ve Metot

Bu çalışmada tahmin edilen modeller 1 ve 2 nolu eşitliklerde gösterilmektedir.

$$X_t = \alpha_0 + \sum_{\ell=1}^m \alpha_{\ell} X_{t-\ell} + \sum_{k=1}^n \delta_k RD_{t-k} + u_t \quad (1)$$

$$RD_t = \alpha_0 + \sum_{\ell=1}^m \alpha_{\ell} RD_{t-\ell} + \sum_{k=1}^n \delta_k X_{t-k} + u_t \quad (2)$$

Modelde X reel ihracatı, RD reel ar-ge harcamalarını, α ve δ 'lar parametreleri, m ve n gecikme uzunluğunu simgelemektedir. Gecikme uzunluğu Schwarz bilgi kriterine göre 3 olarak belirlenmiştir. Ayrıca modele, ihracatın temel belirleyicilerinden biri olabileceği düşünülen reel efektif döviz kuru (ER) kontrol değişkeni olarak eklenmiştir. Analizde kullanılan Ar-Ge harcamaları OECD-STAN veri tabanından, ihracat OECD International Trade by Commodity veri tabanından ve döviz kuru OECD National Account veri tabanından elde edilmiştir. Nominal veriler standart biçimde reel hale getirilmiştir. Kullanılan veri seti 1996-2008 dönemini ve 25 sektörü¹ kapsamaktadır.

Holtz-Eakin, Newey ve Rosen (1988)'e göre 1 nolu eşitlikteki modelde RD'nin X'e ve 2 nolu eşitlikteki model de X'in RD'ye neden olup olmadığını sınamak için 3 nolu eşitlikteki hipotez testi yapılabilmektedir.

$$\delta_1 = \delta_2 = \delta_3 = 0 \quad (3)$$

¹ Tarım, ormancılık ve balıkçılık – madencilik ve taşocakçılığı – gıda ürünleri ve içecek – tütün ürünleri – tekstil – giyim eşyası – deri, deri ürünleri ve ayakkabı – ağaç ve mantar ürünleri – kağıt ve kağıt ürünleri – basım ve yayım – kok kömürü, rafine edilmiş petrol ürünleri ve nükleer yakıtlar – kimyasal madde ve ürünler – plastik ve kauçuk ürünleri – metalik olmayan diğer mineral ürünler – demir ve çelik – demir içermeyen metal – fabrika üretimi metal ürünler (makine teçhizat hariç) – makine ve teçhizat – büro, muhasebe ve bilgi işleme makineleri – elektrikli makineler ve aletler – radyo, televizyon, haberleşme teçhizatı ve cihazları – tıbbi aletler, optik aletler ve saat – motorlu kara taşıtı ve römorklar – diğer ulaşım araçları – mobilya ve başka yerde sınıflandırılmamış diğer ürünler.

Ekonometri literatürü panel veri setinde nedenselliği test etmek için üç yaklaşım önermektedir (Kar vd 2011, 688). Birinci yaklaşım genelleştirilmiş momentler metoduna (GMM) ve 3 nolu eşitlikteki Wald testine dayanmaktadır. GMM metodu panel veri setinin $N > T$ olmasını gerektirmektedir. İkinci yaklaşım Hurlin (2008) tarafından önerilmekte ve sabit etkiler panel veri yaklaşımına dayanmaktadır. Üçüncü yaklaşım ise Konya (2006) tarafından önerilmekte ve ilişkisiz görünen regresyon (SUR) tahminine dayanmaktadır. Son yaklaşım panel veri setinin $T > N$ olmasını gerektirmektedir. Bu çalışmada kullanılan veri seti $N > T$ olduğundan ve modeldeki içsellik problemini çözmede başarılı olduğundan GMM-sistem yaklaşımı tercih edilmiştir.

Holtz-Eakin, Newey ve Rosen (1988), Arellano ve Bond (1991), Arellano ve Bover (1995) ve Blundell ve Bond (1998) modeldeki içsellik problemini çözen ve $T < N$ özelliği taşıyan örneklemelere uygulanabilen GMM-sistem yaklaşımını geliştirilmiştir. Bu metot temelde bir araç değişken metodudur. İçsellik problemi taşıdığı düşünülen değişkenler yerine, benzer moment özelliklerini taşıyan araç değişkenlerin üretilmesi ve regresyon modelinde araç değişkenlerin kullanılması üzerine kurulmuştur. $y_i = x_i' \beta + u_i$ biçimindeki bir model için GMM β tahmincisinin 4 nolu eşitlikteki gibi ifade edilmesi mümkündür.²

$$\hat{\beta}_{GMM} = (X'ZWZ'X)^{-1} X'ZWZ'y \quad (4)$$

4 nolu eşitlikte X bağımsız değişken matrisini, Z araç değişken matrisini, y bağımlı değişken matrisini ve W simetrik ağırlık matrisini temsil etmektedir. GMM β tahmincisi amaç fonksiyonunu minimize etmektedir. Amaç fonksiyonu eşitlik 5'de gösterilmektedir.

$$Q(\beta) = \left\{ \frac{1}{N} (y - X\beta)' Z \right\} W \left\{ \frac{1}{N} Z'(y - X\beta) \right\} \quad (5)$$

Ağırlık matrisi kuadratik formda alındığında $Z'(y - X\beta)$ 'ya eşit olur. Fakat ağırlık matrisi iki aşamalı EKK'daki gibi seçildiğinde optimal GMM tahmincisine ulaşılır. Optimal GMM tahmincisi eşitlik 6'de gösterilmektedir.

$$\hat{\beta}_{OGMM} = (X'Z\hat{S}^{-1}Z'X)^{-1} X'Z\hat{S}^{-1}Z'y \quad (6)$$

6 nolu eşitlikte \hat{S} , $Var(N^{-1/2}Z'u)$ 'nun tahminidir. GMM tahmincisinin etkinliği araç değişken matrisinin doğru seçilmesine bağlıdır. Bu amaçla kullanılan

² A. C. Cameron, ve P. K. Trivedi, **Microeconometrics Using Stata**, Stata Pres, Texas, 2009, s.175.

üç test mevcuttur. Birincisi Arellano ve Bond (1991) tarafından geliştirilen AR(1) ve AR(2) testleridir. AR(1) testi, “birinci dereceden otokorelasyon yok” biçimindeki boş hipotezi sınamaktadır. Araç değişkenin elde edilme yöntemi nedeniyle, modelin hata teriminde otomatik olarak birinci derece otokorelasyon gözlenmeli ve boş hipotez %5 istatistiksel anlamlılık düzeyinde ret edilmelidir. Aksi durumda araç değişkenlerin doğru tespit edilemediği anlaşılmaktadır. AR(2) testi ise “ikinci dereceden otokorelasyon yok” biçimindeki boş hipotezi sınamaktadır. Modelde ikinci derecede otokorelasyonun yokluğu %5 istatistiksel anlamlılık düzeyinde ret edilmemelidir. Aksi bulgular yine araç değişkenlerin doğru tespit edilemediğini göstermektedir. İkinci test Sargan testi olarak bilinmektedir. Sargan testi “araç değişkenler geçerlidir” biçimindeki boş hipotezi sınamaktadır. Bu nedenle %5 istatistiksel anlamlılık düzeyinde boş hipotez ret edilememelidir. Son test ise Hansen’in J testi olarak bilinmektedir. J testi de “araç değişkenler geçerlidir” biçimindeki boş hipotezi sınamaktadır ve %5 istatistiksel anlamlılık düzeyinde boş hipotez ret edilememelidir. Ayrıca üç test güvenilirlik derecesine göre sıralandığında ilk sırayı AR(1) ve AR(2) testi, ikinci sırayı Sargan testi ve son sırayı J testi almaktadır. Özellikle araç değişken sayısı arttıkça J istatistiğinin başarısı azalmaktadır.³

Son olarak Windmeijer (2005) gözlem sayısı sonlu olduğunda GMM tahminin küçük örneklem sapmasına maruz kaldığını ispatlamış ve standart hatalarda ortaya çıkan küçük örneklem sapmasını düzeltecek bir yöntem önermiştir. Ayrıca yazar küçük örneklemden kaynaklanan sapma düzeltildiğinde, standart hatalarda ve katsayılarda gözlenen sapmaların azaldığını da ispatlamaktadır. Bu çalışmada uygulanan GMM metodunun ürettiği sonuçlardaki sapmayı düzeltmek için Windmeijer (2005) tarafından önerilen düzeltme takip edilmiştir. Bu düzeltmeyi uygulayabilen tek kod Roodman (2006) tarafından yazılmıştır. Bu nedenle GMM tahmini için Roodman (2006) tarafından yazılan kod kullanılmıştır.

4. Bulgular

Tablo 2’de Ar-Ge harcamalarından ihracata doğru nedensellik ilişkisi olup olmadığına sınıyan model tahmininin sonuçları gösterilmektedir.

Tablo 4.1. 4 Nolu Model Tahmin Sonuçları

Bağımsız Değişkenler	Katsayı	Düzeltilmiş Standart Hata	t istatistiği	Olasılık
X_{t-1}	1.016*	0.010	96.62	0.000
RD	0.025**	0.011	2.15	0.042
RD_{t-1}	-0.052***	0.026	-1.96	0.062
RD_{t-2}	0.015	0.016	0.92	0.365

³ D. Roodman, “How to Do xtabond2: An Introduction to “Difference” and “System” GMM in Stata,” **The Center for Global Development Working Paper Series**, 2006, No. 103, s.14.

RD _{t-3}	0.007**	0.003	2.13	0.043
ER	0.131*	0.035	3.70	0.001
Arellano-Bond AR(1) İstatistiği		-2.42 (0.016)	F İstatistiği	5410.37 (0.000)
Arellano-Bond AR(2) İstatistiği		0.85 (0.398)	Gözlem Sayısı	250
Sargan İstatistiği		39.78 (0.162)	Kesit Sayısı	25
Hansen İstatistiği		22.47 (0.894)	Zaman Boyutu	10 yıl
Araç Değişken Sayısı	39		Yöntem	İki Aşamalı Panel GMM-sistem
Wald İstatistiği (RD _{t-1} = RD _{t-2} = RD _{t-3} = 0)	5.11 (0.0071)			

Not: * işareti %1, ** %5 ve *** %10 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı katsayıları göstermektedir. Modele ilişkin istatistiklerde parantez önündeki değerler ilgili istatistik değerini ve parantez içindeki değerler olasılıklarını göstermektedir. Raporlanan standart hatalar değişen varyansa karşı düzeltilmiştir. Modelde yer alan değişkenlerin tamamının içsel olduğu kabul edilmiş ve t-2 gecikmeyle araç değişken atanmıştır. Modelin sabit terimine ait istatistikler raporlanmamıştır. X ihracatı, RD Ar-Ge harcamalarını ve ER döviz kurunu simgelemektedir.

Bulgulara göre F istatistiği modelin bütün olarak %5 önem düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı olduğunu göstermektedir. AR(1) istatistiği modelin hata terimlerinde birinci dereceden otokorelasyon gözlemlendiğini ve AR(2) istatistiği ikinci dereceden otokorelasyonun mevcut olmadığını göstermektedir. Bu bulgular belirlenen araç değişkenlerin doğru olduğu anlamına gelmektedir. Araç değişkenlerin doğruluğuna ilişkin Sargan ve Hansen istatistikleri de %5 anlamlılık düzeyinde, araç değişkenlerin geçerli olduğunu göstermektedir.

RD_{t-1} = RD_{t-2} = RD_{t-3} = 0 hipotezini sınavan Wald istatistiği ise %1 önem düzeyinde reddedilmektedir. Bu bulgu Ar-Ge harcamalarının ihracatın nedeni olduğu anlamına gelmektedir.

Tablo 3'de ihracattan Ar-Ge harcamalarına doğru nedensellik ilişkisi olup olmadığını sınavan model tahmininin sonuçları gösterilmektedir.

Tablo 4.2. 2 Nolu Model Tahmin Sonuçları

Bağımsız Değişkenler	Katsayı	Düzeltilmiş Standart Hata	t istatistiği	Olasılık
RD _{t-1}	0.748*	0.15	4.98	0.000
X	-0.416	1.316	-0.32	0.754
X _{t-1}	0.309	1.826	0.17	0.867
X _{t-2}	3.146	2.855	1.10	0.281
X _{t-3}	- 3.024**	1.39	-2.17	0.040
ER	0.023	0.353	0.07	0.947

Arellano-Bond AR(1) İstatistiği	-2.12 (0.034)	F İstatistiği	59.42 (0.000)
Arellano-Bond AR(2) İstatistiği	0.52 (0.605)	Gözlem Sayısı	250
Sargan İstatistiği	16.06 (0.310)	Kesit Sayısı	25
Hansen İstatistiği	14.57 (0.408)	Zaman Boyutu	10 yıl
Araç Değişken Sayısı	21	Yöntem	İki Aşamalı Panel GMM-sistem
Wald İstatistiği ($X_{t-1} = X_{t-2} = X_{t-3} = 0$)	1.35 (0.2819)		

Not: * işareti %1, ** %5 ve *** %10 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı katsayıları göstermektedir. Modele ilişkin istatistiklerde parantez önündeki değerler ilgili istatistik değerini ve parantez içindeki değerler olasılıklarını göstermektedir. Raporlanan standart hatalar değişen varyansa karşı düzeltilmiştir. Modelde yer alan değişkenlerin tamamının içsel olduğu kabul edilmiş ve t-2 gecikmeyle araç değişken atanmıştır. Modelin sabit terimine ait istatistikler raporlanmamıştır. X ihracatı, RD Ar-Ge harcamalarını ve ER döviz kurunu simgelemektedir.

2 nolu modelin tahmin sonuçlarına göre model %1 düzeyinde anlamlıdır ve araç değişkenler geçerlidir. Wald istatistiği ise ihracat Ar-ge harcamalarının nedeni değildir biçimindeki H_0 hipotezini %1 %5 ve %10 anlamlılık düzeylerinde ret edememektedir.

5. Sonuç

Teknolojinin büyüme üzerindeki etkisi uzun zamandır iktisatçılar arasında tartışma konusu olmaktadır. Tartışmanın bir ucunda teknolojiyi dışsal olarak kabul eden ve Neo-Klasik iktisatçılar tarafından savunulan dışsal büyüme teorileri, diğer ucunda ise Schumpeter öncülüğünde teknolojiyi içsel bir değişken olarak kabul eden içsel büyüme teorileri yer almaktadır. Teknolojik gelişmenin büyüme üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu öne süren içsel büyüme teorileri uluslararası teknoloji transferleri, inovasyon, Ar-Ge faaliyetleri ile gelişen ekonomilerin ihracat üzerinde de bir etki meydana getirebileceğini ileri sürmektedirler.

Literatürde teknolojik gelişmeye yönelik olarak yapılan Ar-Ge faaliyetleri ile ihracat arasındaki ilişkiyi araştıran ve konuyu mikro ve makro bazda ele alan çalışmaların sayısı oldukça fazladır. Son dönemde yapılan çalışmalarda bu iki değişken arasında çift yönlü bir nedensellik ilişkisi olduğu ileri sürülmektedir. Firma eksensli ve mikro temelli çalışmaların ağırlık kazandığı bu alanda son dönemde makro çalışmalarda önemini artırmaktadır. Bu gelişmelere paralel olarak yapılan bu çalışmada, 1996-2008 dönemini ve 25 alt sektörü kapsayan panel veri seti kullanılarak, Ar-Ge harcamaları ile ihracat arasındaki nedensellik ilişkileri Türkiye için araştırılmıştır. Ampirik yöntem olarak GMM-sistem tahmini ve Wald testine dayanan nedensellik analizleri sonucunda elde edilen bulgulara göre, Ar-Ge harcamalarından ihracata doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi mevcuttur. Bu bulgu Ar-Ge politikalarının ihracatı artırmada önemli bir araç olabileceği anlamına

gelmektedir. Ampirik analizde ters nedensellik ilişkisi de araştırılmış, fakat ihracatın Ar-Ge harcamalarına neden olmadığı tespit edilmiştir. Elde edilen bulgular literatürde yer alan ve Ar-Ge harcamalarından ihracata doğru nedensellik ilişkisini ortaya koyan çalışmalar ile paralellik arz etmektedir.

Çalışmadan elde edilen bulgular Ar-Ge harcamalarının ihracatı artırmada etkili olabileceğini ortaya koymaktadır. Ancak isabetli politikalar geliştirilebilmesi için, hangi sektörlerde Ar-Ge harcamalarının daha etkili olduğunun bilinmesi önemlidir. Böylece Ar-Ge destekleri etkinliğinin daha yüksek olduğu sektörlerde doğru yönlendirilebilir. Bu nedenle gelecekte bu konuda yapılacak çalışmaların her bir sektör düzeyinde Ar-Ge harcamaları ile ihracat ilişkisini araştırması ve bu ilişkileri karşılaştırılabilir bir düzlemde sunması faydalı olacaktır.

Kaynakça

- AGHION, P. ve P. Howitt , “A Model of Growth Through Creative Destruction”, **Econometrica**, Mart 1992, Vol. 60, No. 2, s.323-351.
- ANDERTON, B., “UK Trade Performance and the Role of Product Quality, Innovation and Hysteresis: Some Preliminary Results,” **Scottish Journal of Political Economy**,1999, Vol. 46, No. 5, s. 570-595.
- ARELLANO, M. and O. Bover, “Another Look at the Instrumental Variable Estimation of Error-components Models,” **Journal of Econometrics**, 1995, Vol. 68, s.29-51.
- ARRELLANO M. and S. Bond, “Some Tests of Specification for Panel Data: Monte Carlo Evidence and an Application to Employment,” **The Review of Economic Studies**, 1991, Vol. 58 No. 2, s. 277-297.
- ARNOLD, J.M., ve K. Hussinger, “Export Behavior and Firm Productivity in German Manufacturing: A Firm-Level Analyses,” **Reprint from Review of World Economics**, 2005, Vol. 141, No. 2, s. 219-243.
- AW, B.Y., M.J. Roberts, ve D.Y. Xu, “R&D Investments, Exporting, and the Evolution of Firm Productivity” **The American Economic Review**, May. 2008, Vol. 98, No. 2, Papers and Proceedings of the OneHundred Twentieth Annual Meeting of the American Economic Association, s.451-456.
- BARRIOS, S., H. Görg ve E. Strobl, “Explaining Firms’ Export Behaviour : R&D, Spillovers and the Destination Market,” **Oxford Bulletin of Economics and Statistics**, 2003, Vol. 65, No. 4, s. 475-496.
- BASILE, R., “Export Behaviour of Italian Manufacturing Firms Over the Nineties: The Role of Innvation,” **Research Policy**, 2001, Vol. 30, s. 1185-1201.
- BLEANEY, M. ve K. Wakelin, “Efficiency, Innovation and Exports”, **Oxford Bulletin Of Economics And Statistics**, 2002, Vol. 64, No.3, s.3-15.
- BLUNDELL, R. W. and S. Bond, “Initial Conditions and Moment Restrictions in Dynamic Panel Data Models,” **Journal of Econometrics**, 1998, Vol. 87, s. 115-143.
- CALDERA, A., “Innovation and Exporting: Evidence from Spanish Manufacturing Firms,” **Review of World Economics**, 2010, Vol 146, s. 657-689.
- CAMERON, A. C. ve P. K. Trivedi, **Microeconometrics Using Stata**, Stata Pres, Texas, 2009.
- D’ANGELO, Alfredo, “Innovation and Export Performance: A Study of Italian High-Tech SMEs,” **Journal of Management Governance**, 2010, Springer, doi: 10.1007/s10997-010-9157-y.
- DIPIETRO, R. W. ve E. Anoruo, “Creativity, Innovation and Export Performance,” **Journal of Policy Modeling**, 2006, Vol. 28, s.133-139.

-
- GIRMA, S., H. Görg ve A. Hanley, "R&D and Exporting: A Comparison of British and Irish Firms," **University of Nottingham Research Papers**, 2008, No. 2007/18, s.750-773.
- GREENAWAY, D. ve R. Kneller, "Industry Differences in the Effect of Export Market Entry: Learning by Exporting?," **Review of World Economics**, 2007, Vol. 143, No. 3, s. 416-432.
- GROSSMAN, G. M. ve E. Helpman, "Endogenous Product Cycles", **The Economic Journal**, 1991a, Vol. 101, s.1214-1229.
- GROSSMAN, G. M. ve E. Helpman, "Quality Ladders and Product Cycles," **Quarterly Journal of Economics**, 1991b, Vol. 106, s. 557-586.
- HALPERN, L. ve B. Muraközy, "Innovation, Productivity and Exports: The Case of Hungary," **Economics of Innovation and New Technology**, 2011, Vol. 1, s.1-23.
- HARRIS, R. ve Q. C. Li (2009), "Exporting, R&D, and Absorptive Capacity in UK Establishments," **Oxford Economics Papers**, 2009, Vol. 61, s.74-103.
- HIRSCH, S. ve I. Bijaoui , "R&D Intensity and Export Performance: A Micro View," **Review of World Economics**, 1985, Vol. 121, No. 2, s. 238-251.
- HIRSCH, S., S. Kalish ve S. Katznelson, "Effects of Knowledge and Service Intensities on Domestic and Export Performance," **Weltwirtschaftliches Archive**, 1988, Vol. 124, No. 2, s.230-241.
- HOLTZ-EAKIN, D., W. Newey ve H. Rosen, "Estimating Vector Autoregressions with Panel Data," **Econometrica**, 1988, Vol. 56, s.1371-1395.
- HUANG, C., M. Zhang, Y. Zhao ve C. A. Varum, (2008), "Determinants of Export in China: A Microeconomic Analyses," **The European Journal of Development Research**, 2008, Vol. 20, No. 2, s. 299-317.
- HURLIN, C., "Testing for Granger Non-causality in Heterogeneous Panels" Hyper Articles en Ligne Sciences de l'Homme et Société, 2008, http://halshs.archives-ouvertes.fr/docs/00/22/44/34/PDF/Causality_WP.pdf.
- KAR, M., Ş. Nazlıoğlu ve H. Ağır, "Financial Development and Economic Growth Nexus in the MENA Countries: Bootstrap Panel Granger Causality Analysis", **Economic Modelling**, 2011, Vol. 28, s.685-693.
- KIRBACH, M. ve C. Schmiedeberg, "Innovation and Export Performance: Adjustment and Remaining Differences in East and West German Manufacturing," **Economics of Innovation and New Technology**, 2008, Vol. 17, No. 5, s.435-457.
- KONYA, L., "Exports and Growth: Granger Causality Analysis on OECD Countries with a Panel Data Approach," **Economic Modelling**, 2006, Vol. 23, No. 6, s. 978-992.

- KRUGMAN, P., “A Model of Innovation, Tehnology and Transfer, and the World Distrubition of Income”, **Journal of Political Economy**, 1979, Vol. 87, No.2, s. 253-266.
- LANDESMANN, M. ve M. Pfaffermayr, “Technological Competition and Trade Performance,” **Applied Economics**, 1997, Vol. 29, No. 2, s.179-106.
- LEFEBVRE, E., L. Lefebvre ve M. Bourgault, “R&D-Related Capabilities as Determinants of Export Performance,” **Small Business Economics**, 1998, Vol. 10, s. 365-377.
- LEONTIEF, W., “Domestic Production and Foreing Trade; the American Capital Position Re-Examined”, **Proceedings of the American Philosophical Society**, 1953, s. 332-349.
- LIU, X. ve C. Shu, “Determinants of Export Performance: Evidence from Chinese Industries,” **Economic of Planning**, 2003, Vol. 46, s.45-67.
- MELITZ, M., “The Impact of Trade on Intra-Industry Reallocations and Aggregate Industry Productivity,” **Econometrica** , 2003, Vol. 71, No. 3, s.1695–1725.
- MONREAL-PEREZ, J., A. Aragon-Sanchez ve G. Sanchez-Marin, “A Longitudinal Study of the Relationship Between Export Activity and Innovation in the Spanish Firm: The Moderating Role of Productivity,” **International Business Review**, 2011, doi:10.1016/j.ibusrev.2011.09.010. s. 1-16.
- NASSIMBENI, G., “Technology Innovation Capacity, and the Export Attitude of Small Manufacturing Firms: A Logit/Probit Model,” **Research Policy**, 2001, Vol. 30, s. 245-262.
- ÖZÇELİK, E. ve E. Taymaz, “Does Innovativeness Mater for International Competitiveness in Developing Countries? The Case of Turkish Manufacturing Industries,” **Research Policy**, 2004, Vol. 33, s. 409-424.
- ÖZER, M. ve N. Çiftçi, “Ar-Ge Harcamaları ve İhracat İlişkisi: OECD Ülkeleri Panel Veri Analizi”, **Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi**, 23, 39-49, 2009.
- POSNER, M. V. “International Trade and Technical Change”, **Oxford Economic Papers**, New Series, 1961, Vol. 13, No. 3, 11-37, 1961.
- RASIAH, R., “Foreign Ownership, Technology and Electronics Export from Malaysia and Thailand,” **Journal of Asian Economics**, 2003, Vol. 14, s.785-811.
- RODRIGUEZ, J.L. ve R.M. Rodríguez, “Technology and Export Behaviour: A Resource-Based View Approach,” **International Business Review**, 2005, Vol. 14, s. 539-557.
- ROMER, Paul M., “Endogenous Technological Change”, *The Journal of Political Economy*, 1990, Vol.98, No.5, Part. 2, s. S71-S102.

-
- ROODMAN, D., "How to Do xtabond2: An Introduction to "Difference" and "System" GMM in Stata," **The Center for Global Development Working Paper Series**, 2006, No. 103.
- SALIM, R. A., ve H. Bloch (2009) "Business Expenditures on R&D and Trade Performances in Australia: Is There A Link?," **Applied Economics**, 2009, Vol. 41, s.351-361.
- SHUMPETER, J., **Capitalism, Socialism and Democracy**. New York: Harper and Row. 1942.
- STERLACCHINI, A., "Do Innovative Activities Matter to Small Firms in non-R&D-Intensive Industries? An Application to Export Performance," **Research Policy**, 1999, Vol. 28, s.819-832.
- STERLACCHINI, A., "The Determinants of Export Performance: A Firm-Level Study of Italian Manufacturing," **Weltwirtschaftliches Archive**, 2001, Vol. 137, No. 3, s. 450-472.
- TOMIURA, E., (2007) "Effects of R&D and Networking on the Export Decision of Japanese Firms," **Research Policy**, 2007, Vol. 36, s.758-767.
- VERNON, R., "International Investment and International Trade in the Product Cycle," **Quarterly Journal of Economics**, 80, 190–207, 1966.
- VERSPAGEN, B. ve K. Wakelin, "Trade and Technology from a Schumpeterian Perspective," **International Review of Applied Economics**, 1997, Vol. 11, No. 2, s.181-194.
- WAKELIN, K., "Innovation and Export Behaviour at the Firm Level," **Research Policy**, 1998a, Vol. 26, s.829-841.
- WAKELIN, K., "The role of Innovation in Bilateral OECD Trade Performance," **Applied Economics**, 1998b, Vol. 30, No. 10, s.1335-1346.
- WIGNARAJA, G., "Innovation, Learning, and Exporting in China: Does R&D or a Technology Index Matter?," **Journal of Asian Economics**, doi:10.1016/j.asieco.2011.02.001, 2011.
- WINDMEIJER, F., "A Finite Sample Correction for the Variance of Linear Efficient Two-step GMM Estimators," **Journal of Econometrics**, 2005, Vol. 126, s. 25-51.
- YANG, C. ve Y. Chen, "R&D, Productivity, and Exports: Plant-level Evidence from Indonesia," **Economic Modelling**, doi:10.1016/j.econmod.2011.09.006, 2011.
- YANG, C., J. Chen ve W. Chuang (2004) "Technology and Export Decision," **Small Business Economics**, 2004, Vol. 22, s. 349-364.
- ZHAO, H. ve H. Li, "R&D and Export: An Empirical Analysis of Chinese Manufacturing Firms," 1997, **The Journal of High Technology Management Research**, Vol 8, No 1, s. 89-105.

