



TİCARİ AÇIKLIK İLE AR-GE HARCAMALARI İLİŞKİSİ: G-20 ÜLKELERİ İÇİN AMPİRİK BİR İNCELEME

THE RELATIONSHIP BETWEEN TRADE OPENNESS AND R&D EXPENDITURES: AN
EMPIRICAL REVIEW FOR G-20 COUNTRIES

Hatice AZTİMUR¹- Levent KAYA²

Öz

Teknoloji, ülkelerin üretim verimliliğini arttırmının yanında uluslararası ticarete rekabet gücünü tahkim edecek bileşenlerden birisidir. Ülkeler teknolojiye ulaşmak için iki yöntemden birini tercih ederler. Ülke dışında geliştirilmiş teknolojiyi transfer etmek bu yöntemlerden birisidir. Teknoloji transferinde ülkenin dışa açıklık düzeyi belirleyicidir. İkinci yöntemde ise ülke, yeni teknoloji geliştirecek yatırımlara yönelecektir. Yeni teknoloji geliştirmek bir taraftan ülkenin beşeri sermaye stokuna diğer taraftan Ar-Ge için ayırabileceği kaynak büyüklüğüne bağlıdır. Bu çalışmada G-20 ülkelerinde ticari açıklık ile Ar-Ge harcamaları arasındaki ilişki araştırılmıştır. 1996-2019 dönemine ait yıllık veriler kullanılmıştır. Değişkenler arasındaki nedensellik ilişkisi Emirmahmutoğlu ve Köse (2011) Panel Nedensellik Testi ile incelenmiş ve Ar-Ge harcamalarındanticaretari açıklığadoğru tek yönlü nedensellik ilişkisi bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler:Ticari Açıklık, Ar-Ge Harcamaları, Panel Nedensellik

Jel Kodları: F10, F21, C32

Abstract

In addition to increasing the productivity of countries, technology is one of the components that will strengthen the competitiveness in international trade. Countries prefer one of two methods to access technology. Transferring technology developed abroad is one of these methods. The level of openness of the country is decisive in technology transfer. In the second method, the country will turn to investments that will develop new technology. Developing new technology depends on the human capital stock of the country on the one hand, and the size of the resources it can allocate for R&D on the other. In this study, the relationship between trade openness and R&D expenditures in G-20 countries was investigated. Annual data for the period 1996-2019 were used. The causality relationship between the variables was examined by Emirmahmutoğlu and Köse (2011) Panel Causality Test and a one-way causality relationship was found from R&D expenditures to trade openness.

Keywords: Trade Openness, R&D Expenditures, Panel Causality

Jel Codes: F10, F21, C32

¹Dr. Öğr. Üyesi, Harran Üniversitesiİktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi,Şanlıurfa, Türkiye
osetian100@yahoo.comORCID ID: 0000-0003-2039-5065

²Dr. Öğr. Üyesi, Harran Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Şanlıurfa, Türkiye
lekaya@harran.edu.trORCID ID: 0000-0001-7278-8114

1. GİRİŞ

Teknoloji, klasik kuramcılardan bu yana ülkeler arasındaki gelişme farkını ve ticareti açıklamada kullanılan temel faktörlerden birisidir. Ricardo (2008, s. 357) emek verimliliğine vurgu yaparak ülkeler arasındaki farklılıklara dikkat çekmiştir. Daha sonra dış ticaret teorisinde faktör donanımı ile teknoloji yeteneği karşılaştırmalı üstünlüğün kaynakları arasında görülmüştür (Kiryama, 2012, s.7). 1980’lerde yaratıcı yıkım teziyle sürekli yeniliğe vurgu yapan Schumpeter’i takip eden yeni ticaret teorisi teknolojinin artan getiriler ve ürün farklılaştırılması gibi yönlerini öne çıkarmışlardır (Grossman ve Helpman, 1994; Krugman, 1995). 1990’larda küreselleşmenin bir politika tercihi olarak öne çıkması ile bir ülkenin üretkenliği ve rekabet gücü yalnızca kendi Ar-Ge yatırımlarına bağlı olmaktan çıkmış aynı zamanda ticaret ortaklarının Ar-Ge faaliyetlerine de bağlı hale gelmiştir.

Bir ülkenin dış ticaret politikasında ticaret engellerini azaltarak, dışa yönelimini ifade eden ticari açıklık ve inovasyon ilişkisinin ele alındığı araştırmalar günümüzde de canlılığını korumaktadır. Bir kısım araştırmacı ticari açıklığın ülkelerin inovasyon kapasitesini dolayısıyla üretim verimliliğini arttırdığını ileri sürmektedir. Diğer bir kısım araştırmacı ise ülkelerin farklı gelişmişlik düzeyine sahip olduklarını dolayısıyla daha çok gelişmiş ülkeler tarafından yaratılmış olan inovasyonun gelişmekte olan ülkelerin ihtiyacına uygun olmadığını ifade etmektedirler. Burada bu tartışmaların bir kısmına yer verilecektir.

Dotta ve Munyo (2019) ticari açıklığın inovasyonu olumlu etkilediğini bu etkinin gelişmekte olan ülkelerde gelişmiş ülkelere daha yüksek olduğunu ifade etmektedirler. Ticari açıklık yabancı teknolojiyi içeren sermaye malları ithalatı ile ülkelerin verimliliğini artırır (Xu ve Chiang, 2005, s.131). Ticari açıklığın ülkenin inovasyon kapasitesini arttıracığını ifade eden Kiriyama (2012, s.9-19)’ya göre bu sadece sermaye mallarının ithalatı ve doğrudan yabancı yatırımlar ile olmayacaktır. İhracat yoluyla da ülkeler gelişmiş üretim yöntemlerine ulaşacak ve yüksek kalite standartlarında ticaret, yenilikleri teşvik edecektir. Ticari açıklığın Ar-Ge üzerinde iki zıt etkisinin olabileceğini söyleyen Bebczuk (2002, s.112)’e göre, ticari açıklık teknoloji üretiminde dezavantaja sahip ülkeler için Ar-Ge faaliyetlerinden uzaklaşmaya yol açabilecektir. Ancak öte taraftan uluslararası teknoloji akışları, yerel Ar-Ge üzerinde olumlu bir katkı yaparak bilginin yayılma etkisini ortaya çıkaracaktır. Coe ve Helpman (1995)’a göre uluslararası ticaret dışarıda üretilmiş bilginin taşınmasını sağlarken ithal edilen mallardaki Ar-Ge yerli Ar-Ge’yi tamamlamaktadır. Ekonominin açıklık derecesi uluslararası bilginin yerli üreticilere ulaşması ve içerilmesinde kritik öneme sahiptir. Ekonomi ne kadar açık ise bilginin marjinal verimliliği ve yeni Ar-Ge yatırımı yapma isteği o kadar güçlü olacaktır (Varsakelis, 2001, s.1063). Bu çerçeveden bakıldığında gelişmekte olan ülkelerin Ar-Ge kaynaklı dışallıklardan faydalanmalarında dış ticaret önemli bir araca dönüşmektedir.

Gelişmiş ülkelerin patent sayıları veya Ar-Ge harcamaları ticaret kapasiteleri üzerinde önemli bir rol oynar (Wakelin, 1998). Acemoğlu (1999, s.3)’na göre dünyadaki Ar-Ge harcamalarının %90’dan fazlası OECD ülkelerinde %35’ten fazlası da ABD’de gerçekleştirilmektedir. Xu ve Chiang (2005)’a göre dünyadaki Ar-Ge faaliyetlerinin büyük bölümü az sayıdaki sanayileşmiş ülkede gerçekleştirilirken Ar-Ge’den sağlanan verimlilik diğer ülkelerle paylaşılmaktadır. Ancak Ar-Ge’nin sağlayacağı verimlilik ondan faydalanacak ülkenin koşullarınca belirlenmektedir. Yeni teknolojiler gelişmiş ekonomilerin ihtiyaçlarını önceleyen yönlendirilmiş teknik değişimlerdir. Gelişmiş ülkelerde üretilen yeni teknolojiler beceri tamamlayıcı iken gelişmekte olan ülkeler emek tamamlayıcı teknolojilere ihtiyaç duymaktadır. Gelişmiş ülkelere ithal edilen teknolojilerin ihtiyaçla uyumlu olmaması iki kategorideki ülkelerin üretkenlik farkının nedenidir (Acemoğlu, s.4). Aztimur (2020, s.147)’a göre teknoloji talebi ve arzındaki uyumsuzluk gelişmekte olan ülkelerin gelişmiş ülkelere

arasındaki kalkınma açığını derinleştirerek rekabet edebilme koşullarını daha eşitsiz hale getirme potansiyeli taşımaktadır. Bu bağlamda gelişmekte olan ülkelerin teknolojiyi sadece ithalat kanalıyla transfer etmek yerine ihtiyaca uygun teknolojiye daha fazla Ar-Ge yatırımı yapmaları, kalkınma hedeflerinin gerçekleştirilmesinde etkili olabilecektir. Ar-Ge yatırımları yeni bilginin ortaya çıkmasına ve nihayetinde bu bilginin ürüne dönüşmesine olanak sağlarken (Guellec ve De La Potterie, 2001, s.105) yeni ürünün yeni pazarlara ulaştırılması ise dış ticaretin gelişmesini mümkün kılacaktır (Pessoa, 2010).

Bu çalışmada, teknolojiye ulaşmanın yöntemlerinden birisi olan Ar-Ge harcamaları ve ticari açıklık arasındaki ilişki ele alınmıştır. Bu amaçla verisine ulaşılabilen 14 G-20 ülkesinin 1996-2019 dönemindeki Ar-Ge harcamaları ile ticari açıklık düzeyleri kullanılmıştır. Küreselleşmenin dünya ticaretindeki genişletici etkisi dikkate alınarak incelenecek dönem 1990'dan günümüze olarak planlanmış ancak başlangıç ve bitiş yıllarını seçilen ülke grubu için düzenli verilerin ulaşılabilirliği belirlemiştir. Çalışmanın sonraki bölümünde bu çerçevede yapılan ampirik çalışmaların yer aldığı literatür özetlenmiştir. Ardından veri seti ve yöntemler açıklanmış ve ampirik bulgulara yer verilmiştir. Sonuç bölümünde ise çalışmanın bulguları ve politika önerileri değerlendirilmiştir.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

Ar-Ge konusunda yapılmış ampirik çalışmalarda Ar-Ge harcamaları, patent sayısı, Ar-Ge personeli gibi büyüklükler ölçüt olarak kullanılmıştır. Literatürde Ar-Ge ile ilişkisi incelenen diğer değişken de farklılıklar göstermektedir. Kimi çalışmalarda ticari açıklıkla Ar-Ge ilişkisi incelenirken bir kısım çalışmada ihracatla (toplam ihracat, yüksek teknoloji ihracatı gibi) Ar-Ge arasındaki ilişkiye yer verilmiştir. Literatürde yer alan çalışmaların bir bölümü aşağıda özetlenmiştir.

Varsekalis (2001) seçilmiş 50 ülke için karşılaştırmalı analiz yaparak patent koruma, açıklık ve ulusal kültürün Ar-Ge yatırımlarına etkisini araştırmıştır. Güçlü patent korumasına sahip ülkelerin Ar-Ge'ye daha fazla yatırım yaptıkları, ticari açıklığın ise Ar-Ge yatırımları için güçlü önemli bir belirleyici olmadığı çalışmanın sonuçları arasındadır.

Xu ve Chiang (2005) 1980-2000 döneminde farklı gelişme düzeyine sahip 48 ülkede uluslararası ticaret ve yabancı patentlenmenin teknoloji yayılımına etkisini regresyon analizi yöntemiyle incelemiştir. Farklı gelişme aşamasındaki ülkelerin farklı kaynaklardan ve farklı uluslararası teknoloji yayılma biçimlerinden yararlandıklarını tespit etmişlerdir. Orta ve düşük gelir düzeyine sahip ülkelerin yabancı patent çekmek suretiyle sermaye malları ithalatı ile sağlanacak teknoloji yayılımından daha yüksek verim elde edecekleri araştırmanın sonuçları arasındadır.

Acharya ve Keller (2009) 1973-2002 döneminde 16 ülkenin imalat sanayilerinde Ar-Ge yayılmaları yoluyla uluslararası teknoloji transferini incelemişler ve uluslararası teknoloji transferinin yüksek teknolojili endüstrilerde yerel teknolojik değişimin etkisini aştığını bulmuşlardır.

Özer ve Çiftçi (2009) OECD ülkelerinde 1990-2005 döneminde Ar-Ge harcamaları ile genel ihracat, bilgi-iletişim teknolojileri ihracatı ve ileri teknoloji ürünleri ihracatı arasındaki ilişkiyi panel veri analizi yöntemini kullanarak incelemiştir. Araştırma bulguları Ar-Ge harcamaları ile ihracat arasında pozitif ve yüksek oranlı bir ilişki olduğunu göstermiştir.

Uzay vd. (2012) Türkiye'de Ar-Ge harcamaları ile imalat sanayi ihracatı arasındaki ilişkiyi 1995-2005 yılları için panel veri yöntemleri ile araştırmışlardır. Analiz sonuçlarına göre Ar-Ge harcamalarının ihracat üzerinde gecikmeli etkisi olduğunu saptamışlardır.

Göçer (2013), Asya ülkelerinde 1996-2012 dönemine ait verilerle Ar-Ge harcamalarının ekonomik büyüme, yüksek teknoloji ürün ihracatı, toplam ihracat ve bilgi iletişim teknolojileri ihracatı üzerindeki etkilerini araştırmıştır. Panel veri yöntemlerinden elde edilen analiz sonuçlarına göre Ar-Ge harcamalarındaki artışın ülkelerin bilgi iletişim teknolojileri ihracatını ve yüksek teknoloji ürün ihracatını doğrudan, dış ticaret dengesini dolaylı yoldan etkilediğini saptamıştır.

Kılıç vd. (2014) 1996-2011 yıllık verileriyle Ar-Ge harcamaları ile yüksek teknoloji ürün ihracatı arasındaki ilişkiyi G-8 ülkeleri için panel veri yöntemlerini kullanarak incelediği çalışmalarında Ar-Ge harcamalarının yüksek teknoloji ürün ihracatını pozitif yönde etkilediğini ve değişkenler arasında çift yönlü nedensellik olduğunu tespit etmişlerdir.

Köse ve Yıldırım (2015) Türkiye için 1989-2013 dönemine ait Ar-Ge ve patent harcamaları ile ihracat değişkenleri arasındaki ilişkiyi regresyon analizi ve Granger nedensellik analizi ile incelemişlerdir. Regresyon analizine ait bulgular, Ar-Ge ve patent harcamalarının ihracat üzerinde güçlü ve pozitif bir etkiye sahip olduğunu ortaya koymuştur. Granger nedensellik analizi bulgularına göre ise Ar-Ge harcamaları ile ihracat arasında çift yönlü bir nedensellik ilişkisi olduğu saptanmıştır.

Sungur vd. (2016) 1990-2013 döneminde Türkiye’de araştırmacı sayısı, patent ve inovasyon faaliyetlerinin ve Ar-Ge harcamalarının büyüme ve ihracat üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Yöntem olarak Engle-Granger eşbütünleşme ve Granger nedensellik testlerini uygulamışlardır. Çalışma sonucunda ihracattan Ar-Ge harcamalarına doğru nedensellik bulunurken Ar-Ge harcamaları ile büyüme arasında nedensellik bulunmamıştır.

Dam ve Yıldız (2016) 2000-2012 dönemini dikkate alarak BRICS-TM ülkelerinde inovasyonun ve Ar-Ge harcamalarının ekonomik büyüme üzerindeki etkisini panel veri analizi ile incelemişlerdir. Analiz sonuçlarına göre ekonomik büyümenin Ar-Ge harcamaları ve inovasyondan pozitif etkilendiğini bulmuşlardır.

Özkan ve Yılmaz (2017) Türkiye ve AB ülkelerinde 1996-2015 döneminde Ar-Ge harcamalarının kişi başına gelir ve yüksek teknoloji ihracatı üzerindeki etkisini panel veri analizi ile incelemişlerdir. Araştırma sonucunda Ar-Ge harcamalarının yüksek teknoloji ihracatını ve kişi başı geliri pozitif etkilediği tespit edilmiştir.

Türker (2018) G-7 ülkelerinde ihracat ile Ar-Ge harcamaları arasındaki ilişkiyi 2000-2015 dönemi için incelemiştir. Panel veri analiz yöntemi kullanılarak yapılan incelemede değişkenler arasında pozitif bir ilişki bulunmuştur.

Dumrul ve Kılıçarslan (2018) 2000-2015 dönemine ait verilerle OECD ülkelerinde Ar-Ge harcamalarının ihracat üzerindeki etkisini panel FMOLS ve DOLS testlerini kullanarak incelemişlerdir. Araştırma bulgularına göre Ar-Ge harcamalarındaki artışın ihracatı pozitif etkilediği tespit edilmiştir.

Fan ve Hossain (2018) Çin ve Hindistan için teknolojik yenilik, ticari açıklık, CO₂ emisyonu ve ekonomik büyüme değişkenleri arasındaki ilişkiyi 1974-2016 dönemi için incelemişlerdir. ARDL sınır testi ve Toda-Yamamoto Granger nedensellik testleri kullanılarak yapılan analizde Çin ve Hindistan için teknolojik yenilikten ticari açıklığa doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi bulunmuştur.

Belazreg ve Mtar (2020) 27 OECD ülkesi için 2001-2016 döneminde ekonomik büyüme, ticari açıklık, finansal gelişme ve inovasyon arasındaki ilişkileri panel VAR yöntemiyle incelemişlerdir. Araştırma sonucunda inovasyondan ticari açıklığa ve ticari açıklıktan finansal gelişmeye tek yönlü nedensellik bulunurken ekonomik büyüme ve ticari açıklık arasında karşılıklı nedensellik tespit edilmiştir.

Canbay (2020) Türkiye’de Ar-Ge harcamalarının ihracat üzerindeki etkisini 2004-2017 dönemi için incelemiştir. ARDL sınır testi kullanılarak elde edilen araştırma bulgularına göre değişkenler arasında uzun dönemli ilişki olduğu ve Ar-Ge harcamalarının ihracatı arttırdığı tespit edilmiştir.

Sey ve Aydın (2021) 1990-2018 döneminde Türkiye’de yüksek teknolojlili mal ihracatı ile Ar-Ge harcamaları ve patent başvuruları arasındaki ilişkiyi ARDL sınır testi yaklaşımı, değişkenler arasındaki nedensellik ilişkisini ise Toda-Yamamoto nedensellik analizi ile test etmişlerdir. Değişkenler arasında uzun dönemli pozitif bir ilişkinin yanında Ar-Ge harcamalarından yüksek teknolojlili mal ihracatına doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi olduğunu belirtmişlerdir.

Wetsikas ve Stanboulis (2022) 1983-2018 döneminde 10 Avrupa ülkesinde inovasyon ve ekonomik büyümenin ticari açıklık üzerindeki etkisini incelemiştir. Yöntem olarak vektör hata düzeltme modeline dayanan ARDL sınır testi ve Granger nedensellik kullanılan çalışmada incelenen tüm ülkeler için değişkenler arasında uzun dönemli güçlü bir ilişki bulunmuştur.

Literatürde yer alan çalışmalar incelendiğinde araştırmaya konu olan ülkeler dönemler ve yöntemleri birbirinden farklı olan pek çok çalışma yapıldığı görülmektedir. Çalışmaların büyük bölümünde elde edilen bulgular, Ar-Ge harcamaları ve dış ticaret arasında pozitif bir ilişkinin varlığına işaret etmektedir. Yine nedensellik ilişkisinin test edildiği çalışmalarda değişkenler arasında tek yönlü veya çift yönlü nedensellik ilişkisinin saptandığı görülmektedir. Literatürde Ar-Ge ve ticari açıklık ilişkisini ele alan çok sayıda çalışma bulunmasına rağmen G-20 ülkelerini inceleyen çalışma yok denecek kadar azdır. Yine seçilen dönem ve yöntem farklılığı ile bu çalışmanın literatüre önemli katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

3. VERİ SETİ VE EKONOMETRİK YÖNTEM

Bu çalışmada, G-20 topluluğuna üye olan 14 ülkede (Kanada, Fransa, Almanya, İtalya, Japonya, G. Kore, Meksika, Türkiye, İngiltere, ABD, Arjantin, Çin, Rusya ve Euro Bölgesi) ticari açıklık (TRADE) ve Ar-Ge harcamaları (ARGE) arasındaki ilişki araştırılmıştır. 1996 – 2019 dönemine ait yıllık veriler ile çalışılmıştır. Değişkenlere ait veriler OECD elektronik veri tabanı ve Dünya Bankasından elde edilmiştir. Ticari açıklık değişkeninin hesaplanması için aşağıdaki yöntem kullanılmıştır.

$$\text{Ticari açıklık} = \frac{\text{ihracat} + \text{ithalat}}{\text{GSYH}} \quad (1)$$

Nazlıoğlu ve Karul (2017) kademeli yapısal kırılmalar ve yatay kesit bağımlılığını dikkate alan bir panel durağanlık testi geliştirmişlerdir. Test, paneldeki kesitler arasında heterojenliğe izin vermesi nedeniyle bir avantaj sağlamaktadır. Test prosedürü, Becker vd. (2006) fourier KPSS durağanlık testinin bir kombinasyonudur. Yapısal kırılmaların fourier yaklaşımı ile modellendiği ve yatay kesit bağımlılığının ortak faktör yapısı ile hesaplandığı testte, birimlerin istatistik dağılımı sadece fourier frekansına bağlıdır ve panel istatistiği standart normal dağılıma sahiptir. Panel durağanlık testinin küçük örnek özellikleri Monte Carlo simülasyonları ile araştırılmıştır. Ayrıca, Zaman boyutu (T) ve kesit boyutu (N) veya her ikisi arttıkça testin gücünün de arttığını belirtmişlerdir. Test için veri üretme süreci aşağıdaki şekilde gösterilir;

$$y_{it} = \alpha_i(t) + r_{it} + \lambda_i F_t + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

$$r_{it} = r_{it-1} + u_{it} \quad (3)$$

(2) numaralı denklemde, $r_{i0} = 0$ olmak üzere r_{it} , rassal yürüyüş sürecini ifade etmektedir. ε_{it} ve (3) numaralı denklemdeki u_{it} karşılıklı olarak bağımsızdır. F_t , gözlemlenemeyen ortak faktörü, λ_i ise ağırlıkları temsil etmektedir. Sabit terimler, yapıları bilinmeyen herhangi bir yapısal değişim içeriyorsa, tek bir frekans bileşeniyle fourier açılımı aşağıdaki şekilde tanımlanır:

$$a_i(t) = a_i + \gamma_{1i} \sin\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) + \gamma_{2i} \cos\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) \quad (4)$$

(4) numaralı denklemde, γ_{1i} yapısal değişimlerin genişliğini, γ_{2i} ise yer değiştirmesini ölçer. Ayrıca sabit terimdeki değişimleri yakalamak için γ_{1i} ve γ_{2i} 'nin sıfır olmayan değerlerinden faydalanır.

$$a_i(t) = a_i + b_i t + \gamma_{1i} \sin\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) + \gamma_{2i} \cos\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) \quad (5)$$

(5) numaralı denklem, sabit terimde, sabit terim ve trendde meydana gelen sayısı ve formu bilinmeyen yapısal kırılmaları tespit etmek için kullanılan fourier yaklaşımını göstermektedir. Böylece eğimdeki ve sabit terimdeki herhangi bir değişim γ_{1i} ve γ_{2i} 'nin sıfır olmayan değerleriyle yakalanabilmektedir. Serinin durağan olduğunu iddia eden sıfır hipotezi, serinin birim köklü iddia eden alternatif hipoteze karşı test edilir. Becker vd. (2006) fourier KPSS testine dayanan birim istatistiği aşağıdaki şekilde tanımlanır;

$$\eta_i(k) = \frac{1}{T^2} \frac{\sum_{t=1}^T \tilde{S}_{it}(k)^2}{\tilde{\sigma}_{\varepsilon_i}^2} \quad (6)$$

(6) numaralı denklemde $\tilde{S}_{it}(k) = \sum_{j=1}^t \tilde{\varepsilon}_{ij}$, (2) nolu denklemin EKK ile tahmininden elde edilen artıkların kısmi toplamıdır. $\tilde{\sigma}_{\varepsilon_i}^2$, ε_{it} 'nin uzun dönem varyansının bir tahminidir ve aşağıdaki şekilde ifade edilir;

$$\varepsilon_{\varepsilon_i}^2 = \lim_{T \rightarrow \infty} T^{-1} E(S_{it}^2) \quad (7)$$

Panelde ait istatistik, birimlere ait istatistiklerin ortalaması ile elde edilir. Fourier panel istatistiği $FP(k)$ aşağıdaki şekilde elde edilir;

$$FP(k) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \eta_i(k) \quad (8)$$

Nazlıoğlu ve Karul (2017) (8) numaralı denklemde $\eta_i(k)$ 'nin $T \rightarrow \infty$ olmak üzere asimptotik dağılımının diğer parametrelerden bağımsız olarak sadece k 'ya bağlı olduğunu ve Becker vd. (2006) modeli arasındaki tek farkın ortak faktör olduğunu belirtmişlerdir. (9) numaralı denklem ile $T \rightarrow \infty$ ve $N \rightarrow \infty$ iken $FP(k)$ 'nin ortalama ($\xi(k)$) ve varyans ($\zeta(k)$) ile standart normal dağılıma yakınsadığını göstermişlerdir.

$$FZ(k) = \frac{\sqrt{N}(FP(k) - \xi(k))}{\zeta(k)} \square N(0,1) \quad (9)$$

Ayrıca birimlere ait istatistiğin asimptotik dağılımı sadece k frekansına bağlı olduğundan dolayı Becker vd. (2006) çalışmalarındaki kritik değerlerin kullanılabilceğini belirtmişlerdir.

Ticari açıklık ve Ar-Ge harcamaları arasındaki ilişkiyi incelemek için Emirmahmutoğlu ve Köse (2011) nedensellik testi kullanılmıştır. Testin uygulanabilmesi için değişkenlerde yatay kesit bağımlılığının bulunması ve eğim katsayılarının heterojen bir şekilde dağılması gerekmektedir. Toda-Yamamoto (1995) tarafından literatüre kazandırılan nedensellik testinin panel verilerine uyarlanmış halidir. Emirmahmutoğlu ve Köse (2011) testinin en önemli avantajı; değişkenlerin aynı dereceden bütünlük olmasının gerekmemesi ve eşbütünlük ilişki varlığının şart koşulmamasıdır.

Heterojen panellerde $VAR(k_i + d \max_i)$ modeli aşağıdaki tahmin edilir.

$$z_{i,t} = \mu_i + A_{i1}z_{i,t-1} + \dots + A_{ik}z_{i,t-k} + \sum_{l=k_i+1}^{k_i+d \max_i} A_{il}z_{i,t-l} + u_{i,t} \quad (10)$$

$$i = 1, 2, \dots, N, t = 1, 2, \dots, T$$

Nedensellik ilişkisinin araştırılması için gerekli Fisher test istatistiği aşağıdaki şekilde elde edilir.

$$\lambda = -2 \sum_{i=1}^N \ln(p_i) \quad (11)$$

(11) numaralı denklemde p_i , Wald istatistiğine ait p olasılık değerleridir. Test istatistiği ki-kare dağılımına sahiptir. Test için iki değişkenli VAR $k_i + d \max_i$ modeli aşağıdaki şekilde ifade edilir.

$$x_{i,t} = \mu_i^x + \sum_{j=1}^{k_i+d \max_i} A_{11,ij}x_{i,t-j} + \sum_{j=1}^{k_i+d \max_i} A_{12,ij}y_{i,t-j} + u_{i,t}^x \quad (12)$$

$$y_{i,t} = \mu_i^y + \sum_{j=1}^{k_i+d \max_i} A_{21,ij}x_{i,t-j} + \sum_{j=1}^{k_i+d \max_i} A_{22,ij}y_{i,t-j} + u_{i,t}^y \quad (13)$$

(12) ve (13) numaralı denklemde $d \max_i$ maksimum bütünlük düzeyini, k , her bir birim için gecikme uzunluğunu göstermektedir. Temel hipotez, değişkenler arasında nedensellik ilişkisinin olmadığını ifade etmektedir.

4. AMPİRİK BULGULAR

Ticari açıklık ile AR-GE harcamaları arasındaki ilişkinin incelendiği bu çalışmada kullanılan ekonometrik yöntemlere ait ampirik bulgular aşağıda tablolar halinde sunulmuştur.

Tablo 1. Yatay Kesit Bağımlılığı Testi Sonuçları

	Breusch-Pagan LM	CD _{LM}	LM _{adj}
ARGE	1831.357 (0.00)	129.004 (0.00)	128.700 (0.00)
TRADE	895.838 (0.00)	59.659 (0.00)	59.354 (0.00)

Çalışmada kullanılan serilere ait zaman boyutu T = 24, kesit boyutu N = 14'tür. Tablo 1'de (T>N) durumunda kullanılabilen ve birimler arasındaki korelasyon ilişkisini inceleyen Breusch-Pagan (1980) LM testi, Pesaran (2004) CD_{LM} testi ve Pesaran (2004) LM_{adj} testlerine ait sonuçlara yer verilmiştir. Elde edilen bulgulara göre yatay kesit bağımlılığının bulunmadığını iddia eden H₀ hipotezi reddedilmiştir. ARGE ve TRADE serilerinde herhangi bir birime gelen şoktan diğer birimler de etkilenmektedir. Bu nedenle çalışmada yatay kesit bağımlılığını dikkate alan yöntemlere yer verilmiştir.

Tablo 2. Birim Kök Testi Sonuçları

Ülkeler	ARGE		TRADE	
	k=1	k=2	k=1	k=2
Kanada	0.0618**	0.1047*	0.0937***	0.1307*
Fransa	0.0512*	0.0383	0.0748***	0.1356**
Almanya	0.0490*	0.0775	0.0437	0.1303*
İtalya	0.0447	0.0874	0.0380	0.1507**
Japonya	0.0491*	0.0386	0.0630**	0.0900
G. Kore	0.0439	0.0896	0.0556**	0.1232*
Meksika	0.0510*	0.0441	0.0590**	0.1604**
Türkiye	0.0573**	0.0627	0.0491*	0.1039*
İngiltere	0.0532*	0.1027*	0.0464	0.0970
ABD	0.0727***	0.1149*	0.0398	0.1125*
Arjantin	0.0415	0.1156*	0.0500*	0.1350**
Çin	0.0566**	0.0589	0.0757***	0.1686**
Rusya	0.0534*	0.0408	0.0631**	0.1041*
Euro	0.0499*	0.1035*	0.0603**	0.1404**
Panel Test İstatistiği	6.6088	2.3954	8.1845	7.2479
p-değeri	0.0000	0.0083	0.0000	0.0000

Not: k= frekans değeri. (***), (**), (*) sırasıyla % 1, %5, %10 anlamlılık düzeylerini göstermektedir.
Kritik değerler, Becker vd. (2006, s.389) makalesinden yer almaktadır.

Tablo 2'de ARGE serisi için frekans sayısı 1 ve 2 dikkate alınarak hesaplanan panel fourier KPSS birim kök testi sonuçları verilmiştir. Frekans sayısı 1 için İtalya, G. Kore ve Arjantin dışındaki ülkeler birim köklü çıkmıştır. Frekans sayısı 2 için Kanada, İngiltere, ABD, Arjantin ve Euro bölgesi farklı anlamlılık düzeylerinde birim köklü çıkmıştır. Yine Tablo 7'de TRADE serisi için frekans sayısı 1 ve 2 dikkate alınarak hesaplanan panel fourier KPSS birim kök testi sonuçlarına göre; frekans sayısı 1 için Almanya, İtalya, İngiltere ve ABD dışındaki ülkeler, frekans sayısı 2 için Japonya ve İngiltere dışındaki ülkeler farklı anlamlılık düzeylerinde birim köklü çıkmıştır. Genel olarak her iki değişken için farklı frekans değerlerinde birim kök tespit edilmiştir. Ayrıca her iki değişken için panelin geneli birim köklü çıkmıştır.

Tablo 3. Homojenlik Testi Sonuçları

ARGE-TRADE		
		p-değeri
$\tilde{\Delta}$	11.259	0.000
$\tilde{\Delta}_{adj}$	12.003	0.000

Tablo 3'te serilerin eşbütünleşme denkleminde elde edilen eğim katsayılarının homojen dağılıp dağılmadığını belirlemek için geliştirilen Pesaran ve Yamagata (2008) test yöntemine ait sonuçlar verilmiştir. Test sonucuna göre eğim katsayılarının homojen olduğunu iddia eden sıfır hipotezi reddedilmektedir. Değişkenlere ait hesaplanan regresyon katsayıları ülkeden ülkeye heterojen bir dağılım göstermektedir.

Tablo 4. Panel Nedensellik Testi Sonuçları

	Test İstatistiği	% 1	% 5	% 10	p-değeri
ARGE → TRADE	44.934	55.958	47.602	42.176	0.022
TRADE → ARGE	37.432	56.515	46.522	42.393	0.110

Tablo 4'te G-20 topluluğuna üye ülkeler için yapılan panel nedensellik testi sonuçları verilmiştir. Bulgulara göre Ar-Ge harcamalarından ticari açıklığa doğru tek yönlü nedensellik bulunmuştur. Ticari açıklıktan Ar-Ge harcamalarına doğru herhangi bir nedensellik ilişkisi tespit edilememiştir. Araştırma sonucunun örnekleme yer alan gelişmiş ülkelerin dünya Ar-Ge yatırımlarındaki payının yüksek olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Tablo 5. Ülkeler için Nedensellik Testi

Ülkeler	Gecikme Uzunluğu	ARGE → TRADE		TRADE → ARGE	
		Wald İstatistiği	p-değeri	Wald İstatistiği	p-değeri
Kanada	1	1.412	0.235	3.025*	0.082
Fransa	1	0.986	0.321	3.968**	0.046
Almanya	1	1.177	0.278	0.004	0.948
İtalya	1	0.247	0.619	3.283*	0.070
Japonya	1	8.545***	0.003	2.686	0.101
G. Kore	1	2.734*	0.098	0.011	0.917
Meksika	1	4.163**	0.041	3.675*	0.055
Türkiye	2	0.192	0.908	1.819	0.403
İngiltere	1	0.026	0.873	0.070	0.791
ABD	1	2.468	0.116	0.256	0.613
Arjantin	1	0.673	0.412	3.387*	0.066
Çin	1	1.547	0.214	0.009	0.925
Rusya	2	4.235	0.120	1.131	0.568
Euro	1	0.000	0.984	0.034	0.853

*, ** ve *** %10, %5 ve %1 için anlamlılık düzeyini göstermektedir.

Tablo 5'e göre sadece Japonya, G. Kore ve Meksika için Ar-Ge harcamalarından ticari açıklığa doğru nedensellik bulunmuştur. Kanada, Fransa, İtalya, Meksika ve Arjantin için ticari açıklıktan Ar-Ge harcamalarına doğru nedensellik bulunmuştur. Diğer ülkeler için herhangi bir nedensellik söz konusu değildir. Elde edilen sonuçlara göre sadece Meksika için çift yönlü nedensellik bulunmuştur. Acharya ve Keller ((2009)'e göre ülkenin coğrafi konumu yabancı teknolojiden ne ölçüde yararlanacağını belirlemede önemli bir faktördür. Örnekleme yer alan ülkelerden G. Kore ve Japonya coğrafi olarak yakın ülkelerdir. Yine aynı şekilde Kanada ve Meksika ABD'ye coğrafi yakınlığın Ar-Ge üzerindeki olumlu etkilerinden faydalanmış olabilirler. Araştırma sonucunda Meksika için çift yönlü nedensellik bulunmuş olması bu ülkenin hem uluslararası ticareti teknoloji transfer kanalı olarak kullandığını hem de Ar-Ge için yatırımları desteklediğini göstermektedir. Arjantin için ticari açıklıktan Ar-Ge harcamalarına nedensellik ilişkisi bulunmuş olması teknoloji transferinde uluslararası ticaretin aktif bir kanal olarak kullanıldığını göstermektedir. Nedensellik ilişkisi bulunamayan ülkelerin doğrudan yabancı yatırımlar gibi diğer teknoloji transfer yöntemlerini kullandıkları düşünülebilir. Bu grupta yer alan Türkiye için de nedensellik ilişkisi bulunamamıştır. Bu sonuç Türkiye'nin uluslararası ticareti teknoloji transferinde etkin bir şekilde kullanmadığını göstermektedir. Aynı zamanda Ar-Ge yatırımlarının yetersiz ve uluslararası ticareti belirleme gücünden uzak olduğu kanaatini oluşturmaktadır.

5. SONUÇ

Küresel ekonomide ülkelerin rekabet gücünün belirlenmesinde inovasyon üretme ve kullanma kapasiteleri önemli bir bileşeni temsil etmektedir. Ülkeler yapacakları Ar-Ge yatırımları ile teknoloji geliştirebilecekleri gibi başka ülkeler tarafından üretilmiş olan teknolojiyi transfer ederek de inovasyon kapasitelerini genişletebilirler. Bu çalışmada, 1996-2019 dönemine ait yıllık veriler kullanılarak G-20 topluluğuna üye 14 ülkede ticari açıklık ile Ar-Ge harcamaları arasındaki ilişki incelenmiştir. Araştırmada, ABD, Almanya, Japonya, Kanada, Fransa ve İngiltere gibi dünyanın Ar-Ge yatırımlarında en büyük paya sahip olan ülkelerin yanında Meksika, Türkiye ve Arjantin gibi teknolojiye daha dışa bağımlı ülkelerin de yer alması bu ülkelerle ilgili bir mukayese yapabilmeye olanağı sunmuştur.

Analizler için yatay kesit bağımlılığını dikkate alan panel veri analiz yöntemleri kullanılmıştır. ARGE ve TRADE serilerinin durağanlığı Nazlıoğlu-Karul (2017) Panel fourier KPSS birim kök testi ile incelenmiştir. Her iki değişken için farklı frekans değerlerinde birim kök tespit edilmiştir. Ayrıca her iki değişken için panelin geneli birim köklü çıkmıştır. Panel nedensellik test sonuçlarına göre Ar-Ge harcamalarından ticari açıklığa doğru tek yönlü nedensellik bulunmuştur. Ülkeler bazında Japonya ve Meksika için Ar-Ge harcamalarından ticari açıklığa doğru tek yönlü nedensellik bulunmuştur. Kanada, Fransa, İtalya, Meksika ve Arjantin için ticari açıklıktan Ar-Ge harcamalarına doğru tek yönlü nedensellik bulunmuştur. Diğer ülkeler için herhangi bir nedensellik bulunamamıştır. Çalışmada elde edilen bulgular Fan ve Hossain (2018), Belazreg ve Mtar (2020), Sey ve Aydın (2021)'in elde ettiği sonuçlar ile uyumludur.

Ar-Ge yatırımları, verimlilik artışında ve uluslararası rekabet edebilirlikte kritik bir role sahiptir. Literatürde yer alan çalışmaların kahir ekseriyetinde (Özer-Çiftçi, 2009; Göçer, 2013; Kılıç vd., 2014; Türker, 2018) Ar-Ge harcamalarının ticari açıklık özellikle ihracat üzerinde pozitif etkisi olduğu ifade edilmiştir. Ar-Ge harcamaları ve dış ticaret arasında çift yönlü bir nedensellik ilişkisi olduğunu tespit eden çalışmalar (Köse ve Yıldırım, 2015) yanında ticari açıklığın Ar-Ge yatırımları üzerinde önemli bir etkisinin olmadığını tespit eden çalışmalar da (Varsakelis, 2001) mevcuttur.

Bu sonuçlar üzerinden çeşitli politika önerileri yapılabilir. Ticari açıklığın hız kazandığı küreselleşme sürecinde ülkelerin özgün dinamiklerini dikkate almayan dış ticaret ve

yatırım politikaları uygulanmaya başlamıştır. Ancak benzer politikalar bütün ülkeler için aynı düzeyde verimli sonuçlar üretmeyebilir. Bu durumda ülkeler kendi özgünlüklerini dikkate alan politikalara odaklanmalı ve Ar-Ge yatırımlarına öncelik vermelidirler. Ar-Ge yatırımlarının artırılması için toplumsal farkındalığı artıracak çabalar yoğunlaştırılmalıdır eğitim programları güçlendirilmelidir. Türkiye gibi henüz sanayileşme sürecini tamamlayamamış ülkelerde karar alıcılar ve politika yapıcılar Ar-Ge'ye daha fazla yatırım yaparak ve bu kanalı besleyecek beşerî sermayeyi güçlendirerek ülkenin inovasyon potansiyelini arttırmalıdır. Bu doğrultuda yapılacak yatırımlar ülkelerin uluslararası ticarete rekabetçi bir güce kavuşmasına ve ekonomik kalkınmasına katkı sağlamanın yanında ülkelerin bağımsız politikalar yürütebilmesini de mümkün kılacaktır.

KAYNAKÇA

- Acemoğlu, D. & Zilibotti, F.(1999). Productivity differences. *NBER Working Paper Series* 6879.
- Acharya, R. C. & Keller, W. (2009). Technology transfer through imports. *The Canadian Journal of Economics*, 42(4), 1411-1448.
- Aztimur, H. (2020). Kalkınma sürecinde teknoloji ve rekabet. H. Aztimur & B. Arslan (Ed.) *Teknoloji ve... içinde* (ss.145-159), Lithuania: SRA Academic Publishing.
- Bebczuk, R. N. (2002). R&D Expenditures and the role of government around the world. *Estudios de Economia*, 29, 109-121.
- Becker, R., Enders, W. & Lee, J. (2006). A stationary test in the presence of an unknown number of smooth breaks. *Journal of Time Series Analysis*. 27(3), 381-409.
- Belazreg, W.& Mtar, K. (2020). Modelling the causal linkages between trade openness, innovation, financial development and economic growth in OECD Countries. *Applied Economics Letters*, 27(1), 5-8.
- Breusch, T. & Pagan, A. R. (1980). The Lagrange multiplier test and its applications to model specification tests in econometrics. *Review of Economic Studies*, 47, 239–253.
- Canbay, Ş. (2020). Türkiye’de araştırma geliştirme (Ar-Ge) harcamalarının ihracat üzerindeki etkileri. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 63, 131-140.
- Coe, D. T. & Helpman, E. (1995) International R&D spillovers. *European Economic Review*, 39, 859-887.
- Dam, M. M. & Yıldız, B. (2016). BRICS-TM ülkelerinde Ar-Ge ve inovasyonun ekonomik büyüme üzerine etkisi: Ekonometrik bir analiz. *Akdeniz İ.İ.B.F. Dergisi*, 33, 220-236.
- Dotta, V. & Munyo, I. (2019). Trade openness and innovation. *The Innovation Journal: The Public Sector Innovation Journal*, 24(2), 1-13.
- Dumrul, Y. & Kılıçarslan, Z. (2018). The effect of research and development (R&D) expenditures on export: Evidence from a panel of selected OECD countries. *Journal of Economics, Finance and Accounting (JEFA)*, 5(3), 234-241.
- Emirmahmutoğlu, F. & Köse, N. (2011). Testing for granger causality in heterogeneous mixed panels. *Economic Modelling*, 28, 870 – 876.
- Fan, H. & Hossain, I. (2018). Technological innovation, trade openness, CO₂ emission and economic growth: Comparative analysis between China and India. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 8(6), 240-257.

- Göçer, İ. (2013). Ar-Ge harcamalarının yüksek teknoloji ürün ihracatı, dış ticaret dengesi ve ekonomik büyüme üzerindeki etkileri. *Maliye Dergisi*, 165, 215-240.
- Grossman, G. M. & Helpman, E. (1994). Technology and trade. *NBER Working Paper Series*, Working Paper No: 4926.
- Guellec, D. & De La Pootterie, B. V. P. (2001). R&D and productivity growth: Panel data analysis of 16 OECD countries. *OECD Economic Studies*, 33(2),103-126.
- Kiriyaama, N. (2012). Trade and innovation: Synthesis report. *OECD Trade Policy Papers*, No.135, OECD Publishing.
- Kılıç, C., Bayar, Y. & Özekicioğlu, H. (2014). Araştırma geliştirme harcamalarının yüksek teknoloji ürün ihracatı üzerindeki etkisi: G-8 ülkeleri için bir panel veri analizi. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 44, 115-130.
- Köse, Z. & Yıldırım, M. (2015). Ar-Ge harcamaları ve patent harcamaları ile dış ticaret arasındaki ilişki üzerine ampirik bir analiz: Türkiye örneği. *Akademik Bakış Uluslararası Hakemli Sosyal Bilimler Dergisi*, (52), 219-227.
- Krugman, P. R. (1995). Increasing returns, imperfect competition and the positive theory of international trade. G. Grossman ve K. Rogoff (Ed.) *Handbook of International Economics* içinde (ss.1243-1277) Amsterdam: Elsevier.
- Nazlioglu, S. & Karul, C. (2017). A panel stationarity test with gradual structural shifts: re-investigate the international commodity price shocks. *Economic Modelling*, 61, 181-192.
- OECD, (2022, 2 Nisan). <https://data.oecd.org>
- Özer, M. & Çiftçi, N. (2009). Ar-Ge harcamaları ve ihracat ilişkisi: OECD ülkeleri panel veri analizi. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, (23), 39-50.
- Özkan, G. & Yılmaz, H. (2017). Ar-Ge harcamalarının yüksek teknoloji ürün ihracatı ve kişi başı gelir üzerindeki etkileri: 12 AB ülkesi ve Türkiye için uygulama (1996-2015). *Bilgi Ekonomisi ve Yönetimi Dergisi*, 12(1), 1-12.
- Pesaran, M. H. (2004). General diagnostic tests for cross section dependence in panels. *Cambridge Working Papers in Economics*. 1 – 39.
- Pesaran, M. H. & Yamagata, T. (2008). Testing slope homogeneity in large panel. *Journal Of Econometrics*. Vol. 142, 50 – 93.
- Pesaran, M. H., Ullah, A. & Yamagata, T. (2008). A Bias- Adjusted LM test of error cross- section independence. *The Econometrics Journal*. 11(1), 105-127.
- Pessoa, A. (2010). R&D and economic growth: How strong is the link?. *Economics Letters*, 107(2), 152-154.
- Ricardo, D. (2008). *Siyasal iktisadın ve vergilendirmenin ilkeleri*. B. Zeren (çev.). İstanbul: Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları.
- Sey, N. & Aydın, B. (2021). Türkiye’de yüksek teknoloji ürün ihracatı ve inovasyon ilişkisi üzerine ekonometrik bir inceleme. *ODÜ Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi*, 11(1), 238-252.
- Sungur, O., Aydın, H. İ. & Eren, M. V. (2016). Türkiye’de Ar-Ge, inovasyon, ihracat ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki: Asimetrik nedensellik analizi. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 21(1), 173-192.

- Toda, H. Y.& Yamamoto, T. (1995). Statistical inference in vector autoregressions with possibly integrated processes. *Journal of Econometrics*, 66(1-2), 225-250.
- Türker, O. (2018). G-7 Ülkelerinde Ar-Ge harcamalarının ihracat üzerindeki etkisi. *12-14 Nisan, Nevşehir IERFM Uluslararası Ekonomi Araştırmaları ve Finansal Piyasalar Kongresi Bildiri Kitabı*, 351-363.
- Uzay, N., Demir, M. & Yıldırım, E. (2012). İhracat performansı açısından teknolojik yeniliğin önemi. *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 13(1), 147-160.
- Varsakelis, N. C. (2001). The impact of patent protection, economy openness and national culture on R&D investment: A cross-country empirical investigation. *Research Policy*, 30, 1059-1068.
- Vetsikas, A. & Stamboulis, Y. (2022). Does innovation activity affect trade openness? An ARDL bounds testing approach for 10 European countries. *The Journal of International Trade & Economic Development*, 1-26.
- Worldbank, (2022, 2 Nisan). <https://databank.worldbank>.
- Xu, B. & Chiang, E. P. (2005) Trade, patents and international technology diffusion. *Journal of International Trade & Economic Development*, 14(1), 115-135.