

G7 ÜLKELERİNDE AR-GE HARCAMALARI İLE İSTİHDAM İLİŞKİSİ

Serkan Konya¹

Özlem Durgun²

Özet

Sosyal devlet anlayışı içerisinde bulunan ülke yönetimleri, devlet politikasının birinci amacı olarak ülkelerinde bulunan potansiyel işgücünün istihdamını sağlayabilmek için yeni iş alanları geliştirmeye çalışmaktadırlar. Yeni iş alanları geliştirmek için araştırma ve geliştirme süreçlerine önem veren ülkeler Ar-Ge çalışmalarını sadece yeni iş alanları geliştirmek için kullanmamaktadırlar. Ar-Ge faaliyetleri aynı zamanda mevcut işgücünün de verimli kullanılmasını sağlamaktadır. Bu çalışmada diğer ülkelere göre daha fazla Ar-Ge yatırımı yapan G7 ülkelerindeki Ar-Ge harcamalarının istihdama etkisi incelenmiştir. Çalışmada G7 ülkeleri ile ilgili 1980-2019 yılları arasında Ar-Ge harcamaları ile işsizlik verileri kullanılmıştır. Ekonomik analiz yöntemi olarak literatürde ülke kıyaslamalarında sıkça kullanılan panel veri analizi yönteminden faydalanılmıştır. Yapılan analizin sonuçlarına göre Ar-Ge harcamaları ile istihdam arasında uzun dönemli bir ilişki olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Ar-Ge Harcamaları, İstihdam, Panel Veri Analizi

R&D EXPENDITURES AND EMPLOYMENT RELATIONSHIP IN G7 COUNTRIES

Abstract

The country administrations, which have a social state understanding, try to develop new business areas in order to provide employment for the potential workforce in their countries as the first objective of the state policy. Countries that attach importance to research and development processes to develop new business areas do not use R&D studies only to develop new business areas. R&D activities also ensure the efficient use of the existing workforce. In this study, the effect of R&D expenditures on employment in G7 countries, which invest more in R&D than other countries, is examined. In the study, R&D expenditures and unemployment data for the G7 countries between 1980 and 2019 were used. As an economic analysis method, panel data analysis method, which is frequently used in country comparisons in the literature, was used. According to the results of the analysis, it was concluded that there is a long-term relationship between R&D expenditures and employment.

Keywords: R&D Expenditures, Employment, Panel Data Analysis

¹ Dr. Öğr. Gör. Artvin Çoruh Üniversitesi Hopa Meslek Yüksekokulu, Yönetim ve Organizasyon Bölümü skonya@artvin.edu.tr, ORCID: 0000-0002-0466-0773

² Prof. Dr. İstanbul Üniversitesi İktisat Fakültesi, İktisat Teorisi Ana Bilim Dalı, ozdurgun@istanbul.edu.tr, ORCID: 0000-0003-1404-0225

³ Bu çalışma, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İktisat Anabilim dalında hazırlanan "Gelişmiş Ülke Ekonomilerinde Ar-Ge Yatırımlarının Büyüme ve İstihdam Üzerindeki Etkisi" başlıklı doktora tezinden türetilmiştir.

1.Giriş

Ekonomik büyümenin gerçekleştirilmesi için ülkeler birçok harcama yapmaktadır. Nitelikli işgücü ve teknolojik ilerleme ekonomik büyümenin belirleyicileri olarak kabul edilmektedir. Özellikle gelişmiş ekonomilerde, teknolojik ilerleme için yapılan Ar-Ge harcamaları önemli bir yere sahiptir. Ar-Ge harcamaları sayesinde gelişmiş ülkeler ekonomik büyümeye ek olarak, yeni iş yaratma, endüstriyel rekabet gücünü artırma, ulusal güvenlik, enerji, tarım, ulaşım, sağlık, çevre koruma ve refah üzerinde etkili olmaktadır. Bu nedenle tarihsel süreçte ülkeler Ar Ge harcamalarına daha fazla önem vermeye başlamışlardır. 1960'lı yıllara kadar dünya genelinde Ar-Ge harcamalarının %69'unu ABD, %31'ini ABD dışındaki ülkeler oluşturmaktaydı. Ancak 2019'da toplam Ar-Ge harcamalarının %30'unu ABD, %70'ini ABD dışında kalan ülkelerin yaptığı görülmektedir (CRS, 2021: 2). Dünya genelinde 2019 yılı verilerine göre, en büyük 10 ekonomi Ar-Ge harcamalarının %84,7'sini oluştururken gelişmiş yedi ülke olarak adlandırılan G7 ülkeleri %53,5'i kadarlık kısmını oluşturmaktadır. (OECD, 2021)

Ekonomiler için büyük önem taşıyan Ar-Ge kavramı ilk olarak Pigou (1929) çalışmasında yer almıştır. Literatürde sıklıkla kullanılan üretim fonksiyonunda iki temel girdi vardır. Birincisi sabit faktör olarak görülen sermaye (K) ve değişen faktör olarak görülen emek (L) faktörüdür. Pigou (1929) üretim fonksiyonunda kullanılan iki üretim faktörü olan sermaye (K) ve emek (L) faktörlerinden yola çıkarak teknolojinin etkisini üretim fonksiyonuna dahil etmiştir. Pigou'ya göre, teknolojinin üretime etkisi ancak sermaye tasarrufu, emek tasarrufu ve tarafsız teknolojik gelişmelerle oluşmaktadır. Teknolojinin üretim faktörlerine dahil edilmesi sermaye veya emek miktarında tasarrufa neden olmaktadır. Eğer bu iki üretim faktörünün miktarında herhangi bir değişiklik yapılmadan üretime devam edilirse, üretime dahil edilen teknoloji, nihai üretim sonucunda elde edilen çıktı miktarında değişikliğe neden olduğunda tarafsız teknolojik ilerleme gerçekleşmektedir (Pigou, 1929). Schumpeter'e göre (1942), teknolojik ilerlemelerden faydalanan ekonomiler, yeni istihdam olanakları sağlayarak ekonomik büyüme için fırsatlar yaratmaktadır (Freeman, 1987: 93). Harrod (1949) göre, teknoloji, değişen faktör olan emeğin her biriminde eşit olarak üretkenliği artırmaktadır. Dolayısıyla üretimde teknolojik yeniliklerin kullanılması çıktı miktarında büyük bir etkiye neden olmaktadır (Harrod, 1949: 23). Schumpeter'in görüşlerinden sonra literatüre en büyük katkı Solow ve Swan (1956) modeli olmuştur. Neoklasik modelin öncüleri olan Solow ve Swan modelin başlangıcında sabit bir işgücü arzı olduğunu varsayması ile birlikte nüfus artışını model dışında bırakmışlardır. Teknolojik ilerlemeyi ve işgücü miktarını ise dışsal bir değişken olarak ele almışlardır (Eriksson, 2015: 14). Solow, modelin devamında teknolojik ilerlemenin, dışsal olmasının yanında sabit oranda arttığını varsaymıştır. Solow modeli dengeli büyüme yolu boyunca, işçi başına çıktı düzeyi ve işçi başına düşen sermaye miktarının artışını teknolojik değişime bağlamıştır (Jones ve Vollrath, 2013: 38). Solow ve Swan (1956) tarafından ortaya atılan bu düşünceler neo klasik

büyüme modeli olarak adlandırılmaktadır. Neo klasik görüşün savunduğu görüşlerin başında, bir ekonomide teknolojik ilerleme mevcut ise azalan getirilerin etkinliği azalması söz konusudur ve bu nedenle ekonomik büyüme hız kazanmaktadır. Ekonomik büyüme ile birlikte yeni iş alanları doğması, işgücünün istihdam düzeyinin artmasına ve işsizliğin azalmasına neden olmaktadır.

Teknolojik ilerlemenin bir sonucu olarak ekonomik büyümenin artması işsizliğin azaltacağı görüşü Romer (1986) ve Lucas (1988) tarafından incelenerek yeni büyüme modelleri geliştirilmiştir. Yeni büyüme modellerine kadar süreçte ekonomik büyümenin en önemli kaynağı sermaye birikimi görülürken, teknolojik ilerleme büyümeye dışsal bir etkide bulunduğu varsayılmıştır. Romer'e (1990) göre, teknolojik ilerleme büyümenin ana belirleyicidir. Bu nedenle teknolojik ilerleme dışsal değil içsel bir olgudur. İçsel büyüme modelleri olarak adlandırılan bu büyüme modellerinin temelinde teknolojik ilerleme ve beşerî sermaye yatmaktadır. Bir ülkede ekonomik büyüme toplam nüfus büyüklüğü ile değil, nüfusun içerisinde yer alan beşerî sermaye miktarının ne kadar olduğu ile ilgilidir. Teknolojik ilerleme sağlanabilmesi açısından elde bulunan beşerî sermayenin bu alan da kullanılması gerekmektedir. Bu açıdan beşerî sermaye miktarı Ar-Ge faaliyetlerinde ne kadar yoğun kullanılırsa teknolojik ilerleme daha kolay sağlanacak ve ekonomik büyüme elde edilecektir. Bir ekonomi için beşerî sermayenin büyüklüğü ne kadar önemliyse kâr amacı güden firmalar içinde teknolojik ilerleme o kadar önemlidir. Firmalar teknolojik bilgi birikimi sayesinde rekabeti arttırabilir ve geliştireceği teknolojik ilerlemenin mülkiyet hakkı sayesinde ekonomik bir getiri elde edebilmektedir. Teknolojik ilerleme sağlayan ülkeler, gelişmekte olan ve az gelişmiş ülkelere teknoloji transferi yaparak o ülkelerin üretim seviyeleri arttırabilmektedir.

Ar-Ge faaliyetleri ile işsizlik arasındaki ilişki incelendiğinde literatürde farklı görüşler bulunmaktadır. İlki ürün inovasyonuna yol açan Ar-Ge faaliyetleri; ikincisi ise süreç inovasyonuna yol açan somutlaştırılmış teknolojik değişimdir. Yenilikçi girdileri yenilikçi çıktılara bağlayan bu işlevsel ilişkide, firmalar yenilikçi faaliyetler oluşturmada girdi olarak yeni ekonomik bilgilerin peşine düşmektedirler. Ar-Ge, makroekonomik, sektörel ve mikroekonomik seviyelerde teknolojik ilerlemenin ana itici gücüdür. Somutlaşmış teknolojik değişim ise, süreç yeniliğini veya sermaye mallarına (makine ve ekipman) yapılan yatırımlara dâhil edilen yeniliği içermektedir. Ar-Ge, esas olarak yüksek teknoloji firmalarda ön plandayken; somutlaşmış teknolojik değişim ise daha çok küçük ve orta ölçekli firmalarda anahtar rol oynamaktadır. Dolayısıyla, teknolojik değişimin iki ana itici gücünden biri olan Ar-Ge, ürün inovasyonu ile ilgilidir. Somutlaşmış teknolojik değişim ise, süreç yeniliği ile daha yakından ilişkili olduğu bilinmektedir. Süreç yeniliği ve ürün yeniliği, istihdamla farklı genel ilişkilere sahiptir. Süreç yeniliği, esas olarak emeğin yerini alabilecek ve aynı miktarda çıktının daha az girdiyle (genellikle işçiler) üretilmesine izin verebilecek makine ve ekipmanın piyasaya sürülmesiyle ilgili doğrudan bir emek tasarrufu (iş yok etme) etkisiyle sonuçlanırken, Ürün yeniliği ise, yeni ürünlerin ve

yeni pazarların ortaya çıkmasıyla iş yaratan bir etki yaratmaktadır (Vivarelli, 2015:2-3). Bu açıdan bakıldığında ekonomik büyümeyi sağlamak ve yeni iş imkanları yaratmak ancak Ar-Ge faaliyetlerinin arttırılmasından geçmektedir. Ar-Ge faaliyetleri sayesinde teknolojik ilerleme arttıkça yeni iş olanakları artmasıyla işsizlik azalmaktadır. Ar-Ge yatırımlarının süreç yeniliğinden çok ürün yeniliği daha fazla iş imkânı yaratırken süreç yeniliği ekonomide tam kullanım sorunun azalmasını sağlayabilecek niteliktedir.

Bu çalışmada ilk olarak konu ile ilgili ampirik çalışmaların literatür tarama sonuçları tespit edilecektir. Takip eden bölümde ise, Ar-Ge harcamaları ile işsizlik arasındaki ilişki incelenecektir. Son bölümde ise, sonuçlar tartışılacak ve araştırmaya konu olan ülkeler konu çerçevesinde karşılaştırılacaktır.

2. Literatür Taraması

Ar-Ge harcamaları hakkında yapılmış olan çalışmalarda genel olarak büyüme ile ilişkisi araştırılmıştır. Ar-Ge harcamaları ile istihdam arasındaki ilişki ise büyüme ile olan ilişkisi kadar çok sayıda olmasa da yeteri kadar incelenmiştir. Konu ile ilgili çalışmalarda Ar-Ge harcamaları sayesinde gelişen teknolojilerin bazı çalışmalarda teknolojik işsizliğe neden olduğu savunulurken bazı çalışmalarda ise yeni iş alanları açarak istihdam düzeyine pozitif etkide bulunduğu savunulmuştur. Ar-Ge faaliyetlerinin geleneksel iş sürecinde işsizliğe neden olduğu beklenen bir durum iken yüksek teknoloji kullanan imalat süreçlerinde veya fabrikasyon üretim yapan imalat kuruluşlarında yeni iş kolları oluşturduğu bilinen bir durumdur. Bu nedenle literatürde Ar-Ge faaliyetlerinin işsizlik üzerine etkisi incelendiğinde ampirik olarak farklı sonuç görülmektedir.

Aydın (2018) çalışmasında 1981-2015 yılları arasında Türkiye’de teknolojik ilerleme ile istihdam arasındaki ilişkiyi araştırmış, teknolojik ilerleme göstergesi olarak Ar-Ge harcamalarını, istihdam yapısı içinde yükseköğretim mezunu istihdam verilerini kullanmıştır. Değişkenler arasındaki ilişkiyi sınır testi ve hata düzeltme modeli ile analiz etmiştir. Elde ettiği sonuçlara göre, Ar-Ge harcamalarının yükseköğretim mezunlarının istihdamını arttırdığı sonucuna varmıştır. Bayar ve Öztürk (2021) çalışmalarında 1991-2018 yılları arasında Türkiye’nin istihdam oranları ile Ar-Ge harcamaları, patent başvuru sayısı teknolojik ürün ihracatı arasında eşbütünleşme ve etki tepki analizi yapmışlardır. Sonuç olarak Ar-Ge harcamalarının istihdamı artırdığı sonucuna ulaşmışlardır. Bogliacino vd. (2012) 1990-2008 yılları arasında 677 Avrupa şirketini kapsayan çalışmalarında, Ar-Ge faaliyetlerinin iş yaratma üzerine etkisini GMM tahmincisi kullanarak tahmin etmeye çalışmışlardır. Ar-Ge faaliyetlerinin, hizmetlerde ve yüksek teknoloji imalatlarında iş yaratma süreçlerine pozitif etki ettiği ancak geleneksel sektörlerde bu durumun görülmediğini tespit etmişlerdir. Cafri ve Selci (2020) çalışmalarında GMM yöntemi ile 2000-2015 yılları arasında Ar-Ge harcamaları, patent başvuruları ve internet kullanıcıları değişkenlerinin kadın istihdamı üzerinde pozitif bir etkide bulunduğu sonucuna

varmışlardır. Cengiz ve Şahin (2020) çalışmalarında Türkiye ekonomisi için teknolojik ilerlemenin istihdam yaratmadaki rolünü 1990-2018 yılları için Quantile Regresyon yöntemi kullanarak araştırmışlardır. Teknolojik ilerleme göstergesi olarak alınan Ar-Ge harcamalarının işsizliği azalttığını tespit etmişlerdir. Han (2021) çalışmasında 1995-2018 yılları arasında AB üye ülkeleri üzerinde panel hata düzeltme modeli kullanarak hem kısa hem uzun dönem açısından teknolojik büyüme ile eğitim harcamalarının işsizlik üzerine etkisini incelemiştir. Ar-Ge harcamaları kısa dönemde işsizliği artırdığı uzun dönemde ise Ar-Ge harcamalarında %1'lik bir artışın işsizliği %1,42 azalttığı sonucuna ulaşmıştır. Gür (2021) Ar-Ge harcamaları ile genç işsizlik arasındaki ilişkiyi araştırmak için Avrupa Birliği (AB) üye ülkelerin 2000-2018 yılları döneminde yıllık verileri üzerinde panel eşbütünleşme analizi yöntemi kullanmıştır. Elde ettiği sonuçlara göre, Ar-Ge harcamalarının genç işsizliği %5,6 oranında azalttığı ancak bu durum yeni üye ülkeler için %4,1 olduğunu bulmuştur. Gerçeker vd. (2019) çalışmalarında G7 ülkeleri için 1990-2016 dönemine ait yıllık veriler kullanılarak Ar-Ge harcamaları ile işsizlik arasındaki ilişkiyi panel bootstrap Granger nedensellik testi kullanarak analiz edilmişlerdir. Almanya, Fransa, İtalya ve Japonya'da Ar-Ge harcamaları ile işsizlik arasında karşılıklı bir ilişki bulunduğunu Kanada'da ve ABD'de ise Ar-Ge harcamaları ile işsizlik arasında tek yönlü bir bağıntı bulunduğu sonucuna varmışlardır. Said vd. (2012) çalışmalarında Ar-Ge harcamalarının istihdam üzerindeki etkisini incelemek için Malezya imalat sektörünün 2000-2008 dönemi verileri ile Panel GMM yöntemi kullanarak Ar-Ge harcamaları ile istihdam arasında olumsuz ve önemli bir ilişkinin varlığını belirlemişlerdir. Brouwer vd. (1993) çalışmalarında, 1983-1988 dönemi için Hollanda imalat sektöründe faaliyet gösteren firmaların Ar-Ge yoğunluğu ile istihdam arasındaki ilişkiyi EKK yöntemi ile incelemişlerdir. Hollanda imalat sektöründe faaliyet gösteren firmaların Ar-Ge harcamaları ile istihdam arasında olumsuz bir ilişki olduğu ancak Ar-Ge payı yüksek olan ürünlerin ortalamasının üzerinde bir istihdam artışı sağladığı daha küçük firmalar için ise diğerlerine göre daha yüksek istihdam sağladığını belirlemişlerdir. Genel olarak bakıldığında ise elde ettikleri bulguların Ar-Ge yatırımlarının istihdam artışı üzerinde önemli bir etkisinin olmadığıdır.

3. Ekonometrik Metodoloji

Çalışmada ülkeler ile ilgili modellemelerde oldukça sık kullanılan panel veri analizi yöntemi kullanılarak aşağıdaki model (1) tahmin edilmeye çalışılmıştır.

$$\ln Unemp_{it} = \alpha_i + \beta_i \ln RD_{it} + e_{it} \quad i = 1, \dots, N \quad t = 1, \dots, T \quad (1)$$

Bu yöntem birden fazla birimin karşılaştırılmasından büyük bir avantaj sağlarken, verilerin kesitler arasından birbirinden bağımsız olduğu varsayılmaktadır. Ancak bu varsayım her zaman sağlanamamaktadır. Değişkenler arasındaki ilişki test edilmeden önce her bir değişkene ait kesitlerin birbiri arasında bağımlılık ilişkisi olup olmadığı test edilmesi gerekmektedir. Bu nedenle kesitler arasındaki ilişkiyi ölçmek için literatürde çok sık kullanılan testlerden Peseran (2004) yatay kesit bağımlılık testi

kullanılmıştır. Yatay kesit bağımlılığını test edebilmek için kullanılan Pesaran (2004) testi, Breusch ve Pagan'ın (1980) geliştirmiş olduğu LM testine alternatif olarak geliştirilmiştir.

$$CD = \sqrt{\frac{2T}{N(N-1)} \left(\sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N \hat{\rho}_{ij} \right)} \quad (2)$$

Denklem (2)'de, $\hat{\rho}_{ij}$ birimlerin kalıntıları arasındaki korelasyon katsayısını ifade etmektedir. Bu test aynı zamanda Breusch-Pagan LM testine göre daha iyi sonuç vermektedir (Yerdelen Tatoğlu, 2018: 229). Değişkenlerde yatay kesit bağımlılığı olmaması durumunda birim kök testi seçiminde birinci kuşak birim kök testi kullanılması gerekirken, yatay kesit bağımlılığı olması durumunda ise ikinci kuşak birim kök testi uygulanması gerekmektedir. İkinci kuşak panel birim kök testlerinde, eşzamanlı korelasyonun büyüklüğü ile varyasyonunun önemli olduğu ve homojen korelasyonlu birimler için ($\rho_{ij} = \rho$) birimler arası korelasyonun ortalamadan fark olarak tamamen yok olduğu, ancak heterojen yapıya sahip birimler arası korelasyonun bulunması durumunda ise, fark alma işlemi ile bu sorunun giderilmediği ortaya konmuştur (Strauss ve Yigit, 2003: 309).

Zaman serilerinde serilerin durağan olması stokastik bir süreçte olasılık dağılımların zaman içerisinde değişmemesi anlamına gelmektedir. Serilerin durağan olmaması durumunda kurulan modelin test edilmesinde değişkenler arasında istatistiki olarak anlamlı bir ilişki olmamasına rağmen anlamlı bir ilişki olduğu gibi sonuçlar ortaya çıkabilmektedir. Bu sorunlarla karşılaşmamak için ilişki testlerinden önce değişkenlerin durağan olup olmadığı birim kök testleri ile test edilmesi gerekmektedir. Birim kök testlerinde genel olarak serilerin durağan olması beklenmektedir. Eğer seriler durağan değil ise durağan olmayan seriler fark alınarak seriler durağan hale getirilmelidir. Bu durum panel veri analiz yönteminde kullanılan seriler içinde geçerlidir.

Pesaran (2007), standart Dickey-Fuller (ADF) regresyonuna ilave olarak, serilerin gecikmeli düzeyleri ile birinci farkların yatay kesit ortalamalarını eklenerek test edilmektedir. Kullanılan bu yöntem ile birim kök testlerini tahmin edilen faktörlerden sapmalara dayandırmak yerine, standart DF veya ADF regresyonlarına, gecikmeli serilerin kesit ortalamaları ve bireysel serilerin ilk farkları ilavesi yapılmıştır. Standart panel birim kök testleri, yatay kesit bağımlılığını dikkate alan genişletilmiş Dickey Fuller (CADF) panel birim kök testi olarak ifade edilmiştir (Pesaran, 2007: 265–266).

Im Pesaran Shin (IPS) testinin yatay kesit olarak genişletilmiş türü,

$$CIPS(N, T) = t - bar = N^{-1} \sum_{i=1}^N t_i(N, T)$$

şeklinde gösterilebilir. Burada CIPS istatistiği CADF istatistiğinin ortalamasıdır (Pesaran, 2007: 276).

Değişkenlerin durağan olması durumunda değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişki eşbütünleşme testleri ile test edilmektedir. Westerlund (2005) çalışmasında, panel veriler için kullanılabilir eşbütünleşme yoktur sıfır hipotezi için bir panel CUSUM testi önermiştir. Bu test boş hipotez altında rahatsız edici parametreleri içermeyen ve heteroskedastike karşı dirençli olan sınırlayıcı bir normal dağılıma sahiptir. Test aynı zamanda farklı deterministik özelliklerine de izin verebilir niteliktedir (Westerlund, 2005: 254–255). Westerlund (2007) çalışması, artık dinamiklerden ziyade yapısal dinamiklere dayanır. Bu nedenle herhangi bir ortak faktör kısıtlamasını dayatmayan eşbütünleşme yok hipotezinin dört yeni panel testi ile ölçülmesini önermiştir (Westerlund, 2007: 710). Westerlund (2007) önerdiği dört testin ikisi, panelin bir bütün olarak eşbütünleşik olduğu alternatif hipotezini test etmek için tasarlanmıştır, diğer ikisi ise eşbütünleşik en az bir birimin olduğu alternatifini test etmektedir. Asimptotik sonuçlar, testlerin normal dağılımları sınırladığını ve tutarlı olduklarını ortaya koymaktadır (Westerlund, 2007: 710).

Grup ortalama istatistiklerinin oluşturulması üç adımda gerçekleştirilmektedir. İlk olarak denklemdeki her bir birim için kurulan modeller en küçük kareler (OLS) ile tahmin edilmektedir. Gecikme uzunluğu (pi) birimlere göre farklı değerler alabilmektedir ve önceden belirlenebilmektedir. Bu nedenle, panelin heterojen yapıda olması durumunda bu istatistiklere daha fazla güvenilebilmektedir. Akaike bilgi kriteri gibi bilgi kriteri kullanabilmektedir.

İkinci adım olarak,

$$\tilde{\alpha}_i(1) = 1 - \sum_{j=1}^{pi} \tilde{\alpha}_{ij}$$

denklemi ile $\alpha_i(1)$ hesaplanmaktadır. Üçüncü adımda ise,

$$G_{\tau} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{\hat{\alpha}_i}{SE(\hat{\alpha}_i)}$$
$$G_{\tau} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{T \hat{\alpha}_i}{\hat{\alpha}_i(1)}$$

istatistikleri elde edilmektedir. İlk formülde ki $SE(\hat{\alpha}_i)$, $\hat{\alpha}_i$ 'nin standart hatasını ifade etmektedir.

Üçüncü adımda ise, panel istatistikleri hesaplanmaktadır. $P_{\tau} = \alpha / (SE(\alpha))$ ve $P_{\alpha} = T\alpha$ (Westerlund, 2007: 716–718). Panel ve grup testlerinde, H_0 hipotezinin reddedilmesi, bütün panel için eşbütünleşmenin olmadığı anlamına gelmektedir. Eğer panel homojen bir yapıda ise, bu istatistiklerin sonuçlarına göre karar verilmesi gerekmektedir.

Panel veri modellerinde, statik veya dinamik özellikte makro ekonomik panel veri ile çalışıldığında, gözlenemeyen ortak faktörler veya şoklar nedeniyle hata teriminde birimler arası korelasyon rastlanabilmektedir. Heterojen yapıda bulunan panel veri modellerini tahmin etmek için birimler arası korelasyonun varlığı durumunda birçok tahminci geliştirilmiştir (Yerdelen Tatoğlu, 2017: 299).

CCE ortalama grup tahmin edicisini aşağıdaki kesitsel olarak artırılmış birime özgü regresyonlara dayandırılmıştır;

$$y_{it} = c_{iy} + \phi_i y_{i,t-1} + \beta_{0i} x_{it} + \beta_{1i} x_{i,t-1} + \sum_{\ell=0}^{p_T} \delta'_{i\ell} \bar{z}_{t-\ell} + e_{yit}$$

Y ve X değişkenlerinin I(1) olduğu varsayımı altında, DCCE tahmincisi şeklinde ifade edilebilmektedir. $i=1,2,\dots,N$; $t=1,2,\dots,T$ iken; burada, $\bar{z}_t = N^{-1} \sum_{i=1}^N z_{it} = (\bar{y}_t, \bar{x}_t, \bar{g}_t)'$ dir. Bu eşitlikte, $p_T = [T^{1/3}]$ ϕ ve β_0 CCE grup ortalamaları tahmincisinden elde edilmektedir. Bu eşitlikte görüldüğü gibi, bu yaklaşımın diğerlerinden farkı, fark terimlerinin yatay kesit ortalamalarının modele dahil edilmesidir (Chudik ve Pesaran, 2015: 399).

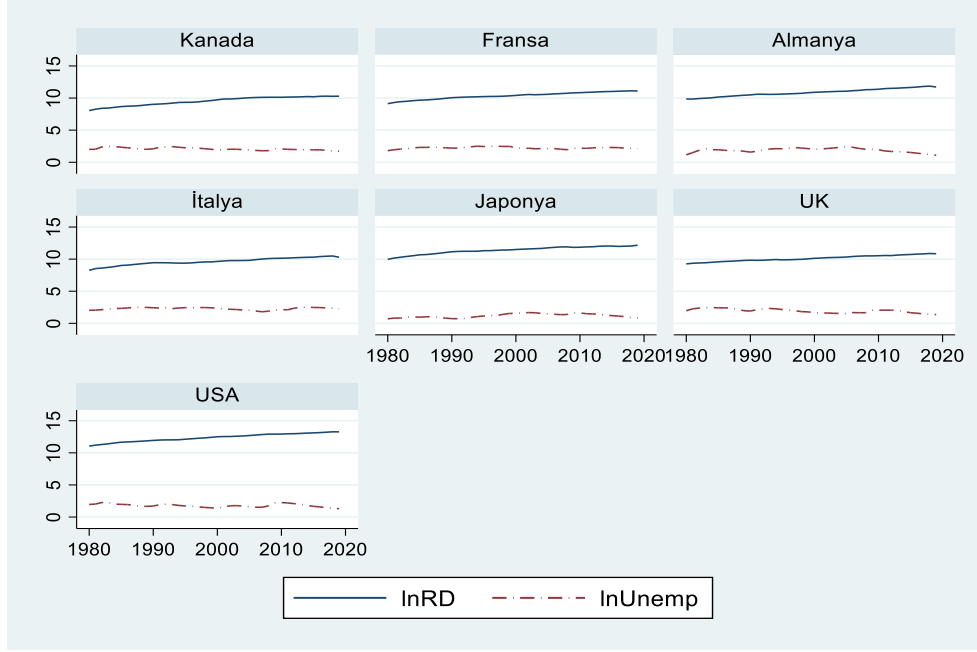
4. Veri Seti ve Ampirik Bulgular

G7 ülkelerine ait 1980-2019 yılları arasında Ar-Ge harcamaları ile istihdam ilişkisini test etmek için panel veri analiz yöntemi kullanılmıştır. Ülkelere ait Ar-Ge harcamaları (RD) verileri UNESCO veri tabanında yer alan tarihsel veri arşivinden elde edilmişken, işsizlik (UNEMP) verileri Dünya Bankası veri tabanından temin edilmiştir. Her iki değişkene ait veriler yüzdesel değer olarak ele alınmıştır. Ülkelere ait yıl aralıkları belirlenirken mümkün olan en yüksek gözlem sayısına ulaşılma amaçlanmıştır.

Panel zaman serisi analizi kullanılarak tahmin edilecek model aşağıdaki gibidir:

$$\ln Unemp_{it} = \alpha_i + \beta_i \ln RD_{it} + e_{it}$$

Grafik 1: G7 ülkelerine ait Ar- Ge Harcamaları, İşsizlik Grafikleri



Grafik 1’de 1980-2019 yılları arasında G7 ülkelerine ait Ar-Ge harcamaları ile işsizlik verilerine ilişkin grafikler verilmiştir. Bu grafiklere bakıldığında Ar-Ge harcamalarında sabit ve trend olduğu işsizlik verilerinde ise sabit ve trend içermediği görülmektedir. Bu durum birim kök testi uygulanmasında seçilecek modelin ne şekilde oluşması gerektiğini göstermektedir.

Tablo 1: Pesaran (2004) Yatay Kesit Bağımlılık Testi Sonuçları

| | CD-Test | p-Değeri | Korelasyon Katsayısı |
|---------|---------|----------|----------------------|
| lnRD | 28,530 | 0,000 | 0,984 |
| lnUnemp | 4,870 | 0,000 | 0,168 |

Tablo 1’de Pesaran (2004) yatay kesit bağımlılığı testi sonuçları verilmiştir. CD-test istatistiği ve olasılık değerlerine bakıldığında hem Ar-Ge harcamaları hem de işsizlik değişkeni için H_0 hipotezi olan “birimler arası korelasyon yoktur” hipotezi reddedilmiş ve birimler arasında korelasyon olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Elde edilen bu sonuçlara göre, birim kök testi seçiminde yatay kesit bağımlılığını göz önünde bulunduran ikinci kuşak birim kök testlerinin kullanılması gerekmektedir. Yatay kesit bağımlılığını göz önünde bulunduran ikinci kuşak birim kök testlerinden yatay kesit için genişletilmiş Im, Pesaran ve Shin (CIPS) panel birim kök testi ile değişkenlerin birim kök içerip içermediğine karar verilmiştir.

Tablo 2: Yatay Kesit Genişletilmiş Im, Pesaran Ve Shin (CIPS) Panel Birim Kök Testi

| | G7 |
|------------------|------------------|
| | Test İstatistiği |
| lnRD | -1,735 |
| Δ lnRD | -4,565 |
| lnUnemp | -1,698 |
| Δ lnUnemp | -4,068 |

* Kritik Değerler %90 (cv10), %95 (cv5) ve %99 (cv1) için sırasıyla, -2,710, -2,860 ve -3,150'dir

Tablo 2’de verilen CIPS panel birim kök testi sonuçları incelendiğinde Ar-Ge harcamaları ile işsizlik değişkenlerinin seviyelerinde test istatistiklerinin mutlak değerce verilmiş olan kritik değerlerden küçük olduğu, yani durağan olmadıkları görülmektedir. Değişkenler bir derece farkı alınarak tekrar test edilmiştir. Fark serilerinde yapılan CIPS testi sonuçlarına göre, birim kök testi istatistiklerinin mutlak değerce kritik değerlerden büyük olduğu ve serilerin %1 anlamlılık düzeyinde durağan oldukları tespit edilmiştir.

Değişkenlerin birim kök testi sonuçları I(1) düzeyinde durağan olduğu belirlendikten sonra modelin tahmini için uygun gecikme uzunluğu Tablo 4’de verilmiştir.

Tablo 3: Gecikme Uzunluğunun Seçimi ve Homojenlik Testi

| | lag | CD | J | J pdeğeri | MBIC | MAIC | MQIC |
|-------------------------|------------------|--------|--------|-----------|----------|---------|---------|
| lnUnemp-lnRD | 1 | 0,9999 | 13,367 | 0,646 | -72,1867 | -18,633 | -40,283 |
| | 2 | 0,9999 | 6,861 | 0,867 | -57,305 | -17,139 | -33,377 |
| | 3 | 0,9991 | 0,008 | 1 | -53,463 | -19,992 | -33,523 |
| | 4 | 0,9973 | 0,007 | 1 | -42,770 | -15,993 | -26,818 |
| Homojenlik Testi | | | | | | | |
| | Test İstatistiği | | | p-değeri | | | |
| lnUnemp-lnRD | 576,62 | | | 0,000 | | | |

Tablo 3’de ilk olarak 4 gecikmeye kadar gecikme uzunluğu testi yapılmış ve genel belirleme katsayısı ile diğer istatistikler verilmiştir. R^2 değeri en yüksek olan gecikme 1 ve 2’dir. Hansen J istatistiği ile olasılık değeri incelendiğinde ise H_0 hipotezinin 2 gecikmede reddedildiği görülmektedir. Dolayısıyla 2 gecikme hariç diğer gecikmelerde, kullanılan araç değişkenler geçerlidir. MBIC, MQIC ve MAIC kriterleri 1 gecikmede minimum olmaktadır. Uygun gecikme işsizlik – Ar-Ge harcamaları için 1 alınmıştır. Daha sonra sabit ve eğim parametrelerinin birimlere göre farklılık gösterip göstermediğini belirlemek için homojenlik testi yapılmıştır. Homojenlik testi tahmin yöntemini tespit edebilmek için kullanılmaktadır. Tablo 3’de verilmiş olan Swamy S testi sonuçlarına bakıldığında kurulan model için H_0 hipotezi olan “parametrelerin homojen olduğu” hipotezi reddedilmiştir. Kurulan model için yapılan homojenlik testi, parametrelerin birimden birime değişmesi nedeniyle

eşbütünleşme testlerinde önerilen heterojen eşbütünleşme testlerinin kullanılması doğru olacaktır.

Tablo 4: Gengenbach, Urbain ve Westerlund (2016) Eşbütünleşme Testi Sonuçları

| Katsayı | T-Bar | P Değeri |
|---------|--------|----------|
| -0,174 | -1,835 | >0,1 |

Tablo 4’de Gengenbach, Urbain ve Westerlund (2016) tarafından geliştirilen ortak faktör yapısı kullanılarak hata düzeltme temelli panel eşbütünleşme testi sonuçları verilmiştir. Gecikme uzunluğu heterojen seçilmiş yani birimlere göre değişkendir. Bootstrap değeri 100 olarak alınmıştır. Test sonuçları incelendiğinde kurulan model için Ar-Ge harcamaları ile işsizlik arasında “eşbütünleşme ilişkisi yoktur” şeklinde kurulan H_0 hipotezi reddedildiği yani değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisi olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Tablo 5: Dinamik En Küçük Kareler Tahmincisi (DOLS)

| | Beta | T istatistiği |
|-----------|---------|---------------|
| | -0,0439 | -2,287 |
| Almanya | -3,565 | -5,949 |
| Amerika | -0,1562 | -0,1673 |
| Fransa | 0,6672 | 0,7794 |
| İngiltere | 1,569 | 2,857 |
| İtalya | 1,647 | 2,051 |
| Japonya | 0,2849 | 0,23 |
| Kanada | -0,7538 | -5,851 |

Tablo 5’de heterojen tahmincilerden, DOLS ve tüm panel için Pedroni (2001) tahmincisi ile tahmin sonuçları verilmiştir. Tüm panel için bakıldığında Ar-Ge harcamaları ile işsizlik arasında t istatistiğinin t tablo değerinden mutlak değerce büyük olmasından dolayı değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişki olduğu sonucuna varılmıştır. Ar-Ge harcamalarında meydana gelebilecek %1’lik bir artış işsizliği %0,044 kadar azaltmaktadır. Sonuçlar kesitler olarak incelendiğinde, Almanya, İngiltere, İtalya ve Kanada için Ar-Ge harcamaları ile işsizlik arasında yapılan test sonucuna göre t istatistik değeri t tablo değerinden büyük olması nedeniyle değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişki olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Almanya için Ar-Ge harcamalarında meydana gelen %1’lik bir artış işsizlikte yaklaşık %3,6’lık bir azalışa neden olduğu, İngiltere ve İtalya’da için Ar-Ge harcamalarında %1’lik bir artış işsizlikte yaklaşık %1,6’lık bir azalışa neden olduğu, Kanada’da ise Ar-Ge

harcamalarında %1’lik bir artış, işsizlikte yaklaşık %0,8’lik bir azalışa neden olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Amerika, Fransa, Japonya için ise test sonuçlarına göre Ar-Ge harcamaları ile işsizlik arasında eşbütünlük bir ilişki olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Tablo 6: G7 Ülkelerinde Ar-Ge Harcamaları ile İşsizlik arasındaki ilişkinin DCCE Tahmincisi ile Tahmini

| | Katsayı | Stn.Hata | z | p | %95 Güven Aralığı | |
|-----------|---------|----------|-------|--------------|-------------------|---------|
| | | | | | Alt | Üst |
| InUN | -0,1923 | 0,0754 | -2,55 | 0,011 | -0,3401 | -0,0445 |
| Almanya | -0,0173 | 0,0718 | -4,15 | 0,000 | -0,1581 | 0,1235 |
| Amerika | -0,1725 | 0,1236 | -0,72 | 0,474 | -0,415 | 0,0698 |
| Fransa | -0,2049 | 0,1820 | -0,89 | 0,374 | -0,5617 | 0,1518 |
| İngiltere | -0,2580 | 0,0891 | -0,35 | 0,730 | -0,4326 | -0,0833 |
| İtalya | -0,0643 | 0,1011 | -1,57 | 0,116 | -0,2626 | 0,1338 |
| Japonya | -0,0343 | 0,0787 | -2,30 | 0,022 | -0,1887 | 0,1201 |
| Kanada | -0,5948 | 0,2960 | -0,50 | 0,619 | -1,1749 | -0,0148 |

Tablo 6’da her bir G7 ülkesi için işsizlik değişkeni ile Ar-Ge harcamaları arasındaki panel hata düzeltme modeli ile tahmin yapılmıştır. Hata düzeltme parametresinin t istatistiği incelendiğinde, parametrenin Amerika, Fransa, İngiltere, İtalya ve Kanada haricinde anlamlı ve negatif olduğu görülmektedir. Almanya ve Japonya için Ar-Ge harcamaları ile işsizlik arasında uzun dönemli ilişki vardır. Tüm panel için hata düzeltme parametresi negatif (yaklaşık -0,19) ve anlamlıdır. İki değişken arasında uzun dönemli bir ilişki vardır. Buna göre, bir dönemde oluşan dengesizlik yaklaşık %19’nun bir sonraki dönemde düzelmesi ve yaklaşık 5 yıl sonra sistemin dengeye ulaşacağı beklenmektedir.

5. Sonuç

Bu çalışmada dünya genelinde Ar-Ge yatırımlarını en fazla yapan, yüksek gelişmişlik düzeyine sahip olan G7 ülkelerin, Ar-Ge harcamalarının, istihdama etkisini panel veri analiz yöntemi kullanarak incelenmiştir. Elde edilen bulgular, önceki ampirik araştırmalarla uyumlu olarak, Ar-Ge harcamalarının istihdam yaratmada pozitif bir etkisi olduğunu doğrulamaktadır.

G7 ülkeleri için 1980-2019 yılları arasında kullandığımız Ar-Ge harcamaları ile işsizlik verileri arasında uzun dönemli bir ilişki olup olmadığı test edilmiştir. Sonuç olarak, Ar-Ge harcamaları ile işsizlik arasında uzun dönemli bir ilişki olduğu belirlenmiştir. G7 ülkeleri için Ar-Ge harcamalarında meydana gelebilecek %1’lik bir artış işsizliği %0,044 kadar azaltmaktadır.

Bu sonuçlar G7 ülkeleri için çalışma öncesi beklenen sonuçlarla örtüşmektedir. G7 ülkelerin Ar-Ge tabanlı büyüme hedefleri yeni iş olanakları sağlaması yüksek sanayileşmenin yoğun olmasından kaynaklanmaktadır. Ancak bu sonuçlar G7 ülkeleri dışında kalan ülkelerde, geleneksel üretim tarzının hala kullanılıyor olması nedeniyle geçerli olmayabilmektedir. Ülkeler arasında rekabetin yoğun olduğu günümüzde, teknolojik yenilikleri üretim sürecinde yoğun olarak kullanan ülke ile geleneksel üretimle birlikte kullanan ülkelerin rekabet edebilmesi zaman içinde zorlaşmaktadır. Teknoloji transferi yoluyla rekabeti azaltma çabası ise yeniliklere ilk sahip olan ülke lehine bir kazanç oluşturmaktadır. Bu nedenle teknolojik yenilikleri artırma çabası ancak Ar-Ge'ye ne kadar önem verildiğiyle doğru orantılı olacaktır.

Ekonomilerde Ar-Ge faaliyetlerinin istihdam üzerindeki gücü gittikçe artmaktadır. Bu nedenle bu Ar-Ge faaliyetlerinin istihdama etkisi farklı örneklem gruplarıyla çalışılması bu ilişkinin daha iyi açıklanmasını sağlayacaktır. Bu amaçla farklı örneklem grupları üzerinde farklı eşbütünleşme testleri kullanılabilir. Ekonometrik yöntemlerdeki gelişmeler, ampirik testlerden elde edilen sonuçların yanlılığını azaltacaktır. Bu konuda literatürde çok az yer verilmiş olan süreç inovasyonunun istihdama etkisi ile ürün inovasyonunun istihdama etkisi hem sektörel hem de ülke bazlı inceleyebilirler.

Kaynakça

- AYDIN, E. (2018). Türkiye'de Teknolojik İlerleme İle İstihdam Yapısındaki Değişme Projeksiyonu: Endüstri 4.0 Bağlamında Ampirik Analiz. *Yönetim Bilimleri Dergisi*, 16(31), 461-471.
- BAYAR, H. T., & ÖZTÜRK, M. (2021) Teknolojinin İstihdam Üzerine Etkisi: Var Analizi. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 26(2), 119-127.
- BOGLIACINO, F., PIVA, M., & VIVARELLI, M. (2012). R&D and employment: An application of the LSDVC estimator using European microdata. *Economics Letters*, 116(1), 56-59.
- BREUSCH, T. S., & PAGAN, A. R. (1980). The Lagrange multiplier test and its applications to model specification in econometrics. *The review of economic studies*, 47(1), 239-253.
- BROUWER, E., KLEINKNECHT, A., & REIJNEN, J. O. (1993). Employment growth and innovation at the firm level. *Journal of Evolutionary Economics*, 3(2), 153-159.

- CAFRI, R , SELCİ, F . (2020). Teknolojik Gelişmeler ve Kadın İstihdamı İlişkisi: AB Ülkeleri ve Türkiye Açısından Bir Değerlendirme. İnsan ve Toplum Bilimleri Araştırmaları Dergisi, 9 (5) , 3264-3278 .
- CENGİZ, S. & ŞAHİN, A. (2020). Teknolojik İlerlemenin İstihdam Yaratmadaki Rolü Ve Önemi: Türkiye Örneği. Karadeniz Uluslararası Bilimsel Dergi , 1 (45) , 160-172 . DOI: 10.17498/kdeniz.657015
- Chudik, A. & Pesaran, M. H. (2015) "Common correlated effects estimation of heterogeneous dynamic panel data models with weakly exogenous regressors "Journal of Econometrics, 188(2), 393-420.
- CRS Report (2021). Global Research and Development Expenditures: Fact Sheet 2021. (Accessed: December 2021). <https://www.everycrsreport.com/reports/R44283.html>.
- ERIKSSON, C. (2015) "Economic growth and the environment. An introduction to the theory", Oxford University Press. First published in paperback. Oxford.
- FREEMAN, C. (1987) "Technology Policy and Economic Performance: Lessons from Japan", London and New York.
- GENGENBACH, C. & URBAİN, J.P. & WESTERLUND, J. (2016) "Error Correction Testing in Panels with Common Stochastic Trends". In J. Appl. Econ. 31 (6), pp.982–1004.
- GERÇEKLER, M. , ÖZMEN, İ. & MUCUK, M. (2020). Ar-Ge Harcamaları Ve İşsizlik Arasındaki Nedenselliğin Ampirik Analizi: G7 Ülkeleri Örneği. Marmara Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi , 41 (2) , 413-431 .
- GÜR B. (2021) The Relationship Between R&D Expenditures and Youth Unemployment in the European Union Countries: A Comparison of the Old and New Member States. In: Bilgin M.H., Danis H., Demir E. (eds) Eurasian Business and Economics Perspectives. Eurasian Studies in Business and Economics, vol 18. Springer, Cham.
- HAN, V. (2021). Teknolojik Büyüme ve Eğitim Harcamalarının İşsizlik Üzerine Etkisi: Panel ARDL-PMG Yaklaşımından Kanıtlar. Journal of Entrepreneurship and Innovation Management , 10 (2) , 1-22
- HARROD, R. F. (1949) "Towards a Dynamic Economics: Some Recent Developments of Economic Theory and their Application to Policy". In International Affairs 25 (1),78.
- JONES, C. I. & VOLLRATH, D. (2013) "Introduction to economic growth", Norton. 3. ed. New York, NY.

- LUCAS, R. E. (1988) "On the mechanics of economic development". In *Journal of Monetary Economics*, 22 (1), pp.3–42.
- OECD (2022), Gross domestic spending on R&D (indicator). doi: 10.1787/d8b068b4-en (Accessed: 5 January 2022)
- PEDRONI, P. (2001) "Purchasing Power Parity Tests in Cointegrated Panels", *Review of Economics and Statistics*, 83(4), 727-731.
- PESARAN, M. H. (2004) "General Diagnostic Tests for Cross Section Dependence in Panels", *Empirical Economics*, 1-38.
- PESARAN, M. H. (2007) "A simple panel unit root test in the presence of cross-section dependence". In *J. Appl. Econ.* 22 (2), pp.265–312.
- PIGOU, A. C. (1929) "The Economics of Welfare", Macmillan. 3.Baskı.
- ROMER, P. M. (1986) "Increasing returns and long-run growth." *Journal of political economy* 94.5, 1002-1037.
- ROMER, P. M. (1990) "Endogenous Technological In Journal of Political Economy Change". 98 (5)S71-S102.
- SAID, R., SAMSI, A., & SAINI, W. A. (2012). Effects of R&D Expenditure on Employment Growth: A Dynamic Panel Analysis. In *Proceeding of 3rd International Conference on Business and Economic Research (3rd ICBER 2012, Bandung)* (pp. 889-897).
- SCHUMPETER, J. (1942). Creative destruction. *Capitalism, socialism and democracy*, 825, 82-85.
- SOLOW, ROBERT M. (1956) "A Contribution to the Theory of Economic Growth". In *The Quarterly Journal of Economics*, 70 (1),65.
- STRAUSS, J. & YİĞİT, T. (2003) "Shortfalls of panel unit root testing". In *Economics Letters*, 81 (3), pp.309–313.
- SWAN, TREVOR W. (1956) "Economic growth and capital accumulation." *Economic record*, 32 (2), pp.334-361.
- TATOĞLU YERDELEN, F. (2017) "Panel zaman serileri analizi: Stata Uygulamalı", Beta Basım Yayım Dağıtım A.Ş. 1.Baskı.
- TATOĞLU YERDELEN, F. (2018) "Panel Veri Ekonometrisi: Stata Uygulamalı", Beta Basım Yayım Dağıtım A.Ş. 4.Baskı.
- VIVARELLI, M. (2015) "Innovation and employment", *IZA World of Labor* 2015:154.

WESTERLUND, J. (2005) "A Panel CUSUM Test of the Null of Cointegration", In Oxford Bull Econ & Stats 67 (2), pp.231–262.

WESTERLUND, J. (2007) "Testing for Error Correction in Panel Data". In Oxford Bull Econ & Stats 69 (6), pp.709–748.