

Makale Türü: Araştırma Makalesi

AR-GE HARCAMALARI VE İSTİHDAM ARASINDAKİ İLİŞKİNİN PANEL NEDENSELLİK İLE ANALİZİ: E7 ÜLKELERİ ÖRNEĞİ

Analysing the Relationship between R&D Expenditures and Employment with Panel Causality: The Case of E7 Countries

Mert ŞAHİN*^{ID}

Şeyda URFALIOĞLU ŞAHİN**^{ID}

Yazar Bilgileri

* Arş. Gör., İnönü Üniversitesi,
İktisadi ve İdari Bilimler
Fakültesi, Ekonometri Bölümü,
e-mail:

mert.sahin@inonu.edu.tr

** Arş. Gör., Anadolu
Üniversitesi, İktisadi ve İdari
Bilimler Fakültesi, İşletme
Bölümü, e-mail:
surfalioglu@anadolu.edu.tr

Anahtar Kelimeler:

Ar-Ge Harcamaları,
İstihdam,
E7 Ülkeleri,
Panel Veri Analizi,
Nedensellik.

ÖZ

Küreselleşen dünyada artan rekabet koşulları, ülke ekonomilerinin Ar-Ge alanında faaliyetlerin artmasına sebep olmuştur. Ekonomilerin, rekabet ortamında potansiyellerini koruyabilmeleri amacıyla Ar-Ge harcamalarına yönelmeleri kaçınılmaz hale gelmiştir. Teknolojinin de gelişmesiyle hem Ar-Ge hem de istihdam alanlarında değişimler gözlemlenmiştir. Bu çalışmada E7 ülkelerinin 2009-2020 yıllık verileri kullanılarak Ar-Ge harcamaları ve istihdam arasındaki nedensellik ilişkisi ve yönünün araştırılması amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda Dumitrescu-Hurlin panel nedensellik testi kullanılmıştır. Analizin ilk aşamasında Pesaran (2015) Testi kullanılarak birimler arası korelasyonun varlığı araştırılmış ve birimler arası korelasyonun olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Homojenlik sınamaları için ise Swamy S Testi ve Pesaran Yamagata Delta Testi uygulanmıştır ve parametrelerin heterojenliğine karar verilmiştir. Son olarak Ar-Ge harcamaları ile istihdam arasındaki ilişki Dumitrescu-Hurlin panel nedensellik testi ile incelenmiştir. Elde edilen bulgulara göre istihdamdan Ar-Ge harcamalarına doğru nedenselliğin olmadığı fakat Ar-Ge harcamalarından istihdama doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisinin olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Sonuç olarak ülkelerin hızla değişen olgular karşısında sürdürülebilirliğini sağlamak amacıyla teknolojik yeniliklere ayak uydurması dikkate değer hale gelmiştir.

Author Information

* Res. Asst., İnönü University,
Faculty of Economics and
Administrative Sciences,
Department of Econometrics, e-
mail: mert.sahin@inonu.edu.tr

** Res. Asst., Anadolu
University, Faculty of
Economics and Administrative
Sciences, Department of
Business, e-mail:
surfalioglu@anadolu.edu.tr

Keywords:

R&D Expenditures,
Employment,
E7 Countries,
Panel Data Analysis,
Causality.

ABSTRACT

The increasing competition conditions in the globalizing world have led to increase in the R&D activities of national economies. It has become inevitable for the economies to turn to R&D expenditures in order to maintain their potential in the competitive environment. With the development of technology, changes have been observed in both R&D and employment. In this study, it is aimed to investigate the causality relationship and direction between R&D expenditures and employment in E7 countries using 2009-2020 annual data. For this purpose, Dumitrescu-Hurlin panel causality test was used. In the first stage of the analysis, the existence of correlation between units was investigated using the Pesaran (2015) Test and it was concluded that there was correlation between units. Swamy S Test and Pesaran Yamagata Delta Test were performed for homogeneity tests and the heterogeneity of the parameters was decided. Finally, the relationship between R&D expenditures and employment was examined with the Dumitrescu-Hurlin panel causality test. According to the findings, it was concluded that there is no causality from employment to R&D expenditures, but there is one-way causality relationship from R&D expenditures to employment. As a result, it has become remarkable for countries to keep up with technological innovations in order to ensure their sustainability in the face of rapidly changing phenomena.

Makale Gönderim Tarihi: 25 Şubat 2025

Revizyon Tarihi: 2 Nisan 2025

Kabul Tarihi: 7 Nisan 2025

1.GİRİŞ

Küreselleşen dünyada ürün ve hizmet çeşitliliği oldukça fazlalaşmış, böylece rekabet kaçınılmaz hale gelmiştir. Rekabetin artmasıyla birlikte işletmeler, potansiyellerini arttırma eğilimi göstermişlerdir. Bu amaçla mal ve hizmet üretiminde daha verimli sonuçların alınabilmesi için Araştırma Geliştirme (Ar-Ge) faaliyetleri ve harcamaları artmıştır. Ar-Ge harcamaları, işletmelerde yeni ve kaliteli çıktı süreçlerine destek sağlamaktadır. Genel anlamda toplumsal ve kültürel alanda bilgi artışını sağlayan, yenilikçi araştırmalar olarak tanımlanan Ar-Ge faaliyetleri, yeni ürün ve hizmet oluşumunun çıktıya dönüşene kadar olan süreçteki sistemli çalışmaların tamamını ifade etmektedir (Ertürk, 2000, s. 409). Ülkede gerçekleştirilen Ar-Ge faaliyetleri, yeni bakış açısıyla ekonomik alanda ihtiyaçların daha verimli olarak karşılanmasına, rekabet ortamında işletmelerin bir adım daha önde olmasına, daha kaliteli ürün ve hizmet çıktılarının ortaya çıkmasına imkân sağlamaktadır. Diğer bir ifadeyle Ar-Ge faaliyetleri yenilikçi hizmet, ürün ve süreçlerin geliştirilmesini hedefleyen sistematik çalışmaların tamamıdır. Bu sistematik çalışmaların yerine getirilmesi amacıyla yapılan Ar-Ge harcamaları ise faaliyetlerin etkinliği ve sürdürülebilirliği açısından önem arz eden yatırım unsurudur.

Ar-Ge harcamaları, ülke ekonomilerinde büyüme ve rekabet gücünde de önem arz etmektedir. Literatürde farklı ülke grupları ve zaman boyutunun kullanıldığı Ar-Ge harcamaları ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi araştıran birçok çalışma yer almaktadır. Gülmez ve Yardımcıoğlu (2012) tarafından yapılan çalışmada Ar-Ge harcamaları ile ekonomik büyüme arasında uzun dönemde eşbütünleşme ilişkisinin olduğu ve nedensellik ilişkilerinin bulunduğu saptanmıştır (Gülmez ve Yardımcıoğlu, 2012, s. 349). Ar- Ge harcamalarının ekonomik büyüme ile ilişkisinden sonra diğer makro değişkenler üzerindeki etkisi de son yıllarda çalışmalara konu olmuştur. Teknolojinin ve küreselleşmenin etkisiyle birlikte bilgi ve teknolojinin kullanımının da giderek artmasıyla Ar-Ge alanında gerçekleştirilen yatırımlar, bilimsel ve teknolojik ilerlemeyi destekleyerek yeni pazarların meydana çıkmasına ve etkinliğin artmasına katkıda bulunmuştur. Bu bağlamda yeni pazarlar, iş gücünde ve istihdam oranlarında değişime neden olmuştur.

İstihdam kavramı iktisat literatüründe, dar ve geniş anlamda olmak üzere iki şekilde tanımlanmaktadır. Geniş anlamda istihdam kavramı; ekonomide yer alan üretim faktörlerinin tamamının üretimde kullanılması iken dar anlamda ise çalışma isteği bulunan tüm yetişkin bireylerin iş bularak aktif olarak çalışma hayatında yer alması olarak tanımlanmaktadır (Dinler, 2016). Araştırma- Geliştirme faaliyetlerini gerçekleştirebilmek amacıyla yapılan Ar-Ge harcamaları ile istihdam arasındaki ilişki literatürde oldukça ilgi görmektedir. Gerçekleştirilen Ar-Ge faaliyetlerinin istihdam üzerinde pozitif ve negatif etkiler yaratabileceği konusunda literatürde iki farklı sonuç yer almaktadır. Bu iki farklı görüşün ortaya çıkmasındaki temel neden ise, süreç ve ürün inovasyonu etkileridir.

Literatürde, süreç inovasyonu olarak ifade edilen teknolojik ilerlemelerin istihdamı azalttığı, ürün inovasyonu olarak ortaya çıkan Ar-Ge harcamalarının ise istihdam alanı yarattığı görüşleri bulunmaktadır. Bu bağlamda süreç inovasyonunun, istihdam düzeyini azalttığı iddia edilmektedir (Piva ve Vivarelli, 2018, s. 3). Süreç inovasyonunun, verimlilik alanında değişkenlik yaratarak, üretim süreçlerindeki üretkenliğin artışına yol açtığı söylenebilmektedir. Süreç inovasyonu sayesinde, daha az iş gücü ile aynı ve daha fazla sayıda ürün çıktısı sağlanabilmektedir. Bu bağlamda süreç inovasyonu etkisi nedeniyle Ar-Ge faaliyetlerinin ve harcamalarının istihdam üzerinde negatif etkisi olacağı görüşü savunulmaktadır.

Diğer bir etki olan ürün inovasyonunda ise yeni ürünlerin ortaya çıkmasıyla birlikte yeni istihdam alanlarının oluşturulabileceği görüşü bulunmaktadır. Ar-Ge faaliyetlerinin artmasına yönelik yapılan çalışma ve harcamaların artması, rekabet gücünün belirlenmesinde önemli bir faktör olsa da istihdam üzerinde oluşturacağı etki belirsizdir (Nurillaev ve Hiwatari, 2024, s. 2).

Ar-Ge faaliyetlerinin istihdam oranları üzerindeki bu iki farklı etkisi, sektörler bazında da farklılık ortaya çıkarabilir. Örneğin, sanayi ve üretim alanında faaliyet gerçekleştiren sektörlerde Ar-Ge alanında yapılan harcama ve faaliyetler, süreç optimizasyonundan kaynaklı olarak bazı geleneksel iş kollarının azalmasına neden olurken; yazılım, bilgi teknolojileri gibi alanlarda yeni iş alanları sağlayabilmektedir. Artan Ar-Ge faaliyetleri çerçevesinde nitelikli iş gücünün ve eğitim politikalarının artırılmasına yönelik gereklilik saptanmıştır. Sonuç olarak bakıldığında iki farklı görüş olmasına rağmen Ar-Ge harcamaları, istihdamın niteliğini ve yapısını şekillendiren bir faktör olarak karşımıza çıkmaktadır. Lachenmaier ve Rottmann (2011); Bogliacino ve diğerleri (2012); Piva ve Vivarelli (2018); Onea (2020); Sezgin ve Bayar (2021); Konya ve Durgun (2022) çalışmalarında farklı ülke grupları, farklı dönem ve veriler ile farklı analizler kullanarak Ar-Ge faaliyetleri ile istihdam arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Yapılan tüm bu çalışmaların sonucunda Ar-Ge faaliyetlerinin istihdamı olumlu yönde etkilediği bulgusuna ulaşılmıştır. Uğur (2024) tarafından yapılan çalışmada ise bu sonucun aksine G-20 ülke grubunda yer alan ülkelerde teknolojik gelişmelerin istihdam üzerindeki etkisi araştırılmış ve teknolojik gelişmelerin istihdam üzerinde etkili olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Ar-Ge faaliyetleri ve istihdam arasındaki ilişkilerin incelendiği bu çalışmalarda seçilen değişkenin, ülkelerin, dönemlerin ve analiz yöntemlerinin farklılık göstermesiyle beraber sonuçlarda da farklılıkların ortaya çıktığı saptanmıştır. Literatürde yer alan sonuçlara bakıldığında çalışmaların çoğunluğundan elde edilen bulgularda, Ar-Ge faaliyet ve harcamalarının istihdam üzerinde pozitif bir etkiye sahip olduğu görüşünün daha yaygın olduğu tespit edilmiştir. Buna rağmen sayısı az olmakla birlikte literatürdeki bazı çalışmalarda seçilen sektör ve değişken kaynaklı farklılıktan dolayı Ar-Ge faaliyet ve harcamalarının istihdam üzerinde etkisinin olmadığı veya Ar-Ge faaliyet ve harcamaları ile istihdam arasında negatif bir ilişkinin olduğu sonuçlarına da rastlanmaktadır.

Bu çalışmada, Ar-Ge harcamaları ve istihdam ilişkisi, E7 grubu ülkeleri bazında araştırılmıştır. Çalışmada incelenecek olan ülke grubu, E7 ülkeleri olarak isimlendirilen “Emerging 7” diğer ifadeyle gelişme gösteren yedi ülkedir. Bu ülke grubunda yer alan ülkeler; Çin, Hindistan, Brezilya, Rusya, Endonezya, Meksika, Türkiye’dir. Bu ülkeler, son dönemde gelişme göstererek güçlü ekonomiler arasında yer alabileceklerinin sinyallerini vermişlerdir. PricewaterhouseCoopers (PwC) şirketi tarafından yayınlanan The World in 2050 Raporu’na göre, E7 ülke grubundaki ülkelerin, dünyadaki GSYH paylarını %35’ den %50’ye çıkarabileceği öngörülmektedir. Bunun yanı sıra Çin’in 2050’de dünyanın en büyük ekonomisi olabileceği, ikinci sırada Hindistan’ın, dördüncü sırada ise Endonezya’nın yer alabileceği öngörülmektedir (PricewaterhouseCoopers, 2020). Bunlara ek olarak, yapılan literatür incelenmesinde, E7 grubu ülkeleri için Ar-Ge harcamaları ile istihdam arasındaki ilişkinin araştırıldığı çalışmaya rastlanmamıştır. Bu bağlamda, çalışmada E7 grubunda yer alan ülkeler için araştırma yapılmasına karar verilmiştir.

İlerleyen bölümlerde, literatürde Ar-Ge harcamaları ve istihdam arasındaki ilişkiyi birden fazla ülke grubu için araştırmış olan çalışmalara yer verilmiştir. Daha sonraki bölümde çalışmada kullanılan veri seti ve metodoloji

açıklanmış, analiz sonucu ile elde edilen bulgular ortaya çıkarılmıştır. Son olarak ortaya çıkarılan bulgular değerlendirilmiş ve sonuç bölümü ile çalışma tamamlanmıştır.

2. LİTERATÜR TARAMASI

Ar-Ge faaliyetleri ve harcamaları, sürdürülebilir büyüme ve rekabet alanında gücü arttırmada önem arz etmektedir. Bundan dolayı literatürde yoğunluk olarak Ar-ge harcamaları ve faaliyetleri ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmalar yer almaktadır. Son yıllarda teknolojinin de gelişmesiyle birlikte Ar-Ge yatırımlarında artış gözlemlenmiş ve Ar-Ge faaliyetlerinin diğer makro göstergeler ile ilişkilerini inceleyen çalışmalar ortaya çıkmıştır. Bu makro göstergelerden biri olan istihdam ile Ar-Ge faaliyet ve harcamaları arasındaki ilişki araştırma konusu olarak öne çıkanlar arasındadır.

Ar-Ge alanında gerçekleştirilen faaliyetler bir taraftan iş gücü talebini artırırken diğer yandan dijitalleşme süreçlerinin artmasıyla bazı sektör ve istihdam alanlarında kayıplara da neden olabilmektedir. Bundan dolayı literatürde, süreç ve ürün inovasyonu olarak iki görüş ile karşılaşılmaktadır. Bu bağlamda, Ar-Ge harcamalarının istihdam üzerindeki etkisi sektör farklılığı, iş gücü niteliği gibi farklı etmenlere göre değişim göstermektedir. Bu değişimden dolayı ortaya çıkabilecek sonuçları gözlemlemek amacıyla Ar-Ge harcamalarının ve faaliyetlerinin istihdam ile arasındaki ilişki literatürde farklı ülke grupları, veri setleri ve çeşitli analiz yöntemleri ile incelenmiştir. Bu çalışmadaki literatür taramasında, Ar-Ge harcamaları ile istihdam arasındaki ilişkiyi birden fazla ülke grubu üzerinde çeşitli analizler ile araştıran çalışmalara yer verilmiştir.

Lachenmaier ve Rottmann (2011) tarafından yapılan çalışmada, Alman imalat firmalarına ait olan 20 yıllık veriler kullanılarak dinamik panel sistem GMM analizi yapılmıştır. Elde edilen bulgulara inovasyonun istihdamı olumlu yönde etkilediği sonucuna ulaşılmıştır. Bogliacino ve diğerleri (2012) tarafından yapılan çalışmada ise 15 Avrupa ülkesi için Ar-Ge eylemlerinin iş ortaya çıkarma üzerine etkisi, Lachenmaier ve Rottmann (2011) çalışmasında olduğu gibi GMM panel veri tahmincisi kullanılarak araştırılmıştır. Elde edilen bulgulara Ar-Ge faaliyetlerinin, iş yaratma süreçlerine pozitif etki ettiği sonucuna ulaşılmıştır. İki çalışmada da ülke grupları farklılaşmasına rağmen GMM tahmincisinden elde edilen bulgulara, Ar-Ge faaliyetlerinin istihdam üzerinde pozitif etkili olduğu sonucu ortaya çıkarılmıştır.

Kancs ve Siliverstovs (2012) tarafından yapılan çalışmada, OECD ülkelerinde Ar-Ge yoğunluğu seviyesinin istihdam üzerindeki etkisi panel veri analizleri kullanılarak araştırılmıştır. Elde edilen bulgulara Ar-Ge yoğunluğunda yaşanan artışın istihdam üzerinde etkili olduğu sonucu ortaya çıkarılmıştır. Piva ve Vivarelli (2018) tarafından yapılan çalışmada on bir Avrupa ülkesinin endüstri sektöründeki verileri kullanılarak iki ana sonuca varılmıştır. Bunlardan ilki; ürün inovasyonu sağlayan Ar-Ge harcamalarının istihdam üzerinde pozitif etkisi olduğu diğeri ise sermaye birikiminin istihdam üzerinde negatif etkisi olduğudur.

Gerçekler ve diğerleri (2019) tarafından yapılan çalışmada, G7 ülkelerinde Ar-Ge harcamaları ve işsizlik arasındaki ilişki Kónya panel bootstrap nedensellik testi kullanılarak araştırılmıştır. Elde edilen bulgulara Almanya, Fransa, İtalya ve Japonya'da Ar-Ge harcamaları ile işsizlik arasında karşılıklı nedensellik bağıntısı olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Kanada'da ve ABD ülkelerinde ise tek yönlü ilişki tespit edilmiştir. G7 ülke grubu için yapılan bir diğer çalışma olan Konya ve Durgun (2022) tarafından yapılan araştırmada ise Ar-Ge harcamalarının istihdam üzerindeki etkisi panel veri analizi yöntemi kullanılarak incelenmiştir. Elde edilen bulgulara, Ar-Ge harcamaları ile istihdam

arasında uzun dönemli ilişki olduğu saptanmıştır. G7 ülke grubu için yapılan iki çalışmada da farklı yıllar ve farklı analiz yöntemleri kullanılmış olmasına rağmen Ar-Ge harcamaları ile istihdam arasında ilişki olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Onea (2020) tarafından yapılan çalışmada, Avrupa ülkelerinde inovasyon göstergeleri ve istihdam arasındaki ilişki korelasyon analizi ile araştırılmıştır. Elde edilen bulgulara, inovasyon göstergeleri ile istihdam arasında pozitif ilişkinin olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Sezgin ve Bayar (2021) tarafından yapılan çalışmada, BRICS-T ülkelerinde Ar-Ge harcamaları, patent sayıları ve istihdam arasındaki ilişki panel regresyon analizi ile incelenmiştir. Elde edilen bulgulara, Ar-Ge harcamalarında ve patent sayılarındaki gelişmenin istihdam üzerinde pozitif etki yarattığı sonucu saptanmıştır.

Yapılan literatür taramasındaki çalışmaların büyük çoğunluğunda, Ar-Ge faaliyet ve harcamalarının istihdam üzerinde etkisi olduğu gözlemlenmişken, az sayıda da olsa tam tersi sonuçların yer aldığı çalışmaların da olduğu saptanmıştır. Bunlardan biri olan Uğur (2024) tarafından yapılan çalışmada, G-20 ülkelerinde 1996-2021 yılları arasında uzun dönemde teknolojik gelişmelerin istihdamı üzerindeki etkisi panel eşbütünleşme analizi kullanılarak incelenmiştir. Elde edilen bulgulara, teknolojik gelişmelerin istihdam üzerinde etkili olmadığı ve istihdamı arttırabilmek için teknolojik gelişmenin bir rolü olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Yapılan literatür incelenmesinde, Ar-Ge harcamalarının ve faaliyetlerinin istihdam üzerindeki etkisinin araştırıldığı çalışmalarda farklı sonuçlar ortaya çıktığı saptanmıştır. Çalışmaların bir kısmında Ar-Ge faaliyetlerinin, teknolojik gelişmelerin ve inovasyonların istihdamı azaltacağı savunulurken, bir kısmında ise yeni iş alanları açarak istihdam üzerinde olumlu etki edeceği saptanmıştır. Sonuçlardaki bu değişkenliğin; belirlenen ülke grubu, değişken farklılığı, dönem-yıl farklılığı ve seçilen analiz yönteminin farklılığından kaynaklı olarak ortaya çıktığı gözlemlenmiştir. Değişkenliğe sebep olan bir diğer durum ise literatürdeki iki farklı görüş olan süreç ve ürün inovasyonu etkileridir. Çalışmalardaki bulgular arasındaki bu farklılaşma nedeniyle Ar-Ge harcamalarının ve teknolojik alanda meydana gelen inovasyonların, istihdam üzerindeki etkisi önem arz eden bir tartışma konusudur.

Literatürdeki çalışmalar incelendiğinde, son dönemde gelişme gösteren E7 grubu ülkeleri hakkında Ar-Ge harcamaları ve istihdam arasındaki ilişkiyi inceleyen bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bundan dolayı E7 grubu ülkelerindeki Ar-Ge harcamaları ile istihdam arasındaki ilişkinin panel veri analizi ile incelendiği bu çalışmanın literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

3.EKONOMETRİK METODOLOJİ

Çalışmada, E7 ülke grubuna ait 2009-2020 yılları arasındaki verileri kullanarak, Ar-Ge harcamaları ve istihdam arasındaki nedensellik ilişkisinin incelenmesi amaçlanmaktadır. Bu amaç doğrultusunda analiz aşamasında panel nedensellik testi uygulanmıştır.

Panel nedensellik testlerinin gerçekleştirilmesinden önce, ilk olarak birimler arası korelasyonun varlığı araştırılmaktadır. Birimler arası korelasyon testleri aracılığıyla, uygun olan birim kök testlerine karar verilebilmektedir. Bu testlerde, temel hipotez kapsamında birimler arasında hata terimlerinin ilişkisiz olduğu varsayılmaktadır (Hoyos ve Sarafidis, 2006, s. 484). Bu hipotezin reddedilememesi, birimler arası korelasyonun olmadığını ifade etmektedir. Diğer taraftan alternatif hipotez altında ise hata terimlerinin ilişkili olduğu yani birimler arası korelasyonun modelde yer aldığı belirtilmektedir. Değişkenlere uygulanan birimler arası korelasyon için çeşitli

testler uygulanabilmektedir. Pesaran CD, Breusch Pagan LM vb. testler bunlardan bazılarıdır. Bu çalışmada ise Pesaran (2015) testi uygulanmaktadır.

Birimler arası korelasyonun olmadığı durum sonucunda birinci kuşak olarak adlandırılan panel birim kök testleri uygulanabilmektedir. Öte yandan birimler arası korelasyonun varlığı durumunda ise ikinci kuşak panel birim kök testleri ile tahminler gerçekleştirilmektedir. Bu çalışmada yapılan önsel testler sonucunda birimler arası korelasyonun olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Böylelikle ikinci kuşak birim kök testlerinin uygulanmasına karar verilmiştir. Modelde yer alan değişkenlere ikinci kuşak panel birim kök testlerinden olan Fisher Phillips Perron (PP) Testi uygulanmıştır. Bu testte temel hipotez “tüm birimler birim kök içermektedir” şeklinde kurulurken, alternatif hipotez ise “en az bir birim durağandır” şeklinde kurulmaktadır (Yerdelen Tatoğlu, 2017, s. 74).

Nedensellik testine geçmeden önce incelenmesi gereken başka bir test ise homojenlik testleridir. Parametreler, birimlere göre homojen veya heterojen bir yapı sergileyebilmektedir. Homojenlik sınaması aracılığıyla model için uygun olan nedensellik testine karar verilebilmektedir. Homojenlik sınamasını test etmek için Swamy S Testi ve Pesaran Yamagata Delta Testi literatürde kullanılmaktadır.

Swamy S Testi’nde hipotezler;

$$H_0: \beta_i = \beta$$

$$H_1: \beta_i \neq \beta$$

şeklinde ifade edilmektedir (Swamy, 1971, s. 174). Temel hipotezin reddedilememesi parametrelerin homojenliğini belirtirken, temel hipotezin reddi ise parametrelerin heterojenliğini belirtmektedir. Diğer bir test olan Pesaran Yamagata Delta Testi, Swamy S Testi’nin standartlaştırılmış halidir. Çeşitli varsayımlar çerçevesinde gerçekleştirilen Delta Testi’nde, temel hipotezin reddedilmesi modelin heterojen bir yapı sergilediğini ifade etmektedir.

Parametreleri heterojen olan modelde, heterojen nedensellik testleri uygulanmaktadır. Bu çalışmada da Dumitrescu – Hurlin panel nedensellik testi ile zaman serileri arasındaki nedensellik ilişkisi ve yönü incelenmiştir. Bu testte W-bar, Z-bar ve Z-bar tilde test istatistikleri hesaplanmaktadır (Dumitrescu ve Hurlin, 2012, s. 1455). Test istatistiklerinin istatistiksel anlamlılıklarına göre nedensellik ilişkisi ve yönü belirlenmektedir. Dumitrescu – Hurlin Testi’nde temel hipotez altında değişkenler arasında nedenselliğin olmadığı, alternatif hipotez altında ise nedenselliğin olduğu ifade edilmektedir.

3.1. Veri Seti

Bu çalışmada, E7 ülkelerinin 2009-2020 yıllık verilerine ait Ar-Ge harcamaları ve istihdam arasındaki nedensellik ilişkisinin incelenmesi amaçlanmıştır. E7 grubu ülkelerini ise Çin, Hindistan, Rusya, Brezilya, Meksika, Endonezya ve Türkiye oluşturmaktadır.

Çalışmada kullanılan veriler, Dünya Bankası veri tabanından elde edilmiştir. Tablo 1.’de modelde bulunan değişkenler ve gösterimleri verilmiştir.

Tablo 1. Değişkenler

Değişkenler	Gösterimi
AR-GE Harcamaları (%GDP)	ARGE
İstihdam Oranı	İST

ARGE değişkeni, araştırma geliştirme harcamalarının GDP üzerindeki yüzdelik payıdır. Diğer taraftan İST değişkeni ise istihdam oranını ifade etmektedir.

4.ARAŞTIRMA BULGULARI

Çalışmada ilk önce hangi birim kök testinin kullanılabilmesine karar verebilmek için serilere birimler arası korelasyon testi uygulanmıştır. Birimler arası korelasyonun varlığı Pesaran (2015) Testi aracılığıyla test edilmiş olup sonuçları aşağıdaki tabloda yer almaktadır.

Tablo 2. Pesaran (2015) Testi Sonuçları

Değişkenler	Test İstatistiği	Olasılık Değeri
ARGE	35.74	0.000***
İST	36.80	0.000***

***, ** ve * işaretleri %1, %5 ve %10 düzeyinde anlamlılığı ifade etmektedir.

Pesaran (2015) Testi bulgularına göre her iki seriye göre de “birimler arası korelasyon yoktur” temel hipotezi reddedilmektedir. Böylelikle Ar-Ge harcamaları ve istihdam değişkenlerinde birimler arası korelasyon bulgusuna rastlanmaktadır. Bu sonuç kapsamında, birimler arası korelasyon mevcut olduğu için ikinci kuşak panel birim kök testlerinin uygulanmasına karar verilmiştir.

Serilerin durağanlığının sınanması amacıyla bu çalışmada ikinci kuşak panel birim kök testlerinden Fisher PP Testi gerçekleştirilmiştir. Bu teste ait sonuçlar Tablo 3.’te verilmiştir.

Tablo 3. Fisher PP Testi Sonuçları

Değişken	Düzy İstatistiği	Olasılık	Birinci Fark İstatistiği	Olasılık
İST	P	21.3050	P	24.2246
	Z	-0.0275	Z	-1.3933
	L*	0.0859	L*	-1.5811
	Pm	1.3805	Pm	1.9323
ARGE	P	10.4441	P	41.2824
	Z	1.8877	Z	-3.7973
	L*	1.8738	L*	-4.0461
	Pm	-0.6720	Pm	5.1559

***, ** ve * işaretleri %1, %5 ve %10 düzeyinde anlamlılığı ifade etmektedir.

Tablo 3. serilerin düzey değerlerine uygulanan panel birim kök testi sonuçlarına göre, her iki değişken için temel hipotez olan “tüm birimler birim kök içermektedir” hipotezi reddedilememektedir. Böylece bu seriler, düzey

değerlerinde durağan bir yapıda değildirler. Tablonun sağ tarafında ise birinci farkı alınan serilerin test istatistikleri yer almaktadır.

Birinci farkı alınmış serilere uygulanan Fisher PP birim kök testi sonucunda, “tüm birimler birim kök içermektedir” temel hipotezi reddedilmektedir. Böylelikle seriler birinci farkı alındığında, durağan hale gelmiştir. Daha önce belirtildiği gibi çalışmada gerçekleştirilecek nedensellik testine karar verebilmek için homojenlik sınaması yapılması gerekmektedir. Parametrelerin birimlere göre homojen veya heterojen mi olduğu Swamy S Testi ve Pesaran Yamagata Delta Testi ile sınanmıştır. Aşağıdaki Tablo 4.’te bu sonuçlar yer almaktadır.

Tablo 4. Homojenlik Sonuçları

Test	Test İstatistiği	Olasılık
Swamy S	8424.56	0.000***
Δ Testi	6.416	0.000***

***, ** ve * işaretleri %1, %5 ve %10 düzeyinde anlamlılığı ifade etmektedir.

Tablo 4. sonuçlarına göre hem Swamy S hem de Yamagata Delta Testi için parametrelerin homojen olduğunu belirten temel hipotez reddedilmektedir. Böylelikle parametrelerin heterojen olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Birimlere göre parametreler heterojen çıktığı için nedensellik testlerinden Dumitrescu-Hurlin panel nedensellik testinin kullanılmasına karar verilmiştir. Bu test ile ilgili sonuçlar Tablo 5.’te verilmiştir.

Tablo 5. Dumitrescu-Hurlin Panel Nedensellik Testi Sonuçları

Değişkenler	W-bar İstatistiği	Z-bar İstatistiği	Olasılık Değeri
İST→ARGE	3.2250	1.6205	0.1051
ARGE→İST	5.3077	4.3757	0.0000***

***, ** ve * işaretleri %1, %5 ve %10 düzeyinde anlamlılığı ifade etmektedir.

Dumitrescu-Hurlin panel nedensellik testi bulgularına göre öncelikle istihdamdan Ar-Ge harcamalarına doğru nedensellik araştırılmıştır. Oluşturulan hipotezler aşağıda gösterilmiştir.

H_0 : İstihdam, Arge harcamalarının nedeni değildir.

H_1 : İstihdam, Arge harcamalarının nedenidir.

Tablo 5.’te elde edilen sonuçlara göre, test istatistiği istatistiksel olarak anlamsız çıkmıştır. Bu durumda temel hipotez reddedilememektedir. Böylece istihdam, Ar-Ge harcamalarının nedeni değildir. İstihdamdan Ar-Ge harcamalarına doğru nedensellik ilişkisi bulunamamıştır.

Diğer yandan bir diğer ilişki ise Ar-Ge harcamalarından istihdama doğru olan ilişkidir. Bununla ilgili kurulan hipotezler aşağıda yer almaktadır.

H_0 : Arge harcamaları, istihdamın nedeni değildir.

H_1 : Arge harcamaları, istihdamın nedenidir.

Dumitrescu-Hurlin panel nedensellik sonuçlarına göre test istatistikleri istatistiksel olarak anlamlı çıkmıştır. Bu doğrultuda “Ar-Ge harcamaları istihdamın nedeni değildir” temel hipotezi reddedilmiştir. Sonuç olarak, Ar-Ge harcamaları istihdamın nedenidir ve Ar-Ge harcamalarından istihdama doğru nedensellik ilişkisi mevcuttur.

5.SONUÇ

Bu çalışmada son dönemde gözle görülür gelişme göstererek güçlü ekonomiler arasında yer alabileceklerinin sinyallerini veren E7 grubu ülkelerindeki, Ar-Ge harcamaları ve istihdam arasındaki ilişki 2009-2020 yıllık verileri ile panel veri analiz yöntemi kullanılarak incelenmiştir. İlk olarak serilerde, birimler arası korelasyonun varlığı sınanmıştır. Birimler arası korelasyon Pesaran (2015) Testi ile araştırılmış ve modelde birimler arası korelasyonun bulunduğu karar verilmiştir. Birimler arası korelasyon olması nedeniyle, ikinci kuşak panel birim kök testlerinden olan Fisher PP Testi ile durağanlık sınaması gerçekleştirilmiştir.

Fisher PP birim kök testi sonucunda, hem Ar-Ge harcamalarına ait hem de istihdama ait serilerin düzey değerinde birim köklü diğer bir deyişle durağan olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Birinci farkı alınan serilere tekrar birim kök testi sınaması yapıldıktan sonra, serilerin birinci farkı alınmış olarak durağan hale geldiği saptanmıştır. Ar-Ge harcamalarına ve istihdama ait serilerin, fark durağan olduğu sonucu elde edilmiştir. Öte yandan kullanılacak olan panel nedensellik testine karar verebilmek amacıyla homojenlik sınaması yapılmıştır. Parametrelerin birimlere göre homojen mi heterojen mi olduğu Swamy S Testi ve Pesaran Yamagata Delta Testi ile incelenmiştir. Bu testlerin bulgularına göre parametrelerin heterojen bir yapı sergilediği tespit edilmiştir. Böylece heterojen panel nedensellik testlerinden biri olan Dumitrescu-Hurlin panel nedensellik testi bu çalışmada uygulanmıştır.

Dumitrescu-Hurlin panel nedensellik testinden elde edilen bulgularda, istihdamdan Ar-Ge harcamalarına doğru bir nedensellik ilişkisinin olmadığı, Ar-Ge harcamalarından istihdama doğru ise bir nedensellik ilişkisinin olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Diğer bir ifadeyle Ar-Ge harcamalarından istihdama doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisinin olduğu saptanmıştır.

Bulgular çerçevesinde elde edilen sonuçlar, mevcut literatürdeki Ar-Ge harcamalarının istihdam üzerindeki etkisini destekler niteliktedir. Literatürde yer alan Lachenmaier ve Rottmann (2011), Bogliacino ve diğerleri (2012), Piva ve Vivarelli (2018), Onea (2020), Sezgin ve Bayar (2021), Konya ve Durgun (2022) yaptıkları çalışmalarda; Ar-Ge faaliyetleri, harcamaları ile istihdam arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Yapılan tüm bu çalışmaların sonucunda ise Ar-Ge faaliyetlerinin istihdamı etkilediği, Ar-Ge faaliyet ve harcamalarından istihdama doğru bir ilişkinin olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Küreselleşen dünyada gün geçtikçe ürünlerin çeşitliliği artmakta, tüketicilerin talepleri değişkenlik göstermektedir. Ülkelerin hızla değişen olgular karşısında hem rekabet avantajını hem de sürdürülebilirliği sağlamak amacıyla teknolojik yeniliklere ayak uydurması zorunlu hale gelmiştir. Ekonomilerin rekabet ortamında bir adım daha önde olması için yenilikleri takip etmeleri ve teknolojik gelişmelere sahip olmaları avantaj sağlayacaktır. Bu avantajı sağlamak ise Ar-Ge harcamalarının ve faaliyetlerinin artırılması ile mümkün hale gelmektedir. Ar-Ge faaliyetleri yenilikçi hizmet, ürün ve süreçlerin geliştirilmesini hedefleyen sistematik çalışmaların tamamı olduğundan dolayı, ülke ekonomilerinde sürdürülebilir büyümeye ve rekabet gücüne katkı sağlayabilmektedir. Bunlara ek olarak teknolojik ilerlemelerin artmasıyla Ar-Ge alanında yapılan faaliyet, harcama ve yatırımlar, istihdam alanı dahil olmak üzere makro göstergeler üzerinde de etkisini hissettirmektedir.

Ar-Ge harcamaları ve istihdam arasındaki ilişkinin inceleneceği gelecek çalışmalarda ise, farklı ülke gruplarının ele alınması, farklı ekonometrik yöntemlerin kullanılması ve farklı dönemlerin kullanılması önerilmektedir.

Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı

Bu çalışma bilimsel araştırma ve yayın etiği kurallarına uygun olarak hazırlanmıştır.

Çıkar Çatışması

Yazarlar açısından ya da üçüncü taraflar açısından çalışmadan kaynaklı çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Etik Kurul Onayı

Bu araştırma Etik Kurul Onayı gerektirmemektedir.

KAYNAKÇA

- Bogliacino, F., Piva, M. ve Vivarelli, M. (2012). R&D and employment: An application of the LSDVC estimator using European microdata. *Economics Letters*, 116(1), 56-59.
- Dinler, Z. (2016). *İktisada Giriş*. Bursa: Ekin Yayıncılık.
- Dumitrescu, E. I. ve Hurlin, C. (2012). Testing for Granger non-causality in heterogeneous panels. *Economic Modelling*, 29(4), 1450-1460.
- Ertürk, M. (2000). *İşletme Biliminin Temel İlkeleri*. İstanbul: Beta Yayınları.
- Gerçekler, M., Özmen, İ. ve Mucuk, M. (2020). AR-GE harcamaları ve işsizlik arasındaki nedenselliğin ampirik analizi: G7 ülkeleri örneği. *Marmara Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 41(2), 413-431.
- Gülmez, A. ve Yardımcıoğlu, F. (2012). OECD ülkelerinde Ar-Ge harcamaları ve ekonomik büyüme ilişkisi: Panel eşbütünleşme ve panel nedensellik analizi (1990-2010). *Maliye Dergisi*, 163(1), 335-353.
- Hoyos, R. E. D. ve Sarafidis V. (2006). Testing for cross-sectional dependence in panel-data models. *The Stata Journal*, 6(4), 484.
- Kancs, D. A. ve Siliverstovs, B. (2012). Employment effect of innovation. Goulart, P., Ramos, R. ve Ferrittu, G (Ed.), *In Global Labour in Distress, Volume I: Globalization, Technology and Labour Resilience* içinde (283-311. ss.). Cham: Springer International Publishing.
- Konya, S. ve Durgun, Ö. (2022). G7 ülkelerinde Ar-Ge harcamaları ile istihdam ilişkisi. *Sakarya İktisat Dergisi*, 11(1), 17-32.
- Lachenmaier, S. ve Rottmann, H. (2011). Effects of innovation on employment: A dynamic panel analysis. *International Journal of Industrial Organization*, 29(2), 210-220.
- Nurillaev, K. ve Hiwatari, M. (2024). Innovation and employment growth in developing countries: The role of market structure. *Economics of Innovation and New Technology*, 1-19.
- Onea, I. A. (2020). Innovation indicators and the innovation process-evidence from the European innovation scoreboard. *Management & Marketing*, 15(4), 605-620.
- Pesaran M. H. (2015). Testing weak cross-sectional dependence in large panels. *Econometric Reviews*, 34(6-10), 1089-1117.
- Piva, M. ve Vivarelli, M. (2018). Is innovation destroying jobs? Firm-level evidence from the EU. *Sustainability*, 10(4), 1-16.
- PricewaterhouseCoopers (PwC). (2020). The long view how will the global economic order change by 2050. <https://www.pwc.com/gx/en/world-2050/assets/pwc-the-world-in-2050-full-report-feb-2017.pdf> adresinden alınmıştır.
- Sezgin, F. H. ve Bayar, Y. (2021). Impact of innovation on employment: Evidence from BRICS-T countries. Stankovic, M. Ve Nikolic, V (Ed.), *Proceedings of the 3rd Virtual International Conference Path to a Knowledge Society-Managing Risks and Innovation* içinde (473-477. ss.). Belgrade: Complex System Research Center.
- Swamy, P. A. (1971). *Lecture Notes in Operations Research and Mathematical Systems*, New York: Springer.
- Uğur, B. (2024). Teknolojik gelişmenin istihdam üzerindeki etkisi: G-20 örneği. *Uluslararası Ekonomi ve Yenilik Dergisi*, 10(1), 177-194.
- Yerdelen Tatoğlu, F. (2017). *Panel Zaman Serileri Analizi*. İstanbul: Beta Yayınları.