

## Yenilik ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki: Panel Eşbütünleşme ve Panel Nedensellik Analizi<sup>1</sup>

**Gökhan DEMİRTAŞ** (<https://orcid.org/0000-0002-6757-5613>), Afyon Kocatepe University, Türkiye; demirtas@aku.edu.tr

**Şule Yüksel ÇAKIRCA** (<https://orcid.org/0000-0002-6439-8471>), Afyon Kocatepe University, Türkiye; sulecakirca@aku.edu.tr

## The Relationship Between Innovation and Economic Growth: Panel Cointegration and Panel Causality Analysis<sup>2</sup>

### Abstract

This paper aims to examine the relationship between innovation and economic growth. For this purpose, panel cointegration and causality analysis were applied to 36 developed and developing countries from 1996-2018. According to the study results, economic growth positively affects the number of patent applications (PA) and composed innovation index (CII). In contrast, economic growth does not affect the number of patent cooperation treaty (PCT) documents. On the other hand, the results show that while PA and PCT documents positively affect economic growth, the CII does not significantly affect economic growth.

**Keywords** : Innovation, Economic Growth, Panel Cointegration Analysis, Panel Causality Analysis, Principal Components Analysis.

**JEL Classification Codes** : O30, O31, O32, O40.

### Öz

Bu çalışmanın amacı, yenilik ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi incelemektir. Bu amaçla, 1996-2018 yılları için 36 gelişmiş ve gelişmekte olan ülke üzerinde panel eşbütünleşme ve nedensellik analizi uygulanmıştır. Çalışma sonuçlarına göre ekonomik büyüme, patent başvuru sayısını (PA) ve birleşik yenilik endeksini (CII) olumlu yönde etkilerken ekonomik büyüme, patent iş birliği anlaşması (PCT) belge sayısını etkilememektedir. Diğer yandan çalışmanın sonuçları, PA ve PCT belge sayısının ekonomik büyüme üzerinde olumlu bir etkisi olduğunu, CII'nin ise ekonomik büyüme üzerinde anlamlı bir etkisinin olmadığını göstermektedir.

**Anahtar Sözcükler** : Yenilik, Ekonomik Büyüme, Panel Eşbütünleşme Analizi, Panel Nedensellik Analizi, Temel Bileşenler Analizi.

<sup>1</sup> Bu makale, Afyon Kocatepe Üniversitesi'nde Gökhan Demirtaş danışmanlığında Şule Yüksel Çakırca tarafından hazırlanan doktora tezinin birinci bölümüne dayanmaktadır.

<sup>2</sup> This paper is based on the first chapter of the PhD dissertation prepared by Şule Yüksel Çakırca under the supervision of Gökhan Demirtaş at Afyon Kocatepe University.

## 1. Giriş

Yenilik ve ekonomik büyüme literatürünün teorik temellerini oluşturan Schumpeter (1939), inovasyonu üretim fonksiyonu aracılığıyla tanımlamıştır. Bu fonksiyon, faktör miktarları değiştiği zaman ürün miktarlarının nasıl değiştiğini açıklamaktadır. Eğer faktörlerin niceliği yerine işlevi değiştirilirse bu yeniliğe yol açacaktır. Yazara göre inovasyon, kısaca yeni bir üretim fonksiyonunun kurulmasıdır. Bu yeni bir metanın yanı sıra birleşme, yeni pazarların açılması gibi yeni bir örgütlenme biçimini de kapsamaktadır. Başka bir deyişle inovasyonu; yapılmakta olan şeyleri yeni bir şekilde yapmak ya da yeni kombinasyonlar geliştirmek şeklinde ifade etmiştir. Neoklasik büyümenin en önemli temsilcisi olarak bilinen Solow (1956)’un büyüme modelinde ise fiziksel sermaye birikimi ve teknolojik gelişme önemli bir role sahiptir. Daha sonra Arrow (1961) büyüme literatüründe önemli bir yere sahip olan yaparak öğrenme kavramını modele dahil etmiştir. İçsel büyüme modellerinin en önemli temsilcileri Romer (1986) ve Lucas (1988) beşerî sermaye kavramını modele dahil ederek literatüre önemli bir katkı sağlamışlardır. Barro (1990) ise büyüme modeline kamu kesimini dahil ederek farklı bir bakış açısı kazandırmıştır. AR-GE modelleri olarak bilinen Grossman & Helpman (1989), Romer (1990) ve Aghion & Howitt (1992)’in modelleri ayrı bir teknoloji üreten sektörün olduğu doğrudan teknolojik büyümeye dayalı modellerdir. Ayrıca bu modellerde eksik rekabet piyasasının koşulları da dikkate alınmaktadır.

Yenilikle birlikte daha yüksek rekabet gücüne yol açan ürünlerin üretim maliyetlerinde bir azalma meydana gelmektedir. Ayrıca işgücü verimliliğinde bir iyileşmenin gerçekleşmesi, üreticinin daha fazla gelir elde etmesini ve katma değer yaratmasını sağlamaktadır. Yenilik ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkide önemli bir kanal, yayılma etkisidir. Her firma kendi üretimine özgü sorunları çözmeye çalışmaktadır. Bunu başardıkça ortaya çıkan yenilikleri diğer firmaların takip etmesi yoluyla teknolojik yeniliklerin yayılması gerçekleşir. Bu yayılmalar, toplam üretimin artmasına ve ekonomik büyüme sürecinin pozitif etkilenmesine yol açar. Bir diğer kanal ise geri besleme etkisidir. Daha iyi bir ekonomik aktivite, girişimciler için yeni fırsatlar yaratacak ve yeniliği teşvik edecektir. Girişimcilerin faaliyetlerini gerçekleştirmeye teşvik eden sosyal stresin azaltılması, finansal kaynak ihtiyaçlarının karşılanması gibi unsurlar, yeniliği artıracaktır. Bu unsurlar, geri besleme etkisi olarak ifade edilmektedir. Dolayısıyla ekonomik büyümenin bu sürece pozitif etkisi olacaktır. Yenilikler, yeni fırsatlar açısından girişimciliği teşvik edecek ve başka bir geri besleme etkisi ortaya çıkacaktır. Bir diğer önemli kavram ise Arrow (1961) tarafından ortaya atılan yaparak öğrenmedir. Yazara göre teknolojik değişim, içinde çalıştığımız çevre hakkında geniş ve uzun süreli bir öğrenme süreci ve zaman içinde performansta meydana gelen iyileşme şeklinde ifade edilmektedir. Öğrenme, deneyimin ürünüdür; yaparak öğrenme, ancak bir problemi çözme girişimiyle sadece aktivite sırasında gerçekleşebilir. Son olarak üzerinde durulması gereken bir diğer önemli kavram ise beşerî sermaye etkisidir. Beşerî sermaye, eğitim ve öğretime adanan çabanın birikimidir. Bir bireyin edindiği beceriler, sürekli gelişen bir dizi üretim teknolojisine uygulanabilir. Bu sayede beşerî sermayenin değeri zaman içinde sürekli olarak artacaktır. Nitelikli iş gücünün

bol olduğu büyük ekonomiler, çok sayıda endüstriyel araştırma yapacaktır. Böyle bir ekonomi daha hızlı büyüyecektir.

Bu çalışmanın amacı, yenilik ve ekonomik büyüme arasındaki nedensellik ilişkisini incelemektir. Çalışmada panel eşbütünlük ve nedensellik analizi kullanılmıştır. Analize başlamadan önce seriler arasında yatay kesit bağımlılığın olup olmadığı tespit edilmiştir. Yatay kesit bağımlılığın olması durumunda ikinci nesil birim kök testleri kullanılmaktadır. Bu nedenle çalışmada, yatay kesit bağımlılığın var olduğunun tespit edilmesi üzerine ikinci nesil olan Pesaran (2007) CIPS birim kök testi uygulanmıştır. Sonraki aşamada ikinci nesil olan Westerlund (2007) eşbütünlük testi yapılmıştır. Homojenlik/heterojenlik test sonucuna göre tüm eğim katsayılarının aynı değere sahip olmadığı, bir diğer deyişle heterojen olduğu belirlenmiştir. Daha sonra değişkenler arasındaki ilişkinin yönünü tespit etmek için Dumitrescu ve Hurlin (2012) tarafından geliştirilen panel nedensellik testi yapılmıştır. Paneli oluşturan ülkeler arasında hem yatay kesit bağımlılığı hem de heterojenliği göz önünde bulundurması nedeniyle bu analiz seçilmiştir. Son olarak yatay kesit bağımlılığı ve eğim katsayılarının heterojenliğini dikkate alan Genişletilmiş Ortalama Grup (AMG - Augmented Mean Group) tahmincisi kullanılmıştır.

Tahminler gelişmiş ve gelişmekte olan 36 ülke için 1996-2018 dönemi verilerini kapsamaktadır. Uygulama bölümünde kullanılan değişkenler Romer (1990)'in AR-GE modelinden yola çıkılarak oluşturulmuştur. Yenilik göstergelerinin ve ekonomik büyümenin bağımlı değişken olduğu altı farklı model kullanılmıştır. Yenilik göstergeleri; patent başvuru sayısı, uluslararası patent sınıflandırmasına göre patent iş birliği anlaşması belgelerinin sayısı ve birleşik yenilik endeksidir. Birleşik yenilik endeksi; patent sayısı, patent iş birliği anlaşması belgelerinin sayısı ve AR-GE harcamaları değişkenlerinden temel bileşenler analiziyle elde edilmiştir. Ekonomik büyümenin bağımlı değişken olarak kullanıldığı üç modelde ise kullanılan ekonomik büyüme göstergesi kişi başına GSYH değişkenidir. Her bir model, kullanılan yenilik göstergesine göre birbirinden ayrılmaktadır. Kullanılan diğer değişkenler ise beşerî sermaye endeksi, sabit sermaye oluşumu ve toplam işgücüdür.

Çalışma birkaç açıdan özgünlük taşımaktadır. İlk ve en önemli nokta, önceki çalışmalardan farklı olarak temel bileşenler analiziyle oluşturulan birleşik yenilik endeksinin modellerde kullanılmasıdır. Bilindiği gibi literatürdeki çalışmaların büyük bir çoğunluğu, yenilik göstergesi olarak AR-GE harcamaları ve patent başvuru sayısını kullanmaktadır. Bu çalışmada kullanılan birleşik yenilik endeksi, değişkenlerin ayrı ayrı etkisinden ziyade genel etkiyi anlamaya yardımcı olacaktır. Oluşturulan endeks, yenilik göstergelerinin bir bütün olarak takip edilmesinin önemli olup olmadığına açıklık getirecektir. İkinci nokta ise literatürdeki çalışmalar, OECD ülkelerini ya da kesişme kümesi büyük olan Avrupa Birliği ülkelerini ve gelişmiş ülkeleri ele almaktadır. Bu ülke grupları, homojen bir yapıda olduğu için birbirini doğrulayan ampirik sonuçlar elde edilmektedir. Bu çalışmada gelişmiş ülkelerin yanı sıra gelişmekte olan ülkeler de yer aldığı için daha heterojen bir örnekleme konu tekrar incelenmiştir. Üçüncü olarak çalışmanın yöntemi, değişkenler arasındaki nedenselliğe bakmakta ve heterojen yapıyı dikkate alan AMG tahmincisine dayanmaktadır.

Çalışma öncelikle teorik arkaplan ile başlamaktadır. Bu kısımda Schumpeter (1939)’den başlayarak büyüme modelleri anlatılmıştır. Sonraki bölümde ampirik literatür, çalışmaların yöntemi ve örneklemi üzerinden sınıflandırılarak ele alınmıştır. Panel eşbütünleşme ve nedensellik analizine ilişkin yöntem bölümünden sonra model, veri ve beklentiler kısmına yer verilmiştir. Daha sonra ampirik sonuçlar sunulmuştur. Çalışma, bulguları ve politika önerilerini içeren sonuç bölümü ile tamamlanmaktadır.

## 2. Teorik Arkaplan

Literatürde yenilik ve ekonomik büyümenin teorik temelleri ilk olarak yeniliği üretim fonksiyonu aracılığıyla açıklayan Schumpeter (1939) tarafından ortaya atılmıştır. Yenilik, kısaca yeni bir üretim fonksiyonunun kurulmasıdır. Bu yeni bir metanın yanı sıra birleşme, yeni pazarların açılması gibi yeni bir örgütlenme biçimini de kapsar. Başka bir deyişle yenilik, yapılmakta olan şeyleri yeni bir şekilde yapmak ya da yeni kombinasyonlar geliştirmektir (Schumpeter, 1939: 84). Ekonomik büyüme üzerinde yaratıcı tepki önemli bir yere sahiptir. Yaratıcı tepki sonraki olayların tüm seyrini ve onların uzun vadeli sonuçlarını şekillendirir. Öte yandan sosyal ve ekonomik durumları iyi yönde değiştirir. Bu nedenle yaratıcı tepki tarihsel süreçte önemli bir unsurdur (Schumpeter, 1947: 150). Klasiklerin teorisi, ekonomik büyümeyi çevresel faktörlere dayandırmaktadır. Onların teorilerinin arkasındaki fikir, statik aktivitelerin ekonomiyi etkilemesidir. Nüfus artışı, sermayedeki artış, üretim yöntemlerinde ilerleme, sanayinin ekonomik organizasyonunda ilerleme ve tüketici tercihlerinin gelişimi olmak üzere beş farklı çevresel faktör vardır. Bu değişikliklerin itici gücü sebebiyle ekonomik büyüme adeta otomatik olarak gerçekleşir. Bu teori, klasik teori ile uyumsuz değildir ancak klasik teoriyi yetersiz görmektedir. Çünkü ekonomik büyümenin daha derin nedenlerini ortaya çıkarmak yerine ya süreçleri ya da sonuçları yüzeysel olarak ortaya çıkarmaktadır (Schumpeter & Backhaus, 2003: 67-68).

Neoklasik büyümenin en önemli temsilcisi Solow (1956)’un büyüme modelinde teknolojik değişim, büyük bir rol oynamaktadır. Bu model Harrod-Domar modelinin genişletilmiş halidir. Harrod-Domar modelinde, uzun vadede bile ekonomik büyüme en iyi ihtimalle bıçak sırtında dengelenmektedir. Tasarruf oranı, sermaye-çıktı oranı, işgücü artış oranı gibi kilit parametreler çok az kayacak olsaydı, sonuç ya artan işsizlik ya da uzun süreli enflasyon olurdu. Kritik denge sorunu, teknolojik değişimin yokluğunda işgücü artışına bağlı olan doğal büyüme oranı ile hane halkı ve firmaların tasarruf ve yatırım alışkanlıklarına bağlı olan büyüme oranı arasında bir karşılaştırmaya indirgenir. Harrod-Domar modelinin dikkate değer bir özelliği, olağan kısa vadeli araçlarla uzun vadeli sorunları sürekli olarak incelemesidir. Bu model, sabit oranlar varsayımı hariç tüm Harrod-Domar varsayımlarını kabul eden bir büyüme modelidir. Standart neoklasik koşullar altında tek bir bileşik metanın emek ve sermaye tarafından üretildiği varsayılmaktadır. Model dışsal olarak verimli bir işgücü artış hızına uyarlanmıştır. Faize karşı fiyat-ücret tepkileri bu neoklasik uyum sürecinde önemli bir rol oynar. Öte yandan modelde teknolojik değişime izin verilmiştir (Solow, 1956: 65-66). Arrow (1961) modelinde Solow (1956) modeline ek olarak bilginin zaman içinde büyüdüğü gerçeği göz önüne alınmaktadır. Arrow (1961) büyüme literatüründe önemli bir yere sahip olan yaparak öğrenme kavramını modele dahil etmiştir.

Bilginin edinilmesi genellikle “öğrenme” olarak adlandırılır. Teknolojik değişim, içinde çalıştığımız çevre hakkında geniş ve uzun süreli bir öğrenme süreci ve zaman içinde performansta meydana gelen iyileşmedir. Öğrenme deneyimin ürünüdür. Öğrenme ancak bir problemi çözmeye girişimi ile gerçekleşebilir ve bu nedenle sadece yaparak öğrenme ile gerçekleştirilir. Klasiklere göre öğrenme deneylerinin çoğunda problemin tekrarı söz konusudur. Bu sebeple bilginin azalan getirilere tabi olduğu varsayımı vardır. Oysa bu davranışların yalnızca tekrardan ziyade sürekli olarak evrim geçirmesi gerekir (Arrow, 1961: 2-3).

Neoklasik büyüme modellerinden sonra Romer (1986), Lucas (1988) ve Barro (1990)’nun içsel büyüme modelleri, literatüre yön vermektedir. İçsel büyüme modellerinde beşerî sermaye kavramına büyük önem verilmiştir. Romer (1986)’in modelinde bilgi, artan marjinal verimliliğe sahip bir girdidir. Esasen, içsel teknolojik değişime sahip rekabetçi bir denge ve uzun dönemli bir büyüme modelidir. Azalan getirilere dayalı modellerin aksine, büyüme oranları zaman içinde artabilir. Büyük ülkeler her zaman küçük ülkelere göre daha hızlı büyüebilir. Bilgi dışındaki faktörlerin arzı sabittir. Bu, fiziksel sermayenin, emeğin ve nüfusun büyüklüğünün sabit tutulduğu anlamına gelir. Bu modelin önemli ayırt edici özelliği, kişi başına gelirdeki sınırsız büyüme için nüfus artışının gerekli olmamasıdır. Fiziksel sermaye birikimine izin vermek daha ilgi çekici olacaktır (Romer, 1986: 1002, 1019).

Lucas (1988)’in içsel büyüme modeli, neoklasik büyüme teorilerinin üzerine inşa edilmiştir. Neoklasik modelde; rekabetçi piyasa, rasyonel beklentiler ve sabit getirili teknolojinin olduğu kapalı bir ekonomi vardır. Üretimin, sermaye ve emek girdileriyle birlikte teknolojiye bağlı olduğu varsayılmaktadır. Teknik değişim oranı ise modelde dışsal faktör olarak ele alınmıştır (Lucas, 1988: 6-8). Büyümenin kaynağı olarak teknolojiye önemli bir rol verilmektedir. Ancak teknoloji seviyesi ve değişim hızı bakımından ülkeler arasındaki farklılıklar göz önünde bulundurulmamıştır (Lucas, 1988: 15). Bu modelde iki tür sermaye değişkeni vardır. Biri, neoklasik teoride olduğu gibi teknoloji altında üretimde biriken ve kullanılan fiziksel sermayeyken diğeri ise verimliliği (veya hem emeği hem de fiziksel sermayeyi) artıran beşerî sermayedir. Beşerî sermaye, birikmektedir. Fiziksel sermayenin marjinal ürünü sabittir. Başlangıçta yoksul olan ekonomilerin uzun dönemli gelir artış oranları, zengin olan ekonomilerininkiyle aynı olmasına rağmen görece olarak yoksullaşacaktır. Otarşik olarak işleyen bu tür ekonomilerden oluşan bir dünyada, ülkeler tek tip büyüme oranları sergileyecek ve zaman içinde mükemmel bir şekilde istikrarlı gelir ve servet dağılımı sağlanacaktır (Lucas, 1988: 39). Barro (1990)’nun içsel büyüme modelinde ise kamu sektörü basit ve sabit getirili bir ekonomik büyüme modeline dahil edilmiştir. İçsel büyüme modelleri üretimi veya faydayı etkileyen vergiyle finanse edilen devlet hizmetlerini içerecek şekilde genişletilmiştir. Büyüme ve tasarruf oranları, hizmet gibi harcamalardaki artış ile birlikte düşmektedir. Bu iki oran başlangıçta üretken hükümet harcamaları ile yükselir. Ancak daha sonra düşer. Bilgi yayılımını veya diğer dışsallıkları yansıtın sosyal getiriler, sabit veya artan oranlı olabilir (Barro, 1990: 103-104).

İçsel büyüme modellerinden sonra Grossman & Helpman (1989), Romer (1990) ve Aghion & Howitt (1992) ayrı bir teknoloji üreten sektörün olduğu doğrudan teknolojik büyümeyle dayalı modeller inşa etmişlerdir. Bu modellerde eksik rekabet piyasası koşulları dikkate alınmıştır. Romer (1990)’in modelinde üç temel argüman vardır. Bunlardan ilki, hammaddeler ile ilgili teknolojik değişimin iyileştirilmesi, ekonomik büyümenin merkezinde yatmakta olduğundan teknolojik değişim, sermaye birikimi için teşvik sağlar. Sermaye birikimi ve teknolojik değişim, çalışılan saat başına çıktıdaki artışa neden olan unsurlardır. İkincisi, teknolojik değişimin büyük ölçüde piyasa teşviklerine yanıt veren kişiler tarafından alınan kasıtlı eylemler olmasıdır. Bu nedenle model, dışsal teknolojik değişimden ziyade içseldir. Üçüncü ve en temel argümana göre hammaddeler ile çalışma, diğer ekonomik mallarla çalışmaktan farklıdır. Çünkü yeni bir süreç oluşturmanın maliyeti, hiçbir ek maliyet olmaksızın tekrar kullanılabilir. Yani, sabit maliyet vardır. Bu özellik teknolojinin belirleyici özelliğidir (Romer, 1990: 72). Burada oluşturulan model için hesaplanan dengenin en ilginç özelliği piyasa büyüklüğündeki artışların, sadece gelir ve refah düzeyi üzerinde değil aynı zamanda büyüme üzerinde de etkiler yaratmasıdır. Geniş bir piyasa, daha fazla araştırmaya yol açar ve daha hızlı bir büyümeyi teşvik eder. Nüfus, pazar büyüklüğünün doğru ölçütü değildir. Beşerî sermaye stokundaki büyüme hızı artmaktadır. Ancak bu, işgücünün ve nüfusun toplam büyüklüğüne bağlı değildir. Günümüzün en fakir ülkelerinde beşerî sermaye stoku çok düşükse büyüme hiç gerçekleşmeyebilir (Romer, 1990: 73).

Grossman & Helpman (1989)’a göre yalnızca sermaye yatırımı içeren modeller, uzun vadeli büyümenin analizi için uygun değildir. Büyüme ile ilgili araştırmalar gösteriyor ki sermaye/emek oranındaki artışlar geçen yüzyılın kişi başına gelirinin büyümesinde pek de önemli bir etkiye sahip değildir. Profesyonel görüş ve sağduyu tarafından bu etkilerin çoğu teknolojideki gelişmelere atfedilmektedir. Modelde birincil kaynaklar ve daha önce birikmiş bilgileri kullanarak yeni ürünler için tasarımlar üreten bir AR-GE sektörü, oligopolistik üreticiler tarafından farklılaştırılmış ürünlerin üretildiği bir ara malı sektörü ve her ülkeye özgü emek ve ara girdileri kullanarak nihai çıktı üreten bir tüketim malları sektörü vardır. AR-GE’ye ayrılan kaynaklar, zaman içinde nihai ürünlerin üretiminde üretkenliğe olduğu kadar bilimsel ve mühendislik bilgi stokuna da katkıda bulunur (Grossman & Helpman, 1989: 1-3). Yenilikçiler, ticari değeri olan bir şeyi keşfetme umuduyla kaynaklara yatırım yapmaktadır. Bunun neticesinde kâr elde etmeyi ummaktadırlar. Neoklasik büyüme modelindeki tüm firmaların tam rekabet ortamında fiyat alıcı olarak hareket ettiği varsayımı, burada geçerli değildir. Firmalar AR-GE harcamaları için katlandıkları maliyetleri geri kazanabilmeleri için ürünlerini birim üretim maliyetlerini aşan fiyatlarla satmalıdırlar. Başka bir deyişle ürün pazarlarında eksik rekabet koşulları geçerlidir (Grossman & Helpman, 1994: 32). Aghion & Howitt (1992) modelinde ise yenilik süreci, yaratıcı yıkım yoluyla basit bir büyüme modeli üzerine inşa edilmiştir. Temelde Schumpeter’in teorisine dayanmaktadır. Rekabetçi bir araştırma sektörü tarafından üretilen dikey yeniliklerin büyümenin temel sebebini oluşturduğu bir model geliştirilmiştir. Denge, herhangi bir dönemdeki araştırma miktarının bir sonraki dönemde beklenen araştırma miktarına bağlı olduğu ileriye dönük bir fark denklemi ile belirlenir. Bu zamanlar arası ilişkinin kaynağı, yaratıcı yıkımdır. Yani,

gelecek için daha fazla araştırma beklentisi, mevcut araştırma tarafından yaratılan rantları tehdit ederek mevcut araştırmayı caydırmaktadır (Aghion & Howitt, 1992: 323).

### 3. Literatür Taraması

Yenilik ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi inceleyen ampirik çalışmaların öne çıkan birkaç özelliği bulunmaktadır. İlk olarak bu çalışmaların örnekleme, büyük oranda geniş OECD ülkeleri, Avrupa Birliği ülkeleri ya da yüksek gelirli gelişmiş ülkelerden oluşmaktadır. İkinci özellik yenilik değişkeni olarak AR-GE harcamaları ve patent sayısının yaygınca kullanılmasıdır. Literatürde bu iki değişkenin dışında kullanılan yenilikçi firma sayısı, teknoloji ihracatı ve araştırmacı istihdamı gibi başka yenilik göstergelerinin kullanıldığı çalışmalar da bulunmaktadır. Üçüncüsü veri kısıtı nedeniyle çoğunlukla panel veri analiziyle yapılan çalışmalar olmasıdır. Dördüncüsü olarak iki değişken arasındaki ilişkiden ziyade yeniliğin ekonomik büyüme üzerindeki etkisine odaklanmalarıdır. Literatür taraması belirtilen dört özellik çerçevesinde sınıflandırılmıştır.

OECD ülkeleri üzerine yapılan panel veri çalışmalarında AR-GE'nin ekonomik büyüme üzerindeki etkisinin pozitif olduğu sonucu yaygın olarak görülmektedir (Griffith vd., 2004; Guellec & Van Pottelsberghe, 2004; Falk, 2007; Eid, 2012; Altıntaş & Mercan, 2015; Işık & Kılınc, 2016). Bununla birlikte Sadraoui & Zina (2009)'nın büyük oranda OECD ülkelerini içeren çalışmasında da benzer sonuca ulaşılmıştır. Ayrıca Alene (2010)'nin 52 Afrika ülkesi; Göçer (2013)'in 11 Asya ülkesi için yaptığı panel veri çalışmaları da pozitif etkiyi göstermektedir. Goel & Ram (1994) ise diğer çalışmalara göre daha heterojen 52 ülke (18 gelişmiş ülke ve 34 gelişmekte olan ülke) için AR-GE'nin ekonomik büyüme üzerinde pozitif etkisi olduğu sonucuna ulaşmıştır. Panel eşbütünleşme analiziyle konuyu ele alan Gülmez & Yardımcıoğlu (2012)'na göre AR-GE ve ekonomik büyüme değişkenleri arasında iki yönlü nedensellik vardır. Zaman serisi analizlerinde de AR-GE harcamaları ve ekonomik büyüme arasında nedensellik ilişkisi olduğunu gösteren çalışmalar bulunmaktadır (Wu & Zhuo, 2007; Altın & Kaya, 2009).

AR-GE'nin ekonomik büyüme üzerindeki etkisine ilişkin farklı sonuçlar elde eden panel veri çalışmaları da bulunmaktadır. Sylwester (2001) ve Bernier & Plouffe (2019)'nin çalışmasından elde edilen bulgulara göre OECD ülkeleri için AR-GE harcamalarından ekonomik büyümeye doğru herhangi bir etki yoktur. Güneş (2019), OECD ülkelerinde ekonomik büyümeyen AR-GE harcamalarına doğru tek yönlü nedensel ilişki olduğunu, buna karşılık AR-GE harcamalarından ekonomik büyümeye doğru ise herhangi bir ilişki bulunmadığını belirtmektedir. Inekwe (2014)'ye göre değişkenler arasındaki ilişki, üst-orta gelirli ekonomiler için pozitifken düşük gelirli ekonomiler için önemsizdir.

Literatürde patent sayısı ve patent başvuru sayısı, yenilik göstergesi olarak ele alınan diğer değişkenlerdir. Panel veri analiziyle konuyu ele alan Galindo & Mendez (2013), 13 gelişmiş ülkede; Hasan & Tucci (2010), gelişmiş ve gelişmekte olan 58 ülkede patent sayısındaki artışların ekonomik büyümeyi artırdığı sonucuna ulaşmıştır. Ayrıca Çin'deki eyaletler üzerinden konuyu ele alan Jian vd. (2020), 31 eyalet için patent sayısındaki artışın

ekonomik büyümeyi pozitif olarak etkilediğini bulmuştur. Diğer yandan Bucci vd. (2021), OECD ülkelerinde 72 sektör için ve Kesbiç & Şimşek (2020), 33 OECD ülkesi için patent başvurularının ekonomik büyümeyi pozitif olarak etkilediği sonucuna ulaşmıştır. Benzer şekilde Maradana vd. (2019), Avrupa Ekonomik Alanı ülkeleri için patent başvuru sayısı ve ekonomik büyüme arasında çift yönlü nedensellik tespit etmiştir. Zaman serisi analizine dayanan çalışmasında Yang (2006), patent sayısındaki artışın ekonomik büyümeyi pozitif olarak etkilediğini tespit ederken Barış (2018), değişkenler arasında herhangi bir ilişki olmadığını belirtmektedir.

Pece vd. (2015) ve Gülmez & Akpolat (2014) tarafından panel veri analiziyle Avrupa ülkeleri üzerine yapılan çalışmalarda hem AR-GE harcamaları hem de patent sayılarının ekonomik büyüme üzerine etkisi pozitiftir. Benzer şekilde Dam & Yıldız (2016)’ın, BRICS-TM ülkeleri üzerine panel veri analizine dayanan çalışmasında ve Özden & Uysal (2020)’ın, Türkiye için 1990-2017 dönemini ele alan zaman serisi çalışmasında AR-GE harcamaları ve patent sayısının ekonomik büyüme üzerindeki etkisi pozitiftir. Kacprzyk & Doryn (2015) çalışmasında AR-GE harcamalarının ekonomik büyüme üzerinde önemli bir etkisinin olmadığını, mevcut ve kümülatif patent faaliyetlerinin AB-13 alt örneğinde ve bir bütün olarak A-28 örneğinde ekonomik büyümeyi belirlediğini göstermektedir.

Pradhan vd. (2018a), yenilik endeksi oluşturarak konuyu ele almıştır. Panel veri analizi kullanılarak yapılan çalışma, 49 Avrupa ülkesinin 1961-2014 dönemini kapsamaktadır. Modelde yer alan yenilik endeksi; yerleşik olanlar tarafından alınan patentler, yerleşik olmayanlar tarafından alınan patentler, toplam patent sayısı, AR-GE harcamalarının GSYH içindeki payı, araştırmacı sayısı, yüksek teknoloji ihracatı, bilimsel ve teknik dergi makaleleri gibi çeşitli yenilik göstergelerinden oluşmaktadır. Çalışmanın sonuçlarına göre yenilik ve ekonomik büyüme arasında nedensellik ilişkisi vardır. Benzer yenilik endeksiyle Pradhan vd. (2018b) tarafından 23 Avrupa ülkesi için ve Pradhan vd. (2020) tarafından Avrupa Birliği için yapılan çalışmalarda da benzer sonuçlara ulaşılmıştır.

AR-GE harcamaları ve patent sayısı dışındaki yenilik değişkenleriyle analiz yapan ampirik çalışmaların özeti Tablo 1’de yer almaktadır.

**Tablo: 1**  
**Farklı Yenilik Değişkenleri Kullanan Ampirik Çalışmalar**

Çalışma	Yöntem / Örneklem / Dönem	Bulgular
Pala (2019)	Panel Eşbütünleşme Yöntemi / 25 Ülke / 1996-2016	İran, Meksika, Tunus ve Özbekistan’da araştırmacı sayısının ekonomik büyüme üzerinde etkisi negatifken Ukrayna, Türkiye, Rusya ve Çin’de pozitif etkiye sahiptir. Çin, Mısır, İran, Moldova, Panama, Sırbistan ve Özbekistan’da AR-GE harcamalarının ekonomik büyüme üzerinde etkisi negatif ve anlamlıdır.
Ulku (2004)	Panel Veri Analizi (GMM) / 20 OECD ülkesi ve 10 OECD dışı ülke / 1981-1997	AR-GE stokunun yenilik üzerindeki etkisinin yalnızca büyük pazarlara sahip OECD ülkelerinde önemli olduğu tespit edilmiştir. Patent stoku ve patent açıkları hem OECD ülkelerinde hem de OECD dışı ülkelere kişi başına GSYH üzerinde pozitif etkiye sahiptir.
Andergassen & Nardini (2005)	OLS / OECD Ülkeleri / 1960-1990	AR-GE firmalarının sayısının ele alındığı çalışmada büyümenin inovasyon dalgaları (yayılma etkisi) aracılığıyla gerçekleştiği belirlenmiştir.
Moutinho vd. (2015)	Yapısal Eşitlik Modeli / 34 OECD ülkesindeki 396 bölge ve 18 Avrupa ülkesindeki 158 bölge	Kurumsal AR-GE, devlet AR-GE yatırımı, teknolojik kapasite, bilgi yoğunluğu, üniversite AR-GE istihdamı ve devlet AR-GE istihdamının ekonomik büyüme üzerindeki etkisi pozitiftir.



Işık & Kılınç (2016)	Panel Eşbütünleşme Analizi / Bazı seçilmiş ülkeler / 1990-2011	Elektrik sektöründeki teknoloji ihracatı ve ekonomik büyüme arasında hem kısa hem uzun dönemli ilişki vardır.
Fan vd. (2017)	Havuzlanmış OLS / Çin’de borsaya kayıtlı 415 şirket / 2012-2014	Devlet desteği, teknik çalışan oranı ve teknik varlık oranı gibi inovasyon unsurları, ekonomik büyümeyi anlamlı ve pozitif olarak etkilerken çalışanların oranı, eğitim durumu, AR-GE yoğunluğu gibi diğer inovasyon unsurlarının ekonomik büyüme üzerinde önemli bir etkisi bulunamamıştır.
Oğuztürk vd. (2017)	Johansen Eşbütünleşme ve Granger Nedensellik / Güney Kore / 1884-2015	Marka, faydalı model, AR-GE, tasarım değişkenleri arasında tek yönlü bir nedensellik ilişkisinin olduğu belirlenmiştir.
Adak (2015)	OLS / Türkiye / 1981-2013	Teknolojik ilerleme (elektronik cihaz ithalatı ve makine ithalatı) ve yeniliğin (toplam patent başvuruları) ekonomik büyüme üzerinde pozitif bir etkisi vardır.
Sungur vd. (2016)	Engle-Granger eşbütünleşme ve Hatemi-J Asimetrik Nedensellik Testi / Türkiye / 1990-2013	Araştırmacı sayısından ekonomik büyümeye doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir.
Xiong vd. (2020)	Panel Veri Analizi / Çin’deki 31 şehir / 1998-2013	AR-GE girdisi ve AR-GE çıktısıyla ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin farklı bölge ve sektörler için değiştiği, pozitif etkilerin ise özel sektörlerden kaynaklandığı belirlenmiştir.

#### 4. Yöntem

Çalışmada yenilik ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi incelemek için panel veri analizi kullanılmıştır. Panel veri analizleri, yatay kesit bağımlılık testleriyle başlamaktadır. Birimler arasında yatay kesit bağımlılığının olması, bir birimde meydana gelen şokun tüm birimleri etkilemesi anlamına gelmektedir. Dikkate alınmaması durumunda yatay kesit bağımlılık, sapmalı sonuçlara ve dolayısıyla hatalı yorumlara yol açmaktadır. Öte yandan kullanılacak panel birim kök testleri, panel eşbütünleşme testleri ve uygun tahmincinin seçimi yatay kesit bağımlılık testinin sonucuna göre belirlenmektedir.

Seriler arasındaki yatay kesit bağımlılığın tespiti için  $N>T$  durumunda Pesaran (2004) scaled LM ve Pesaran (2004) CD testleri kullanılmaktadır. Boş hipotezin reddedilmesi, birimler arasında yatay kesit bağımlılığının olduğu anlamına gelir. Bu durumda ikinci nesil birim kök testlerinin kullanılması gerekmektedir. Yatay kesit bağımlılığı dikkate alan ikinci nesil birim kök testi olan Pesaran (2007) CIPS birim kök testinde boş hipotezin reddedilmesi, birim kökün olmadığı ve serilerin durağan olduğu anlamına gelir.

Düzyeyle durağan olmayan serilerin doğrusal bileşimleri durağan olabildiği için aralarındaki uzun dönemli ilişkiyi incelemek gerekir. Bu ilişkinin tespiti, panel eşbütünleşme testleri ile yapılmaktadır. Bu testlerin seçimine karar verirken de yatay kesit bağımlılık önemlidir. İkinci nesil eşbütünleşme testi olan Westerlund (2007), yatay kesit bağımlılığı dikkate almaktadır. Belirtilen eşbütünleşme testi, koşullu bir hata düzeltme modelinde hata düzeltme teriminin sıfıra eşit olup olmadığı sonucunu ortaya koyarak sıfır hipotezini test etmektedir. Bu test, diğer eşbütünleşme testlerine kıyasla daha güçlü sonuçlar vermektedir. Boş hipotezin reddedilmesi, eşbütünleşme ilişkisinin olduğu anlamına gelir.

Değişkenler arasında nedensellik ilişkisini tespit etmek amacıyla Dumitrescu & Hurlin (2012) panel nedensellik analizi yapılmaktadır. Belirtilen nedensellik testi, birkaç nedenle diğer nedensellik testlerine göre tercih edilmektedir. Paneli oluşturan ülkeler arasındaki hem yatay kesit bağımlılığı hem de heterojenliği göz önünde bulundurmaktadır. Bununla birlikte  $N>T$  durumunda da kullanılabilir. Ayrıca hem dengeli hem de

denge panel veri setlerinde etkin sonuçlar verebilmektedir. Boş hipotezin reddedilmesi, değişkenler arasında nedensellik ilişkisinin olduğu anlamına gelir.

Panel eşbütünlüşme tahmini yapmadan önce modellerdeki eğim katsayılarının homojen veya heterojen yapıya sahip olup olmadığını test etmek gerekmektedir. Tüm eğim katsayıları aynı değere sahip ise homojendir, aksi halde heterojendir. Homojenlik/heterojenlik durumunu belirlemek için Pesaran & Yamagato (2008) testi kullanılmaktadır. Pesaran & Yamagato (2008) testi, hem  $N > T$  hem de  $T > N$  durumunda uygulanabilmektedir. Ayrıca dengeli ve dengesiz panellerin her ikisinde de kullanılabilir. Boş hipotezin reddedilmesi, eğim katsayılarının heterojen olduğu yani tüm eğim katsayılarının aynı değere sahip olmadığı anlamına gelir.

Yatay kesit bağımlılığı ve eğim katsayılarının heterojenliğini dikkate alan Eberhardt & Bond (2009) tarafından geliştirilen Genişletilmiş Ortalama Grup (AMG - Augmented Mean Group) tahmincisi panel grupları arasındaki gözlenebilen ve gözlenemeyen etmenlerin farklılıklarını yanı sıra zaman serisi özelliklerini de dikkate alır. Serilerin birinci farklarda durağan olması durumunda kullanılan AMG tahmincisi, paneli oluşturan ülkelere ve panelin geneline ait eşbütünlüşme katsayılarını hesaplayabilmektedir. Belirtilen tahminci serilerdeki ortak faktörleri göz önünde bulundurmada ve açıklayıcı değişken ile hata terimleri arasında korelasyon olduğunu gösteren içsellik probleminin varlığında da güçlü sonuçlar vermektedir. Paneldeki her bir ülkenin katsayılarının ortalaması alınarak hesaplanmaktadır. Ayrıca eşbütünlüşme katsayılarının aritmetik ortalamasını ağırlıklandırarak tahmin yaptığı için diğer katsayı tahmin yöntemlerine göre daha etkilidir.

## 5. Model, Veri ve Beklentiler

Çalışmada kullanılan modeller, Romer (1990:80)'in üretim fonksiyonunu esas alan ve doğrudan teknolojik büyümeye dayalı AR-GE modelinden yola çıkılarak oluşturulmuştur.

$$Y(H_Y, L, x) = H_Y^\alpha L^\beta \sum_{i=1}^{\infty} x_i^{1-\alpha-\beta} \quad (1)$$

Modelde  $Y$ , nihai çıktıyı;  $L$ , fiziksel emeği;  $H_Y$ , nihai çıktıya ayrılmış beşerî sermaye ve fiziksel sermayeyi;  $X$ , nihai çıktı üreten bir firma tarafından kullanılan girdi listesini gösterir. Modelde birkaç basitleştirici varsayım vardır. İlki hem nüfus hem de işgücü arzının; ikincisi, nüfustaki toplam beşerî sermaye stokunun ve piyasaya arz edilen kısmının sabit olmasıdır. Bu nedenle  $L$  ve  $H$  faktörlerinin arzı, sabittir.  $H$ 'nin sabit olduğu varsayımı, insanların sınırlı yaşama sahip olmasıdır. Sermayenin terk edilmiş çıktı olarak biriktirilebileceğini varsaymak sermaye mallarının nihai çıktı sektörü ile aynı teknolojiye sahip ayrı bir sektörde üretildiğini varsaymakla eşdeğerdir. Ayrıca araştırmanın görece beşerî sermaye ve bilgi yoğun olduğu yönündeki makul iddia, yeni fikirler veya bilgiler üretmek için yalnızca bilginin ve beşerî sermayenin kullanıldığı aşırı bir durumdur. (Romer, 1990: 79-80).

Eğer araştırmacı bir miktar beşerî sermayeye sahipse  $H^J$  ve önceki fikirlerde ima edilen toplam bilgi stokunun ( $A^J$ ) bir kısmına erişimi varsa araştırmacı (J) tarafından yeni fikirlerin üretim oranı  $\delta H^J A^J$  olacaktır.  $\delta$  bir verimlilik parametresidir. Burada araştırmaya katılan birinin tüm bilgi stokuna özgürce erişebileceği fikri vardır. Bu mümkündür çünkü bilgi rakipsiz bir girdidir. Tüm araştırmacılar aynı anda A'dan yararlanabilir. Araştırmacı j'nin çıktısı  $\delta H^J A^J$  dir. Araştırmacı tüm insanları toplarsak toplam fikir stoku aşağıdaki gibi olur (Romer, 1990: 83);

$$\dot{A} = \delta H_A A. \quad (2)$$

Burada  $H_A$  araştırma sektörüne ayrılan beşerî sermaye stokunu gösterir. Denklemin iki önemli varsayımı vardır. İlki, araştırmaya daha fazla beşerî sermaye ayrılmasının yeni fikirlerin daha yüksek oranda üretilmesine yol açması; ikincisi, toplam fikir ve bilgi stoku ne kadar büyükse araştırma sektöründe çalışan bir mühendisin üretkenliğinin de o kadar yüksek olacağıdır. Bu varsayımına göre bugün çalışan bir üniversite mezunu bir mühendis ile 100 yıl önce çalışan mühendis, aynı insan sermayesine sahiptir. Bugün çalışan mühendis daha üretkendir. Çünkü biriken daha geniş bilgi birikiminden yararlanma imkânı vardır. Modeldeki bir diğer önemli varsayım, bilginin üretime iki farklı yoldan girmesidir. Yeni bir fikir, çıktı üretmek için kullanılacak yeni bir malın üretilmesini sağlar. Bu durum, aynı zamanda toplam bilgi stokunu ve dolayısıyla araştırma sektöründeki beşerî sermayenin üretkenliğini de artırır. (Romer, 1990: 83-84).

Romer (1990)'in çalışmasından yola çıkılarak bu çalışmada, üretim fonksiyonunu temsilen sermaye (sabit sermaye oluşumu) ve emek (toplam iş gücü) değişkenleri yer almaktadır. Yine Romer (1990)'in modelinde önemli bir rol oynayan beşerî sermaye ve AR-GE harcamaları da bu çalışmadaki modellere dahil edilmiştir. Çalışmada kullanılan modellere ilişkin denklemler, aşağıda yer almaktadır.

$$\text{Model 1 } \ln Y_{it} = \alpha_{it} + \beta_1 \ln PA_{it} + \beta_2 RD_{it} + \beta_3 HCI_{it} + \beta_4 GFC_{it} + \beta_5 \ln LF_{it} + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

$$\text{Model 2 } \ln Y_{it} = \alpha_{it} + \beta_1 \ln PCT_{it} + \beta_2 RD_{it} + \beta_3 HCI_{it} + \beta_4 GFC_{it} + \beta_5 \ln LF_{it} + \varepsilon_{it} \quad (4)$$

$$\text{Model 3 } \ln Y_{it} = \alpha_{it} + \beta_1 CII_{it} + \beta_2 SSO_{it} + \beta_3 \ln LF_{it} + \varepsilon_{it} \quad (5)$$

$$\text{Model 4 } \ln PA_{it} = \alpha_{it} + \beta_1 \ln Y_{it} + \beta_2 RD_{it} + \beta_3 HCI_{it} + \beta_4 GFC_{it} + \beta_5 \ln LF_{it} + \varepsilon_{it} \quad (6)$$

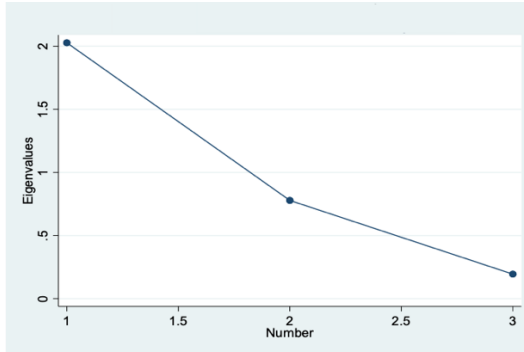
$$\text{Model 5 } \ln PCT_{it} = \alpha_{it} + \beta_1 \ln Y_{it} + \beta_2 RD_{it} + \beta_3 HCI_{it} + \beta_4 GFC_{it} + \beta_5 \ln LF_{it} + \varepsilon_{it} \quad (7)$$

$$\text{Model 6 } CII_{it} = \alpha_{it} + \beta_1 \ln Y_{it} + \beta_2 GFC_{it} + \beta_3 \ln LF_{it} + \varepsilon_{it} \quad (8)$$

(1), (2) ve (3) numaralı modellerdeki bağımlı değişken olan Y, kişi başına gayrisafi yurtiçi hasılayı ifade etmektedir. (4), (5) ve (6) numaralı modellerdeki bağımlı değişkenler sırasıyla patent başvurularının sayısı (PA), uluslararası patent sınıflandırmasına göre patent iş birliği anlaşması belge sayısı (PCT) ve birleşik yenilik endeksi (CII) değişkenleridir. Modeldeki diğer değişkenler ise AR-GE harcamaları (RD), beşerî sermaye (HC), sabit sermaye oluşumu (GFC) ve toplam işgücü (LF) değişkenleridir. CII değişkeni temel bileşenler analizinden yararlanılarak PA, PCT ve RD değişkenlerinden oluşturulmuştur. Bu

değişkenler arasındaki ilişkinin önemli olup olmadığını ve verilerin temel bileşenler analizine uygun olup olmadığını ölçmek için yapılan Kaiser-Meyer-Olkin testi, 0,5554 olarak elde edilmiştir. Test değeri  $0,5554 > 0,50$  olduğu için veri seti temel bileşenler analizi için uygundur. Değişkenlerin yük değeri verdiği bileşenlere ait özdeğerlerin (eigenvalue) incelenmesi amacıyla yamaç-eğim grafiği, Şekil 1’de yer almaktadır.

**Şekil: 1**  
**Yamaç-Eğim Grafiği (Scree Plot)**



Temel bileşenler analizi sonucunda Tablo 2’de özdeğerler ve değişkenlerin bileşenlere verdikleri yük değerinin, varyans açıklama yüzdeleri yer almaktadır. Bulgulara göre özdeğer vektörlerinin işaretleri, birinci temel bileşenlerde PA, PCT ve RD değişkenleri için pozitif olduğu görülmektedir. Birinci temel bileşenler, veri setindeki toplam varyansı yaklaşık olarak %67,57 oranında açıklamaktadır.

**Tablo: 2**  
**Özdeğerler, Özdeğer Vektörleri ve Bileşen Varyans Açıklama Yüzdeleri**

Temel Bileşenler	1	2	3
Özdeğerler	2,2724	0,778435	0,194326
Varyans açıklama yüzdesi (toplam)	67,57	25,95	6,48
Özdeğer Vektörleri			
PA	0,6235	-0,3991	0,6722
PCT	0,6525	-0,2079	-0,7287
RD	0,4306	0,8930	0,1308

Not: Bulgulara göre birinci bileşen yük değeri kullanılarak oluşturulan birleşik yenilik endeksine ilişkin denklem şu şekilde gibidir:  $CII = PA(0,6235) + PCT(0,6525) + RD(0,4306)$ .

CII değişkeni, RD değişkenini içerdiğinden bu iki değişken, içsellik problemine neden olmaması için aynı modelde kullanılmamıştır. Modellerdeki katsayılar, detaylı listesi Ek-1’de verilen gelişmiş ve gelişmekte olan 36 ülke için 1996-2018 dönemine ait verilerle tahmin edilmiştir. Modeller tahmininde dengeli panel veri kullanılmıştır. Ayrıca değişkenlere ilişkin tanımlar, veri kaynakları ve katsayılarla ilişkin beklenen işaretler, Tablo 3’te yer almaktadır.

**Tablo: 3**  
**Açıklayıcı Değişkenlerin Tanımları ve Kaynakları**

Değişkenler	Tanım / Kaynak	Beklenen İşaretler
lnPA	Ülkelerdeki yerleşik olanların ve yerleşik olmayanların yapmış olduğu toplam patent başvuru sayısının logaritması / Dünya Bankası	+
lnPCT	Uluslararası patent sınıflandırmasına göre patent iş birliği anlaşması belge sayısının logaritması / Dünya Fikri Mülkiyet Örgütü	+
CII	PA, PCT ve RD değişkenlerinden temel bileşenler analiziyle oluşturulan birleşik yenilik endeksi	+
lnY	Kişi başına GSYH'nin logaritması / Dünya Bankası	+
RD	AR-GE harcamalarının GSYH içindeki payı / Dünya Bankası	+
HCI	Beşeri sermaye endeksi / Penn World Table	+
GFC	Brüt sabit sermaye oluşumunun GSYH içindeki payı / Dünya Bankası	+/-
lnLF	Toplam işgücünün (+15) logaritması / Dünya Bankası	+/-

## 6. Ampirik Sonuçlar

Yatay kesit bağımlılık testi sonuçları, Tablo 4'te yer almaktadır. Hem Pesaran LM testi hem de Pesaran CD testi sonuçlarına göre değişkenlere ait olasılık değerleri, 0,05'ten küçük olduğu için boş hipotez reddedilir. Bu durum serilerde yatay kesit bağımlılığın olduğunu göstermektedir.

**Tablo: 4**  
**Yatay Kesit Bağımlılık Testi**

Değişkenler	Pesaran LM Testi	Pesaran CD Testi
lnY	312,931 (0,000)	106,71 (0,000)
lnPA	125,230 (0,000)	0,854 (0,393)
lnPCT	225,638 (0,000)	90,751 (0,000)
CII	132,537 (0,000)	56,493 (0,000)
RD	97,914 (0,000)	40,794 (0,000)
HCI	366,923 (0,000)	116,927 (0,000)
GFC	81,930 (0,000)	14,828 (0,000)
lnLF	241,791 (0,000)	34,685 (0,000)

Not: Parantez içindeki değerler olasılık değerini vermektedir.

Yatay kesit bağımlılığın olması sebebiyle ikinci nesil birim kök testi olan CIPS uygulanmıştır. Tablo 5'te verilen CIPS birim kök testi sonuçlarına göre değişkenlerin düzeyde durağan olmadıkları, farkı alınan serilerin birinci farklarda durağan olduğu görülmektedir.

**Tablo: 5**  
**CIPS Birim Kök Testi**

Değişkenler	Düzeyde		Birinci Farklarda	
	Z (t-bar)	P- değeri	Z (t-bar)	P- değeri
lnY	-1,238	0,108	-4,667	0,000
lnPA	-0,689	0,245	-5,136	0,000
lnPCT	-0,740	0,230	-3,117	0,001
CII	0,352	0,637	-6,274	0,000
RD	0,734	0,768	-2,613	0,004
HCI	-1,041	0,149	-2,745	0,003
GFC	1,513	0,935	-3,686	0,000
lnLF	1,260	0,896	-5,768	0,000

Birinci farklarda durağan olan seriler arasındaki uzun dönemli ilişkiyi tespit etmek için kullanılan Westerlund (2007) eşbütünleşme testi sonuçları, Tablo 6'da yer almaktadır. Tablodaki bulgulara göre eşbütünleşme testi sonuçları, %5 düzeyinde istatistiksel olarak

anlamlıdır. Bu bulgu, ekonomik büyümenin bağımlı değişken olduğu (1), (2) ve (3) numaralı modellerde ve yenilik göstergelerinin ayrı ayrı bağımlı değişken olduğu (4), (5) ve (6) numaralı modellerde değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisinin var olduğunu göstermektedir.

**Tablo: 6**  
**Westerlund (2007) Eşbütünleşme Testi**

Modeller	Bağımlı Değişken	Açıklayıcı Değişken	İstatistik Değeri	Olasılık Değeri
Model 1	lnY	lnPA	-1.574	0.057
Model 2		lnPCT	-1.473	0.070
Model 3		CII	3.438	0.000
Model 4	lnPA	lnY	-2.733	0.003
Model 5	lnPCT		-2.648	0.004
Model 6	CII		-4.220	0.000

Değişkenler arasında bir nedensellik ilişkisinin olup olmadığını tespit etmek için kullanılan Dumitrescu & Hurlin (2012) panel nedensellik testi sonuçları, Tablo 9’da yer almaktadır. Elde edilen bulgulara göre lnPA ve lnPCT’den lnY’ye doğru bir nedensellik ilişkisi vardır. Ancak CII’dan lnY’ye doğru bir nedensellik ilişkisi tespit edilmemiştir. Bu durumda patent başvuru sayısı ve PCT belge sayısı dikkate alındığında yenilik göstergeleri, ekonomik büyümenin nedenidir. Diğer değişkenler dikkate alındığında RD değişkeni dışında diğer değişkenlerden ekonomik büyüme doğru bir nedensellik ilişkisi vardır. GFC değişkeni dışındaki bütün değişkenlerden lnPA değişkenine, RD değişkeni dışında diğer değişkenlerden lnPCT değişkenine doğru bir nedensellik ilişkisi vardır. Son olarak modelde yer alan tüm değişkenler CII’nın nedenidir.

**Tablo: 7**  
**Dumitrescu & Hurlin (2012) Panel Nedensellik Testi**

Değişkenden →	Değişkene	Wald Testi	Z-bar	Olasılık Değeri	
lnPA	lnY	9,778	2,062	0,039	
lnPCT		1,928	2,801	0,005	
CII		1,546	1,485	0,137	
RD		7,902	0,669	0,503	
HCI		30,618	17,532	0,000	
GFC		9,629	1,951	0,051	
lnLF		10,677	2,729	0,006	
lnY		8,654	8,490	0,000	
RD		5,494	3,238	0,001	
HCI		9,251	9,483	0,000	
GFC	lnPA	4,438	1,483	0,137	
lnLF		9,234	9,454	0,000	
lnY		5,279	2,846	0,004	
RD		4,432	1,448	0,147	
HCI		5,167	2,661	0,007	
GFC		4,840	2,123	0,033	
lnLF		5,070	2,501	0,012	
lnY		5,331	14,602	0,000	
GFC		CII	5,434	3,138	0,001
lnLF			5,764	16,101	0,000

Panel eşbütünleşme tahmini yapmadan önce modellerdeki eğim katsayılarının homojen veya heterojen yapıya sahip olup olmadığını test etmek için yapılan Pesaran & Yamagato (2008) heterojenlik testi sonuçları Tablo 8’de yer almaktadır. Tablodaki

homojenlik/heterojenlik testi sonuçlarına göre eğim katsayılarının homojen olduğunu gösteren boş hipotez reddedilir. Bir başka deyişle eğim katsayıları, heterojendir.

**Tablo: 8**  
**Pesaran & Yamagato (2008) Testi**

Modeller	Bağımlı Değişken	Bağımsız Değişken	İstatistik Değeri	Olasılık Değeri
Model 1	lnY	lnPA	26.903	0.000
Model 2		lnPCT	24.132	0.000
Model 3		CII	33.317	0.000
Model 4	lnPA	lnY	20.636	0.000
Model 5	lnPCT		18.925	0.000
Model 6	CII		16.821	0.000

Yatay kesit bağımlılık ve eğim katsayılarındaki heterojenlik durumunda kullanılan AMG tahmincisinin uygulandığı serilerin I(1) olması gerekmektedir. AMG tahmincisi, açıklayıcı değişken ile hata terimleri arasında korelasyon olduğunu gösteren içsellik probleminin varlığında da güçlü sonuçlar vermektedir.

Bağımlı değişkenin ekonomik büyüme olduğu modeller için AMG tahmincisi kullanılarak elde edilen sonuçlar, Tablo 9’da yer almaktadır. Tabloda yer alan (1) numaralı modelin sonuçlarına göre lnPA değişkeninin katsayı işareti beklentilere uygun bir şekilde pozitifdir ve %1 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır. lnPA değişkenindeki %1 oranında artış, ekonomik büyümede %0,057 artışa neden olmaktadır. Modele göre patent başvuru sayısı arttıkça o ülkelerin ekonomik büyümesi artmaktadır. Bununla birlikte HCI değişkeninin katsayı işareti, beklentilere uygun bir şekilde pozitifdir ve %10 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır. Beşeri sermaye değişkenindeki artış, ekonomik büyümeyi artırmaktadır. Benzer şekilde GFC değişkeninin katsayı işareti pozitifdir ve %1 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır. Sabit sermaye oluşumundaki artış, ekonomik büyümeyi artırmaktadır. Buna karşılık RD ve lnLF değişkeninin katsayı işareti pozitifdir fakat istatistiksel olarak anlamlı değildir.

**Tablo: 9**  
**Ekonomik Büyümenin Belirleyicileri Üzerine AMG Tahmin Sonuçları**

Açıklayıcı Değişken	N=36 T=23 Gözlem Sayısı=828		
	Model 1 (lnY)	Model 2 (lnY)	Model 3 (lnY)
lnPA	0,057 (3,62) <sup>a</sup>		
lnPCT		0,019 (2,44) <sup>b</sup>	
CII			0,058 (0,056)
RD	0,027 (0,88)	0,021 (0,68)	
HCI	0,256 (1,86) <sup>f</sup>	0,307 (1,73) <sup>f</sup>	
GFC	0,007 (6,42) <sup>a</sup>	0,009 (7,94) <sup>a</sup>	0,009 (0,001) <sup>a</sup>
lnLF	0,107 (0,44)	0,161 (0,61)	0,154 (0,212)
C	8,449 (1,92) <sup>f</sup>	7,778 (1,58)	1,029 (0,155) <sup>a</sup>
Wald chi2	58,94	75,20	47,32
Prob.	0,000	0,000	0,000

Not: a, b, c sırasıyla %1, %5 ve %10 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlılığı ifade etmektedir. Parantez içindeki değerler, z değerlerini göstermektedir.

Tablo 9’da yer alan (2) numaralı modelin sonuçlarına göre lnPCT değişkeninin katsayı işareti beklentilere uygun bir şekilde pozitifdir ve %5 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır. lnPCT değişkenindeki %1 oranında artış, ekonomik büyümede %0,019 artışa

neden olmaktadır. Bu bulguya göre PCT belge sayısı arttıkça o ülkelerin ekonomik büyümesi artmaktadır. Bununla birlikte HCI değişkeninin katsayı işareti, beklentilere uygun bir şekilde pozitifdir ve %10 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır. Beşerî sermaye değişkenindeki artış, ekonomik büyümeyi artırmaktadır. Benzer şekilde GFC değişkeninin katsayı işareti pozitifdir ve %1 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır. Sabit sermaye oluşumundaki artış, ekonomik büyümeyi artırmaktadır. Buna karşılık RD ve lnLF değişkeninin katsayı işareti pozitifdir fakat istatistiksel olarak anlamlı değildir.

Tablo 9’da yer alan (3) numaralı modelin sonuçlarına göre CII değişkeninin katsayı işareti beklentilere uygun bir şekilde pozitifdir fakat anlamlı değildir. Yenilik değişkenleriyle oluşturulan CII değişkenin ekonomik büyüme üzerinde anlamlı bir etkisi yoktur. Ayrıca GFC değişkeninin katsayı işareti pozitifdir ve %1 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır. Sabit sermaye oluşumundaki artış, ekonomik büyümeyi artırmaktadır. Buna karşılık lnLF değişkeninin katsayı işareti pozitifdir fakat istatistiksel olarak anlamlı değildir.

Bağımlı değişken olarak yenilik göstergelerinin kullanıldığı modeller için AMG tahmincisi kullanılarak elde edilen sonuçlar, Tablo 10’da yer almaktadır. Tabloda yer alan (4) numaralı modelin sonuçlarına göre lnY değişkeninin katsayı işareti beklentilere uygun bir şekilde pozitifdir ve %5 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır. lnY değişkenindeki %1 oranında artış, lnPA’yı %1,436 oranında artırmaktadır. Bu durumda ekonomik büyüme arttıkça o ülkede patent başvuru sayısı da artmaktadır. Bununla birlikte RD değişkeninin katsayı işareti, beklentilere uygun bir şekilde pozitifdir ve %10 düzeyinde anlamlıdır. AR-GE harcamalarındaki artış, patent başvuru sayısını artırmaktadır. Modelde yer alan HCI, GFC, lnLF değişkeninin katsayı işareti negatiftir ancak anlamlı değildir.

**Tablo: 10**  
**Yenilik Göstergelerinin Belirleyicileri AMG Tahmin Sonuçları**

Açıklayıcı Değişken	N=36 T=23 Gözlem Sayısı=828		
	Model 4 (lnPA)	Model 5 (lnPCT)	Model 6 (CII)
lnY	1,436 (2,24) <sup>b</sup>	-0,299 (-0,32)	1,130 (0,47) <sup>b</sup>
RD	0,223 (1,79) <sup>c</sup>	0,194 (1,00)	
HCI	-0,648 (-0,84)	3,534 (2,37) <sup>b</sup>	
GFC	-0,013 (-1,35)	-0,013 (-0,99)	-0,021 (-0,01) <sup>b</sup>
lnLF	-0,167 (-0,19)	0,341 (0,19)	-2,141 (2,15)
C	-7,939 (-0,66)	-9,725 (-0,35)	0,692 (0,27) <sup>b</sup>
Wald chi2	11,22	10,14	8,53
Prob	0,047	0,071	0,036

Not: a, b, c sırasıyla %1, %5 ve %10 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlılığı ifade etmektedir. Parantez içindeki değerler z değerlerini göstermektedir.

Tablo 10’da yer alan (5) numaralı modelin sonuçlarına göre lnY değişkeninin katsayı işareti negatiftir fakat anlamlı değildir. Ekonomik büyümenin PCT belge sayısı üzerinde anlamlı bir etkisi yoktur. HCI değişkeninin katsayı işareti, beklentilere uygun bir şekilde pozitifdir ve %5 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır. Beşerî sermaye değişkenindeki artış, PCT belge sayısını artırmaktadır. Modelde yer alan RD, GFC ve lnLF değişkenlerinin katsayıları, istatistiksel olarak anlamlı değildir.



Tablo 10’da yer alan (6) numaralı modelin sonuçlarına göre lnY değişkeninin katsayı işareti, beklentilere uygun bir şekilde pozitifdir ve %5 düzeyinde anlamlıdır. Sonuçlara göre lnY değişkenindeki %1 oranındaki artış, CII değişkenini 1,130 birim artırmaktadır. Bu sonuç, ekonomik büyümenin birleşik yenilik endeksini artırdığını göstermektedir. GFC değişkeninin katsayı işareti negatiftir ve %5 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır. Sabit sermaye oluşumundaki artış, birleşik yenilik endeksini azaltmaktadır. lnLF değişkeninin katsayı işareti negatiftir fakat istatistiksel olarak anlamlı değildir.

## 7. Sonuç

Çalışmada yenilik ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi incelemek için panel eşbütünlük ve nedensellik analizi kullanılmıştır. Romer’in AR-GE modelinden yola çıkılarak oluşturulan altı farklı modele ilişkin tahminler, gelişmiş ve gelişmekte olan 36 ülkenin 1996-2018 yıllarına ait verilerini kapsamaktadır. Çalışmada patent başvuru sayısı, patent iş birliği anlaşması belge sayısı ve birleşik yenilik endeksi olmak üzere üç farklı yenilik göstergesi yer almaktadır. Birleşik yenilik göstergesi; patent başvuru sayısı, PCT belge sayısı ve AR-GE harcamaları değişkenlerinden temel bileşenler analiziyle oluşturulmuştur. Ekonomik büyümenin bağımlı değişken olarak kullanıldığı üç modelde ise gösterge olarak kişi başına gayrisafi yurtiçi hasıla ele alınmıştır.

Panel veri analizi, ilk olarak yatay kesit bağımlılık testiyle başlamaktadır. Yatay kesit bağımlılığın olması nedeniyle bir sonraki adımda, ikinci nesil birim kök testi olan CIPS testi uygulanmıştır. Üçüncü adımda yine yatay kesit bağımlılığı dikkate alan ikinci nesil eşbütünlük testi olan Westerlund (2007) eşbütünlük testi yapılmıştır. Sonraki aşamada değişkenler arasındaki ilişkinin yönünü tespit etmek için Dumitrescu & Hurlin (2012) panel nedensellik testi yapılmıştır. Belirtilen panel nedensellik testi; yatay kesit bağımlılığı ve heterojenliği göz önünde bulundurması, yatay kesit boyutunun zaman boyutundan büyük olması, dengeli panel veri analizlerinde etkin sonuçlar vermesi ve eşbütünlük ilişkisinin varlığında yapılabilmesi açısından avantajlara sahiptir. Son olarak homojenlik/heterojenlik test sonucuna göre eğim katsayılarının heterojen olduğunu belirlenmesi üzerine yatay kesit bağımlılığı da dikkate alan AMG tahmincisi kullanılmıştır.

Çalışmanın üç temel sonucu bulunmaktadır. İlk olarak patent başvuru sayısı ve PCT belge sayısı ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi bulunurken ekonomik büyümeden birleşik yenilik endeksine doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi bulunmaktadır. İkinci olarak patent başvuru sayısı ve PCT belge sayısı ekonomik büyümeyi pozitif etkilerken birleşik yenilik endeksinin ekonomik büyüme üzerindeki etkisi anlamlı değildir. Son olarak ekonomik büyümenin patent başvuru sayısı ve yenilik endeksi üzerinde pozitif etkisi bulunurken PCT belge sayısı üzerinde herhangi bir etkisi bulunmamaktadır. Bu sonuçlar, nedensellik ilişkisi ve karşılıklı etki açısından patent başvuru sayısının önemli bir yenilik göstergesi olduğunu ve birleşik yenilik endeksinin diğer değişkenler kadar etkin olmadığını göstermektedir. Bu bulgulardan, yenilik göstergelerinin birlikte takip edilmesinden ziyade ayrı ayrı etkilerinin izlenmesinin daha önemli olduğu anlamı çıkartılabilir.

Patent başvuru sayısı, her iki durumda da pozitif ve anlamlı sonuçlar vermektedir. Anlamlı sonuçlar dikkate alındığında patent başvuru sayısı, diğer yenilik göstergelerine göre ekonomik büyümeyi daha fazla etkilemekte ve ekonomik büyümedeki artışlardan daha fazla etkilenmektedir. Patent başvuru sayısı ve PCT belge sayısının ekonomik büyüme üzerindeki pozitif etkisine ilişkin sonuçlar, Falk (2007), Pece vd. (2015), Wu & Zhuo (2007) ve Özden & Uysal (2020) tarafından yapılan ampirik çalışmaların sonuçları ile tutarlılık göstermektedir. Bu sonuçlardan yola çıkarak özellikle patent başvuru sayısını artırmaya yönelik uygulanabilecek bir politikanın ekonomik büyüme için önemli sonuçlar doğuracağı söylenebilir.

Birleşik yenilik endeksindeki artışların ekonomik büyüme üzerinde anlamlı bir etkisi olmadığını gösteren sonuç, Sylwester (2001), Kacprzyh & Doryn (2015), Inekwe (2015), Barış (2018) ve Güneş (2019) tarafından yapılan ampirik çalışmaların sonuçlarını destekler niteliktedir. Bu sonuç, literatürde yaygın olarak kabul edilen teorik beklentilere uygun değildir. Sylwester (2001)’a göre teknoloji sınırındaki ülkelerde ekonomik büyümeyi açıklamada AR-GE’nin rolü daha önemlidir. Diğer yandan beklenen ilişkinin bulunmadığı ülkelerde ekonomik çıktının yarısından fazlası, hizmet sektöründeki büyümeden kaynaklanmaktadır. Bu ülkelerde yenilikler, hizmet sektörünün verimliliğini artırsa da yeniliklerin, sektörün üretimi üzerindeki rolü belirsizdir. Yazara göre hizmet sektörü büyüklüğü, ülkeler arasında farklılık gösterdiğinden dolayı bazı ülkelerde AR-GE harcamaları, ekonomik büyümeyle daha az ilgili olabilir.

Yenilik üzerinde önemli etkisi olan bir diğer unsur, beşerî sermayedir. Beşerî sermayenin yeniliği etkileyen kanallardan biri olması politika aracı olarak daha fazla dikkate alınması gerektiğini göstermektedir. Eğitim kalitesinin yükseltilmesi ve yaparak öğrenme gibi deneyimlerin artırılması ile bireylerin daha nitelikli hale getirilmesine yönelik politikaların uygulanması, yeniliğin artmasına katkı sağlayacaktır.

## Kaynaklar

- Adak, M. (2015), “Technological Progress, Innovation and Economic Growth; the Case of Turkey”, *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 195, 776-782.
- Aghion, P. & P. Howitt (1992), “A Model of Growth Through Creative Destruction”, *Econometrica*, 60(2), 323-351.
- Alene, A.D. (2010), “Productivity growth and the effects of R&D in African agriculture”, *Agricultural Economics*, 41(3-4), 223-238.
- Altın, O. & A. Kaya (2009), “Türkiye’de AR-GE Harcamaları ve Ekonomik Büyüme Arasındaki Nedensel İlişkinin Analizi”, *Ege Akademik Bakış*, 9(1), 251-259.
- Altıntaş, H. & M. Mercan (2015), “AR-GE harcamaları ve ekonomik büyüme ilişkisi: OECD ülkeleri üzerine yatay kesit bağımlılığı altında panel eşbütünlük analizi”, *Ankara Üniversitesi SBF Dergisi*, 70(2), 345-376.
- Andergassen, R. & F. Nardini (2005), “Endogenous innovation waves and economic growth”, *Structural Change and Economic Dynamics*, 16(4), 522-539.

- Arrow, K.J. (1961), “The Economic Implications of Learning by Doing”, Office of Naval Research, *Technical Report* No.101.
- Barış, S. (2018), “Türkiye’de Teknolojik Yenilik ve Ekonomik Büyüme İlişkisi”, *Verimlilik Dergisi*, 1, 83-112.
- Barro, R.J. (1990), “Government Spending in a Simple Model of Endogenous Growth”, *Journal of Political Economy*, 98(5), 103-125.
- Bernier, M. & M. Plouffe (2019), “Financial innovation, economic growth, and the consequences of macroprudential policies”, *Research in Economics*, 73(2), 162-173.
- Bucci, A. et al. (2021), “Economic growth and innovation complexity: An empirical estimation of a Hidden Markov Model”, *Economic Modelling*, 98, 86-99.
- Dam, M.M. & B. Yıldız (2016), “BRICS-TM Ülkelerinde AR-GE ve İnovasyonun Ekonomik Büyüme Üzerinde Etkisi: Ekonometrik Bir Analiz”, *Akdeniz İİBF Dergisi*, 16(33), 220-236.
- Dumitrescu, E.I. & C. Hurlin (2012), “Testing for Granger non-causality in heterogeneous panels”, *Economic Modelling*, 29(4), 1450-1460.
- Eberhardt, M. & S. Bond (2009), “Cross-section dependence in nonstationary panel models: a novel estimator”, *MPRA*, 17692, Munich Personal RePEc Archive.
- Eid, A. (2012), “Higher education R&D and productivity growth: an empirical study on high-income OECD countries”, *Education Economics*, 20(1), 53-68.
- Falk, M. (2007), “R&D spending in the high-tech sector and economic growth”, *Research in Economics*, 61(3), 140-147.
- Fan, S. et al. (2017), “Innovation and economic growth in the mining industry: Evidence from China’s listed companies”, *Resources Policy*, 54, 25-42.
- Galindo, M.A. & M.T. Méndez (2013), “Entrepreneurship, economic growth, and innovation: Are feedback effects at work?”, *Journal of Business Research*, 67(5), 825-829.
- Goel, R. & R. Ram (1994), “Research and Development Expenditures and Economic Growth: A Cross-Country Study”, *Economic Development and Cultural Change*, 42(2), 403-411.
- Göçer, İ. (2013), “AR-GE Harcamalarının Yüksek Teknolojili Ürün İhracatı, Dış Ticaret Dengesi ve Ekonomik Büyüme Üzerindeki Etkileri”, *Maliye Dergisi*, 165(2), 215-240.
- Griffith, R. et al. (2004), “Mapping the Two Faces of R&D: Productivity Growth in a Panel of OECD Industries”, *The Review of Economics and Statistics*, 86(4), 883-895.
- Grossman, G.M. & E. Helpman (1989), “Comparative Advantage and Long-Run Growth”, *NBER Working Paper*, 2809, National Bureau of Economic Research, Cambridge, MA.
- Grossman, G.M. & E. Helpman (1994), “Endogenous Innovation in the Theory of Growth”, *Journal of Economic Perspectives*, 8(1), 23-44.
- Guellec, D. & B. Van Pottelsberghe (2004), “From R&D to Productivity Growth: Do the Institutional Settings and the Source of Funds of R&D Matter?”, *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 66(3), 353-378.
- Gülmez, A. & A.G. Akpolat (2014), “AR-GE & İnovasyon ve Ekonomik Büyüme: Türkiye ve AB Örneği İçin Dinamik Panel Veri Analizi”, *AİBÜ Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 14(2), 1-17.

- Gülmez, A. & F. Yardımcıoğlu (2012), “OECD Ülkelerinde AR-GE Harcamaları ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Panel Eşbütünleşme ve Panel Nedensellik Analizi (1990-2010)”, *Maliye Dergisi*, 163, 335-353.
- Güneş, H. (2019), “AR-GE Harcamaları ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: OECD Ülkeleri İçin Panel Veri Analizi”, *Sakarya İktisat Dergisi*, 8(2), 160-176.
- Hasan, I. & C.L. Tucci (2010), “The innovation-economic growth nexus: Global evidence”, *Research Policy*, 39(10), 1264-1276.
- Inekwe, J.N. (2015), “The Contribution of R&D Expenditure to Economic Growth in Developing Economies”, *Social Indicators Research*, 124(3), 727-745.
- Işık, N. & E.C. Kılınç (2016), “İnovasyon-Temelli Ekonomi: Seçilmiş Ülkeler Üzerine Bir Uygulama”, *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 16(1), 13-28.
- Jian, J. et al. (2020), “Business creation, innovation, and economic growth: Evidence from China’s economic transition, 1978-2017”, *Economic Modelling*, 96, 371-378.
- Kacprzyk, A. & W. Doryń (2015), “Innovation and Economic Growth in European Union Panel Data Analysis”, *Lodz Economics Working Papers*, 3/2014, Faculty of Economics and Sociology, University of Lodz.
- Kesbiç, C.Y. & D. Şimşek (2020), “OECD Ülkelerinde İnovasyonun Ekonomik Büyüme Üzerindeki Etkisi: Schumpeter Haklı Mı?”, *Süleyman Demirel Üniversitesi SBE Dergisi*, 38, 273-296.
- Lucas, R.E. (1988), “On The Mechanics of Economic Development”, *Journal of Monetary Economics*, 22, 3-42.
- Maradana, R.P. et al. (2019), “Innovation and economic growth in European Economic Area countries: The Granger causality approach”, *IIMB Management Review*, 31(3), 268-282.
- Moutinho, R. et al. (2015), “Beyond the “Innovation’s Black-Box”: Translating R&D outlays into employment and economic growth”, *Socio-Economic Planning Sciences*, 50, 45-58.
- Oğuztürk, B.S. vd. (2017), “Güney Kore’nin Büyüme Sürecinde İnovasyonun Rolü: Ekonometrik Bir Analiz 1984-2015”, *Süleyman Demirel Üniversitesi İİBF Dergisi*, 22(4), 1203-1222.
- Özden, B. & D. Uysal (2020), “Türkiye’de İnovasyon ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki”, *International Journal of Economics and Politics Academic Reseaarches*, 4(10), 53-64.
- Pala, A. (2019), “Innovation and Economic Growth in Developing Countries: Empirical Implication of Swamy’s Random Coefficient Model (RCM)”, *Procedia Computer Science*, 158, 1122-1130.
- Pece, A.M. et al. (2015), “Innovation and economic growth: An empirical analysis for CEE countries”, *Procedia Economics and Finance*, 26, 461-467.
- Pesaran, M.H. & T. Yamagata (2008), “Testing slope homogeneity in large panels”, *Journal of Econometrics*, 142(1), 50-93.
- Pesaran, M.H. (2004), “General Diagnostic Tests for Cross Section Dependence in Panels”, IZA DP, 1240, *Discussion Paper Series*, Cambridge.
- Pesaran, M.H. (2007), “A Simple Panel Unit Root Test in the Presence of Cross-Section Dependence”, *Journal of Applied Econometrics*, 22(2), 265-312.
- Pradhan, R.P. et al. (2018a), “Are innovation and financial development causative factors in economic growth? Evidence from a panel granger causality test”, *Technological Forecasting & Social Change*, 132, 130-142.

- Pradhan, R.P. et al. (2018b), “Endogenous dynamics between innovation, financial markets, venture capital and economic growth: Evidence from Europe”, *Journal of Multinational Financial Management*, 45, 15-34.
- Pradhan, R.P. et al. (2020), “The dynamics among entrepreneurship, innovation, and economic growth in the Eurozone countries”, *Journal of Policy Modeling*, 42(5), 1106-1122.
- Romer, P.M. (1986), “Increasing Returns and Long-Run Growth”, *Journal of Political Economy*, 94(5), 1002-1037.
- Romer, P.M. (1990), “Endogenous Technological Change”, *NBER Working Paper Series*, 3210, National Bureau of Economic Research, Cambridge, MA.
- Sadraoui, T. & N.B. Zina (2009), “A dynamic panel data analysis for R&D cooperation and economic growth”, *International Journal of Foresight and Innovation Policy*, 5(4), 218-233.
- Schumpeter, J. & U. Backhaus (2003), “The Theory of Economic Development”, in: *Joseph Alois Schumpeter* (61-116), Springer, Boston, MA.
- Schumpeter, J.A. (1939), *Business Cycles. A Theoretical, Historical and Statistical Analysis of the Capitalist Process*, New York Toronto London: McGraw-Hill Book Company.
- Schumpeter, J.A. (1947), “The Creative Response in Economic History”, *The Journal of Economic History*, 7(2), 149-159.
- Solow, R.M. (1956), “A Contribution to the Theory of Economic Growth”, *The Quarterly Journal of Economics*, 70(1), 65-94.
- Sungur, O. vd. (2016), “Türkiye’de AR-GE, İnovasyon, İhracat ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki: Asimetrik Nedensellik Analizi”, *Süleyman Demirel Üniversitesi İİBF Dergisi*, 21(1), 173-192.
- Sylwester, K. (2001), “R&D and Economic Growth”, *Knowledge, Technology, & Policy*, 13(4), 71-84.
- Ulku, H. (2004), “R&D, Innovation, and Economic Growth: An Empirical Analysis”, *IMF Working Paper*, 04/185.
- Westerlund, J. (2007), “Testing for Error Correction in Panel Data”, *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 69(6), 709-748.
- Wu, Y. & L. Zhou (2007), “Cointegration and causality between R&D expenditure and economic growth in China: 1953-2004”, *International Conference on Public Administration*, 1-4.
- Xiong, A. et al. (2020), “Can innovation really bring economic growth? The role of social filter in China”, *Structural Change and Economic Dynamics*, 53, 50-61.
- Yang, C.H. (2006), “Is innovation the story of Taiwan’s economic growth?”, *Journal of Asian Economics*, 17(5), 867-878.

## EKLER:

### Ek: 1 Örnekleme Yer Alan Ülkeler Listesi

Gelişmiş Ülkeler	Almanya, Amerika Birleşik Devletleri, Avusturya, Belçika, Birleşik Krallık, Çek Cumhuriyeti, Danimarka, Estonya, Fransa, Finlandiya, Güney Kore, Hollanda, İspanya, İsrail, İsveç, İzlanda, Japonya, Kanada, Norveç, Polonya, Portekiz, Slovakya, Yunanistan
Gelişmekte Olan Ülkeler	Bulgaristan, Çin, Hindistan, Hırvatistan, Letonya, Litvanya, Macaristan, Meksika, Romanya, Rusya, Singapur, Türkiye, Ukrayna