

# AR-GE TABANLI İÇSEL BÜYÜME MODELLERİ VE AR-GE HARCAMALARININ EKONOMİK BÜYÜME ÜZERİNE ETKİSİ: OECD ÜLKELERİ PANEL VERİ ANALİZİ

Mustafa ÖZER\*

Necati ÇİFTÇİ\*\*

## Özet

Neo-Klasik büyüme teorilerinin temel öngörüsü ülkelerin büyüme oranlarının zaman içerisinde birbirine yakınsayacağıdır. Romer (1990), Grossman-Helpman (1991) ve Aghion-Howitt (1992, 1998) tarafından geliştirilen Ar-Ge tabanlı modeller ülkeler arasında büyüme oranlarının neden yakınsamadığına ilişkin daha tatmin edici bir açıklama getirmiştir. Bu çalışma Ar-Ge harcamaları, araştırmacı sayıları ve patent sayılarının GSYİH üzerindeki etkisini araştırmaktadır. OECD ülkeleri için panel veri tekniği kullanılarak yapılan analizlerde, Ar-Ge harcamaları, araştırmacı sayıları ve patent sayılarının GSYİH üzerinde pozitif ve yüksek oranlı bir etkiye sahip olduğuna yönelik bulgular elde edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Ar-Ge harcamaları, patent, araştırmacı, büyüme, panel veri, GSYİH

## Abstract

The essential assumption of Neo-Classic models is that the economic growth of countries will be convergence. Growth models have been developed by Romer (1990), Grossman-Helpman (1991) and Aghion-Howitt (1992, 1998) have more satisfy explanations on convergence. In this study we examine the effects of R&D expenditure, number of researchers and number of patents on GDP. We found positive and high correlation among R&D, researchers, patents and GDP by using panel data analysis for OECD countries.

**Keywords:** R&D expenditures, patents, researchers, growth, panel data, GDP

## GİRİŞ

Solow (1956) Modelinin 1980'lerin sonlarına doğru ampirik olarak test edilmesine kadar büyüme üzerine yapılan çalışmaların çok büyük bir kısmı

---

\* Prof. Dr. Anadolu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü

bu modele adanmıştır. 30 yıl boyunca yapılan çalışmalara karşın elde edilen bulgular Solow modelinin ülkeler arasındaki gelişme farklılıklarının zaman içerisinde kapanacağı öngörüsünü desteklememiştir. Yani yoksul ülkeler zengin ülkeleri yakalayamamıştır. Bu durum modelin en önemli varsayımı olan teknolojinin dışsal olduğu varsayımı hakkındaki şüphelerin artmasına neden olmuştur. Romer (1986) ve Lucas (1988) çalışmalarında teknolojinin içsel olduğu varsayımını kabul etmiş ve bu da dünya ekonomilerinin gelişme oranlarındaki farklılıkların nedenleri hakkında daha doyurucu bir açıklama sağlamıştır. İçsel büyüme teorilerinin temelinde firmaların Ar-Ge çabaları tarafından yaratılan teknoloji ve yenilikler vardır. Solow modelinin tamamen aksine, içsel büyüme teorileri, ülkelerin, teknolojiye yatırım yaparak, teknolojik seviyelerini belirleyip sürekli ekonomik büyümelerini sağlayabileceğini varsaymaktadır. Bu nedenle ülkeler arasındaki büyüme oranlarının zaman içerisinde birbirine yakınsayacağı artık bir gereklilik olmaktan çıkmıştır.

Romer (1987: 56-62; 1990: S71-S102) ve Grossman ve Helpman'ın (1991: 43; 1994: 23-44) öncülük ettiği Ar-Ge tabanlı modeller eksik rekabeti büyüme modeline dahil etmekle bir adım ileri gitmişlerdir. Ar-Ge faaliyetlerinin temelinde Schumpeter'in kavramsal çerçevesi bulunmaktadır (Schumpeter 1942). Schumpeter ekonomik değişimin motoru olarak teknolojik araştırma ve geliştirme ve yenilik olgusunu görmektedir. Bu modeller üç sektör üzerine oturur; Nihai ürün sektörü, ara mallar sektörü ve Ar-Ge sektörü. Ar-Ge sektörü bu modelde sürdürülebilir büyüme açısından anahtar sektördür.

## AR-GE TABANLI İÇSEL BÜYÜME MODELLERİ

Teknolojik değişimin içsel olduğu varsayımına dayalı modeller, uzun dönem ekonomik büyümenin anlaşılmasında oldukça açıklayıcı olmaktadır. Bu çalışmada, Ar-Ge harcamalarına dayalı teknolojik gelişmeyi açıklayan bazı önemli teorik yaklaşımlar incelenmektedir. Bu alandaki literatürün Romer'in 1990 yılındaki öncü makalesiyle başladığı kabul edilmektedir.

### Yatay Yeniliğe Dayalı Bir Ar-Ge Modeli: Romer (1990) Modeli

Romer modelinin merkezinde Ar-Ge faaliyetleri yer almakta ve Ar-Ge sektöründe istihdam edilen beşeri sermaye ve aynı sektör tarafından üretilen yeni ürün ya da üretim teknikleri bu modelin genel çerçevesini oluşturmaktadır. Uzun dönemde sürekli bir büyüme oranının yakalanması, ekonomi

tarafından Ar-Ge sektörüne aktarılan bilim adamı, araştırmacı, teknik elemanlar gibi nitelikli işgücünün miktarına bağlıdır. Bir ekonomide beşeri sermayeyi oluşturan bu girdiler ne kadar çoksa ve ekonomi bu kaynakları ne ölçüde Ar-Ge sektörüne tahsis ederek yeni bilgi ve teknolojilerin geliştirilmesini gerçekleştiriyorsa, bu ekonomide büyüme o ölçüde yüksek olacaktır. Bu tür içsel büyüme teorilerinde, kar amaçlı Ar-Ge yatırımları yoluyla elde edilen yeni fikirler ve bunun sonucunda oluşan bilgi birikimi önemli rol oynamaktadır (Romer 1990: S71).

Romer, modelini üç dayanak noktası üzerine inşa etmiştir. Birincisi, ekonomik büyümenin merkezinde teknolojik gelişme yatmaktadır. İkinci dayanak noktası, teknolojik gelişme, piyasa teşvikleri tarafından uyarılan firmaların almış oldukları bilinçli kararlar ile gerçekleşir. Üçüncü ve en önemli dayanak noktası ise, bilginin bir üretim faktörü olarak üretimde kullanılması ile diğer üretim faktörlerinin kullanılması arasında çok önemli farklar olmasıdır. Üretilmesinde katlanılan bir seferliğe mahsus maliyet dışında bilgi, üretimde ne ölçüde kullanılırsa kullanılsın üretim maliyetlerinde bir artışa neden olmaz. Bu durum modelde teknolojinin temel özelliğini tanımlamaktadır.

Modelin en önemli özelliği, mal farklılaştırması ve ülkeler arası ticaret yoluyla oluşan piyasa büyüklüğündeki artışın, gelir ve servet etkisi yanında büyüme etkisi de yaratmasıdır. Daha geniş bir piyasa daha fazla araştırma ve daha hızlı bir büyümeye neden olur. Romer modelinde piyasa büyüklüğünün ölçütü nüfus değil beşeri sermaye stokudur.

Dört temel girdinin olduğu varsayılan model, bu varsayımlar altında şu şekilde çalışmaktadır. Modelde kullanılan girdiler fiziksel sermaye, iş gücü, beşeri sermaye ve teknolojik seviye indeksidir. Teknolojik seviye indeksi ( $A$ ) sınırsızca büyüebilme imkanına sahiptir ve yeni keşfedilen dayanıklı mallar ile birlikte artmaktadır. Ayrıca ekonomide üç sektör olduğu varsayılmıştır. Ar-Ge sektörü, yeni bilgi üretebilmek için mevcut bilgi stokunu ve beşeri sermayeyi kullanmaktadır. Ara malı sektörü, Ar-Ge sektörü tarafından üretilen yeni bilgi ve tasarımları kullanmak suretiyle nihai mal sektöründe kullanılacak dayanıklı üretim girdilerini üretmektedir. Nihai mal sektörü, ara malı sektörü tarafından üretilen dayanıklı üretim girdilerini, beşeri sermayeyi ve iş gücünü kullanarak nihai mal üretmektedir. Model, nüfus ve iş gücü arzının sabit olduğunu varsaymaktadır.

Tasarım üretiminde, işgücü, fiziksel sermaye ve toplam beşeri sermayenin bu üretim için ayrılan kısmı  $H_A$  kullanılmaktadır. Üretim fonksiyonu, Cobb-Douglas üretim fonksiyonu tarzında olup şu şekilde gösterilebilir;

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

Araştırma sektöründe  $A$ 'nın büyük olması beşeri sermayenin verimliliği üzerinde olumlu etki yapmaktadır. Bütün araştırma sektöründe çalışanlar dikkate alındığında toplam tasarım stoku şu şekilde elde edilir;

$$\square A = \delta H_A A \quad (2)$$

Burada  $H_A$  Ar-Ge sektöründe istihdam edilen toplam beşeri sermaye olarak yorumlanmaktadır.

(2) nolu eşitlik iki anlamlı varsayım içermektedir; birincisi, Ar-Ge sektörüne daha fazla beşeri sermaye tahsis edilmesi yeni tasarım üretim oranını yükseltir. İkincisi, geniş bir toplam bilgi ve tasarım stoku, Ar-Ge sektöründe çalışan mühendis ve araştırmacılarının verimliliğini arttırmaktadır.

### **Romer Modelinin Modifiye Edilmesi: Yarı İçsel Bir Büyüme Modeli Olarak Jones Modeli**

Romer modelinde uzun dönem durağan büyüme hızı Ar-Ge sektöründe istihdam edilen beşeri sermaye seviyesi ile orantılı olmaktadır. Bu etki bir çeşit ölçek etkisi yaratmaktadır. Jones 1995 yılında yayınladığı iki çalışmasında ölçek etkilerini elimine eden bir model önermiştir. Jones, ölçek etkileri elimine edildiğinde Ar-Ge tabanlı içsel büyüme modellerinden beklenen büyüme etkilerinin ortadan kalktığı veya azaldığını ileri sürmektedir (Jones 1995a; 1995b).

Jones, ölçek etkisinin birinci nesil Ar-Ge bazlı büyüme modellerinin yapısında bulunması nedeniyle ampirik olarak sorunlu olduğunu söylemektedir (Jones 1995a: 777; Kortum 1997: 1393). Jones çalışmasında, İkinci Dünya Savaşından sonraki dönem boyunca toplam istihdam içerisindeki bilim adamı ve mühendis sayılarında önemli bir artış olduğunu söylemektedir. Bununla birlikte milli gelir ve Toplam Faktör Verimliliği (TFV) büyüme oranları durağan kalmış ya da en azından bir artış söz konusu olmamıştır (Jones 2005; Li 2000).

Jones'un ulaştığı bir diğer önemli sonuç ise politika etkinsizliği bulguları ile ilgilidir. Ölçek etkisi modelden dışlandığında kişi başına gelirin büyüme oranı, işgücü büyüme oranı ile orantılıdır. Bir yandan büyümenin içsel olduğu söylenebilir çünkü büyüme, özel firmaların piyasa teşvikleri sonucunda bilinçli Ar-Ge kararlarının bir ürünüdür. Öte yandan dışsaldır çünkü kamu politikaları yoluyla dengeli gelişme çizgisini kontrol etmek olası değildir (Jones 1997: 45-4).

### **Grossman ve Helpman'nın Ürün Çeşitliliğindeki Artış ve Bilginin Kamusal Mal Olmasına Dayalı Modeli**

Grossman ve Helpman'ın teknolojik yeniliklere dayalı büyüme modeli, büyümeyi dış ticaret ve dışa açıklık ile ilişkilendirmektedir. Ar-Ge yatırımlarına yeterli kaynak ayıramayan az gelişmiş ülkeler, dışa açıklık oranlarını artırmak suretiyle ihtiyaç duydukları teknolojileri gelişmiş ülkelere teknoloji transferleri yaparak sağlayabileceklerdir. Bununla birlikte teknoloji transferi kendiliğinden gerçekleşmeyecektir. Bunun olabilmesi için, az gelişmiş ülkelerin teknoloji transferlerine yönelik teşvikleri ve çok uluslu şirketlere sağladıkları kolaylıklar önemli bir rol oynamaktadır (Grossman ve Helpman 1991: 43).

Grossman ve Helpman'a göre, ister Ar-Ge sektörüne yeterli kaynak ayıran gelişmiş ülkeler için olsun, isterse az gelişmiş ülkeler için olsun, korumacı yaklaşımlar ülkelerin büyüme performansı üzerinde olumsuz etki yapmaktadır. Gelişmiş ülkelere korumacı politikaların uygulanması durumunda, harcamalar Ar-Ge sektöründen tüketim mallarına kayacak ve bu durum kaynakların bilgi üretilmesinde kullanılmasını engelleyeceğinden uzun dönem büyüme oranlarının düşmesine sebep olacaktır. Bu şekilde imalat sanayinde koruyucu politikalar uygulanması sonucunda, ekonomideki nitelikli işgücü, imalat sanayine kayacak ve bunun sonucunda da ekonomik büyümenin motoru olan teknolojik yeniliklerde azalma meydana gelecektir (Grossman ve Helpman 1994: 39; Demir ve diğerleri 2005: 184).

Grossman ve Helpman teknolojik yeniliklere dayalı büyüme modelini iki başlık altında incelemektedirler. Bunlardan birincisi ürün çeşitliliğindeki artış sonucu meydana gelen teknolojik yeniliklerin büyüme etkileri, ikincisi ise kamusal nitelikli bilgi ve büyüme etkileridir. Ürün çeşitliliğindeki artışa dayanan modelde firmalar tekelleri elde etmektedirler (Eaton ve Kortum 2006: 13). Ar-Ge yatırımları sonucunda yeni ürün geliştirilerek tekelleri

rantlar elde eden firmaların yanı sıra rekabete konu olmayan ve dolayısıyla tüm firmalar tarafından kullanılabilen mallar da söz konusudur. Bilginin kamusal mal olma niteliği büyük ölçüde Romer'in 1990 modeline dayanmaktadır.

Modelin varsayımları şu şekildedir; yeni malların geliştirilme potansiyeli sınırsızdır ve yeniliklerin yapılabilmesi için gerekli kaynaklar sabittir. Bilgi üretim sektöründe ölçeğe göre azalan getiriler söz konusu değildir. Üretilen ürünler fiyatlanırken ücret oranlarının bir fonksiyonu olacak şekilde fiyatlanmaktadır. Ücret oranları ise serbest giriş koşulu tarafından belirlenmektedir. Piyasada ne kadar firmanın faaliyet göstereceği firmaların kar beklentileri tarafından belirlenmektedir. Statik denge durumunda fiyatlar ve kaynak dağılımı, ürün çeşit miktarı ve firmaların değerinin sabit olması varsayımı altında çözümlenmektedir (Arnold 2005: 3).

Grossman ve Helpman'nın bilginin kamusal mal olduğu varsayımına dayalı ikinci modeli, Romer (1990) modelini endüstriyel Ar-Ge kazançlarını içerecek şekilde genişletmiştir. Buna göre, Ar-Ge faaliyetlerinin iki farklı ürünü söz konusudur. Birincisi, her bir Ar-Ge projesi, yeni bir ürün için tasarım geliştirir. Bu yeni tasarım, tasarımcısına tekel karı şeklinde bir gelir getirmektedir. İkinci olarak, her bir Ar-Ge projesi mevcut genel bilgi sermayesi stokuna ( $K_n$ ) bir katkı sağlamaktadır. Bu sermaye stoku, gelecek nesillerin kullanabileceği fikirler ve yöntemler kümesi ile tasvir edilmektedir.

Teknolojik yeniliklerin hızlanması, ekonomide beşeri sermayenin ne ölçüde geniş olduğu, Ar-Ge faaliyetlerindeki etkinlik oranı, hane halkının tüketimini zamanlar arasında tahsis ederken bugünkü tüketimini gelecek dönemlere ertelemesindeki isteklilik ve farklılaştırılmış ürün çeşitliliği tarafından belirlenmektedir. İşgücü arzı şeklindeki kaynakların genişliği her bir sektörde istihdam edilen emek miktarının artmasına neden olmakta, bu da yenilik üretim sektörünün kullanabileceği işgücü miktarını arttırarak yeni teknolojilerin üretilmesini sağlamaktadır.

### **Evrimsel Bir Model: Aghion ve Howitt'in Yaratıcı Yıkım Modeli**

Bir diğer Ar-Ge tabanlı büyüme modeli ise Aghion ve Howitt tarafından geliştirilen yeni Schumpeterci “yaratıcı yıkım” modelidir (Aghion ve Howitt 1992: 323-351). Schumpeter'e göre “Kapitalist sistemin motoru ve temel itici gücü, yeni tüketim malları, yeni üretim veya nakil metotları ve yeni piyasalardır. Bu süreç, ekonomik yapıyı sürekli olarak içeriden bir dev-

rime uğrattır, sürekli eskiyi yok eder ve sürekli olarak yeni birini yaratır. Yaratıcı yıkım süreci, kapitalizmin başlıca gerçeğidir” (Schumpeter 1970: 83; Alcoufe ve Kuhn 2004: 230). Yaratıcı yıkım modelinde en önemli unsur, ürünlerin niteliğinde sürekli bir gelişim sağlayan teknolojik yenilikler ve bu yeniliklere dinamizm sağlayan patent rekabeti olmaktadır (Cheng ve Dinopoulos 1992: 409-410).

Aghion-Howitt modelinde, Ar-Ge faaliyetleri sonucunda üretilen yenilikler ve bu yeniliklerin ürün kalitesinde ardışık olarak bir gelişim göstermesi söz konusudur. Dikey yenilik şeklindeki kalite geliştirme çabalarının temel özelliği, yenilik veya yeni bir buluşun eski teknoloji veya ürünü eskitmesi (obsolete) dir (Aghion ve Howitt 1998: 53). Yeni bir buluşun bu eskitme veya diğer bir deyişle *yaratıcı yıkım* özelliği iki sonuca yol açmaktadır. Birincisi, mevcut ve gelecekteki Ar-Ge faaliyetleri arasında negatif bir ilişkinin olduğunu kabul etmesidir. İkincisi ise, mevcut Ar-Ge faaliyetleri, gelecek Ar-Ge faaliyetleri için pozitif dışsallıklara neden olmasına rağmen, aynı zamanda üreticiler üzerinde negatif etkiler yaratabilmektedir.

Modelde Schumpeter’i takip ederek şu varsayımlar yapılmaktadır; bireysel yenilikler, ekonominin tümü üzerinde yeteri derecede etki etmektedir. Ele alınan dönem iki başarılı yenilik arasındaki bir dönemdir. Her bir başarılı yenilik arasındaki sürenin uzunluğu, yenilik sürecinin stokastik doğası nedeniyle rassaldır. Ancak her iki başarılı yenilik döneminde Ar-Ge faaliyetlerinin miktarları arasındaki ilişki deterministik olabilmektedir. Başlangıç dönemindeki Ar-Ge miktarı, gelecek dönemde yapılması beklenen Ar-Ge miktarı ile iki etkiden dolayı negatif yönlü bir ilişki içerisinde. Birincisi, *yaratıcı yıkım* etkisidir. Başlangıç dönemi Ar-Ge faaliyetleri, gelecek dönemde elde edilmesi umut edilen teknelci rantının ne düzeyde olduğuna bağlıdır. Bu rantlar, yeni bir teknolojik yenilik yapıldıkça kadar devam eder. Bu nedenle, beklenen rantların bu günkü değeri, sonraki dönemde yapılması olası yenilik miktarı ile ters ilişkilidir. İkinci olarak, Ar-Ge sektörü ve imalat sektörü tarafından kullanılacak vasıflı işgücünün ücretlerinde meydana gelecek değişimlerin genel denge etkisidir (Diao ve diğerleri 1999: 345; Ateş 1998: 46).

Her iki Ar-Ge dönemi arasındaki bu fonksiyonel ilişki, ekonominin tek ve sabit olan durağan durum dengesinin oluşmasını sağlamaktadır. Bu durağan durum denge noktasında, vasıflı işgücünün, imalat sanayi ve Ar-Ge sektörleri arasındaki dağılımında bir değişme olmamakta ve GSYİH rassal bir şekilde artmaktadır.

Başarılı bir yenilik yapan girişimci, ara malı sektöründe kendisine tekelci bir nitelik kazandıran bir patent elde etmektedir. Burada patentlerin sonsuza kadar devam ettiği varsayımı yapılmıştır. Patent haklarının sonsuza kadar devam etmesine rağmen, tekel gücü yeni bir teknolojik yeniliğin yapılmasına kadar devam etmektedir. İki teknolojik yenilik arasındaki sürenin uzunluğu rassal olarak belirlenmekte ve teknolojik olarak daha kaliteli ve üstün bir yeniliğin ne zaman olacağı model tarafından tahmin edilememektedir. Aramalı sektörü haricinde tüm piyasalar tam rekabet piyasalarıdır (Aghion ve diğerleri 2001: 467-492).

Modelde, önemli bir dönemler arası yayılma etkisi söz konusudur. Bir teknolojik yenilik verimliliği, sonsuza kadar etkisi kaybolmaksızın artırmaktadır. Her bir yenilik, tekel karı elde etmeyi amaçlayan yaratıcı bir etki ortaya çıkarır. Fakat aynı zamanda bir önceki yenilikten elde edilen rantları da ortadan kaldırır. Bu nedenle Ar-Ge faaliyetlerindeki artış bu faaliyetlerinden elde edilen karların azalmasına ve bir patent rekabetinin ortaya çıkmasına neden olmaktadır (Aghion ve Howitt 2004).

### **Yatay ve Dikey Farklılıkların Birlikte Ele Alındığı Bir Ar-Ge Modeli: Young Modeli**

Yatay ve dikey teknolojik yenilik modellerinin birleştirildiği Young modelinde teknolojik bir yeniliğin, yatay ve dikey olmak üzere iki boyutu vardır. Model, Grossman-Helpman ve Romer'in yatay *ürün çeşitliliği* modeli ve Aghion-Howitt'in dikey *ürün kalitesi* modelini birleştirmektedir. Yatay ve dikey yenilik modellerinin her ikisi de dönemler arası yayılma etkisi içermektedir. Bu sayede, bugünkü bir teknolojik yenilik gelecekte yapılacak yeniliklerin maliyetini azaltmaktadır. Geçmişten bugüne intikal eden mevcut teknolojik seviye ne kadar yüksek olursa Ar-Ge faaliyetlerinin maliyeti o ölçüde düşük olmaktadır. Jones'in belirttiği gibi, dönemler arası yayılma etkisi, sabit maliyetli sürdürülebilir büyümeyi gerçekleştirecek derecede yeterince yüksek değilse, ekonominin büyüme oranı asimptotik olarak sıfıra yaklaşır. İşte Young modeli Ar-Ge faaliyetlerinin bu iki şeklini, dikey yenilik modellerinin düzey etkisi ve yatay yenilik modellerinin ölçek etkilerini dikkate alarak birleştirmektedir.



### **Uygun Teknolojilerin Seçimi ve Ekonomik Büyüme: Kuzey-Güney İlişisine Dayalı Acemoğlu-Zilibotti Modeli**

Gelişmiş ülkeler ile gelişmekte olan ülkeler arasındaki gelir farklılıklarını açıklamaya yönelik modellerden biri olan Acemoğlu-Zilibotti modeli, bu farklılıkların, gelişmekte olan ülkeler tarafından uygun olmayan teknolojilerin seçilmesi nedeniyle ortaya çıktığını söylemektedir (Acemoğlu ve Zilibotti 2001: 563-606). Yeni teknolojiler gelişmiş zengin sanayi ülkelerinin ihtiyaçları esas alınarak tasarlanmakta ve bu nedenle gelişmekte olan yoksul ülkelerde uygulandığında gelişmiş ülkelerdeki etkilerin aynısını üretmemektedirler.

Modelde, Kuzey ve Güney olmak üzere iki tür ekonomi olduğu varsayılmıştır. Kuzey ekonomileri yenilikçi bir yapıya sahiptir. Güneyde ise yeni teknolojilerin yaratılmasına yönelik bir faaliyet olmamaktadır. Ancak Güney ekonomileri, Kuzeyin geliştirmiş oldukları yeni teknolojileri adapte etmektedirler. Fikri mülkiyet haklarının korunmasına yönelik yasal düzenlemeler Güney ülkelerinde uygulanmamaktadır. Ekonomide, nihai ürün sektörü, ara malı sektörü ve makine sektörü şeklinde adlandırılan üç sektör bulunmaktadır.

Makina Sektöründeki firmalar, yenilikçi (Kuzey) ve taklitçi (Güney) şeklinde iki şekilde sınıflandırılmaktadır. Kuzeyde yeni bir teknoloji yaratan yenilikçi firmalar elde ettikleri patentlerin Kuzey ekonomilerinde iyi bir şekilde korunmasından dolayı bir rant elde etmektedirler.

Güneyde ise fikri mülkiyet hakları korunmamaktadır ve bu nedenle Ar-Ge faaliyetleri söz konusu değildir. Güneydeki makine üreticileri, küçük bir sabit maliyetle Kuzeyde yaratılan tasarımları kopyalamaktadırlar (Basu ve Weil 1998: 1041). Sonuç olarak Güneydeki firmalar Kuzey tarafından geliştirilen makineler ile çalışmaktadırlar. Güneyde işgücünün becerisi nispi olarak daha düşüktür. Model, Güney ekonomilerinde işgücü başına çıktının, Kuzeydeki işgücü başına çıktıdan daha düşük olduğunu ima etmektedir. Bu sonuç her iki grup ekonominin aynı teknolojiyi kullanması varsayımı altında bile geçerliliğini korumaktadır. Güney ekonomileri, Kuzey ekonomilerinin temel nitelikleri dikkate alınarak geliştirilen teknolojilerin bir bileşimini kullanmaktadır. Fakat bu teknolojiler, Güneyde kullanıldığında optimalin altında bir verimle çalışmaktadırlar. Kuzey ve Güney arasındaki verimlilik farklılığının nedeni teknolojik uyumsuzluktur. Kuzeyin geliştirdiği bu teknolojiler, gelişmekte ve az gelişmiş ekonomideki işgücünün yeteneklerine uygun teknolojiler değildir.

### **Dış Ticaret ve Büyüme: Rivera-Batiz ve Romer Modeli**

Dış ticaret ve büyüme arasındaki ilişkilerin incelendiği bir diğer model de Rivera-Batiz ve Romer tarafından geliştirilen modeldir. Bu modelde, yeni fikirlerin yayılması ve mal ticareti üzerine yoğunlaşmaktadır (Rivera-Batiz ve Romer 1991: 537).

Rivera-Batiz ve Romer modelinin temelinde girdilerin yatay farklılaşması yatmaktadır. Girdi çeşitliliğindeki artış, nihai mal sektörünün verimliliği üzerinde pozitif bir etki yapmaktadır. Girdi çeşitliliği ise, Ar-Ge sektöründeki faaliyetler sonucu üretilmektedir. Her hangi bir mal üretimi için piyasada ne kadar fazla sayıda girdi mevcut ise firmalar o ölçüde kendilerine uygun girdi bileşimini seçme konusunda tercih yapabileceklerdir. Modelde, teknolojik bilgi iki yolla yayılmaktadır. Birincisi, Romer (1990) modelindeki, uluslar arası fikir ve bilgi akımları yoluyla olmaktadır. İkincisi ise, yeni fikir ve yeni teknolojileri içerecek şekilde mal ticareti ile gerçekleşen ve *Laboratuar Gereçleri* (Lab-Equipment) adı verilen bir model ile olmaktadır (Savvides ve Zachariadis 2005: 87).

Birinci modelde, bilginin kamusal bir mal olma özelliği öne çıkmakta ve bilginin yayılması sıfır maliyetle gerçekleşmektedir. Laboratuar gereçleri modelinde ise bilginin yayılması için girdi veya ara malı ticaretinin olması gerekmektedir. Yeni bilgi ve teknolojileri içeren mal ve girdi ticareti, verimliliği artırarak, büyüme oranlarının yükselmesine neden olmaktadır (Tuncer 2001: 46).

Rivera-Batiz ve Romer modeli, uluslararası ekonomik ilişkilerin ekonomik gelişme sürecinde önemli bir role sahip olduğunu söylemektedir. Ancak model ekonomik bütünleşmeye giden ekonomilerin bir birinin benzeri ekonomiler olduğunu varsaymaktadır.

### **METODOLOJİ**

Çalışmanın uygulama kısmında bu alandaki son gelişmelere paralel bir şekilde değişkenler arasındaki ilişkilerin saptanmasında panel veri analizi yöntemi kullanılacaktır. Bu nedenle, aşağıda panel veri tekniği ile ilgili teorik bilgiler verildikten sonra analiz yapılırken dikkat edilmesi gerekli noktalar üzerinde durulacaktır.

### **Panel Veriler Ekonometrisi**

İktisadi değişkenler arasındaki nedensellik ilişkileri incelenirken ekonometrik ve istatistiksel olarak üç farklı veri çeşidi ile çalışılmaktadır. Bunlar; zaman serileri, yatay kesit verileri ve her ikisinin karmasından oluşan panel verilerdir. Panel veriler, çok sayıdaki kesite ait zaman serileri veya zaman boyutuna sahip kesit veriler olarak tanımlanabilir (Greene 2003: 612). Panel veriler, bu özellikleri nedeniyle aynı örneklem birimine ilişkin çok sayıda değişik gözlem yapılmasına olanak tanımaktadırlar. Panel verilerin basit fonksiyonel şekli aşağıdaki gibidir;

$$Y_{it} = \alpha + \beta_{1it}X_{1it} + \dots + \beta_{kit}X_{kit} + e_{it} \quad (3)$$

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

(3) nolu eşitlikte alt indisteki  $i$  kesitleri,  $t$  ise zamanı göstermektedir. Bu eşitlikte bağımsız değişkenlerce gözlemlenemeyen, zamana göre değişmeyen ancak kesitlere özgü özellikleri kapsayan *bireysel etki* söz konusudur ve birimlere ait farklı özellikler hata terimi içerisinde yer almaktadır (Baltagi 2005: 11-12).

### **Sabit Etkiler Modeli**

Sabit etkiler modeli her bir yatay kesit birimi için farklı bir sabit değer oluşturmaktadır. Sabit etkiler modelinde  $\beta$  ile gösterilen eğim katsayılarının değişmediği, ancak sabit katsayıların sadece kesit verileri arasında veya sadece zaman verileri arasında veya her iki veri içinde değişme gösterdiği varsayılmaktadır. Farklılaşma yalnızca zamana bağlı olarak oluşuyorsa bu tür modeller tek yönlü zamana bağlı sabit etkiler modeli olarak adlandırılır. Eğer panel verilerde hem zamana ve hem de kesite göre bir farklılaşma söz konusuysa bu modellere çift yönlü sabit etkiler modeli denir. Ancak panel veri analizlerinde çoğunlukla zaman etkisinden çok kesit etkisi araştırıldığından panel veri modelleri genellikle tek yönlü modellerdir (Hsiao 2002: 30).

Tek yönlü ve çift yönlü sabit etkiler modeli şu şekilde gösterilebilir;

Tek Yönlü Sabit Etkiler Modeli:

$$Y_{it} = (a_{it} + \mu_{it}) + \beta_{1it}X_{1it} + \dots + \beta_{kit}X_{kit} + e_{it} \quad (4)$$

Çift Yönlü Sabit Etkiler Modeli:

$$Y_{it} = (\alpha_{it} + \mu_{it} + \lambda_{it}) + \beta_{1it}X_{1it} + \dots + \beta_{kit}X_{kit} + e_{it} \quad (5)$$

Burada  $e_{it} \approx IID(0, \sigma_e^2)$  olduğu varsayımı söz konusudur. Diğer bir deyişle hata terimlerinin, varyansının sıfıra eşit olmasını sağlayacak şekilde bağımsız ve özdeş dağıldığı kabul edilmektedir. Bunun yanında her bir  $X_{it}$  değeri  $e_{it}$  değerinden bağımsızdır (Baltagi 2005: 12). Sabit etkiler modelinde, sabit etkiler tahmincisi her bir kesit için farklı sabitler tahmin ederek sabit katsayının kesit birimler için farklı olmasına neden olurlar.

### **Rassal Etkiler Modeli**

Rassal etkiler modeli (random effects), kesitlere veya kesitlere ve zamana bağlı olarak meydana gelen değişiklikler modele hata teriminin bir bileşeni olarak dahil edilmeleri durumunda söz konusu olur. Rassal etkiler modelinin sabit etkiler modeline göre üstünlüğü bu modellerde serbestlik derecesi kaybının ortadan kalkmış olmasıdır. Bunun yanında rassal etkiler modeli, modele örneklem dışındaki etkilerin de dahil edilmesine olanak sağlamaktadırlar. Bu modeller hata teriminin  $\mu_i$  değerini içermesi nedeniyle şu şekilde gösterilebilir;

Tek Yönlü Rassal Etkiler Modeli:

$$Y_{it} = \alpha_{it} + \beta_{1it}X_{1it} + \dots + \beta_{kit}X_{kit} + (\mu_i + v_{it}) \quad (6)$$

Çift Yönlü Rassal Etkiler Modeli:

$$Y_{it} = \alpha_{it} + \beta_{1it}X_{1it} + \dots + \beta_{kit}X_{kit} + (\mu_i + \lambda_{it} + v_{it}) \quad (7)$$

Burada hata terimi iki bileşenli hata terimi olmaktadır;  $v_{it} \approx IID(0, \sigma_v^2)$  ve  $\mu_i \approx IID(0, \sigma_\mu^2)$  varsayımları geçerlidir. Rassal etkiler modelindeki iki bileşenli hata terimlerinden ilki  $i = 1, 2, \dots, N$  şeklinde olan bir kesitin zaman boyutunda farklılık göstermeyen  $\mu_i$  değeri ile zaman boyutunda değerleri birbiriyle ilişkili olan geri kalan kısmı ifade eden  $v_{it}$  değeridir. Bu modelde kesit etkisini ifade eden  $\mu_i$  ile geri kalan hata terimlerini içeren  $v_{it}$  birbirinden bağımsızdır. Bunun yanında hata teriminin bu iki bileşeni her bir bağımsız değişkenin her hangi bir gözlem değerinden bağımsızdır. Bu nedenle rassal etkiler modelini ifade eden (6) ve (7) nolu eşitlikler

içerisinde gösterilen hata terimi bileşenleri ( $\mu_i$  ve  $v_{it}$ ) tahmininde sıradan en küçük kareler tahmincileri tutarlı ve sapmasızdır.

### KULLANILAN VERİ SETİ

Teknolojinin soyut bir kavram olması dolayısıyla doğrudan ölçmek, birimlere indirgeyerek karşılaştırma yapmak ancak teknolojiyi temsil eden, ölçülebilir başka veriler olması durumunda iktisadi modellerde kullanılabilir. Bu amaçla yeni büyüme teorileri teknoloji ve bilgi birikimini temsil etmek üzere Ar-Ge harcamaları, Ar-Ge harcamalarının GSYİH içerisindeki payı, Ar-Ge faaliyetlerinde istihdam edilen mühendis ve bilim insanı sayıları, patent sayıları gibi verileri kullanmaktadırlar. Bizde çalışmamızda OECD ülkeleri açısından Ar-Ge harcamaları, patent sayıları ve araştırmacı sayılarının GSYİH üzerindeki etkisini incelerken bu verileri kullandık. 1990-2005 arasında tüm OECD ülkeleri için kesintisiz bir şekilde sözü edilen istatistiklerin tamamına ulaşmak mümkün olmamaktadır. Bu zorluğu aşmak üzere veriler arasında zaman aralığı ve ülke sayısını maksimum kılacak bir seçim yapmak zorunlu olmaktadır. Bu seçimi yaparken göz önünde bulundurulan en önemli etken mümkün olan en yüksek gözlem sayısı ile analizlerin yapılması olmuştur.

Araştırmada kullanılan veriler OECD'nin değişik yayınları ve OECD elektronik veri tabanından derlenmiştir<sup>1</sup>. Çalışmada kullanılan veriler ve bunların tanımları şu şekildedir;

GDP: GSYİH (cari fiyatlarla, milyar ABD Doları)

GERD: Ar-Ge harcamalarının GSYİH'ya oranı (%)

RSRCH: Her bin kişi içerisinde Ar-Ge sektöründe çalışan kişi sayısı (tam zaman eşdeğeri olarak)

PATENT: Patent sayıları

### EKONOMETRİK ANALİZ SONUÇLARI

Ar-Ge modellerinin en önemli özelliği ekonomik büyümenin temel kaynağının teknolojik ilerleme olduğunu varsaymasıdır. Bir ülkede Ar-Ge

<sup>1</sup> Araştırmanın genel olarak kapsadığı dönem 1990-2005 yılları arasındır. 30 OECD ülkesine ait veriler şu kaynaklardan derlenmiştir: OECD Factbook 2008- Economic, Environmental and Social Statistics, OECD 2008; OECD Science, Technology, and R&D Statistics Online Database; <http://stats.oecd.org/>

faaliyetleri sonucunda ortaya çıkan yenilik ve buluşlar bir taraftan aynı miktarda fiziksel ve beşeri sermaye kullanılarak daha fazla çıktı elde edilmesine olanak sağlarken öte yandan ekonomik büyüme üzerinde de olumlu sonuçlar doğurmaktadır. Ar-Ge tabanlı büyüme modellerinde tüketim malları ve sermaye malları sektörlerinin yanı sıra Ar-Ge sektörü ekonominin en önemli sektörü olarak yer almaktadır. Karlarını maksimize etmek amacındaki özel firmalar tarafından geliştirilen yeni bir üretim tekniği veya bir ara malı firmalara bu mal üzerinde bir tekel gücü kazandırmaktadır. Ar-Ge faaliyeti sonucu üretilen bir yenilik veya buluş patent hakları yoluyla onu üreten firmaya tekel gücü kazandırmakta ve tekel gücüne sahip bu firmalar üretmiş oldukları bu malları birim maliyetlerinin üzerinde bir fiyata satabilmektedirler. Ar-Ge sektörünün etkin olduğu ülkelerde üretim için gerekli sermaye malı çeşitliliği artmakta ve bu da verimlilikte artışlara neden olmaktadır.

Romer (1990), Grossman-Helpman (1991) ve Aghion-Howitt (1992) modelleri teknolojiyi içselleştirirken Ar-Ge sektörünü, ekonominin büyümesinde itici sektör olarak ele almışlardır. Tüketim malları sektöründe firmalar tam rekabet koşulları, ara malları veya sermaye malları sektöründe aksak piyasa koşulları geçerlidir. Aksak piyasa koşulları altında firmaların elde edeceği aşırı karlar yeni ürün üretmenin maliyetini karşılamaya yetecek düzeydedir. Ar-Ge sektörünün temel girdisini ise nitelikli iş gücü oluşturmaktadır. Ar-Ge faaliyetleri sonucu üretilen yeni tasarımlar bu modellerde genellikle şu şekilde yer almaktadır;

$$Y = K^{1-\alpha} (AL_Y)^{\alpha} \quad (8)$$

$$\dot{A}/A = \delta L_A \quad (9)$$

Yukarıdaki eşitliklerde  $\delta$  verimlilik parametresi,  $A$  bilgi stoku düzeyi,  $L_A$  Ar-Ge sektöründe istihdam edilen iş gücü,  $L_Y$  diğer sektörlerdeki işgücünü ifade etmektedir. Bilgi stoku aynı zamanda Ar-Ge faaliyetlerinin verimliliğini arttırmaktadır. (9) nolu eşitlik Ar-Ge tabanlı büyüme modellerinin temel özelliğidir ve Ar-Ge sektöründeki üretimin bilgi stoku ve Ar-Ge sektöründe istihdam edilen beşeri sermaye tarafından belirlendiğini ifade etmektedir. Toplam iş gücü miktarı sabit varsayıldığında, Ar-Ge sektörüne tahsis edilen işgücünü artırmaya yönelik politikalar veya Ar-Ge sektörüne verilecek sübvansiyonlar uzun dönem büyüme oranlarının artmasına neden olmaktadır.

OECD ülkelerine ilişkin ampirik analizimiz üç model çerçevesinde, Ar-Ge harcamalarının GSYİH'ya oranı, Ar-Ge sektöründe istihdam edilen araş-

tırmacı sayısı ve patent sayıları açıklayıcı değişken olarak modellerde yer almaktadır. Bağımlı değişkenimiz ise GSYİH verilerinden oluşmaktadır.

Panel veriler tekniğini kullanarak tahmin edeceğimiz modeller şunlardır;

$$\text{Model 1: } GDP_{it} = \alpha + \beta_{it}GERD_{it} + e_{it} \quad (10)$$

$$\text{Model 2: } GDP_{it} = \alpha + \beta_{it}RSRCH_{it} + e_{it} \quad (11)$$

$$\text{Model 3: } GDP_{it} = \alpha + \beta_{it}PATENT_{it} + e_{it} \quad (12)$$

### **Model 1 Analiz Sonuçları**

Model 1’de Ar-Ge harcamalarının GSYİH içerisindeki payı ile GSYİH arasındaki ilişki incelenmektedir. Ülkeler ve firmalar teknolojik seviyelerini arttırmak ve günümüzde gittikçe yoğunlaşan rekabet ortamında büyümelerini sürdürebilmek için Ar-Ge faaliyetleri yapmak zorundadırlar. Ar-Ge faaliyetlerini ölçmenin bir yolu da bu faaliyetler için ulusal gelirden ne kadar pay ayrıldığıdır. Yukarıda anlatılan veri seti E-Views 5.1 paket programı kullanılarak sabit etkiler modeline göre analiz edilmiştir<sup>2</sup>.

### **Tablo 1: Model 1 Analiz Sonuçları**

Bağımsız Değişken: GDP

Metot: Panel EKK

Periyot: 1993-2005 (13)

Kesit Sayısı: 21

Toplam panel (balanced) Gözlem Sayısı: 273

Değişken	Katsayı	Std. Hata	t-Değeri	p-Değeri
C	477.2720	228.6566	2.087287	0.0379
GERD	437.4755	144.4186	3.029219	0.0027
R <sup>2</sup>	0.959173			
F-Değeri	280.8011	Olasılık (F-istatistik)		0.000000

<sup>2</sup> Avusturya, Belçika, Kanada, Çek Cumhuriyeti, Finlandiya, Fransa, Almanya, Yunanistan, Macaristan, İrlanda, İtalya, Japonya, Kore, Meksika, Hollanda, Polonya, Portekiz, Slovakya, İspanya, Türkiye, İngiltere ve ABD.

Tablo 1 incelendiğinde sabit etkiler modeline göre Ar-Ge harcamaları değişkeninin katsayısının pozitif işaretli ve istatistiksel olarak % 1 düzeyinde anlamlı olduğu görülmektedir. Bu durum teorik beklentilere uygun olarak Ar-Ge harcamalarıyla bağımlı değişken GSYİH arasında pozitif bir ilişki olduğuna işaret etmektedir. Modelin açıklama gücünü gösteren  $R^2$  değeri yüzde 96 gibi oldukça yüksek bir değer çıkmıştır.  $R^2$  değerine bakarak açıklayıcı değişken Ar-Ge harcamalarının, GSYİH değişkenini açıklama gücü yüzde 96'dır. F-istatistiği olasılık değeri dikkate alındığında tüm değişkenlerin topluca istatistiki olarak % 1 anlam düzeyinde anlamlı olduğu görülmektedir.

Anlamlı sabit etkilere göz atıldığında, Ar-Ge harcamaları yüksek olan ülkelerin kesit etkisi katsayılarının pozitif olduğu görülmektedir. Özellikle ABD, Almanya ve İtalya'nın katsayıları pozitif ve yüksek çıkmıştır. Sözü edilen anlamlı sabit etkiler katsayıları ABD için (7.617), Almanya için (5.797), İtalya için (4.461), Meksika için (1.993), İngiltere için (1.517) ve Japonya için (1.405) çıkmıştır. Meksika'nın İngiltere ve Japonya'dan yüksek çıkması dikkat çekicidir. Bu durumu Meksika'nın yoğun olarak ABD yatırımını çekmesi ve NAFTA içerisinde yer almasına bağlamak mümkündür. Modele dahil edilen diğer ülkeler için sabit etkiler katsayısı negatif işaretli olarak bulunmuştur. Bu durum teorik olarak Ar-Ge faaliyetlerinin belirli bir sosyal, ekonomik ve beşeri sermaye stokuna sahip ülkeler de daha iyi sonuçlar verdiği şeklinde yorumlanabilir. Ancak buradan Ar-Ge faaliyetlerinin yalnızca gelişmiş ülkeler tarafından yapılması gerektiği şeklinde bir çıkarıma yapmakta yanlış olacaktır.

Bulgular, Romer (1990) modelinin ülkeler arasındaki gelişmişlik farklarının, eğer söz konusu ülkeler beşeri sermaye ve bilgi birikimine yeterli derecede yatırım yapmıyorlar ise kapanmak yerine daha da açılabilceği öngörüsünü desteklemektedir.

### ***Model 2 Analiz Sonuçları***

Araştırma geliştirme faaliyetlerini ölçmede kullanılan bir diğer ölçüt ise bu sektörde tam gün eşdeğeri olarak istihdam edilen araştırmacı sayısıdır. Bir ülkenin sahip olduğu nitelikli işgücünü ve beşeri sermaye stokunu ifade eden araştırmacı sayısı o ülkede Ar-Ge faaliyetlerinin ölçülmesinde önemli bir kolaylık sağlamaktadır. Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler açısından araştırmacı sayısının toplam nüfusa oranına bakıldığında gelişmiş ülkelerde bu oranın diğerlerine göre oldukça yüksek olduğu görülmektedir.



Model 2 çerçevesinde (11) nolu eşitlikte gösterilen model tahmin edilmeye çalışılmaktadır. Modelde 17 OECD ülkesi için 1995-2004 tarihleri arasındaki GSYİH ve araştırmacı sayıları kullanılmış ve regresyon sonuçları Tablo 2’de özetlenmiştir<sup>3</sup>.

**Tablo 2: Model 2 Analiz Sonuçları**

Bağımlı Değişken: GDP

Metot: Panel EKK

Periyot: 1995-2004 (10)

Kesit Sayısı: 17

Toplam panel (balanced) Gözlem Sayısı: 170

Değişken	Katsayı	Std. hata	t-Değeri	p-Değeri
C	-99.04172	86.72491	-1.142022	0.2552
RSRCH	187.4315	17.21626	10.88689	0.0000
$R^2$	0.986518			
F-Değeri	654.2396	Prob (F-istatistik)		0.000000

Tablo 2 incelendiğinde Ar-Ge sektöründe istihdam edilen araştırmacı sayısı değişkeni katsayısının pozitif işaretli ve istatistiksel olarak % 1 düzeyinde anlamlı olduğu görülmektedir. Değişkenlerin işaretleri teorik beklentilere uygun olarak araştırmacı sayısı ile bağımlı değişken GSYİH arasında pozitif bir ilişki olduğunu göstermektedir. Modelin açıklama gücünü gösteren  $R^2$  değeri yüzde 98 çıkmıştır.  $R^2$  değerine baktığımızda bağımlı değişken araştırmacı sayısının GSYİH değişkenini açıklama gücü yüzde 98’ olmaktadır. F-istatistiği olasılık değeri dikkate alındığında tüm değişkenlerin topluca istatistiki olarak anlamlı olduğu görülmektedir.

<sup>3</sup> Belçika, Kanada, Çek Cumhuriyeti, Fransa, Almanya, Yunanistan, Macaristan, İrlanda, İtalya, Japonya, Kore, Hollanda, Polonya, Portekiz, Slovakya, İspanya ve Türkiye.

Model 2 için anlamlı kesit etkilerine baktığımızda Almanya, İtalya ve İngiltere'nin en yüksek değerler aldığını görmekteyiz. Bu değerler söz konusu ülkeler için sırasıyla (988,7), (945,4) ve (310,4) dır. Dolayısıyla araştırmacı sayısı ile GSYİH arasındaki ilişkinin en yüksek olduğu ülkeler Almanya, İtalya ve İngiltere olmaktadır.

### **Model 3 Analiz Sonuçları**

Ar-Ge tabanlı büyüme modellerinde Ar-Ge faaliyetlerinin temel çıktısı yeni ürünler ve bunların patentleridir. Ar-Ge faaliyeti sonucu yaratılan yeni tasarımlar patentler yoluyla korunmaktadır. Dolayısıyla patent sayıları bir ülkede Ar-Ge faaliyetlerinin ne ölçüde verimli olduğunun bir göstergesi olmaktadır. Patent sayılarının ülkeler arasında dağılımına bakıldığında patent başvuruları ve lisansların özellikle G7 ülkelerinde yoğunlaştığı görülmektedir. G7 ülkeleri arasında ise ABD liderliği korunmaktadır. Model 3 çerçevesinde (12) nolu regresyon eşitliği 30 OECD ülkesi için 1990-2005 yılları arasındaki veriler kullanılarak tahmin edilecektir<sup>4</sup>.

### **Tablo 3: Model 3 Analiz Sonuçları**

Bağımlı Değişken: GDP

Metot: Panel EKK

Periyot: 1990-2005 (16)

Kesit Sayısı: 30

Toplam panel (balanced) Gözlem Sayısı: 480

Değişken	Katsayı	Std. Hata	t-Değeri	p-Değeri
C	240.4989	28.21173	8.524783	0.0000
PATENT	0.429032	0.018736	22.89933	0.0000
R <sup>2</sup>	0.972753			
F-Değeri	534.3242	Prob (F-istatistik)		0.000000

<sup>4</sup> Avustralya, Avusturya, Belçika, Kanada, Çek Cumhuriyeti, Danimarka, Finlandiya, Fransa, Almanya, Yunanistan, Macaristan, İzlanda, İrlanda, İtalya, Japonya, Kore, Lüksemburg, Meksika, Hollanda, Yeni Zelanda, Polonya, Portekiz, Slovakya, İspanya, İsveç, İsviçre, Türkiye, İngiltere ve ABD.

Sabit etkiler modeline göre patent sayısı açıklayıcı değişkeninin katsayısının pozitif işaretli ve istatistiksel olarak % 1 düzeyinde anlamlı olduğu görülmektedir. Ar-Ge faaliyetlerini temsil etmek üzere kullanılan en önemli değişkenlerden bir tanesi patent sayılarıdır. Patent açıklayıcı değişkeninin pozitif ve anlamlı çıkması Ar-Ge tabanlı içsel büyüme teorilerinin temel öngörülerini destekler niteliktedir. Bu  $R^2$  değerine baktığımızda açıklayıcı değişken olan patent sayısı, bağımsız değişken olan GSYİH'daki değişmelerin % 97'sini açıklamaktadır. F-istatistiği olasılık değeri dikkate alındığında tüm değişkenlerin topluca istatistiksel olarak yüzde 1 düzeyinde dahi anlamlı olduğu görülmektedir.

Sabit etkiler modelinde kesit etkilerine göz atacak olursak ABD, İtalya ve İngiltere için kesit etkisi katsayılarının pozitif ve yüksek değer aldığını görmekteyiz. Bu sabit etkiler sırasıyla ABD için (2549,35), İtalya için (799,68) ve İngiltere için (449) dur. Özellikle ABD kesit etkisi katsayısı, en yakın ülke olan İtalya'nın üç katı gibi yüksek bir değere sahiptir. Regresyon analizimiz sonucunda dünyada araştırma ve geliştirme konusunda lider ülke olan ABD için bu sonuçların elde edilmesi patent sayısı ile GSYİH arasında pozitif bir ilişki olduğu hipotezimizi desteklemektedir.

### Sonuç

1980'lerin ortalarından itibaren ortaya çıkan içsel büyüme modelleri ülkeler arası büyüme oranlarındaki farklılıkları açıklamaya yönelik tatmin edici açıklamalar getirmiştir. Bu modeller Neo-Klasik modellerin teknolojinin dışsal ve ülkeler arasında sabit olduğu varsayımını değiştirerek büyümenin kaynaklarını beşeri sermaye ve Ar-Ge faaliyetleri ile açıklamaktadırlar. Bu modellere göre bir ekonomi sahip olduğu kaynakları ne kadar verimli bir şekilde Ar-Ge sektörüne aktarabiliyorsa büyüme oranları o ölçüde yüksek olacaktır. Dolayısıyla bu modellerde Ar-Ge sektörü ekonominin kilit sektörü niteliğindedir. Ar-Ge sektörünün verimli bir şekilde yeni teknolojiler üretebilmesi ekonominin sahip olduğu beşeri sermaye miktarına bağlıdır.

Ar-Ge faaliyetlerini ölçmede genellikle bir ekonomide Ar-Ge sektörüne aktarılan kaynakların GSYİH'ya oranı, Ar-Ge sektöründe istihdam edilen mühendis ve bilim adamı sayıları ve Ar-Ge sektörünün temel çıktısı olan patent miktarları kullanılmaktadır.

Bu çalışmada OECD ülkeleri açısından panel veri tekniği kullanılarak Ar-Ge harcamalarının, araştırmacı sayılarının ve patent sayılarının GSYİH

üzerindeki etkileri incelenmiştir. Panel veri analizi sonucunda Ar-Ge harcamaları, patent ve araştırmacı sayıları ile GSYİH büyüme oranları arasında pozitif ve yüksek oranlı bir ilişki olduğu saptanmıştır.

Dolayısıyla bir ülkenin sürdürülebilir büyüme oranlarını elde edebilmesi için yeterli kaynaklarını Ar-Ge yatırımlarına tahsis etmesi gerekmektedir. Ar-Ge yatırımlarının temel girdisi olan beşeri sermayeyi geliştirmeye yönelik politikalar büyüme üzerinde olumlu etkiler yapacaktır.

### Kaynakça

- Acemoğlu D.; F.Zilibotti, (2001). “Productivity Differences”, *Quarterly Journal of Economics*, Vol.116, No.2, pp.563-606
- Aghion, Philippe ; Peter Howitt, (1992). “A Model of Growth Through Creative Destruction”, *Econometrica*, Vol. 60, No. 2, pp.323-351
- Aghion, Philippe; Christopher Haris; Peter Howitt; John Vickers, (2001). “Competition, Imitation and Growth with Step-by-Step Innovation”, *The Review of Economic Studies*, Vol. 68, No. 3, pp. 467-492
- Aghion, Phillippe; Peter Howitt, (2004). “Growth with Quality-Improving Innovation: An Integrated Framwork”, *Draft of chapter for the forthcoming Handbook of Economic Growth*, [http://www.econ.brown.edu/fac/Peter\\_Howitt/publication/hhandbook.pdf](http://www.econ.brown.edu/fac/Peter_Howitt/publication/hhandbook.pdf) (02.15.2007)
- Alcouffe, Alain; Thomas Kuhn, (2004). “Schumpeterian Endogenous Growth Theory And Evolutionary Economics”, *Journal of Evolutionary Economics*, Vol.14, pp.223-236
- Arnold, Lutz G., (2005). “Multi-Country Endogenous Growth Models”, *University of Regensburg Discussion Papers in Economics*, No. 404, pp.1-41
- Arnold, Lutz G., (2006). “The Dynamics of The Jones R&D Growth Model”, *Review of Economic Dynamics*, Vol.9, pp.143-152
- Ateş, Sanlı, *Yeni içsel Büyüme Teorileri ve Türkiye Ekonomisinin Büyüme Dinamiklerinin Analizi*, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Sosyal bilimler Enstitüsü, 1998
- Baltagi, Badi. H., (2005). *Econometric Analysis of Panel Data*, Third Edition, John Wiley & Sons Ltd., West Sussex, England
- Basu, Susanto; David N. Weil, (1998). “Appropriate Technology and Growth”, *The Quarterly Journal of Economics*, Vol. 113, No. 4, pp. 1025-1054
- Cheng, Leonard K.; Elias Dinopoulos, (1992). “Schumpeterian Growth and International Business Cycles”, *The American Economic Review*, Vol. 82, No. 2, Papers and Proceedings of the Hundred and Fourth Annual Meeting of the American Economic Association, p. 409-410

- Demir, Osman; Aziz Kutlar; Adem Üzümcü, (2005). “Dış Ticaret ve Beşeri Sermayenin Büyümedeki Rolü: Türkiye Örneği”, *Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, Sayı: 9, No.1, ss.180-196
- Diao, Xinshen; Terry Roe; Erinc Yeldan, (1999). “Strategic Policies And Growth: An Applied Model of R&D-Driven Endogenous Growth”, *Journal of Development Economics*, Vol.60, pp.343-380
- Eaton, Jonathan; Samuel Kortum, (2006). “Innovation, Diffusion, and Trade”, *NBER Working Paper Series*, No.12385, pp.1-31
- Eicher, T.S.; S.J. Turnovsky, (1999). “Non-Scale Models of Economic Growth”, *Economic Journal*, Vol.109, pp.394-415
- Fendel, Ralf; Michael Frenkel, (1999). “Convergence, Divergence and the Role of Openness in the Process of Economic Development”, in ed. Bender, Dieter; Hemmer, Hans-Rimbert, *Entwicklungsländer im Zeitalter der Globalisierung, 2. Limburg-Seminar vom 13-16 Januar*, pp.11-36
- Greene, William H., (2003). *Econometric Analysis*, 5th Edition, Prentice Hall, New Jersey
- Grossman, Gene M. (1991). Elhanan Helpman, *Innovation and Growth in the Global Economy*, MIT Press, Cambridge, Mass.
- Grossman, Gene M. ; Elhanan Helpman, (1994). “Endogenous Innovation in the Theory of Growth”, *The Journal of Economic Perspectives*, Vol.8, No.1, pp.23-44
- Grossman, Gene M.; Elhanan Helpman, (1990). “Trade, Innovation, and Growth”, *The American Economic Review*, Vol. 80, No. 2, Papers and Proceedings of the Hundred and Second Annual Meeting of the American Economic Association, pp.86-91
- Hsiao, Cheng, (2002). *Analysis of Panel Data*, Cambridge University Press, Second Edition, NewYork
- <http://econ.worldbank.org>
- <http://stats.oecd.org/>
- Jones, Charles I. (1995a). “R&D Based Models Of Economic Growth”, *The Journal of Political Economy*, Vol.103, No.4, Aug., pp.759-784
- Jones, Charles I., (1995b). “Time Series Tests of Endogenous Growth Models”, *The Quarterly Journal of Economics*, Vol. 110, No. 2, May, pp. 495-525
- Jones, Charles I., (1997). “Population and Ideas: A Theory of Endogenous Growth”, *NBER Working Paper Series*, No. 6285, pp.1-30
- Kortum, Samuel S., (1997). “Research, Patenting, and Technological Change”, *Econometrica*, Vol. 65, No. 6, pp.1389-1419
- Li, Chol-Won, (2000). “Endogenous vs. Semi Endogenous Growth in a Two R&D Sector Model”, *The Economic Journal*, Vol.110, No.462, Conference Papers, pp.C109-C122
- Lucas, Robert E. (1988). “On The Mechanics of Economic Development”, *Journal of Monetary Economics*, Vol.22, pp.3-42
- OECD Factbook 2008- Economic, Environmental and Social Statistics, OECD 2008

- Rivera-Batiz, Luis A.; Paul M. Romer, (1991). “Economic Integration and Endogenous Growth”, *The Quarterly Journal of Economics*, Vol. 106, No. 2, pp.537
- Romer, Paul M. (1986). “Increasing Returns And Long-Run Growth”, *The Journal of Political Economy*, Vol.94, No.5, Oct., pp. 1002-1037
- Romer, Paul M., (1987). “Growth Based On Increasing Returns Due To Specialization”, *The American Economic Review*, Vol. 77, No.2, Papers and Proceeding of the Ninety-ninth Annual Meeting of the American Economic Associationi May, pp. 56-62
- Romer, Paul M., (1990). “Endogenous Technological Change”, *The Journal Of Political Economy*, Vol.98, No.5, Part 2, The Problem Of Development: A Conference Of The Institute For Free Enterprise System, Oct., pp. S71-S102
- Sala-i-Martin, Xavier, (2002). “15 Years of New Growth Economics: What Have We Learnt?”, internet kaynağı: <http://www.econ.upf.edu/docs/papers/downloads/620.pdf> (29.09.2007)
- Savvides, Andreas; Marios Zachariadis, (2005). “International Technology Diffusion and Growth in the Manufacturing Sector of Developing Economies”, *Review of Developing Economies*, Vol.9, pp.482-501
- Schumpeter, J.A., (1970). *Capitalizm, Socialism and Democracy*, Unwin University Books, London
- Solow, Robert M. (1956). “A Contribution to the Theory of Economic Growth”, *The Quarterly Journal of Economics*, Vol.70, No.1, Feb., pp.65-94
- Tuncer, İsmail, (2001). *İçsel Büyüme Modelleri Çerçevesinde Türkiye’de Uygulanan Dış Ticaret Politikalarının Büyüme Etkileri Üzerine*, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana
- Verbeek, Marno, (2004). *A Guide to Modern Econometrics*, 2.ed., John Willey & Sons Ltd