



## Türkiye ve Brics Ülkelerinde Teknoloji ve Beşeri Sermayenin Ekonomideki Etkinliği: Panel Veri Analizi

Ali ŞEN<sup>1</sup>, Ceren PEHLİVAN<sup>2</sup>

### Events in Turkey and the Brics Countries in Technology and Human Capital Economy: Panel Data Analysis

#### ARTICLE INFO

##### Article History:

Date Submitted: 10.07.2018

Date Accepted: 20.08.2018

##### JEL Classification:

E24

O33

O47

##### Keywords:

Human Capital,

Technology,

Economic Development.

#### ABSTRACT

Human capital, an important component of economic development, have increased in importance as knowledge, innovation and technological development have accelerated. The concept of human capital is observed from a broader perspective by including the effect of technological development on economic indicators in the endogenous growth of models. Together with physical capital, the improvement of technological and human capital in production will contribute to the provision of economical development. In the study, the impact of using the technology and human capital in BRICS countries and Turkey has been studied by using panel data regression analysis. As a result of the analysis, it has been seen that technology and human capital contribute positively to economic development.

<sup>1</sup> Prof. Dr, İnönü Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, [ali.sen@inonu.edu.tr](mailto:ali.sen@inonu.edu.tr)

<sup>2</sup> Doktora Öğrencisi, İnönü Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İktisat Bölümü, [pehlivanceren23@hotmail.com](mailto:pehlivanceren23@hotmail.com)

## Özet

Ekonomik kalkınmanın önemli bir bileşeni olan beşeri sermaye bilgi, inovasyon ve teknolojik gelişimin hız kazanmasıyla birlikte önemini arttırmıştır. İçsel büyüme modellerinde teknolojik gelişimin ekonomik göstergeler üzerindeki etkisine yer verilmesiyle beşeri sermaye kavramı daha geniş bir perspektiften incelenebilmiştir. Fiziki sermayeyle birlikte üretimde teknolojik ve beşeri sermayenin artırılması ekonomik gelişmenin sağlanmasına katkı sağlayacaktır. Bu çalışmada BRICS ülkeleri ve Türkiye'de teknolojik ve beşeri sermaye kullanımının artırılmasının ekonomik göstergeler üzerinde göstereceği etki panel veri regresyon analizi kullanılarak incelenmiştir. Yapılan analiz sonucunda, teknoloji ve beşeri sermayenin iktisadi kalkınmaya pozitif yönde katkı sağladığı görülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** Beşeri Sermaye, Teknoloji, Ekonomik Büyüme

**Jel Sınıflandırması:** E24, O33, O47

## 1. Giriş

Emeğin niteliğini ve yapısını ifade etmek için kullanılan beşeri sermaye, kalkınmanın gerçekleşmesinde önemli bir etkiye sahiptir. İkinci Dünya Savaşı'ndan sonra teknolojik ve bilgi temeline dayalı üretimin hızlı artışıyla birlikte beşeri sermayenin ekonomik göstergeler üzerindeki rolü artmıştır. Ülkelerin zaman içerisinde beşeri sermayeye yaptıkları yatırımlarda artış yaşanmış ve birbirleri arasında karşılaştırma yapabilme olanağı sağlanmıştır. Ülkelerin eğitim, sağlık, inovasyon ve AR-GE üzerine yaptıkları yatırımlar beşeri sermayeyi ölçmek için kullanılan değişkenler olmuştur.

İktisat literatüründe geleneksel büyüme teorileri, fiziksel sermaye ve nüfustaki artışı ekonomik büyümeyi artıran içsel faktörler olarak göstermiştir. Teknolojik üretim faktörleri ise dışsal faktörler olarak nitelendirilmiştir. Geleneksel teorilerin aksine içsel büyüme modelleri teknolojik üretim faktörlerini kalkınma sürecinin temel belirleyicisi olarak görmüştür. Faktör verimliliğinin sağlanmasında teknolojik gelişimin katkısı oldukça önemlidir. Çünkü nitelikli, eğitilmiş ve kalifiye işgücü teknolojik ilerlemeye daha hızlı ayak uydurabilmektedir (Keskin, 2011: 127). Bilgi teknolojisi toplumsal, sosyal ve ekonomik gelişimin temel belirleyicisi olarak

görülmektedir. Beşeri sermayenin geliştirilmesi teknolojik yatırımların artırılmasıyla gerçekleşebilmektedir. Emeğin üretimde önemli bir faktör olması, finansal sermaye gibi faktörlerin ekonomideki etkinliğinin azalmasına, beşeri sermayenin etkinliğinin ise artmasına neden olmaktadır (Piketty, 2014:238-239).

Teknolojik yapıda yaşanan gelişmeler üretimde beşeri sermayenin önemini artırmıştır. Teknolojik alt yapıda yaşanan gelişim ülkeler ve toplumlar arasında homojen bir yapının oluşmasına yol açmıştır (Fukuyama, 2014:260-269). Beşeri sermaye, ortaya koyduğu sonuçlar ve etkilerle önemli bir üretim kaynağı olmuştur. Ekonomik sorunlara makro analizlerin yanı sıra sosyolojik, politik ve stratejik çözümler sunarak katkı sağlamaktadır. Fiziksel sermayeyle birlikte teknolojik ve beşeri sermayenin kullanılması ekonomik gelişmeyi olumlu yönde etkilemektedir. Bu bakımdan ekonomik büyüme sürecinin önemli bir kaynağı olarak görülen yenilikçi faaliyetlere katkı sağlanması gerekmektedir.

Beşeri sermayeyle ilgili birçok uygulamalı ve teorik çalışma yapılmaktadır. Bu bağlamda ekonomik büyüme ve beşeri sermaye arasında yeni ve farklı yaklaşımlar ortaya koyulmaktadır. Bu çalışmada BRICS ülkeleri ve Türkiye'deki teknolojik ve beşeri sermayenin ekonomik kalkınma üzerindeki etkisi karşılaştırmalı olarak mukayese edilmiştir. Çalışmada ilk önce teknolojik ve beşeri sermayenin tanımlamalarına yer verilmiş daha sonra gelişim süreci üzerinde durulmuştur. İkinci bölümde ise konuya ilişkin yapılmış literatür çalışmalarına yer verilmiştir. Son bölümde ise panel veri analizine ilişkin sonuçlar metodolojiyle birlikte sunulmuştur.

## **2. Teknolojik ve Beşeri Sermayenin Tanımlanması ve Gelişimi**

İşgücünün sahip olduğu yetenek, beceri ve bilginin bir araya gelmesiyle beşeri sermaye oluşmaktadır. Eğitimin seviyesi ve niteliği arttıkça beşeri sermaye de artmış olacaktır. Elde edilen bilgi birikimiyle birlikte başta teknolojik gelişmeler olmak üzere ekonomik alanda birçok sektör kalkınma yaşayacaktır (Kibritçioğlu, 1998:207-208).

Beşeri sermaye bireylerin sahip olduğu tecrübe ve üretken yapısı sayesinde ortaya koyulan ürün olarak da tanımlanmıştır. Kişilerin yetenek ve becerilerinin artması ortaya

koyulan ürünün kalitesinin artmasına bu durumda beşeri sermayenin fiyatında bir artış yaşanmasına neden olacaktır (Thurow, 1970:28-35).

Başta sağlık ve eğitim olmak üzere bireylerin yaşam kalitesini artıran birçok faktör beşeri sermayenin temel belirleyicileridir. Ayrıca bireyler arasındaki güven temelli oluşacak ilişkiler ekonomik açıdan incelenmektedir. Sosyal sermaye olarak nitelendirilen bu olgu uzmanlaşma yoluyla beşeri sermayenin verimliliğinin artmasına neden olmaktadır (Karagül ve Masca, 2005:79-90).

Karagül, teknolojik gelişmelerle birlikte üretimde kullanılan faktörlerin verimliliğinin artacağını belirtmiştir. Verimlilik artışına paralel olarak ekonomik gelişmelerin artacağını savunmuştur (Karagül, 2002: 81).

Schultz beşeri sermayeyi insanların sahip olduğu bilgi, beceri ve çalışma güdüsünün stoku olarak tanımlamıştır. Devlet tarafından yapılacak eğitim, sağlık, AR-GE harcamalarının artması vasıflı işgücü potansiyelini arttıracaktır. Artan kişisel motivasyon sonucunda üretimde kalite artacak, üretilen mal ve hizmetlerin sayısı yükselecektir (Schultz, 1971:8). Saxton ise beşeri sermayeyi işgücünün yaptığı iş için aldığı ücreti artırmak amacıyla sahip olduğu beceriyi belli bir sınıflandırmaya tabii tutması olarak ifade etmiştir. Saxton'a göre her işgücü uzmanlaştığı alanda ücretini artırmak için kendini geliştirmelidir (Saxton vd., 2000:30).

Beşeri sermaye toplumsal ve siyasal istikrarın sağlanmasıyla tam anlamıyla bir bütün haline gelebilir. Modern ekonomilerde eğitim, sağlık ve teknolojiye gelişmeler toplumsal bütünlüğün sağlanmasıyla gerçekleşmektedir. Gelişen ekonomilerde beşeri sermaye önemli bir üretim faktörüdür (Van den Berg, 2012: 82-91). Harbison beşeri sermayenin gelişmediği ülkelerde ekonomik ve siyasal gelişiminde tam anlamıyla gerçekleşemeyeceğini belirtmiştir (Harbison, 1964:13-14).

Ülkelerin yatırım yapmasında ve üretilen ürünlerin sayısının artmasında işgücünün kalitesi önemli bir faktördür. Ekonomik verilerin dışında işgücünün nitelikli, sağlıklı ve üretken olması çalışma kalitesinin yükselmesinde, yüksek gelirlerin oluşmasında ve işgücünün içgüdüsel altyapısının güçlenmesinde beşeri sermaye önemli bir üretim stokudur (Weil, 2013:170-196).

Dornbusch ve Fischer ise beşeri sermayeyi nüfusun düşüncesinde oluşan bilgi birikimi olarak tanımlamıştır. Eğitim, öğretim ve tecrübenin artması aynı fiziki sermaye seviyesinde işçilerin daha fazla mal üretmesine ve ekonomik büyümenin gelişmesine katkı sağlayacaktır (Dornbusch ve Fischer, 2007:520).

Toplumsal ve ekonomik gelişmeler klasik iktisatta kullanılan üretim faktörlerinin de gelişmesine katkı sağlamıştır. Fiziki sermaye olarak nitelendirilen makine ve teçhizat kavramlarına insan kavramı eklenmiştir. Bireylerin kişilik haklarına ve saygınlığına zarar verilmemesi amacıyla insan kavramı yerine beşeri sermaye kullanılmıştır (Karagül, 2003: 81).

Klasik okulunun en önemli temsilcisi olan Adam Smith "Milletlerin Zenginliği" kitabında beşeri sermayeyi "yetişmiş insan gücü" olarak tanımlamıştır. İnsan gücünün niteliğinin artması için işbölümünün gerçekleşmesi gerektiğini vurgulamıştır. Sermaye birikiminin, sanayi kapitalizmin olmadığı kapalı sistemlerde emeğin ekonominin en temel üretim faktörü olduğunu belirtmiştir. Sanayileşen toplumlarda ise; emekle birlikte sermaye ve toprağın üretime dahil edilmesi gerektiğini söylemiştir (Smith, 2008: 5-45).

Ricardo, Adam Smith'den farklı bir görüş ortaya koymuştur. Emeği doğrudan üretimin bir faktörü olarak tanımlarken, sermayeyi dolaylı emek olarak görmüştür. Üretilen malın değerini miktarından çok üretimde kullanılan "emeğin miktarı" tarafından belirleneceğini belirtmiştir. D. Ricardo teknolojide meydana gelecek gelişmeler sonucunda sanayide artan verimler yasaının geçerli olacağını vurgulamıştır (Ricardo, 2008:7-15).

Marx, emeğin niteliğinin artmasının üretilen ürünlerin de niteliğinin artmasına neden olacağı görüşünü ortaya koymuştur. Karl Marx, Ricardo'nun teknolojik gelişmelerin üretimi iyileştireceği görüşünü benimsemekle birlikte, bu fikrin eksikliklerinin olduğunu savunmuştur. Bireylerin sahip olduğu fiziksel ve zihinsel yeteneklerinin artmasının emek gücünün en önemli belirleyicisi olduğunu savunan Marx, üretimde verimliliğin artmasıyla daha az emek kullanılacağını belirtmiştir (Marx, 1977:270-303).

Denison'a göre ise; beşeri sermayenin ekonomiye ve toplumlara getirisi, fiziksel sermayeden çok daha fazladır. ABD için yaptığı birçok çalışmada eğitime yapılacak yatırımların ekonomik göstergeler üzerinde olumlu sonuçlar bıraktığını göstermiştir. Eğitimin

kalitesi ve öğrencilerin beceri ve yeteneklerindeki artışların milli geliri arttığı sonucuna ulaşmıştır (Kar ve Ağır, 2005:1).

İçsel büyüme modelleri, büyümedeki iyileşmeleri teknoloji ve beşeri sermayeyle gerçekleşeceği varsayımlarıyla temellendirmiştir. İçsel büyümenin öncüsü olan Lucas, beşeri sermayenin uzun dönemde sürdürülebilir kalkınmanın temel belirleyicisi olduğunu, bununda eğitim ve öğrenmenin geliştirilmesiyle olacağını savunmuştur. Siyasi otoritelerin uygulayacağı kamusal politikalarla sürdürülebilirliğin gerçekleşebileceğini belirtmiştir. Azgelişmiş ülkelerin beşeri sermayesinin yetersizliği nedeniyle istenilen oranda ve nitelikte sermaye çekemediği ve büyüme oranlarının bu yüzden düşük olduğunu söylemiştir (Lucas, 1990:92-96).

P. Romer göre, AR-GE sektöründe yeniliklerin olması, yeni tasarımlar ve beşeri sermaye ekonomik büyümenin temel belirleyicileridir. R. Barro ise; kamu tarafından yapılan altyapı yatırımlarının özel sektörün verimliliğini artıracığını, AR-GE sektörünün kamu tarafından desteklenmesinin de ekonomik büyümeyi olumlu yönde etkileyeceği görüşünü benimsemiştir. Ayrıca Barro'ya göre; ilk ve orta öğretimdeki öğrenci sayısının artması, hukuksal alt yapının gelişmesi ve ortalama insan ömrünün uzaması kişi başına milli gelirin artışına katkı sağlamaktadır (Aksu, 2014:378).

Neo-klasiklerde beşeri sermaye üzerinde durmuşlardır. Ekonomide gelirler ve giderler sonucu ortaya çıkan farkı "artık" olarak nitelendirmişlerdir. Ekonomide oluşan bu artığandan beşeri sermayeden kaynaklandığını savunmuşlardır (Çakmak ve Gümüş, 2005:60).

Neo-klasik büyüme modeli olarak da ifade edilen Solow büyüme modeli 1956 yılında ortaya koyulmuştur. Temelde emek ve sermayenin ikame girdiler olduğunu ve teknoloji düzeyinin sabit olduğunu belirtmişlerdir. Cobb Douglas tipi üretim fonksiyonu temel alınmıştır. Üretim fonksiyonu;

$$Y = f(K, L) = K^a \cdot L^{1-a} \quad (1)$$

şeklinde ifade edilmiştir. Teknolojinin sabit olduğu varsayımı altında çıktı miktarı; sermaye ve emek girdileri tarafından belirlenmektedir. Weil, Romer ve Mankiw, Solow 'un

ortaya koyduğu üretim fonksiyonuna beşeri sermayeyi dahil etmiştir. Genişletilmiş Solow Modelinde, teknoloji ve beşeri sermaye değişkenleri denkleme dahil edilmiştir.

$$Y_t = K_t^\alpha H_t^\beta (A_t L_t^e)^{1-\alpha-\beta} \quad (2)$$

Yeni oluşan denklemde A katsayısı teknolojik gelişmeyi, H katsayısı ise beşeri sermayeyi (eğitim) ifade etmektedir. Cobb-Douglas üretim fonksiyonu denklemine beşeri sermayenin eklenmesiyle üretimde emek, sermaye, teknoloji ve beşeri sermayenin ne kadar etkili olacağı belirtilmiştir.

$\alpha$  sermayenin esnekliğini,  $\beta$  eğitimin esnekliğini ifade etmektedir.  $\alpha + \beta < 1$  varsayımı yapılmaktadır. Bu varsayım hem fiziki hem de beşeri sermaye için azalan getiri olduğunu göstermektedir. Aksi durumda  $\alpha + \beta = 1$  gibi sabit getirinin olduğu durumda modelin durağan durumu olmayacaktır (Mankiw vd., 1992: 416).

Schumpeter, ekonomik büyümenin gerçekleşebilmesi için teknolojik gelişmelerin artırılması gerektiğini belirtmiştir. Büyümenin teknoloji dışında nüfusta meydana gelecek artıştan da etkilenebileceği üzerinde durmuştur. Schumpeter ekonomik değişimin temel belirleyicisi olarak teknolojik araştırma ve geliştirmeyi görmektedir. Schumpeter "yaratıcı yıkım" modeliyle üretilen malları niteliğindeki artışın sağlanmasının teknolojik gelişmeler olacağını, yeni fikir ve patentlerle rekabet ortamının oluşacağını savunmuştur (Parasız,2003:175).

Mincer ise; büyümenin yanı sıra iktisadi gelişmeler sonucu oluşacak ekonomik iyileşmelerin beşeri sermaye sonucu oluşacağını öngörmüştür. Mincer'e göre iki değişken arasındaki pozitif ilişki sürdürülebilir kalkınmanın belirleyicisi konumundadır (Mincer, 1995:29-49).

Hanushek beşeri sermayenin ölçülmesinde sadece okullaşma oranının kullanılmasının eksik ve yetersiz olacağını belirtmiştir. Okullaşma ve eğitim faktörlerinin dışında ulusal yönetimler ve uluslararası kalkınma ajansları tarafından desteklenen çeşitli politikaların,

ailelerin rolünün ve insan sermayesinin gelişmesi için sağlık ve beslenmenin geliştirilmesinin gerekli olduğunu savunmuştur. Bu çerçevede beşeri sermayeyi açıklamak için bir denklem oluşturmuştur.

$$\text{Beşeri Sermaye} = \beta_1 \text{ Okullaşma Oranı} + \beta_2 \text{ Aile} + \beta_3 \text{ Yetenek} + \beta_4 \text{ Sağlık} + \beta_5 \text{ Diğer Faktörler} \quad (3)$$

şeklinde beşeri sermayeyi tanımlamıştır (Hanushek, 2002: 541).

### 3. İktisadi Kalkınmada Teknolojik ve Beşeri Sermayenin Etkisi

Bölgesel kalkınma, tarım, sanayi ve hizmet sektörlerinin gelişmesinde, yatırımların artırılmasında beşeri sermaye önemli bir rol oynamaktadır. Çünkü firma veya bireylerin beşeri sermaye yatırımlarını artırmalarıyla sektörler arasındaki etkileşim artacak ve ekonomik birimlerin verimliliklerinde iyileşmeler yaşanacaktır.

Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO) beşeri sermaye yatırımlarının artmasıyla birlikte ekonomide gelir dağılımının, büyümenin, ülke nüfusundaki gelişmelerin ve toplumsal yapının gösterdiği tepkilerin etkileneceğini bu yüzden beşeri sermayenin hem mikro hem de makro ekonomi üzerinde etkili olabileceğini savunmuştur (ILO 2004, 67).

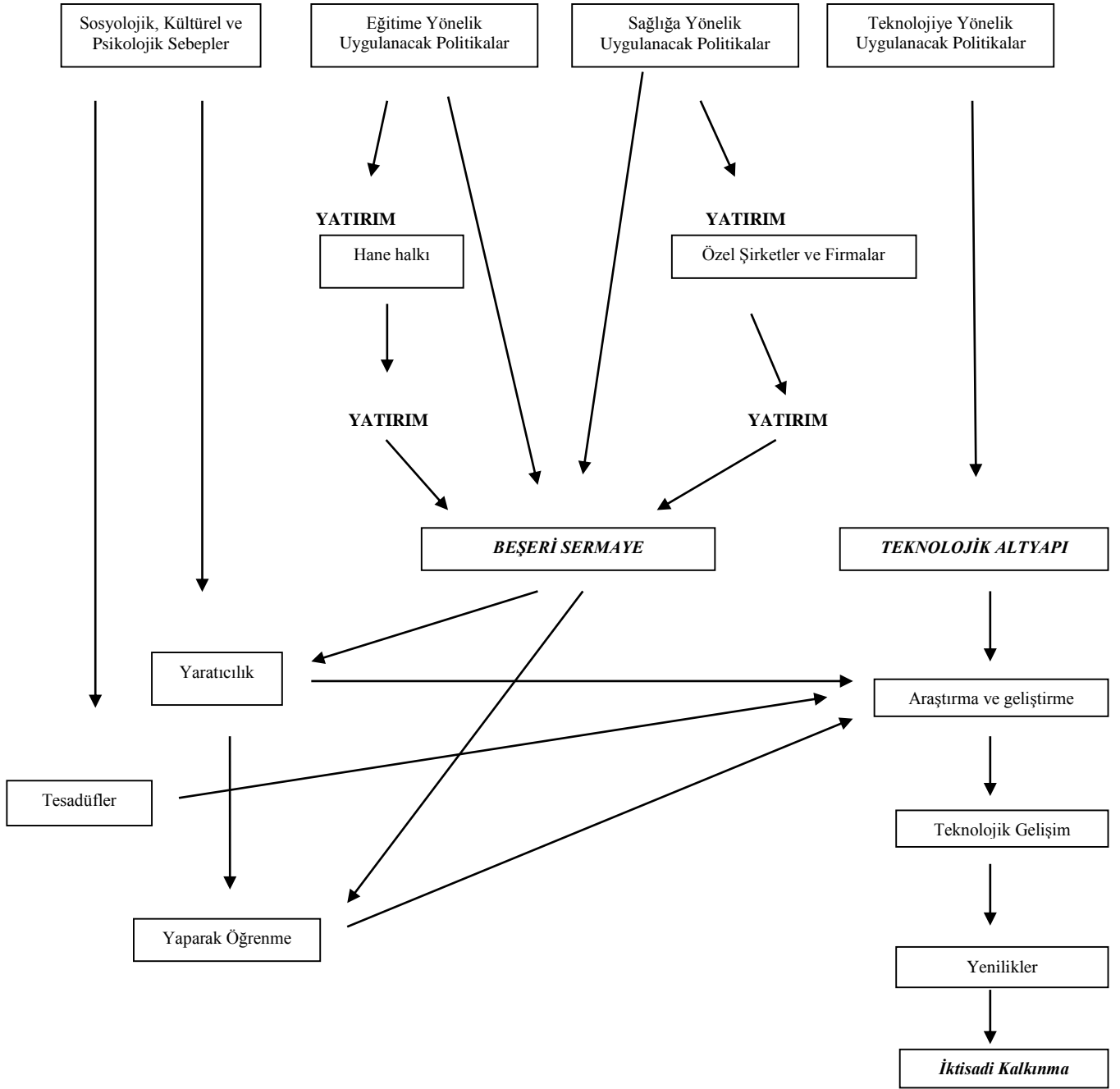
Lau 1993 yılında yaptığı çalışmada Brezilya'da beşeri ve teknolojik sermaye için yapılacak yatırımların artmasının büyümeyi yaklaşık olarak %63 oranında artıracığı sonucuna ulaşmıştır (Carnoy, 1992:352). Kuznets ise eğitim seviyesinin ve niteliğinin artmasının ülkedeki gelir dağılımındaki eşitsizliği azaltacağını belirtmiştir. Eğitim düzeyinin artmasıyla önce gelir bölüşümündeki eşitsizlik artacak daha sonra azalma eğilimi gösterecektir. Kuznets eğrisi olarak bilinen bu ilişki ters U hipotezi olarak nitelendirilmektedir. Hükümetin zorunlu eğitim politikasındaki etkinliğini artırması sonucunda daha etkili bir sonuca ulaşacağını ifade etmektedir (Kuznets, 1955:1-28). Eğitim kurumlarının bireysel yetenek ve beceriye göre verdiği eğitimle nitelikli ve verimli bir işgücü yetiştirebilmektedir. Beklenen ücrete sahip olan işgücü piyasada etkin çalışarak verimliliğini artırmaktadır. Ayrıca ülkenin ihtiyacına uygun olarak işgücünün yetiştirilmesi gerekmektedir. Meslek seçimi yapılırken gereksinimlere uygun olarak öğrencinin yetiştirilmesi eğitim yatırımlarının etkinliğini artıracaktır.



Meslek seçiminin belirlenmesinde aile bireylerinin sahip olduğu eğitim düzeyleri beşeri sermaye yatırımlarının etkinliği belirlemektedir. Ekonomide düşük ve yüksek gelirli işlerde çalışmak gelir dağılımını etkilemektedir. Bu değişkenlerin dışında mesleki statü, yaş ve cinsiyet toplumsal eşitsizliklerin yaşanmasına neden olmaktadır (Katz, 1998:33). Eğitim başta olmak üzere araştırmaya yönelik yapılacak yatırımlar yeniliklerin oluşmasına katkı sağlamaktadır. Özellikle gelişmekte olan ülkelerde beşeri sermayede oluşacak gelişimler, teknolojik gelişime uyum sağlayan gelişmiş ülkelerle rekabet etmek için önemli bir sektör görevi görmektedir. Bilgi ve becerinin tarım, sanayi ve hizmet gibi sektörler dışında sağlık ve iletişim gibi alanlarda etkin bir şekilde kullanılması ülke ekonomisinde beşeri sermayenin önemi artırmaktadır. Bilgi birikimin yüksek olduğu gelişmiş ülkelerde işbölümü katma değeri yüksek olan alanlarda gerçekleşmektedir. Bu durum karşısında az gelişmiş ülkeler katma değeri düşük birçok alanda karşılaştırmalı bir üstünlük sağlamaktadırlar. Gelişmekte olan bir ülkenin en azından o ülke için en uygun teknolojileri belirleyebilecek ve belirlenen teknolojileri de ülke koşullarına adapte edebilecek teknolojik ve beşeri sermayeye sahip olması gerekmektedir.

Şekil 1' de teknolojik ve beşeri sermayenin bileşenlerinin oluşum şeması yer almaktadır. Eğitim, sağlık, hane halkı ve firmalara yapılacak yatırımlar sonrasında beşeri sermayede artışlar yaşanacaktır. Teknolojik alt yapının sağlanmasıyla AR-GE, patent ve inovasyon gibi alanlarda gelişim sağlanacaktır. Sosyal ve psikolojik etmenler yaratıcılıkla birleşerek teknolojik gelişimi destekleyecektir. En son olarak tüm etmenlerde yaşanacak etkileşim ekonomik kalkınmanın gelişmesine yol açacaktır.

### Şekil 1. Teknolojik ve Beşeri Sermayenin Belirleyicileri



**Kaynak:** Kibritçoğlu, 1998, s. 217.

#### 4. Literatür

Beşeri sermaye OECD tarafından; ekonomik gelişmeyi ve toplumsal refahı artıran, sosyal etkinliği sağlayan her türlü bilgi ve yeniliğin işgücü aracılığıyla benimsenmesi sonucu oluşan yetenek olarak tanımlanmıştır. Beşeri sermaye temelinde yapılan çalışmalarda birçok farklı değişken ele alınmıştır. Başta eğitim olmak üzere sağlık, işgücü, fiziki sermaye ve teknoloji gibi değişkenler çalışmalarda kullanılmıştır.

Schultz 1971 yılında yaptığı çalışmada sağlık harcamaları ve asgari yaşam düzeyi için gerekli olan beslenme düzeyini beşeri sermayenin bir faktörü olarak kabul etmiştir. Düşük ve yüksek gelirli ülkeleri karşılaştırarak yaptığı çalışmada sağlık ve beslenme harcamalarına yapılan yatırımların kişi başına düşen emek arzını ve emek verimliliğini artırdığı sonucuna ulaşmıştır.

Louat, Jamison ve Lau 1991 yılında Latin Amerika'daki ülkeleri kapsayan bir çalışma yapmışlardır. Çalışmada eğitimin esnekliğinin %20 iken sermayenin esnekliğinin %80 olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Çalışmada iki değişkenin birbiriyle olan tamamlayıcılık ilişkisi ortaya koyulmuştur.

Spiegel ve Benhabib (1992), çalışmasına ABD ve gelişmekte olan 12 ülkeyi dahil ederek beşeri ve fiziki sermayenin kişi başına milli gelir üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Ayrıca çalışmaya Cobb-Douglas üretim fonksiyonunu dahil etmişlerdir. Uzun dönemde beşeri sermayenin iktisadi büyüme üzerinde sınırlı bir etkisinin olduğunu belirtmişlerdir.

Schultz (1993) fayda maliyet analizini kullanarak ABD için bir çalışma yapmıştır. Beşeri sermaye olarak eğitim değişkenleri kullanılmış ve özellikle yükseköğretimdeki öğrenci sayısındaki artışın istihdam ve üretim artışı yoluyla büyümeyi artıracığı sonucuna ulaşmıştır.

Mayer 2001'de Meksika'da sağlık ve büyüme arasındaki ilişkiyi Granger nedensellik testi yardımıyla incelemiştir. Çalışmada Barro'nun ortaya koyduğu model çerçevesinde bir yaklaşım ortaya koymuştur. Değişkenler arasında pozitif ve uzun dönemli bir ilişki olduğunu tespit etmiştir.

Teal (2010), beşeri sermaye olarak eğitim verisini kullanmış ve Kuzey Afrika'daki 32 ülke için regresyon analizi yapmıştır. Yükseköğretimdeki öğrenci sayısında meydana gelecek

artışın istihdam üzerindeki etkisini incelemiştir. Çalışmada EKK (En Küçük Kareler Yöntemi) analizi yapılmış ve analiz sonucunda eğitim seviyesi yükseldikçe kamuda iş bulma durumunun arttığı sonucuna ulaşılmıştır.

Tebaldi ve Dias (2012), Kanada, ABD ve Latin Amerika' yı kapsayan 40 yıllık süreç için panel veri analizi yapmışlardır. Beşeri ve fiziksel sermayenin GSMH üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu ve değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişki olduğunu tespit etmişlerdir.

Tzeremes, 2014 yılında 123 ülkeyi kapsayan bir zaman serisi analizi yapmıştır. Beşeri sermayenin teknolojik yeniliklerle birlikte ekonomik etkinliği artırdığı nedensellik analizleriyle saptanmıştır.

Göçer (2013) Asya ülkeleri için yatay kesit analizi kullanarak 1996-2012 yıllarını kapsayan bir analiz yapmıştır. Analizde bağımsız değişken olarak yüksek teknoloji ürün ihracatı, toplam ihracat, AR-GE harcamalarını kullanmıştır. Bağımlı değişken olarak ise; 11 Asya ülkesinin GSMH'sını kullanmıştır. Eş bütünleşme ve nedensellik analizi sonucunda büyüme üzerinde en fazla etkinin %6,5 oranıyla yüksek teknoloji ürün ihracatında olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Waheed ve Qadri (2014) Pakistan'da beşeri sermaye ve büyüme arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Emek piyasasındaki gelişmelerin beşeri sermaye üzerinde düşük seviyede etkili olduğunu belirtmişlerdir.

Işık (2014), Türkiye'de patent harcamalarının ekonomik büyümeye etkisini VAR analiziyle incelemiştir. Çeyrek dönemlik veriler kullanılarak yapılan analizde patent harcamalarından ekonomik büyümeye doğru bir nedenselliğin olduğu görülmüştür.

Önder ve Hatırlı 2014 yılında, yatırım malları ithalat endeksi, imalat sanayi ihracatı, bileşik okullaşma oranı ve patent sayısı değişkenlerini kullanarak Türkiye için zaman serisi analizi yapmışlardır. Çalışmada 60 gözlem sayısı ile birim kök testi, gecikme uzunluğu ve nedensellik testleri yapılmıştır. Analizde ihracat ile GSYİH arasında iki yönlü nedenselliğin olduğu görülmüştür.

Bal vd. (2014), BRICS ülkelerine Türkiye'yi de dahil ederek panel veri analizi yapmışlardır. 1995-2011 dönemi için yıllık veriler kullanılarak beşeri sermaye ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki incelenmiştir. İki değişken arasında uzun dönemli bir etki olduğu ve beşeri sermayenin ekonomik büyümeyi artırdığı yapılan analizlerle ortaya koyulmuştur.

Pelinescu 2015 yılında AB üyesi ülkelerde beşeri sermaye ve ekonomik büyüme ilişkisini incelemiştir. Yaptığı panel analiziyle ekonomik büyüme ve beşeri sermayenin yenilik yaratma kapasitesi arasında pozitif bir ilişki olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Hanushek (2016), yüksek öğretimin kişilere, bireysel kazançlar açısından önemli ödüller kazandırdığını belirtmiştir. Bu yüzden hükümetler tarafından ekonomik verimlilik ve büyüme için yükseköğretimdeki öğrenci sayısının artırılması gerektiğini savunmuştur. OECD ülkelerindeki yüksek öğretimdeki öğrenci sayısının büyümeye olan etkisini araştırdığı çalışmasında bir önceki dönemde görülen öğrenci başarı düzeylerinin, her bir okul seviyesinin daha önceki bilgiler üzerine inşa edildiğini ve okul sürelerinin bitmesiyle öğrencilerin toplam becerilerinin bir eğitim endeksi oluşturduğunu panel veri analiziyle ortaya koymuştur.

## 5. Metodoloji, Veri Seti ve Uygulama

Beşeri sermaye ve büyüme ilişkisi birçok analize konu edilmiştir. Beşeri sermaye değişkeni olarak çoğunlukla eğitim ve sağlık değişkenlerine ait veriler kullanılmıştır. Bu çalışmada ise; beşeri sermayeyle birlikte teknolojik gelişmeler açıklayıcı değişken olarak kullanılmıştır. BRICS ülkelerine Türkiye'de dahil edilerek 1999-2016 yıllarını kapsayan panel veri analizi yapılmıştır. 108 gözlem kullanılarak yapılan çalışmada bağımlı değişken olarak analize dahil edilen 6 ülkenin kişi başına milli gelirleri kullanılmıştır. Bağımsız değişken olarak ise; AR-GE harcamaları, patent başvuruları, ileri teknoloji ihracatı ve yüksek öğretimde kayıtlı olan öğrenci sayısı kullanılmıştır. Değişkenlere ait veriler Dünya Bankası'ndan yıllık olarak alınmıştır. Patent başvuruları ve kişi başına milli gelir verilerinin istatistiksel sorunlarının (otokorelasyon) giderilebilmesi için logaritması alınmış, diğer değişkenler ise doğal değerleriyle analize dahil edilmiştir.

**Tablo 1.** Değişkenlerin Tanımlanması ve Kaynağı

<i>Değişkenler</i>	<i>Açıklaması</i>	<i>Kaynağı</i>
--------------------	-------------------	----------------

<b><i>lnPCNI</i></b>	Kişi Başına Mili Gelir	US \$ Yıllık Cari Oran	Dünya Bankası
<b><i>RD</i></b>	AR-GE Harcamaları	% GSYİH	Dünya Bankası
<b><i>HTE</i></b>	İleri Teknoloji İhracatı	İmalat İhracatının Yüzdesi (%)	Dünya Bankası
<b><i>lnPA</i></b>	Patent Başvuruları	Başvuru Sayısı	Dünya Bankası
<b><i>TE</i></b>	Yüksek Öğretime Kayıt	% Net Oranı	Dünya Bankası

Analizde ilk olarak değişkenlerin korelasyon katsayıları yorumlanmış, daha sonra tanımlayıcı istatistikleri açıklanmıştır. Panel analizinde değişkenlere birim kök testlerinin uygulanması için öncelikle yatay kesit bağımlılığının olup olmadığı incelenmektedir. Değişkenler arasında yatay kesitin varlığının reddedilmesi durumunda birinci nesil (Levin, Lin ve Chu, Im, Pesaran ve Shin veya Maddala...vb.) birim kök testleri kullanılırken; değişkenler arasında yatay kesit bağımlılığının olması durumunda ikinci nesil (MADF, CADF VE SURADF...vb.) birim kök testleri kullanılmaktadır. Değişkenler arasında yatay kesit bağımlılığının olduğu saptandığından seride birim kök testi olarak CADF (Cross-sectional Augmented Dickey Fuller) testi uygulanmıştır. Son olarak ise panel veri regresyon analiziyle değişkenlerin ülkeler üzerindeki etkisi katsayılarla incelenmiştir. Değişkenlere ait model şu şekilde oluşturulmuştur:

$$\Delta PCNI = \beta_0 + \sum_{i=1}^p \beta_{1i} \Delta RD_{t-i} + \sum_{i=1}^q \alpha_{1i} \Delta HTE_{t-i} + \sum_{i=1}^q \Delta_{1i} \Delta PA_{t-i} + \sum_{i=1}^q \Theta_{1i} \Delta TE_{t-i} + \sum_{i=1}^r \lambda_{1i} \Delta PCNI_{t-i} + \psi_1 + \mu_{1t} \quad (4)$$

**Tablo 2.** Değişkenler İçin Korelasyon Katsayıları

<b><i>Değişkenler</i></b>	<b><i>lnPCNI</i></b>	<b><i>RD</i></b>	<b><i>HTE</i></b>	<b><i>lnPA</i></b>	<b><i>TE</i></b>
<b><i>lnPCNI</i></b>	1.000	0.305	-0.151	-.0281	0.527
<b><i>RD</i></b>	0.305	---	0.704	0.609	0.594
<b><i>HTE</i></b>	0.151	0.704	---	0.748	0.436
<b><i>lnPA</i></b>	0.281	0.609	0.748	---	0.150
<b><i>TE</i></b>	0.527	0.594	0.436	0.150	-----

Korelasyon testi değişkenler arasında doğrusal açıdan bir ilişkinin varlığı saptamak için kullanılan bir analizdir. Doğrusal bir ilişkinin olduğu durumlarda değişkenler arasındaki uyumun yönünü ve şiddeti korelasyon katsayısıyla açıklanmaktadır. Korelasyon katsayısı -1 ile 1 arasında değerler almaktadır. Katsayının negatif olması değişkenler arasında ters yönlü bir ilişkinin olduğunu, pozitif bir değer olması ise değişkenler arasında aynı yönde bir ilişkinin olduğunu ifade etmektedir (Otrar, 2015: 9). Seride kullanılan değişkenlere ait katsayılar pozitif değerler almıştır. Değişkenler arasında aynı yönde bir ilişkinin olduğu görülmektedir. AR-GE harcamalarında meydana gelecek bir artış bilimsel çalışmaların artmasına dolayısıyla da patent başvurularında iyileşmelerin yaşanmasına neden olmaktadır. Beşeri sermayenin önemli bir parçası olan eğitim göstergesindeki artışlar bilgi ve becerinin, üretimde verimliliğin ve iş gücünün sahip olduğu niteliğinin kalitesinin yükselmesine yol açmaktadır. Üretimde oluşacak kalite ve verimlilik gelirin artmasını sağlamaktadır. Ülkelerin yüksek teknolojik alt yapıya sahip olmaları ve üretimde katma değeri yüksek ürünleri ihraç etmeleri ülke ekonomisinin ivme kazanmasına katkıda bulunmaktadır. Bu açıdan analiz sonucunda elde edilen sonuçlar, beşeri ve teknolojik gelişmelerin ekonomik göstergeler üzerinde olumlu bir etki oluşturacağı sonucunu desteklemektedir.

**Tablo 3. Değişkenlere ait Tanımlayıcı İstatistikler**

<i>Değişkenler</i>	<i>Ortalama</i>	<i>Standart Sapma</i>	<i>Varyasyon Katsayısı</i>	<i>Çarpıklık</i>	<i>Basıklık</i>	<i>Jarque-Bera</i>	<i>Olasılık</i>
<i>lnPCNI</i>	8.287	0.949	0.114	-0.641	2.442	8.800	0.012
<i>RD</i>	0.978	0.357	0.365	1.172	4.337	32.794	0.000
<i>HTE</i>	10.764	7.947	0.738	1.051	3.065	19.933	0.000
<i>lnPA</i>	9.153	1.702	0.185	-0.923	3.422	16.159	0.000
<i>TE</i>	77.044	10.461	0.135	-0.134	1.728	7.598	0.022

NOT: Çarpıklık değeri < 0 ise; sola çarpık, Çarpıklık değeri > 0 ise; sağa çarpıktır. Basıklık değeri < 3 ise; basık, Basıklık değeri > 3 ise; dikdir.

Eğitim değişkenine ait standart sapma değeri analizde kullanılan diğer değişkenlere göre daha yüksek bir değere sahiptir. Standart sapma değeri, tanımlayıcı istatistikler için değişkenler üzerindeki oynaklık göstergesi olarak ifade edilmektedir. Seride asimetrik dağılımı yansıtan çarpıklık değeri; AR-GE harcamaları ve ileri teknoloji ihracatı değeri için sağa çarpıktır. Kişi başına milli gelir, patent sayısı ve eğitim değeri ise sola çarpıktır. Seride kuyruk dağılımını

ifade eden basıklık katsayı değerine göre kişi başına milli gelir ve eğitim değeri basık iken, diğer değişkenler diktir.

Varyasyon katsayısı standart sapmanın ortalamaya göre yüzdesidir. Serilerden hangisinin varyasyon katsayısı yüksek ise o seri daha fazla değişkenlik göstermektedir. Analizde yer alan değişkenler arasında ihracat serisi en yüksek değişkenliği göstermektedir. İhracat serisini 0.365 değeriyle AR-GE harcamaları izlemektedir.

### 5.1. Yatay Kesit Bağımlılığının Belirlenmesi

Değişkenler arasında yatay kesit bağımlılığının belirlenmesi, analizde kullanılacak birim kök ve regresyon analizinin seçilmesinde önemli bir etkindir. Tutarlı ve sapmasız sonuçlarının çıkması için yatay kesit testlerinin uygulanması gerekmektedir. Yatay kesit testi için Breusch-Pagan tarafından 1980 yılında geliştirilen LM (Lagrange Multiplier) testi ve Pesaran tarafından 2004'te geliştirilen CD (Cross-Section Dependence) testi uygulanmaktadır. Seride incelenen zaman süresinin yatay kesit boyutundan büyük olması durumunda ( $T > N$ ) LM testi kullanılmaktadır. Zamanın yatay kesit boyutundan ve yatay kesit boyutunun zamandan büyük olması ( $T > N$  ve  $N > T$ ) durumunda ise CD testi uygulanmaktadır. Çalışmamızda 17 yıllık zaman süresi ve 6 ülke kullanıldığı için değişkenlere LM testi uygulanmıştır. LM testi denklemsel olarak şu şekilde gösterilmektedir:

$$LM = T \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N (\hat{\rho}^{ij})^2 \square X^2_{\frac{N(N-1)}{2}} \quad (5)$$

LM analizine ilişkin denklem geliştirilerek ;

$$LM_{adj} = \left( \frac{2}{N(N-1)} \right)^{\frac{1}{2}} \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N \left[ \hat{\rho}^{ij} j \left( \frac{(T-K-1) \hat{\rho}^{ij} - \hat{\mu}_{Tij}}{v_{Tij}} \right) \right] \square N(0,1) \quad (6)$$

şeklinde ifade edilmiştir (Pesaran, vd., 2008: 105-127).

Denklemden  $\mu_{Tij}$  terimi varyansı,  $\hat{\mu}_{Tij}$  terimi ise ortalamayı göstermektedir.

LM testi sonucunda olasılık değerinin 0.05'ten küçük olması durumunda değişkenler arasında yatay kesit bağımlılığının olmadığını söyleyen Ho hipotezi reddedilir. Bu durumda



değişkenler arasında yatay kesitin olduğu kabul edilir (Pesaran vd.,2008: 105-127). Ayrıca ülkelerin ekonomik yapılarının farklı olup olmadığının araştırılması için ise homojenlik testinin uygulanması gerekmektedir. Pesaran (2006), eğim katsayısının homojen ya da heterojen olduğu durumlarda kullanılabilecek iki türlü tahminci geliştirmiştir. Bunların ilki, eğim katsayısının homojen olduğunu varsayan "Ortak İlişkili Etkiler Havuzlanmış (Common Correlated Effects Pooled (CCEP))" tahmincisi olarak adlandırılmaktadır. Bir diğeri ise eğim katsayısının heterojen olduğunu varsayan "Ortak İlişkili Etkiler Ortalama Grup (Common Correlated Effects Mean Group (CCEMG))" tahmincisidir. Çalışmada Delta testi yapılarak değişkenlerin homojen / heterojen yapı sergiledikleri belirlenmiştir.

**Tablo 4.** Değişkenlere ait Yatay Kesit ve Delta Testi Sonuçları

<i>LM Testi</i>			<i>Delta Testi</i>	
<i>Değişkenler</i>	<i>Test İstatistiği</i>	<i>Olasılık</i>	$\tilde{\Delta}$ İstatistik	<i>Olasılık</i>
<i>lnPCNI</i>	8.978	0.002	11.789	0.005
<i>RD</i>	5.897	0.000	12.478	0.000
<i>HTE</i>	6.745	0.003	9.455	0.001
<i>lnPA</i>	4.125	0.000	2.448	0.000
<i>TE</i>	6.789	0.000	4.702	0.000
<i>LM<sub>adj</sub> Testi</i>			$\tilde{\Delta}_{adj}$ Testi	
<i>lnPCNI</i>	7.568	0.000	6.478	0.000
<i>RD</i>	7.589	0.000	4.478	0.001
<i>HTE</i>	5.448	0.001	3.478	0.003
<i>lnPA</i>	4.852	0.000	6.444	0.000
<i>TE</i>	5.745	0.000	9.102	0.000

Tablo 4'e göre; değişkenlere ait olasılık değerleri 0.05'ten küçük olduğu için Ho hipotezi reddedilir ve seride yatay kesitin olduğu kabul edilir. İncelenen ülkeler arasında yatay kesit bağımlılığı vardır ve bağımsız değişkenlerin herhangi birinde meydana gelecek değişim veya şok ülkeler arasındaki etkileşim nedeniyle birbiriyle ilişkilidir. Ülke ekonomilerinde verilecek kararlar entegrasyon nedeniyle diğer ülkelerin yapısal ve siyasal yapıları göz önüne alınarak

yapılmalıdır. Homojenlik testi sonuçlarına bakıldığında ise, her iki test istatistiği de, eğitim katsayısının homojen olduğu yönündeki  $H_0$  hipotezini reddetmektedir. Ülkelerin ekonomik yapı açısından farklılıkların yaşanmasından ötürü çıkan sonuç istatistiksel açıdan anlamlıdır.

Yatay kesitin olduğu belirlendikten sonra çalışmada değişkenlere birim kök testi uygulanmıştır. Birinci nesil birim kök testleri yatay kesitin homojen olmasına göre değişmektedir. Maddala ve Im, Pesaran ve Shin testleri heterojenlik varsayımını benimserken; Levin, Lin ve Chu testi homojenliği benimsemektedir. Birinci nesil testler, yatay kesit bağımlılığının değişkenler arasında bağımsız olduğunu savunmaktadır. İncelenen ülkelerin herhangi birinde meydana gelecek şoktan bütün ülkelerin aynı oranda etkileneceğini öngörmektedir. Bu yaklaşımın temel ekonomik göstergeler üzerindeki etkisinin olmaması ve teorik açıdan temellendirilmesi sonucunda ikinci nesil birim kök testleri geliştirilmiştir (Pesaran, 2006: 967-1012). Seride değişkenler arasında yatay kesit olması durumunda Pesaran (2007) birimler arası korelasyonu yok edebilmek amacıyla ADF regresyonunun gecikmeli yatay kesit ortalamaları ile genişletilmiş halini kullanmaktadır. Bu test, Yatay Kesit Genelleştirilmiş Dickey Fuller (CADF) olarak adlandırılmaktadır (Tatoğlu, 2012: 223). Birim kök testi;

$$Y_{t-i} = (1-\alpha_i)u_i + \alpha_i y_{t-i} + \mu_{it} \quad (7)$$

$$\mu_{it} = Y_i f_t + e_{it} \quad (8)$$

denklemleriyle ifade edilir.  $e_{it}$  hata terimini,  $f_t$  ise ülkelerin gözlemlenemeyen etkilerini göstermek için kullanılır (Pesaran, 2006: 967-1012).

**Tablo 5.** Panel CADF Birim Kök Testi Sonuçları

<i>Değişkenler</i>	<i>I(0)</i>		<i>I(1)</i>	
	<i>İstatistik</i>	<i>Olasılık</i>	<i>İstatistik</i>	<i>Olasılık</i>
<i>lnPCNI</i>	1.174	0.485	-1.745	0.001**
<i>RD</i>	2.158	0.978	-3.548	0.000***
<i>HTE</i>	-4.520	0.782	-4.258	0.000***
<i>lnPA</i>	-4.589	0.478	-3.258	0.000***
<i>TE</i>	0.987	0.584	-4.258	0.000***

**NOT:** \*\*\*, \*\* ve \* değerleri sırasıyla %1, %5 ve %10 anlam seviyelerinde serilerin durağanlıklarını göstermektedir. Değişkenlerin uzun hafıza gösterdikleri varsayılarak birinci farkları alınmıştır.

Seriye ait sonuçlar incelendiğinde analizde kullanılan değişkenler düzey değerinde yani I (0)' da durağan değildir. Seride birim kökün olduğunu varsayan Ho hipotezi kabul edilir. Birim kök testleri ile analiz edilen serilerin durağan hale getirilmesi için değişkenlerin birinci farkı alınmıştır. Birim kök testleri tekrar uygulanmış ve değişkenler durağan hale getirilmiştir. Durağan hale gelen değişkenler için seride birim kökün olmadığını varsayan H1 hipotezi kabul edilmiştir.

## 5.2. Panel Eş bütünleşme Testi

Pedroni tarafından ortaya koyulan eş bütünleşme testleri değişkenler arasında heterojenlik olduğu varsayımına dayanan testler tarafından incelenmektedir (Asteriou ve Hall, 2007: 373). Pedroni yaptığı testlerde birden fazla açıklayıcı değişkenin kullanılmasına olanak sağlarken, kesit birimlerin boyutlarındaki hataların heterojen dağılımına izin vermektedir. Bu test yalnızca dinamik ve sabit etkilerin panelin kesitleri arasında farklı olmasına izin vermesinin yanı sıra alternatif hipotez altında eş bütünsel vektörün kesitler arasında farklı olmasına da izin vermektedir Farklı değişkenlerle birlikte inceleme fırsatı vermesi bu testleri diğerlerinden üstün kılmaktadır. Pedroni eş bütünleşme testleri, kesit içi ve kesitler arası olarak iki farklı gruba ayrılmış ve toplamda yedi farklı testle değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişkiyi açıklamaya çalışmıştır. Kesit içi analizi olarak; Panel  $\nu$  İstatistiği, Panel rho İstatistiği, Panel PP İstatistiği ve Panel ADF İstatistiği kullanılmaktadır. Kesitler arası analiz için ise; Group rh İstatistiği, Group PP İstatistiği ve Group ADF İstatistiği kullanılmaktadır (Güvenek ve Alptekin, 2010: 181).

**Tablo 6.** Panel Eş bütünleşme Testi Sonuçları

<b>Kesit İçi Testleri</b>	<b>t- İstatistiği</b>	<b>Olasılık</b>
Panel rho İstatistiği	-2.789	0.003***
Panel PP İstatistiği	3.478	0.089*
Panel $\nu$ İstatistiği	-1.458	0.009***
Panel ADF İstatistiği	-2.471	0.000***
<b>Kesitler Arası Testler</b>	<b>t- İstatistiği</b>	<b>Olasılık</b>
Group PP İstatistiği	-1.425	0.048**
Group ADF İstatistiği	-2.801	0.005***
Group rho İstatistiği	-2.448	0.003***

NOT: \*\*\* %1 düzeyinde anlamlılığı, \*\* %5 düzeyinde anlamlılığı ve \* %10 düzeyinde anlamlılığı göstermektedir.

Değişkenler durağan hale geldikten sonra aralarındaki uzun dönemli ilişkinin varlığının saptamak için yedi eş bütünleşme analizi yapılmıştır. Analiz sonucunda farklı anlam seviyelerinde (%1, %5 ve %10) değişkenler arasında eş bütünleşmenin olduğu görülmüştür. Bu durumda eş bütünleşmenin olmadığını savunan Ho hipotezi alternatif hipoteze karşı reddedilmiştir. İncelenen altı ülke arasında kişi başına milli gelir ile AR-GE harcamaları, ileri teknoloji ihracatı, patent başvuruları ve yüksek öğretimdeki öğrenci sayısı arasında uzun dönemli ilişkinin varlığı kabul edilmiştir.

### 5.3. Nedensellik Analizi

Panel nedensellik analizi olarak Panel VECM (2008), Coining ve Pedroni (2008), Dumitrescu ve Hurlin (2012) olmak üzere üç farklı test kullanılmaktadır. Çalışmanın amacına yönelik olarak seriler arasındaki nedensellik ilişkisinin varlığının test edilmesinde Dumitrescu ve Hurlin (2012) tarafından geliştirilen nedensellik analizi kullanılmıştır. Bu yöntem paneli oluşturan ülkeler arasındaki hem yatay kesit bağımlılığını hem de heterojenliği göz önünde bulundurabilmesi, zaman boyutu, yatay kesit boyutundan ( $N$ ) büyük olduğunda da küçük olduğunda da kullanılabilmesi ve dengesiz panel veri setlerinde de etkin sonuçlar üretebilmesinden dolayı çoğunlukla tercih edilmektedir (Dumitrescu ve Hurlin, 2012). Dumitrescu ve Hurlin testi denklemsel olarak şu şekilde ifade edilmektedir:

$$Y_{it} = \alpha_i + \sum_{n=1}^N \beta_i^n Y_{it-n} + \sum_{n=1}^N \beta_i^n x_{it-n} + \varepsilon_{i,t} \quad (9)$$

Denklemden  $N$  gecikme uzunluğunu göstermektedir. Panel nedensellik analizinde Ho hipotezi değişkenler arasında nedenselliğin olmadığını belirtmektedir (Baltagi, 2011: 306). Panel veri analiziyle değişkenleri arasında uzun dönemli bir ilişkinin bulunması, bu iki değişken arasında en azından tek yönlü de olsa bir nedensellik ilişkisinin olabileceğini ortaya koymaktadır. Buna göre Tablo 7'de, panel veri değişkenleri için yapılan Dumitrescu-Hurlin nedensellik test sonuçları yer almaktadır.

**Tablo 7.** Nedensellik Sonuçları

<i>Nedenselliğin Yönü</i>	<b>Test</b>	<b>İstatistik Değeri</b>	<b>Olasılık</b>
<i>lnPCNI =&gt; RD</i>	Whnc	12.058	0.000***
<i>RD=&gt; lnPCNI</i>	Whnc	9.248	0.005***
<i>HTE=&gt; lnPCNI</i>	Whnc	5.503	0.018***
<i>lnPA=&gt; RD</i>	Whnc	3.128	0.004***
<i>TE=&gt;lnPA</i>	Whnc	3.878	0.003***

NOT: Sıfır hipotezinin kabul edildiği önermeler listeden çıkarılmıştır.

\*\*\* işareti %1 anlam seviyesine serilerin durağanlığını göstermektedir.

Tablo 7'de BRICS ülkeleri ve Türkiye'nin de içinde bulunduğu ülke grubunun, yüksek öğretimdeki öğrenci sayısı, patent başvuruları, ileri teknoloji ihracatı, AR-GE harcamaları ve kişi başına milli gelir arasındaki panel nedensellik analiz sonuçları verilmiştir. Analiz sonucunda değişkenler arasındaki nedensellik ilişkisi ortaya koyulmuştur. %1 anlam seviyesinde kişi başına milli gelir ile AR-GE harcamaları arasında iki yönlü; ileri teknoloji ihracatı ile kişi başına milli gelir arasında tek yönlü bir ilişkinin olduğu saptanmıştır.

Değişkenler arasındaki nedensellik ilişkilerinin belirlenmesini takiben değişkenler için sabit veya rastsal etkili model sonuçları belirlenmeye çalışılmıştır. Bunun için öncelikle uygun panel veri modeline karar verilebilmesi amacıyla birim ve zaman etkileri belirlenmiş ve bu doğrultuda Hausman testi yapılmıştır.

#### **5.4. Sabit Etkiler Modeli**

Zaman ve birimlere göre yapılan panel veri analizlerinde değişkenlerin ve analiz yöntemlerindeki farklılıklar nedeniyle "Sabit Etkili Modeller" veya "Rastsal Etkili Modeller" kullanılmaktadır. Model seçiminde çoğunlukla Hausman testi veya Wald testi yapılmaktadır. Olasılık değerinin eşik değerinin ( $p < 0.05$ ) altında çıkması durumunda açıklayıcı değişkenler arasında korelasyon olduğunu varsayan  $H_0$  hipotezi kabul edilir ve sabit etkiler modeli kullanılır.

Model seçiminde seçilen ülke grupları da önemli bir faktördür. Veriler belli bir ülke grubunu oluşturan bir yapıdan seçilirse sabit etkiler modelinin kullanılması gerekmektedir. Eğer farklı ülkeler dağınmık gruptardan seçilirse, rastsal etkili modelin kullanılması daha uygun olacaktır (Hsiao, 1986: 856).

Yatay kesit analizlerinde kullanılan sabit terimin farklı olduğunu savunan sabit etkiler modeli lineer regresyon modeli olarak adlandırılır (Greene, 1997: 613). Açıklayıcı değişken olarak kullanılan  $x_{it}$  hata terimi olan  $\mu_{it}$  den bağımsızdır. Denklemsel olarak şu şekilde ifade edilir:

$$y_{it} = \sum_k^n b_k c_{ik} + \alpha x_{it} + \mu_{it} \quad (10)$$

$i=k$  eşitliğinin sağlanması durumunda  $c_{ik}$  terimi 1 olur. Denklem kukla (dummy) değişkenlerini de içermektedir. Serideki kukla değişkenler  $n$  sayıda bulunmaktadır.  $x_{it}$  terimine ait  $\alpha$  katsayısı; en küçük kareler kukla değişkenini ifade etmektedir (Verbeek, 2004: 345).

Sabit etkiler modeli, değişkenler arasında farklılık gösteren ancak zaman açısından sabit olan değişkenleri açıklamak için kullanılır. Eğer bütün davranışsal farklılıkların sabit tarafından yakalandığı varsayılmışsa model birime özgü sabit etkiler modeli olarak adlandırılır (Verbeek, 2004: 345).

**Tablo 8.** Sabit Etkiler Modeli Sonuçları

<i>Değişkenler</i>	<i>Katsayılar</i>	<i>t- İstatistik</i>	<i>Olasılık</i>
<b>RD</b>	0.907	4.832	0.000
<b>HTE</b>	0.066	4.570	0.000
<b>lnPA</b>	0.265	4.332	0.000
<b>TE</b>	0.050	6.005	0.000
<b>C</b>	1.792	2.215	0.029
<b>Etki Spesifikasyonu</b>			
<b>R<sup>2</sup></b>	0.872	<b>Düzeltilmiş R<sup>2</sup></b>	0.861
<b>Olasılık</b>	0.000		

Tablo 8'de modele ilişkin sabit etki modelinin sonuçları yer almaktadır. Değişkenlere model seçiminin belirlenmesi için ilk önce Hausman testi yapılmıştır. Olasılık değeri kritik değer olan 0.05'ten küçük olduğu için rastsal etkili model tercih edilmemiştir. Analiz sonucunda kişi başına milli gelir üzerinde en fazla etkiyi AR-GE harcamaları (0.907) gösterirken bu değişkeni patent (0.265) ve ileri teknoloji ihracatı (0.066) izlemiştir. Teknolojik ilerlemede yaşanacak gelişmeler ekonomik kalkınma üzerinde olumlu bir etki oluşturacağı analiz sonucuyla desteklenmiştir.

## 6. Sonuç

Teknoloji ve beşeri sermaye yatırımlarının ülke ekonomilerine katkısı, üretimde yüksek katma değerli ürünlerinin kullanılmasının artmasından sonra ivme kazanmıştır. Özellikle gelişmiş ülkelerin üretim yapısının bilişim ve teknoloji alt yapıli sektörlere kayması, gelişmekte olan ülkelerde beşeri sermayenin önemini artırmıştır.

Gelişmekte olan ülkelerin, büyümede artış ve istikrarlı bir trend yakalayabilmeleri için teknolojik araştırmalar, bilimsel çalışmalar ve incelemeleri sanayi sektörüyle birlikte gerçekleştirecekleri AR-GE faaliyetleriyle desteklemeleri gerekmektedir. Teknolojik gelişmelerin takip edilerek gerekli eğitim ve AR-GE çalışmalarının yapılması ve gelişmiş ülkelerle rekabet edebilecek ileri teknolojilerin kullanılması ülke kalkınmasına katkı sağlayacaktır.

Yatırımların ve uygulanan teşvik programlarında bilimsel alanlara yapılacak desteklerin artırılması ekonomik göstergelerde iyileşmelerin yaşanmasına neden olacaktır. Teknolojik gelişmelerin katma değeri yüksek sektörlerde gelişme göstermesi ekonomik gelişmenin sağlanmasına olanak sağlamaktadır. Bu yüzden eğitimde teknoloji, bilim ve yenilik bazlı insan kaynaklarının geliştirilmesi, ekonomide katma değer sağlanmasını desteklemeye yardımcı olacaktır. Bu çalışmada teknoloji ve beşeri sermayenin ülke kalkınmasına etkisi incelenmiştir. Yapılan panel veri regresyon analiziyle kalkınma üzerinde AR-GE harcamaları başta olmak üzere patent, ileri teknoloji ihracatı ve eğitimin katkısının olduğu saptanmıştır.

## Kaynakça

- Aksu, L. (2014). "İktisat Ekollerinin İktisadi Büyüme Konusundaki Düşünceleri ve Modellerinin Analizi", *Türk Dünyası Araştırmaları Vakfı Yayını*, Yayın No:208, Ocak-Şubat 2014, s. 351-392, İstanbul.
- Asteriou, D. ve Hall, S.G. (2007), *Applied Econometrics: A Modern Approach Using Eviews and Microfit Revisited Edition*, Newyork: Palgrave Macmillan.
- Bal, H., Algan, N., Manga, M. & Kandır, E. (2014). "Beşeri Sermaye ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: BRICS Ülkeleri ve Türkiye Örneği", *International Conference On Eurasian Economies*, 1-9.
- Baltagi, B.H. (2011), *Econometrics, Fifth Edition*, Springer, New York.
- Carnoy, M. (1992). "Education and Economic Development: The First Generation", in Blaug, Mark (Ed), *The Economic Value of Education: Studies in The Economics of Education*, Edward Elgar Publishing Limited, Cambridge.
- Çakmak, E., ve Gümüş, S. (2005). "Türkiye'de Beşeri Sermaye ve iktisadi büyüme: Ekonometrik Bir Analiz (1960-2002)", *Ankara Üniversitesi, Siyasal Bilgiler Fakültesi Yayınları*, Sayı:60, s.59-72.
- Dornbusch, R., and Fisher S. (2007). *Makro Ekonomi*, Çev: Salih AK, Gazi Yayınları, Ankara.
- Fukuyama, F. (2014). *Tarihin Sonu ve Son İnsan*, Profil Yayınları, 4. Baskı, İstanbul.
- Göçer, İ. (2013). "Ar-Ge Harcamalarının Yüksek Teknolojili Ürün İhracatı, Dış Ticaret Dengesi ve Ekonomik Büyüme Üzerindeki Etkileri", *Maliye Dergisi*, 165, 215-240.
- Greene, W. H. (1997). *Econometric Analysis*, United States of America (USA), New York: Prentice-Hall International.
- Güvenek, B. ve Alptekin, V. (2010), Enerji Tüketimi ve Büyüme İlişkisi: OECD Ülkelerine İlişkin Bir Panel Veri Analizi, *Enerji, Piyasa ve Düzenleme Dergisi*, 1(2), ss. 172-193.



- Hanushek, E., A., and Kimbo, D. (2000). "Schooling, labor-force quality, and the growth of nations", *The American Economic Review*, 90 (5), 1184-1208.
- Harbison, H. F. (1964). *Education, Manpower and Economic Growth*, Princeton University Press, USA.
- Hsiao, G. (1986), *Analysis of Panel Data*, England, Cambridge: Cambridge University Press.
- ILO. (2004). *Investing in Every Child: An Economic Study of the Costs and Benefits of Eliminating Child Labour*. Geneva.
- Işık, C. (2014). "Patent Harcamaları ve İktisadi Büyüme Arasındaki İlişki: Türkiye Örneği", *Sosyoekonomi Dergisi*, 2014-1, 69-86.
- Kar, M. ve Ağır, H. (2003). "Türkiye'de Beşeri Sermaye ve İktisadi büyüme: Nedensellik Testi", II. Ulusal Bilgi, Ekonomi ve Yönetim Kongresi Bildiriler Kitabı, Kocaeli Derbent, s. 181-190.
- Karagül, M. (2002). "Beşeri Sermayenin İktisadi Gelişmedeki Rolü ve Türkiye'deki Önemi", *Afyonkarahisar Kocatepe Üniversitesi Yayınları*, Yayın No. 37. Afyon.
- Karagül, M. (2003). "Beşeri Sermayenin Ekonomik Büyümeyle İlişkisi ve Etkin Kullanımı" *Akdeniz Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi*, 5, 79-90.
- Katz, L. F. (1998). "Commentary: The Distribution of Income in Industrialized Countries", *Symposium of Income Inequality: Issues and Policy Options*, Federal Reserve Bank of Kansas City, Wyoming.
- Keskin, A. (2011). "Ekonomik Kalkınmada Beşeri Sermayenin Rolü ve Türkiye", *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 25(3-4), 125-153.
- Kibritçioğlu, A. (1998). "İktisadi Büyümenin Belirleyicileri ve Yeni Büyüme Modellerinde Beşeri Sermayenin Yeri", *Ankara Üniversitesi Siyasal Bilgiler Fakültesi Dergisi*, 53: 1-4, 207-230.

- 
- Kuznets, S. (1955). "Economic Growth and Income Inequality", *American Economic Review*, March 1955.
- Lau, J. L., Dean T. Jamison, D. T. & Louat, F. F. (1991). "Education and Productivity in Developing Countries an Aggregate Production Function Approach", *Office of the Vice President Development Economics and Population and Human Resources Department the World Bank, Review*, Vol: 70, No:5, (March 1991), pp. 612.
- Lucas, R. (1990). "Why Doesn't Capital Flow from Rich to Poor Countries", *American Economic Review*, Vol: 80, No:2, (May 1990), pp. 92–96.
- Mankiw, N. G., Romer D. & Weil, D.N. (1992). "A Contribution to the Empirics of Economic Growth", *Quarterly Journal of Economics*, Vol:107, No. 2, (May 1992), pp. 407-437.
- Marx, K. (1977). *CAPITAL*, Lawrence and Wishart, London.
- Mayer, D. (2001). "The long-term impact of health on economic growth in Mexico:1950-1995", *Journal of International Development* Vol:13, s.123-126.
- Mincer, J. (1995). "Economic Development, Growth of Human Capital and The Dynamics of the Wage Structure", *Journal of Economic Growth*, 1, s.29-48.
- Önder, K. ve Hatırlı, S. A. (2014). "Türkiye’de İmalat Sanayi İhracatı ve Büyüme İlişkisinin İktisadi Analizi", *Yaşar Üniversitesi Dergisi*, 9(34), 5851-5869.
- Parasız, İ. (2003). *İktisadi Büyüme Teorileri*, Ezgi Yayınları, Bursa.
- Pelinescu, E. (2015). "The impact of human capital on economic growth", *Procedia Economics and Finance*, 22, 184-190.
- Pesaran, M. H. (2006). "Estimation and Inference in Large Heterogeneous Panels with a Multifactor Error Structure", *Econometrica*, 74 (4): 967-1012.
- Pesaran, M.H., Ullah, A. & Yamagata, T. (2008). "A Bias-Adjusted LM Test of Error Cross-Section Independence", *Econometrics Journal*, 11, 105-127.



- 
- Piketty, T. (2014). "*Yirmi Birinci Yüzyılda Kapital*", Çeviren: Hande ÇOLAK, Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları, Yayın No: 3144, I. Basım, İstanbul.
- Ricardo, D. (2008). "*Siyasal İktisadın ve Vergilendirmenin İlkeleri*", Çev.: B. ZEREN, Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları, Birinci Basım, İstanbul.
- Schultz, T. W. (1971). *Investment in Human Capital*, New York. The Free Press, USA.
- Schultz, T.W. (1993). "The Economic Importance of Human Capital in Modernization," *Education Economics*, Volume:1, Issue:1.
- Smith, A. (2008). *Milletlerin Zenginliği*, Çeviren: Haldun DERİN, Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları, 2. Baskı, İstanbul.
- Spiegel, M. ve Benhabib, J. (1994). "The Role of Human Capital in Economic Development Evidence from Aggregate Cross-Country and Regional U.S. Data", *Economic Research Reports*, C.V. STARR Center for Applied Economics, New York University, Vol:46, s.1-41.
- Tatoğlu F.Y. (2012). *İleri Panel Veri Ekonometrisi*, Beta, İstanbul
- Teal, F. (2010). "Higher Education and Economic Development in Africa: a Review of Channels and Interactions", *Centre for the Study of African Economies University of Oxford*, No:25, August 2010, s.1-24.
- Tebaldi, E. and Dias, J. (2012). "Institutions, human capital, and growth: The institutional mechanism", *Structural Change and Economic Dynamics*, 23, 300-312.
- Tzeremes, N. G. (2014). "The effect of human capital on countries economic efficiency", *Economic Letters*, 124, 127-131.
- Thurow, L. C. (1970). *Investment in Human Capital*, Wardsworth Publishing Company, California.



ŞEN, A., PEHLİVAN, C., (2018), "Türkiye ve Brics Ülkelerinde Teknoloji ve Beşeri Sermayenin Ekonomideki Etkinliği: Panel Verii Analizi", *Fiscaeconomia*, Vol.2(3), 198-225.

---

Van Den Berg, H. (2012)." Economic Growth and Development", *World Scientific Publishing*, Second Edition, Singapore.

Verbeek, M. (2004). *A Guide to Modern Econometrics*, England: John Wiley&Sons.

Waheed, A. and Qadri, F. S. (2014). "Human capital and economic growth: A macroeconomic model for Pakistan", *Economic Modelling*, 42, 66-76.

Weil, N. (2013). *Economic Growth*, *Pearson Education Ltd.*, Third Edition, Essex, England.