



BEŞERİ SERMAYENİN BÜYÜME SÜRECİNDEKİ ROLÜ: TÜRKİYE ÖRNEĞİ

Doç. Dr. Aysen ARAÇ
Hacettepe Üniversitesi,
İİBF, İktisat Bölümü,
aysens@hacettepe.edu.tr

Doç. Dr. Reşat CEYLAN
Pamukkale Üniversitesi,
İİBF, İktisat Bölümü,
rceylan@pau.edu.tr

Özet

Bu çalışmada, beşeri sermayenin büyüme sürecindeki rolü, 1960-2011 dönemine ait Türkiye ekonomisi yıllık verileri ve Eşik Otoresif (TAR) Model kullanılarak araştırılmıştır. İlgili literatürde ekonomik büyüme sürecinde rejim değişikliğine neden olduğu ileri sürülen beşeri sermaye, TAR modeli için eşik değişkeni olarak varsayılmıştır. Modelde fizikî sermaye stoku ve enerji tüketimine açıklayıcı değişkenler olarak yer verilmiştir. TAR modeli tahmin sonuçları genel olarak ikiye ayrılabilir: İlk olarak, analizde ele alınan dönem boyunca sürekli artan bir seri olan beşeri sermaye endeksi, tahmin edilen eşik değerini 2001 sonrası dönemde aşmaktadır. İkinci olarak beşeri sermaye, fizikî sermaye stoku ve enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkileri etkilemektedir. Öyle ki, 2001 yılı sonrasında ekonomik büyümenin sermaye esnekliği önceki döneme göre artmış ve enerji tüketimindeki artışın büyüme üzerindeki olumlu etkisi ortadan kalkmıştır. Çalışmadan elde edilen bulgulara göre, 2001 yılı itibarıyla Türkiye'nin sahip olduğu beşeri sermaye birikimi fizikî sermayenin daha verimli kullanılmasını sağlamaktadır. Ayrıca enerji tasarrufunu teşvik eden enerji politikalarının ekonomik büyüme performansı üzerindeki olası olumsuz etkilerinin 2001 yılı sonrasında ortadan kalktığını ifade etmek mümkündür.

Anahtar Sözcükler: Beşeri sermaye, ekonomik büyüme, sermaye stoku, enerji, TAR



THE ROLE OF HUMAN CAPITAL IN THE PROCESS OF ECONOMIC GROWTH: THE CASE OF TURKEY

Abstract

In this study, the role of human capital on the process of economic growth is investigated by using Threshold Autoregressive (TAR) Model over the period 1960-2011 in Turkey. Human capital is assumed as the threshold variable since it is accepted to be one of the reasons to cause regime shifts in the related literature. Capital stock and energy use are used as regressors of the model. The results of the TAR model estimations are twofold: Firstly, showing a trending behaviour over the period, human capital exceeds its estimated threshold value after 2001. Secondly, human capital affects the relationships between capital stock and energy use and economic growth. Therefore, after 2001 the capital elasticity of growth has increased and the effects of energy use on growth has vanished. According to the estimation results, human capital leads to capital stock to be used more effectively since 2001. In addition, it can be implied that the possible negative effects of energy saving energy policies on economic growth disappeared after 2001.

Key Words: Human capital, economic growth, capital stock, energy, TAR

Giriş

Makroekonomi literatüründe 1980’li yılların sonlarından bu yana ekonomilerin uzun dönem büyüme oranlarını belirleyen unsurların neler olduğu konusunda çok sayıda teorik ve ampirik çalışma yapılmıştır. Beşeri sermayenin ekonomik büyüme sürecinde kritik bir rol oynadığı, birçok çalışmada vurgulanmıştır. Beşeri sermaye ve büyümeyi konu alan öncü bir çalışma olan Lucas (1988)’a göre beşeri sermaye, yaratacağı olumlu etkiler sayesinde üretim sürecinde kullanılan üretim faktörlerinin verimliliğini artırmaktadır. Farklı beşeri sermaye birikimine sahip ekonomilerde, üretim faktörlerinin verimliliklerinde farklılıklar söz konusu olabilmektedir. Bu nedenle beşeri sermaye, farklı büyüme süreçlerinin gerçekleşmesine yol açabilecek önemli bir etken olarak değerlendirilmektedir (Azariadis ve Drazen, 1990; Funke ve Niebuhr, 2005).

Beşeri sermayenin büyüme sürecine etkisi, “yakınsama hipotezi” tartışmalarına önemli bir perspektif kazandırmaktadır. Solow (1956) büyüme modelinin temel sonuçlarından biri olan yakınsama hipotezi, fakir ülkelerin zengin ülkelere daha hızlı büyüdüğü ve farklı ekonomilerdeki gelir düzeylerinin birbirine yaklaşma eğiliminde olduğunu ifade etmektedir. Yakınsama hipotezinin geçersizliğine işaret eden Lucas (1988), bu sonucu beşeri sermayenin ölçüğe göre artan getiri yaratmasıyla ilişkilendirmektedir.



Mankiw ve diğ. (1992) ise Solow modelini beşeri sermayeyi de içerecek şekilde genişleterek neoklasik gelenekten uzaklaşmadan, her ülkenin kendi durağan durum dengesine beşeri sermaye birikimindeki farklılıklar nedeniyle yakınsamakta olduğu sonucuna ulaşmaktadır.

Farklı beşeri sermaye birikiminin yaratacağı farklı büyüme süreçleri, üretim fonksiyonunda kullanılan girdilerin büyüme üzerindeki etkilerini gösteren katsayıları değiştiren rejim değişikliklerine işaret etmektedir (Azariadis, 1996). Büyüme sürecinde beşeri sermayenin yol açması olası rejim değişiklikleri, söz konusu sürecin doğrusal olmayan bir yapı sergilediğini ortaya koymaktadır. Bu nedenle, beşeri sermayeyi ele alan bir büyüme analizinde doğrusal olmayan bir yapının varlığı göz ardı edilmemelidir.

İlgili literatürde, ekonomik büyüme sürecinin doğrusal olmayan bir yapı sergilediğini ele alan birçok çalışma vardır (Lewis, 1956; Rostow, 1960; Mas-Colell ve Razin, 1973; Murphy vd., 1989; Peretto, 1999; Galor ve Weil, 2000). Ekonomik büyümenin doğrusal olmayan davranışlara sahip olduğunu öne süren araştırmacılara göre, ekonomilerin büyümeleri esnasında yapısal dönüşümler geçirmeleri nedeniyle oluşan farklı ekonomik gelişme düzeylerine bağlı olarak büyüme süreçleri de farklılaşmaktadır (Fiaschi ve Lavezzi, 2007). Bununla birlikte, büyüme süreçlerinin farklılaşmasında bir etken olarak görülen beşeri sermaye birikiminin diğer üretim faktörleri ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiler üzerindeki etkilerini araştıran çalışma sayısı oldukça sınırlıdır.

1980'lerin sonlarından itibaren geliştirilen birçok endojen büyüme modelinde teknolojik gelişme, ekonomilerin sahip olduğu beşeri sermaye tarafından belirlenen, bu nedenle “endojen” olan bir değişken olarak ele alınmaktadır (Lucas, 1988; Romer, 1990; Carraro ve De Cian, 2009; Pablo-Romero ve Gomez-Calera, 2013). Bu noktada, beşeri sermaye birikiminin nasıl artırılacağı sorusuna verilecek cevap, bir ülkede büyüme performansını artırmak için alınması gereken önlemlerin neler olabileceği konusunda önemli ipuçları içermektedir. Beşeri sermaye birikiminin nasıl artırılacağı konusunda, eğitime yapılan harcamaların GSYH içindeki payını artırma, eğitim süresini uzatma ve okullaşma oranını yaygınlaştırma gereğine vurgu yapılmaktadır (Schultz, 1960; Becker, 1964). Bununla birlikte bireylerin, okul hayatı boyunca elde edecekleri bilginin yanı sıra, aile bireyleri ile olan ilişkilerden, sosyal çevreden ve çalışma arkadaşlarından etkilenebileceği açıktır. Bu bağlamda beşeri sermaye birikiminin, sadece eğitim düzeyine değil, aynı zamanda bireyler arasındaki sosyal etkileşim sonucu öğrenilen bilgilere de bağlı olduğu



görülmektedir (Azariadis, 1996). Örneğin, yüksek bilgi birikimine sahip bireylerin mekânsal olarak birbirine yakın olmalarının büyümeyi hızlandırması mümkündür. Öyle ki, yüksek eğitim düzeyine sahip olan bireyler kendi aralarında sahip oldukları bilgi birikimini paylaşarak, üretim faktörlerinin daha etkili bir biçimde kullanılabilmesini sağlayabilirler (Glaeser ve Mare, 2008).

Emek ve fizikî sermaye, gerek neoklasik Solow-Swan büyüme modellerinde gerekse endojen ve yarı endojen büyüme modellerinde kullanılan standart üretim faktörleridir. Beşeri sermaye birikiminin ekonomik büyüme sürecindeki rolünü inceleyen çalışmalarda da genel olarak, emek ve fizikî sermaye girdileri dikkate alınarak analizler yapılmıştır. Ancak, bu iki üretim faktörünün yanı sıra enerjinin de, ekonomik büyüme sürecinde dikkate alınması gereken önemli bir üretim faktörü olduğu görüşü, özellikle son yıllarda yaygın bir şekilde benimsenmektedir (Araç ve Hasanov, 2014; Carraro ve De Cian, 2013; Yuan vd., 2009; van der Werf, 2008; Wei, 2007; Saunders, 2000).¹ Bu noktada, beşeri sermaye birikiminin fizikî sermayenin yanı sıra enerji tüketim miktarının verimliliği üzerinde de etkili olması mümkündür. Örneğin van der Werf (2008), beşeri sermaye birikiminin neden olduğu teknik ilerlemenin enerji tüketiminin verimliliğini arttırdığı yönünde bulgulara ulaşmıştır.

Bu çalışmanın amacı, beşeri sermayenin büyüme sürecindeki rolünü araştırmaktır. Bu amaçla 1960-2011 dönemine ait Türkiye ekonomisi yıllık verileri kullanılmıştır. Çalışmada, doğrusal olmayan bir modelleme yaklaşımı olan Eşik Otoregresif Modeline (Threshold Autoregressive Model, TAR) başvurulmuştur. Beşeri sermayenin ekonomik büyüme sürecinde rejim değişikliğine neden olduğu varsayılmıştır. Bu nedenle beşeri sermaye Azariadis ve Drazen (1990), Azariadis (1996) ve Funke ve Niebuhr (2005)'in analizleriyle tutarlı olarak “eşik değişkeni” olarak tanımlanmıştır. Modelde, açıklayıcı değişken olarak fizikî sermaye stokunun yanı sıra enerji tüketimine de yer verilmiştir.

Çalışmanın geri kalanı şu şekilde organize edilmiştir: Birinci bölümde konu ile ilgili literatür, ikinci bölümde ekonometrik yöntem anlatılmıştır. Üçüncü bölümde veri seri tanıtılmış, yapılan analizler ve elde edilen tahmin sonuçları açıklanmıştır. Sonuç bölümünde bulgu ve

¹ Enerji ile büyüme arasındaki ilişki literatürde sadece son yıllarda ele alınan bir konu değildir. Örneğin Rasche ve Tatom (1977) çalışması enerji kaynakları ve gayri safi milli hasıla arasındaki ilişkiyi araştıran eski tarihli bir çalışmadır.



sonuçlar özetlenmiş ve analiz sonuçlarına dayalı olarak politika önerilerinde bulunulmuştur.

1. İLGİLİ LİTERATÜR

Literatürde zengin bir araştırma alanına sahip olan beşeri sermaye birikimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki az sayıda çalışmada doğrusal olmayan çerçevede incelenmiş ve bu çalışmalar ampirik ve teorik literatüre katkı yapacak şekilde sunulmuştur. Bu nedenle bu bölümde ağırlıklı olarak, beşeri sermaye birikimi ve ekonomik büyüme süreci arasındaki ilişkiyi doğrusal olmayan modeller ile araştıran, ampirik ve teorik çalışmalara yer verilmektedir.

Ampirik çalışmalardan bazıları; Funke ve Niebuhr (2005), Oketch (2006), Lopez-Bazo ve Moreno (2008), Pereira ve Aubyn (2009), Kottaridi ve Stengos (2010), Pablo-Romero ve Gomez-Calero (2013), Hartwing (2014), Bayraktar-Sağlam ve Yetkiner (2014) iken teorik çalışmalardan bazıları da; Blackburn ve Varvarigos (2008), Sequeira (2008), Hu ve diğ.(2009), şeklindedir. Aşağıda, sözü edilen ampirik ve teorik çalışmalar hakkında kısa bir özet sunulmaktadır.

Funke ve Niebuhr (2005), Batı Almanya'da 1976-1996 döneminde bölgesel ekonomik büyüme sürecini ele aldıkları çalışmalarında beşeri sermaye birikiminin belli bir eşik değeri aştıktan sonra ekonomik büyüme sürecinin hızlandığını ve görece gelir dağılımının üçlü bir yapıya sahip olduğunu görmüşlerdir. Ayrıca eşik otoregresif modelin kullanımının bölgesel büyüme kalıplarında görülen farklılıkların açıklanmasında önemli bir araç olduğunu vurgulamışlardır. Ekonomik büyüme ve beşeri sermaye birikiminin belirleyicilerini konu alan çalışmasında Oketch (2006), 47 Afrika ülkesi için 1960-1998 periyodunu beşer yıllık dilimlere ayırarak iki aşamalı en küçük kareler yöntemini kullanmıştır. Çalışmadan elde ettiği bulguya göre, beşeri sermaye birikimindeki artışlar fizikî sermaye birikimine neden olmakta ve fizikî sermaye birikimindeki artışlar da kişi başı gelir seviyesini yükseltmektedir. Lopez-Bazo ve Moreno (2008), beşeri sermaye birikiminin fizikî sermayeyi dolaylı olarak etkileyerek ekonomik büyüme sürecinin hızlanacağını belirttikleri çalışmalarında, beşeri sermaye ile birleştirilmiş bir maliyet sistemini dualite teorisi çerçevesinde kullanarak 1980-2000 dönemine ait İspanya ekonomisi verileriyle analiz yapmışlardır. Çalışmada, yüksek beceriye sahip bireylerin fizikî sermayenin verimliliğini olumlu yönde etkileyeceği sonucuna ulaşmışlardır. Pereira ve Aubyn (2009), Portekiz ekonomisinde 1961-2001 döneminde büyümeyi tetikleyen eğitim düzeyinin ne olduğunu araştırdıkları çalışmalarında, farklı eğitim seviyeleri için ortalama okullaşma serilerini yıllık olarak



ele almışlardır. Vektör otoregresif modeli kullanarak, toplulaştırılmış ve ayrıştırılmış olarak farklı eğitim düzeylerinin ekonomik büyüme üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Elde ettikleri bulgulara göre tüm eğitim seviyelerine yapılan yatırımlardaki artışlar ekonomik büyümeyi pozitif yönde etkilemektedir. Kottaridi ve Stengos (2010), ekonomik büyüme sürecinde yabancı doğrudan yatırım ve beşeri sermaye birikiminin etkisini doğrusal olmayan bir çerçevede ele almışlardır. 1970-2004 dönemi 25 OECD ülkesi ile 20 OECD üyesi olmayan ülke verisini kullanarak, bu ülkelerin beşeri sermaye birikiminin doğrudan yabancı yatırım girişini teşvik ederek ekonomik büyümeyi pozitif yönde etkileyeceğini ve OECD ülkelerine dâhil olmak isteyen orta gelirli ülkelerin ekonomik anlamda bağımsız olacağını ortaya koymuşlardır. Çalışmada beşeri sermaye birikiminin etkileri doğrusal olmayan bir çerçevede parametrik olmayan yöntem kullanılarak ele alınmıştır. Pablo-Romero ve Gomez-Calero (2013), İspanya’da 50 bölge için beşeri sermaye ve fizikî sermayenin ekonomik büyüme üzerindeki etkisini araştırdıkları çalışmalarında 1985-2006 dönemini ele alarak, beşeri ve fizikî sermayenin üretim üzerinde azalan getiriye sahip olduğunu ortaya koymuşlardır. Ayrıca, fizikî sermaye için azalan getirinin, bu faktör için yüksek bir donanımına sahip olunması halinde tersine dönebileceğini ileri sürmüşlerdir. Son olarak, fiziki sermaye ile beşeri sermaye arasında tamamlayıcılık ilişkisinin varlığını göstermişler ve ekonomik büyüme sürecinde sermaye stokundaki artışların üretimde pozitif dışsallıklar yaratacağına dikkat çekmişlerdir. Hartwing (2014) 20 OECD ülkesi için Uzawa-Lucas modelinin geçerliliğini test ettiği çalışmada, panel veri analizi yapmıştır. Çalışmada başvurulan Granger nedensellik testi sonuçlarına göre, beşeri sermayenin Uzawa-Lucas tipi endojen büyüme modellerinde ekonomik büyüme sürecinin açıklanmasında önemli bir role sahip olduğunu ancak AK-tipi endojen büyüme modellerinde ve Solow-Swan tipi dışsal büyüme modellerinde ise ekonomik büyüme sürecinin açıklanmasında anlamlı bir etkiye sahip olmadığını göstermiştir. Bayraktar-Sağlam ve Yetkiner (2014), Solow büyüme modelinin temel çıkarımı olan yakınsama hipotezini Solow büyüme modeli temellerine oturtan Romer modelini kullanarak 31 OECD ülkesi için test ettikleri çalışmalarında, 1980-2008 dönemine ait verileri kullanmışlardır. Çalışmada, GMM modelini ele almışlar ve yakınsama hızını tahmin etmişlerdir. Elde ettikleri bulgulara göre, teknolojik büyüme hızı ülkeler arasında farklıdır ve teknolojik ilerleme hızını etkileyen faktörler, Ar-Ge yatırımları ve beşeri sermayeye yapılan yatırımlardır. Özellikle, politika yapıcıların teknolojik yayılmayı sağlayacak yatırımlara önem vermeleri



yakınsama hızını arttırmaktadır. Ayrıca modelde elde edilen yakınsama hızı, geleneksel Solow modelinden elde edilen yakınsama hızından daha düşüktür.

Blackburn ve Varvarigos (2008), stokastik çerçevede beşeri sermaye birikimi ile çıktı büyümesi arasındaki ilişkiyi araştırdıkları teorik çalışmalarında, yavaş ve hızlı öğrenme sürecine bağlı olan beşeri sermaye birikimindeki değişkenlik ve ekonomik büyümeyi analitik bir modelde ele almışlardır. Kurdukları teorik modelin çözümünden hareketle vardıkları temel sonuç, optimal zaman tahsisi ve öğrenmenin ekonomik dalgalanma öncesi etki yaratacağı şeklindedir. Ayrıca, ekonomik büyümedeki dalgalanmaların etkisinin ortaya konmasında hayati derecede önemli olan unsurun toplumdaki bireylerin zevk ve tercih deseninde görülen farklılıkların olduğunu ortaya koymuşlardır. Sequeira (2008), endojen büyüme modelinde beşeri sermaye ve Ar-Ge politikalarının etkisini araştırdığı teorik çalışmada, beşeri sermaye birikiminde teknolojinin etkisini başlangıçta dışsal kabul etmiştir. Ardından, Ar-Ge politikalarının ve beşeri sermaye birikiminin, refah ve servet üzerindeki kantitatif etkisini karşılaştırmıştır. Teorik modelin çözümünden hareketle varılan sonuca göre, her ne kadar Ar-Ge ve beşeri sermaye birikiminin refah ve servet üzerindeki etkileri pozitif yönlü olsa da beşeri sermaye birikimi, Ar-Ge politikalarından daha az maliyetli görülmektedir. Hu ve diğ.(2009), fizikî ve beşeri sermaye birikimi tarafından desteklenen uzun dönem büyüme sürecinin geçerli olduğu iki ülkeli Heckscher-Ohlin modelinden hareketle bir endojen büyüme modeli geliştirdikleri teorik çalışmalarında, dünya ekonomisindeki bütünleşme sürecinin, tek ve istikrarlı bir ekonomik büyüme kalıbı yarattığını ortaya koymuşlardır. Ayrıca çalışmalarında, beşeri sermaye birikim sürecinde ortaya çıkan maliyet artışlarının düşük bir uzun dönem büyüme patikasına yol açacağı tespitinde bulunmuşlardır.

Türkiye ekonomisinde beşeri sermaye birikimi ve büyüme arasındaki ilişkinin ele alındığı çok sayıda çalışma olmakla birlikte, konunun doğrusal olmayan perspektifte incelendiği çalışma sayısı yok denecek kadar azdır. Buna rağmen, Türkiye’de beşeri sermaye ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi inceleyen önemli çalışmalardan bazılarına değinmek yerinde olacaktır.

Kar ve Ağır (1998), Türkiye’de 1926-1994 dönemini konu alan çalışmalarında, beşeri sermaye ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi nedensellik testi ile araştırmışlardır. Elde edilen bulgulara göre, beşeri sermaye ile büyüme arasındaki nedensellik ilişkisi, beşeri sermaye ölçütüne duyarlıdır. Çakmak ve Gümüş (2005), 1960-2002 dönemini kapsayan çalışmalarında, beşeri sermaye birikimi ile



ekonomik büyüme arasındaki uzun dönem ilişkiyi araştırmışlardır. Beşeri sermaye değişkeni, ilk, orta ve yükseköğretim mezunlarına farklı ağırlıklar verilerek elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre beşeri sermaye ile ekonomik büyüme arasında pozitif yönlü bir ilişki vardır. Ayrıca aynı çalışmada, beşeri sermayenin büyümeye katkısının, fiziki sermayeden daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Serel ve Masatçı (2005), 1950-2000 dönemini inceledikleri çalışmalarında, beşeri sermaye ve ekonomik büyüme arasındaki nedensellik ilişkisini araştırmışlar ve ekonomik büyümeden beşeri sermaye birikimine doğru tek yönlü bir nedensellik bulgusu elde etmişlerdir. Taban (2006), 1968-2003 dönemini ele alan çalışmasında, beşeri sermayeyi ölçerken toplam sağlık harcamaları ile yaşam süresine ilişkin beklentiyi kullanmış ve yaşam süresine ilişkin beklenti ile büyüme arasında çift yönlü nedensellik bulgusuna ulaşmıştır. Ancak sağlık harcamaları ile büyüme arasında nedensellik ilişkisine ulaşamamıştır.

Sonuç olarak, Türkiye’de beşeri sermaye birikimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki daha çok nedensellik testleri ve eş-bütünleşme analizi ile araştırılmış ve analizlerde fiziki sermaye stoku ve enerji tüketimine yer verilmemiştir. Çalışmamızı diğerlerinden ayıran en önemli fark; analizin doğrusal olmayan perspektifte yapılması ve büyümeyi etkileyen en önemli değişkenlerin- enerji, sermaye stoku ve beşeri sermaye- bir arada kullanılmasıdır.

2. EKONOMETRİK YÖNTEM

Ekonomilerin içsel ya da dışsal kaynaklı şoklara maruz kalmaları durumunda makroekonomik zaman serilerinde yapısal kırılmalar meydana gelebilmektedir (Nelson ve Ploser, 1982). Ekonometrik tahmin süreçlerinde kullanılmak üzere, makroekonomik serilerin bu gibi özellikleriyle uyumlu olan çok sayıda doğrusal olmayan modelleme tekniği geliştirilmiştir. Doğrusal olmayan modelleme tekniklerinden rejim değişikliği modellerinde, birbirinden farklı rejimler tanımlanmakta ve ekonomik değişken davranışları belirli bir anda veya durumda geçerli olan rejime bağlı olarak modellenmektedir.

Bu çalışmada, fizikî sermaye ile ekonomik büyüme ve enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkilerde beşeri sermayenin oynadığı rolü araştırmak amacıyla rejim değişikliği modellerinden biri olan TAR modeli (Threshold Autoregressive Model) kullanılmıştır. TAR modelinde farklı rejimlerin geçerli olmasına neden olan değişken(ler), eşik değişken(ler)i olarak adlandırılmaktadır. Tong ve Lim (1980) tarafından ileri sürülen ve



Tsay (1989) ve Tong (1990) tarafından geliştirilen bu yaklaşımda makroekonomik değişkenler arasındaki ilişki tüm dönem ele alındığında doğrusal olmayan bir yapıda modellenmektedir. Bununla birlikte eşik değerine bağlı olarak geçerli olan farklı rejimler için farklı doğrusal modeller kullanılmaktadır (Tong, 1978; Hansen, 1996).

Bu çalışmanın dayandığı temel TAR modeli denklem 1'de ifade edilmektedir:

$$y_t = \left(\alpha_{1,0} + \sum_{i=1}^p \beta_{1,i} y_{t-i} + \gamma_{1,j} x_t \right) I_t(s_t; c) + \left(\alpha_{2,0} + \sum_{i=1}^p \beta_{2,i} y_{t-i} + \gamma_{2,j} x_t \right) (1 - I_t(s_t; c)) + \varepsilon_t \quad (1)$$

$j = 1, 2$ için

y_t ekonomik büyüme oranı değişkeni, $\Delta \ln(c)$ ve $\Delta \ln(e)$, sırasıyla sermaye ve enerji tüketim serilerinin logaritmik farklarını vermek üzere $x_t = (\Delta \ln(c), \Delta \ln(e))$ modelde yer alan bağımlı değişkenin gecikmeleri haricindeki açıklayıcı değişkenleri içeren vektördür. $i = 1, \dots, p$ ve $j = 1, 2$ değerlerini alırken $k = 1, 2$ için $\alpha_{k,0}, \beta_{k,i}$ ve $\gamma_{k,j}$ sırasıyla birinci ve ikinci rejime ait parametreleri temsil etmektedir. p otoregresif model için uygun gecikme uzunluğu ve ε_t normal dağılımlı hata terimidir. s_t rejim değişikliği yaratan eşik değişkeni olan beşeri sermaye serisidir, c ise bu seri için geçerli olan eşik değeridir. Heaviside gösterge fonksiyonunu temsil eden I_t denklem 2'deki gibi verilmektedir:

$$I_t = \begin{cases} 1 & s_t \geq c \\ 0 & s_t < c \end{cases} \quad (2)$$

TAR modeline göre eşik değişkeni belli bir eşik değerini aştığında rejimler arasında geçiş söz konusu olmaktadır. Bağımlı değişken, $s_t \geq c$ olması durumunda birinci rejime göre, $s_t < c$ durumunda ikinci rejime göre modellenmektedir. Daha açık bir ifadeyle, ekonomik büyüme beşeri sermayenin, eşik değerini aştığı durumda $\alpha_{1,0} + \sum_{i=1}^p \beta_{1,i} y_{t-i} + \gamma_{1,j} x_t$ sürecini, eşik değerinin altında kaldığı durumda ise $\alpha_{2,0} + \sum_{i=1}^p \beta_{2,i} y_{t-i} + \gamma_{2,j} x_t$ sürecini takip etmektedir. Dolayısıyla TAR modelinin açık hali denklem 3'teki gibi yazılmaktadır:



$$y_t = \begin{cases} \alpha_{1,0} + \sum_{i=1}^p \beta_{1,i} y_{t-i} + \gamma_{1,j} x_t + \varepsilon_{1,t}, & s_t \geq c \text{ için} \\ \alpha_{2,0} + \sum_{i=1}^p \beta_{2,i} y_{t-i} + \gamma_{2,j} x_t + \varepsilon_{2,t}, & s_t < c \text{ için} \end{cases} \quad j = 1,2 \quad (3)$$

TAR modeli tahmin edilmesinde aşağıdaki basamaklar takip edilmektedir. Önce doğrusal bir AR modeli tahmin edilerek modele uygun gecikme uzunluğu belirlenmekte, ardından bu model kullanılarak dışsal olarak belirlenen gecikme parametresinin eşik değeri hesaplanmaktadır. En son olarak farklı rejimler için uygun doğrusal modeller oluşturularak tahmin süreci gerçekleştirilmektedir.

3. VERİ SETİ, SERİLERİN STOKASTİK ÖZELLİKLERİ VE AMPİRİK BULGULAR

3.1. Veri

Bu çalışmada 1960-2011 dönemi Türkiye ekonomisine ait yıllık veriler kullanılmıştır. Veri setinde satın alma gücü paritesine göre 2005 yılı temel yıl alınarak hesaplanan üretim bazlı reel gayri safi yurt içi hasıla serisi, 2005 yılı sabit ulusal fiyatları temel alınarak hesaplanan sermaye stoku serisi, kişi başına düşen petrol eşdeğeri kilogram cinsinden enerji tüketimi serisi yer almaktadır. Beşeri sermayeyi temsilen Barro ve Lee (2012) tarafından okul eğitimi süresi ve artan eğitim süresinin beklenen ücret getirisi kullanılarak hesaplanan kişi başına düşen beşeri sermaye endeksi alınmıştır.

GSYH, sermaye stoku ve beşeri sermaye serileri Penn World Table'dan (PWT), enerji tüketimi serisi Dünya Bankası'nın Dünya Gelişme Göstergeleri (World Development Indicators, WDI) veri bankasından elde edilmiştir. GSYH verisi ve sermaye stoku verisi PWT'den elde edilen nüfus verisine bölünerek kişi başına düşen reel gelir ve sermaye stoku değişkenlerine ulaşılmıştır. Kişi başına düşen reel gelir, sermaye stoku ve enerji tüketimi serilerine logaritmik dönüşüm yapılmıştır.

Logaritmik dönüşüm yapılmış kişi başına düşen reel GSYH, kişi başına düşen sermaye stoku, kişi başına düşen enerji tüketimi (bundan sonra sırasıyla kısaca çıktı, sermaye stoku, enerji tüketimi) ve beşeri sermaye serilerine ait tanımlayıcı istatistikler Tablo 1'de verilmektedir. Tablo 1'den görülebileceği gibi serilerin çarpıklık değerleri istatistiksel olarak anlamlı derecede sıfıra yakındır. Çarpıklık test istatistiklerinin p-değerlerine göre serilerin çarpık olmadığı söylenebilir. Tüm serilerin aşırı basıklık değerleri ise negatif olmakla

birlikte basıklık anlamında normal dağılıma uygundur sıfır hipotezi çıktı, sermaye stoku ve enerji tüketimi serileri için reddedilememekte, beşeri sermaye serisi için ise %10 anlamlılık düzeyinde reddedilebilmektedir. Dolayısıyla, çıktı ve enerji tüketimi serilerinin basık olmadığını ve sermaye stoku ve beşeri sermaye serilerinin şişman kuyruklu dağılımlara sahip olduğunu ifade etmek mümkündür. Gerek çarpıklık gerekse basıklık değerleri bir arada kullanılarak serilerin normal dağıldığı hipotezinin sınıandığı Jarque–Berra normallik testine göre ise çıktı, sermaye stoku ve enerji tüketimi serilerinin normal dağıldığı sonucuna ulaşmak mümkündür.

Tablo 1. Tanımlayıcı İstatistikler

	Mean	S.D.	Min.	Max.	Sk	Ku	J-B
Kişi başına düşen reel GSYH $\ln(y)$	8.962	0.330	8.311	9.610	-0.248 (0.4789)	-0.518 (0.4766)	1.113 (0.5732)
Kişi başına düşen sermaye stoku $\ln(c)$	9.161	0.547	8.289	10.092	0.016 (0.9634)	-1.173 (0.1070)	2.92 (0.2252)
Kişi başına düşen enerji tüketimi $\ln(e)$	6.698	0.394	5.952	7.339	-0.309 (0.3779)	-0.955 (0.1894)	2.800 (0.2466)
Kişi başına düşen beşeri sermaye (hc)	1.772	0.345	1.267	2.357	0.056 (0.8722)	-1.339 (0.0657)	3.912 (0.1415)

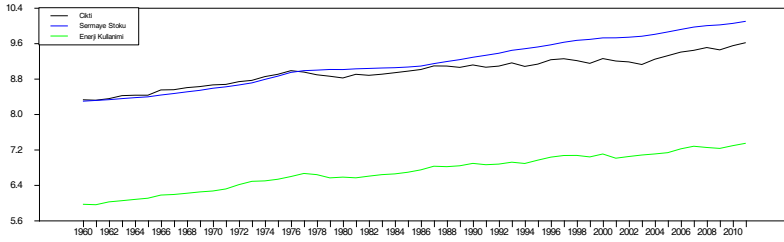
Not: $\ln(y)$, $\ln(c)$ ve $\ln(e)$ sırasıyla kişi başına düşen reel GSYH, kişi başına düşen sermaye stoku ve kişi başına düşen enerji tüketimi verilerinin doğal logaritmalarını ifade etmektedir. S.D. standart hata, Sk çarpıklık, Ku aşırı basıklık değerleri, ve J-B Jarque-Berra normallik testi için kullanılmıştır. p- değerleri parantez içinde verilmektedir.

Serilerdeki hareketleri daha iyi anlayabilmek için çıktı, sermaye stoku ve enerji tüketimi serileri Şekil 2’de gösterilmektedir. Ele alınan örneklem döneminde serilerde artan bir eğilim görülmektedir. Türkiye ekonomisinde 1960’lı yıllardan itibaren planlı kalkınma anlayışı benimsenmiş ve ilk üç kalkınma planı (1963-1977) Harrod-Domar büyüme modeli temelinde, çok sektörlü girdi-çıkıtı ilişkilerini gösterecek biçimde kesintisiz bir şekilde uygulanmıştır. Harrod-Domar modeli sermaye temelli bir büyüme modeli olmakla birlikte sermaye birikim sürecinde enerji tüketiminin de rolünü ön plana çıkarmaktadır. Türkiye’de 1960’lı yıllarda benimsenen planlı kalkınma anlayışına uygun olarak ithal ikamesine dayalı sanayileşme modeli uygulanmış ve bu model çerçevesinde tüketim mallarının ithalatı yasaklanmıştır. Bu tablo karşısında ara ve sermaye malları ithalatı hızlanmıştır. 1980 yılından itibaren ise benimsenen ihracata dayalı sanayileşme modeli, sermaye akımlarının liberalleşmesi sürecini beraberinde getirmiş ve böylece Türkiye’ye yabancı sermaye girişi hızlanmıştır. Öte yandan baştan beri enerji bağımlısı ülke konumunda olan Türkiye’de reel GSYH ve sermaye stokundaki davranışa paralel olarak enerji tüketiminde de artışlar yaşanmıştır. Öyle ki, ithalatın %75-80’inin enerji, sermaye malı ve ara malından oluştuğu günümüz Türkiye’sinde bu harcama kalemleri reel GSYH’nin yaklaşık %20’sini oluşturmaktadır. Öte yandan reel GSYH büyüme oranı, sermaye stoku büyüme oranı ve enerji tüketimindeki büyüme oranının paralellik gösterdiği anlaşılmaktadır. Örneğin 2011 yılında reel GSYH %7 oranında büyürken sermaye stoku %5.5 ve enerji tüketimi de %4.8 oranında büyümüştür.²

² Tüm çalışma boyunca ondalık ayırıcı olarak nokta (.) kullanılmıştır.



Şekil 1: Reel GSYH ve Sermaye stoku



Bilindiği gibi Türkiye’de istikrarlı bir büyüme performansından bahsetmek güçtür. 1960-2011 yılları arasında ekonomik büyüme oranı ortalama olarak %4.5 düzeyinde gerçekleşmiş, 2002-2011 döneminde ise ortalama büyüme hızı %5.4 olmuştur. Bu gelişmelere rağmen, 1977-1980 krizi, 1991 yılında yaşanan körfez krizi, 1994 ekonomik krizi, 1999 depremleri, 2001 krizi ve 2008 küresel krizi ekonomik büyümenin yavaşlamasına ve negatif düzeylere inmesine yol açmıştır. Ancak beşeri sermaye birikimindeki olumlu gelişmelerin özellikle 2000’li yıllardan sonra artarak devam etmesi hem emek verimliliğinin hem de sermaye verimliliğinin artmasını beraberinde getirmiştir (TÜSİAD, 2011). Örneğin, 2002 öncesi dönemde (1987-2002) emek verimliliği ortalama %2 ve sermaye verimliliği ise -%2 civarında iken 2002-2008 döneminde emek ve sermaye verimliliğinin yıllık %6 ve %2 oranlarında ortalama artışlar sergilemiş olduğu görülmektedir. Öte yandan sermaye birikiminin en önemli kaynağı şüphesiz yurt içi tasarruflardır. Bu bağlamda, Türkiye’de 1960-2002 döneminde %19 olan tasarruf eğilimi, 2003 yılında %18, 2008 yılında %15.5 olarak gerçekleşmiştir. Tasarruf eğiliminde gözlenen düşüşler sermaye birikimi önünde önemli bir engeldir.

Beşeri sermaye endeksi 1960-2011 döneminde 1.161 ile 2.357 arasında değer alan ortalaması 1.772 olan, örneklem dönemi boyunca sürekli artan bir seridir. Türkiye, UNCTAD tarafından yapılan sıralamada yüksek beşeri sermaye stokuna sahip bir ülke olarak görünüyorsa da, eğitim performansı ve kalitesi bakımından hala endişeler mevcuttur. Türkiye’de 1997 yılında 5 yıllık zorunlu temel eğitim uygulanmasından vazgeçilip 8 yıllık kesintisiz eğitim uygulamasına geçilmiş olmasına rağmen, TÜSİAD verilerine göre yetişkin nüfusun ortalama eğitim düzeyi 2011 yılı için hala sadece 6.5 yıldır. 15 yaş üstü yetişkinlerde okuma yazma bilenlerin oranı bakımından dünya sıralamasında 97nci, OECD ülkeleri arasında 34üncü sıradadır. 2011 yılı için eğitim harcamalarının reel GSYH içindeki payı Türkiye’de %3.38 iken aynı oran OECD ülkeleri için



%6.4'tür. Ortalama okul eğitim süresinin hala çok düşük düzeylerde kalması ve eğitime yapılan harcamaların GSYH'ya oranının yeteri kadar yüksek düzeyde gerçekleşmemesi, beşeri sermaye yatırımlarında gözlenen çabalara rağmen, beşeri sermaye birikiminin gelişmiş ülkelere kıyasla düşük düzeyde kalmasına sebep olmaktadır.

3.2. Serilerin Stokastik Özellikleri

TAR modelinde istatistiksel olarak anlamlı sonuçların elde edilebilmesi için kullanılacak serilerin durağan olması gerekmektedir. Bu nedenle öncelikle serilerin durağan olup olmadıklarının araştırılması gerekmektedir. Bu amaçla Augmented Dickey-Fuller (ADF), Phillips-Perron (PP) ve Kwiatkowski, Phillips, Schmidt ve Shin (KPSS) birim kök testlerine başvurulmuştur. Tablo 2 birim kök test sonuçlarını göstermektedir. Tabloda yer alan Δ birinci fark operatörünü, \ln logaritmik dönüşümü temsil etmektedir.

Tablo 2. Birim Kök Test Sonuçları

Değişkenle r	ADF		PP		KPSS		
	Sadece Sabitli	Sabitli ve Trendli	Sadece Sabitli	Sabitli ve Trendli	Sadece Sabitli	Sabitli Trendli	ve
$\ln(y)$	-0.552 (0.8719)	-2.382 (0.3845)	-0.492 (0.8842)	-2.382 (0.3845)	0.948***	0.126*	
$\Delta \ln(y)$	-7.476 (0.0000)	-7.401 (0.0000)	-7.484 (0.0000)	-7.408 (0.0000)	0.092	0.093	
$\ln(c)$	-0.130 (0.9402)	-3.454 (0.0557)	0.240 (0.9726)	-2.424 (0.3634)	0.966***	0.056	
$\Delta \ln(c)$	-3.175 (0.0275)	-3.144 (0.1078)	-3.175 (0.0275)	-3.144 (0.1078)	0.065	0.049	
$\ln(e)$	-0.980 (0.7538)	-2.414 (0.3681)	-1.002 (0.7458)	-2.414 (0.3681)	0.961***	0.164**	
$\Delta \ln(e)$	-6.953 (0.0000)	-6.980 (0.0000)	-6.953 (0.0000)	-6.988 (0.0000)	0.095	0.049	

Not: $\ln(y)$, $\ln(c)$ ve $\ln(e)$ sırasıyla kişi başına düşen reel GSYH, kişi başına düşen sermaye stoku ve kişi başına düşen enerji tüketimi verilerinin doğal logaritmalarını ifade etmektedir. Her değişken için uygun gecikme uzunluğu Schwarz Bilgi Kriteri (SIC) kullanılarak belirlenmiştir. Parantez içindeki ifadeler p-değerlerini göstermektedir. *, **, ***, ADF, PP testleri için birim kök sıfır hipotezinin ve KPSS testi için durağanlık sıfır hipotezinin sırasıyla %10, %5, ve %1 anlamlılık düzeylerinde reddedildiğini göstermektedir.

Tablo 2'de verilmiş olan ADF ve PP test sonuçlarına göre çıktı serisi düzeyde durağan değildir, KPSS test sonuçlarına göre %10

anlamlılık düzeyinde trend durağandır. Sermaye stoku serisi düzeyde PP test sonuçlarına göre durağan olmamakla birlikte, KPSS test sonuçlarına göre durağandır. PP test sonuçlarına göre ise sermaye stoku serisi düzeyde durağan değildir. Enerji tüketimi serisi ADF, PP ve KPSS testlerine göre durağan değildir. Birinci farkları alındığında çıktı, sermaye stoku ve enerji tüketimi serileri durağan hale gelmektedir. Dolayısıyla bu serilerin birinci dereceden bütünleşik (I(1)) olduğu sonucuna ulaşılmaktadır.

Çıktı, sermaye stoku ve enerji tüketimi serilerinin birinci dereceden bütünleşik olması nedeniyle, bu seriler arasında eş-bütünleşme ilişkisinin olup olmadığını belirlemek gerekmektedir. Eş-bütünleşmenin varlığını araştırmak amacıyla doğrusal ve doğrusal olmayan eş-bütünleşme testlerine başvurulmuştur. Bunlar sırasıyla Johansen ve Juselius (1990) (bundan sonra JJ) ve Kapetanois ve diğ. (2006) tarafından geliştirilen eş-bütünleşme testleridir.

Johansen ve Juselius (1990) eş-bütünleşme analizi için oluşturulan vektör otoregresif sistemde uygun gecikme uzunluğu Schwarz Bilgi Kriteri (SIC) kullanılarak belirlenmiştir. Modele Türkiye’de büyük ekonomik krizlerin gerçekleştiği 1973, 1994, 2001 yılları için kukla değişkenler eklenmiştir. Tablo 3’te JJ testinin sonuçları verilmektedir. Test sonuçlarına göre ilgili değişkenler arasında eş-bütünleşme olduğunu ifade eden sıfır hipotezi %5 anlamlılık düzeyinde reddedilmektedir. JJ analizine göre ele alınan örneklem döneminde çıktı, sermaye stoku ve enerji tüketimi serileri uzun dönemde birlikte hareket etmemektedir.

Tablo 3. JJ Eş-bütünleşme Test Sonuçları

Kısıtlanmamış Bütünleşme Rank Testi (İz İstatistiği)				
Sıfır Hipotezi	Özdeğer	İz İstatistiği	Kritik Değer(0.05)	Olasılık
$r = 0$	0.226	17.270	29.797	0.6201
$r \leq 1$	0.087	4.748	15.495	0.8350

Kısıtlanmamış Bütünleşme Rank Testi (Maksimum Özdeğer İstatistiği)				
Sıfır Hipotezi	Özdeğer	Maks. Öz. İ.	Kritik Değer(0.05)	Olasılık
$r = 0$	0.226	12.522	21.132	0.4971
$r \leq 1$	0.087	4.481	14.265	0.8054

Not: r bütünleşme denklem sayısını göstermektedir.

JJ yaklaşımında uzun dönem ilişkisi doğrusal bir yapıda oluşturulmaktadır. Kapetanois ve diğ. (2006) tarafından geliştirilen

doğrusal olmayan eş-bütünleşme analizinde ise değişkenler arasındaki uzun dönem dengesi, doğrusal olmayan bir dinamiğe sahip hata terimi kullanılarak ifade edilmektedir. İki aşamalı bir yöntemin izlendiği analizde, ilk aşamada değişkenlerin seviye değerleriyle regresyon analizi yapılmakta, ikinci aşamada ise bu regresyondan elde edilen hata terimleri kullanılarak koşullu üstel düzgün geçiş regresyon hata düzeltme modeli (conditional exponential smooth transition regression error correction model) oluşturulmaktadır. Modelde yer alan doğrusal olmayan yapıya ait parametreler, eş-bütünleşme yoktur sıfır hipotezi altında belirlenemediğinden, modele birinci derece Taylor açılımı uygulanmaktadır. Böylece elde edilen modelde, eş-bütünleşme yoktur sıfır hipotezi, hata teriminin gecikmelerine ait katsayıların sıfıra eşit olması şeklinde ifade edilmektedir. Kapetanois ve diğ. (2006) çalışmasında F-tipi ve t-tipi olmak üzere dört farklı istatistik (F_{NEC} , F^*_{NEC} , t_{NEC} , t_{NEG}) önerilmekte, bu istatistiklere ait kritik değerler tablolar halinde sunulmaktadır. Hesaplanan test istatistiklerinin ilgili kritik değerleri aşması durumunda eş-bütünleşme yoktur sıfır hipotezi ilgili anlamlılık düzeyinde reddedilebilmektedir.

Tablo 4. Doğrusal Olmayan Eş-bütünleşme Testi Sonuçları

Bağımlı Değ.	Geci k. Sayı	F_{NEC}		F^*_{NEC}		t_{NEC}		t_{NEG}	
		(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
$\Delta \ln(y)$	2	0.04	0.41	0.02	0.47	0.16	-	-	-
		3	8	2	0	3	0.87	3.37	4.3
							2	0	79

Not: (1) sabitli, (2) sabitli ve trendli modelleri göstermektedir. Modelde uygun gecikme uzunluğu SIC kullanılarak belirlenmiştir. İki açıklayıcı değişkenli modelde sabitli (sabitli ve trendli) modeller bağlamında F_{NEC} , F^*_{NEC} , t_{NEC} and t_{NEG} testleri için kritik değerler % 10 anlamlılık düzeyinde 12.89 (15.70), 11.72 (14.81), -3.12 (-3.46), -3.36 (-3.64)'dir. t_{NEG} testi için sabitli model için kritik değer % 5 anlamlılık düzeyinde -3.67'dir.

Doğrusal olmayan eş-bütünleşme test sonuçları Tablo 4'de verilmektedir. Tablo 4'ten görülebileceği gibi hesaplanan test istatistikleri %10 anlamlılık düzeyinde kritik değerlerden daha küçüktür. Bu bulguya göre eş-bütünleşme olmadığı sıfır hipotezi %10



anamlılık düzeyinde dahi reddedilememektedir. Buna istisna olarak sabit kullanılan modelde sadece t_{NEG} testine göre eş-bütünleşme olmadığı sıfır hipotezi %5 anlamlılık düzeyinde reddedilemezken, %10 anlamlılık düzeyinde reddedilebilmektedir.

Sonuç olarak doğrusal ve doğrusal olmayan eş-bütünleşme testleri, çıktı, sermaye stoku ve enerji tüketimi değişkenlerinin uzun dönemde doğrusal veya doğrusal olmayan bir yapıda birlikte hareket etmediği yönünde güçlü kanıtlar sunmaktadır.

3.3. TAR Modeli Tahmini

Zaman serisi analizlerinde durağan olmayan serilerle çalışılması durumunda sahte regresyon problemi ortaya çıkabilmektedir (Granger ve Newbold, 1974). Bu problemi önlemek amacıyla TAR modelinde durağan serilerle çalışılması gerekmektedir. Çıktı, sermaye stoku ve enerji tüketimi serileri birinci dereceden bütünleşik olduğundan, bu serilerin birinci farkları alınarak seriler durağan hale getirilmiştir. Birinci farkları alınarak ilgili değişkenlere ait büyüme serilerine ulaşılmıştır. Böylece sermaye stoku büyümesi ve enerji tüketimi büyümesi (bundan sonra sermaye ve enerji) değişkenlerinin açıklayıcı değişken olarak kullanıldığı büyüme modeli oluşturulmuştur.

TAR modeli analizlerine doğrusal bir AR modeli kurularak başlanmaktadır. Buradan hareketle ilk olarak sermaye ve enerji değişkenlerinin açıklayıcı değişken olarak kullanıldığı doğrusal büyüme modeli için uygun gecikme uzunluğu araştırılmıştır. Tahmin edilen doğrusal büyüme modelinden elde edilen hata terimlerinde otokorelasyon sorununa rastlanmamıştır. Bu nedenle, modele bağımlı değişkenin gecikmeleri dâhil edilmemiştir.

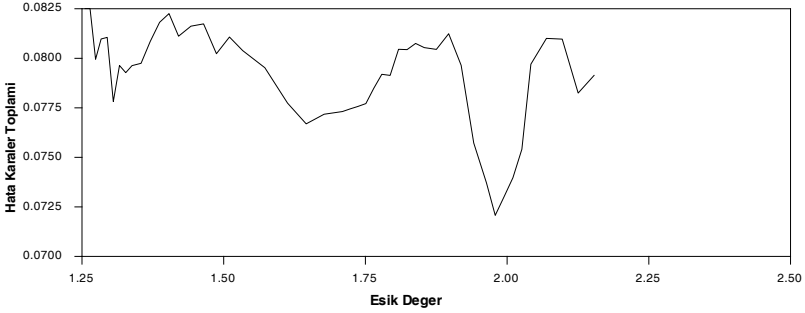
TAR modeli analizinin ikinci aşamasında dışsal olarak ele alınan eşik değişkeni için eşik değer belirlenmektedir. Çalışmamızda esas olarak beşeri sermaye değişkeninin büyüme sürecine etkisi, dolayısıyla sermaye ve enerji ile büyüme arasındaki ilişkiyi etkileyip etkilemediği, etkiliyorsa beşeri sermayenin farklı değerleri için bu etkinin hangi büyüklükte olduğu sorularına cevap aranmaktadır. Bu nedenle sermaye ve enerjinin açıklayıcı değişken olarak kullanıldığı büyüme modelinde beşeri sermaye eşik değişkeni olarak alınmıştır.

Eşik değişkeni olan beşeri sermaye için eşik değer belirlenmesinde Chan (1993)'ü takiben “süper-tutarlı eşik parametre tahmin yöntemi” kullanılmıştır. Buna göre beşeri sermaye serisi en küçükten en büyüğe doğru olacak şekilde sıralanmış ve bu serinin her bir değeri, potansiyel eşik değeri olarak alınmak suretiyle Heaviside gösterge fonksiyonu oluşturulmuş ve her bir durum için TAR modeli



tahmin edilmiştir. Bu tahminlerde, sadece beşeri sermayenin uç değerlerinin doğrusal olmayan yapı yaratmasını önlemek ve eşik değerinin her iki tarafında yeterli sayıda gözlem bulunmasını sağlamak amacıyla eşik değişkeninin en yüksek ve en düşük %5'i taramadan dışlanmıştır. Her potansiyel eşik değerine karşılık tahmin edilen her farklı regresyon denklemi için hesaplanan hata terim kareleri toplamı Şekil 2'de verilmektedir. Chan (1993) yöntemine göre hata terim kareleri toplamı en küçük olan regresyon denklemi süper-tutarlı eşik değer tahminini içermektedir. Şekil 2'den de görülebileceği gibi, hata terim kareleri toplamını minimize eden eşik değer 2.122'dir. Bu eşik değerinin dışında beşeri sermayenin aldığı başka hiçbir değer için derin bir lokal minimum noktası bulunmamaktadır. Dolayısıyla ele alınan model için tek bir eşik değer olduğunu ifade etmek mümkündür.

Şekil 2: Eşik Değer



Eşik değer tahmininden sonra, eşik değerinin süper-tutarlı tahmini kullanılarak TAR model tahmini yapılmıştır. Tahmin sonuçları Tablo 5'de verilmektedir. Beşeri sermayenin eşik değerinin altında olduğu durum "birinci rejim", üstünde olduğu durum "ikinci rejim" olarak adlandırılmıştır. TAR model tahmininin yanı sıra, sermaye ve enerji ile büyüme arasındaki ilişkide beşeri sermayenin rolünü açıklamakta TAR modelinin gücünü değerlendirebilmek amacıyla, beşeri sermayeyi dikkate almayan log-doğrusal büyüme modeli tahmini yapılmıştır. Tablo 5'de TAR model tahminlerine ek olarak bu doğrusal modelin tahmin sonuçları da rapor edilmektedir. Modellerde kullanılan bağımlı (büyüme oranı) ve açıklayıcı değişkenler (sermaye $\Delta \ln(c)$ ve enerji $\Delta \ln(e)$) ilgili serilere ait logaritmik farklar olduğundan tahmin edilen parametreler, ekonomik büyüme oranının sermaye ve enerji esnekliklerini vermektedir.

**Table 5. Doğrusal Model ve TAR Regresyon Tahminleri**

Açıklayıcı değişkenler	Doğrusal Model Tahmini	TAR Model Tahmini Beşeri sermaye < Eşik Değeri Birinci Rejim	Beşeri sermaye ≥ Eşik Değeri İkinci Rejim
Sabit	0.0509 (0.1183)	-0.0200 (0.0129)	-0.0676 (0.0301)
$\Delta \ln(c)$	1.3682 (0.3464)	0.6005 (0.3269)	3.0287 (0.9640)
$\Delta \ln(e)$	-0.0110 (0.0179)	0.7677 (0.1788)	-0.1185 (0.3513)

Hata Terimleri Diagnostik Test Sonuçları:

Sk	-0.0042 [0.9906]	-0.0042 [0.9906]
Ku	-0.4172 [0.5706]	-0.4172 [0.5706]
J-B	0.3700 [0.8311]	0.3700 [0.8312]
L-B Q(3)	0.2308 [0.9725]	0.2308 [0.9725]
ARCH(1)	0.6994 [0.4030]	0.6995 [0.4030]

Not: Katsayı tahminlerinin yanında yer alan parantez içindeki ifadeler standart hatalardır. Köşeli parantezler içinde ilgili testlere ait anlamlılık düzeyleri verilmiştir. Sk ve Ku hata terimleri için sırasıyla çarpıklık ve aşırı basıklık değerlerini ve J-B Jarque-Berra hata terimleri için normallik test sonuçlarını göstermektedir. L-B Q(j), Ljung-Box (1978)'in hata terimleri için j.dereceden oto-korelasyon değerini vermektedir. ARCH(1) Engel (1982) tarafından geliştirilen



birinci sıra otoregresif koşullu içsel bağımlılık için LM testini tanımlamaktadır.

TAR modeli tahmin sonuçlarına göre birinci ve ikinci rejimler için sermaye katsayıları sırasıyla 0.6005 ve 3.0287 olup %10 ve %1 düzeyinde anlamlıdır. Doğrusal modele göre ise sermaye katsayısı %1 anlamlılık düzeyinde 1.3682 olarak tahmin edilmiştir. Bu tahminler sonucu iki önemli bulgu elde edilmiştir. Birincisi, doğrusal model sermaye katsayı tahmini, beşeri sermayenin dikkate alındığı TAR modeli birinci rejim sermaye katsayı tahmininden büyük, ikinci rejim sermaye katsayı tahmininden küçüktür. İkincisi, TAR model tahminlerine göre ikinci rejimdeki sermaye katsayısı birinci rejimdekinden büyüktür. Birinci bulgu, beşeri sermayenin büyüme denkleminde dikkate alınması gereken bir unsur olduğunu göstermektedir. İkinci bulgu ise, beşeri sermayenin eşik değerinin üstüne çıkması halinde sermayedeki artışın daha yüksek bir ekonomik büyümeye yol açacağına işaret etmektedir.

Model tahminlerinde enerji ile büyüme arasındaki ilişkiye dair üç bulgu dikkat çekmektedir. İlk olarak beşeri sermayenin dikkate alınmadığı doğrusal model tahmininde enerji katsayısı istatistiksel olarak anlamlı çıkmamıştır. Bu bulgu, Araç ve Hasanov (2014) çalışma sonuçları ile tutarlıdır. Araç ve Hasanov (2014), düzgün geçiş otoregresif (STAR) modeli için doğrusallık testlerini uygulayarak, Türkiye’de enerji tüketimi ile büyüme arasındaki ilişkiyi doğrusal olmayan bir modelle açıklamanın daha uygun olacağı yönünde sonuçlara ulaşmışlardır. İkinci olarak, TAR modeli tahminine göre sadece birinci rejimin geçerli olduğu durumda enerji katsayısı istatistiksel olarak anlamlı ve pozitifdir. Üçüncü olarak, birinci rejimde 0.7677 olarak tahmin edilen enerji katsayısı, sermaye katsayısından (0.6005) daha büyüktür. Bu bulguya göre, Türkiye’de beşeri sermaye endeksinin eşik değerinden küçük değer aldığı durumda enerji tüketimindeki artış büyüme üzerinde olumlu etki doğurmakta ve bu etki sermayedeki artışın etkisinden daha büyük gerçekleşmektedir. Dolayısıyla, beşeri sermayenin eşik değerinin altında kaldığı durumda büyümenin enerji esnekliği, sermaye esnekliğinden büyük olmaktadır.

Son olarak modellerden elde edilen hata terimleri için diagnostik testler uygulanmıştır. Tablo 5’ten de görülebileceği gibi bu test sonuçlarına göre, her iki modelden elde edilen hata terimleri normal dağılıma uygundur ve otokorelasyon sorunu içermemektedir.

Özet Ve Sonuç

Bu çalışmada Türkiye’de fizikî sermaye stoku ve enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkide beşeri sermaye birikiminin rolü, 1960-2011 dönemi Türkiye ekonomisine ait yıllık veriler kullanılarak TAR modeli ile analiz edilmiştir. Literatüre uygun olarak beşeri sermaye endeksi rejim değişikliğine neden olan eşik değişkeni olarak alınmıştır. Chan (1993)’ü takiben “süper-tutarlı eşik parametre tahmin yöntemi” kullanılarak beşeri sermaye için eşik değer 2.122 olarak hesaplanmıştır. Eşik değer tahmininden sonra, eşik değerın süper-tutarlı tahmini kullanılarak TAR modeli tahmin edilmiştir. TAR model tahmininin yanı sıra, söz konusu ilişkide beşeri sermayenin rolünü açıklamakta TAR modelinin gücünü değerlendirebilmek amacıyla, sadece sermaye ve enerjinin açıklayıcı değişken olarak kullanıldığı log-doğrusal büyüme modeli tahmini yapılmıştır. Modellerde kullanılan bağımlı (büyüme oranı) ve açıklayıcı değişkenler (sermaye ve enerji) ilgili serilere ait logaritmik farklar olduğundan tahmin edilen parametreler, ekonomik büyüme oranının sermaye ve enerji esnekliklerini vermektedir.

TAR modeli tahmin sonuçları, genel olarak, beşeri sermayenin fizikî sermaye stoku ve enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkileri etkilediğini göstermektedir. Modeller için elde edilen parametre tahminleri incelendiğinde ise şu bulgular ulaşılmaktadır: İlk olarak, doğrusal model sermaye katsayı tahmini, beşeri sermayenin eşik değerın altında kaldığı ve eşik değeri aştığı sırasıyla birinci ve ikinci rejimler için tahmin edilen TAR modeli sermaye katsayı tahminlerinin arasında yer almaktadır. Bu tahmin sonuçları, büyüme tahmininde doğrusal model kullanılmasının sermaye parametresinin tahmininde “düzleştirme” yaptığına işaret etmektedir. Ayrıca, doğrusal model tahmininde elde edilen enerji katsayısı tahmini istatistiksel olarak anlamlı olmamasına rağmen, TAR modeli tahminine göre beşeri sermayenin eşik değerın altında kaldığı rejim için istatistiksel olarak anlamlı ve pozitifdir. Bu bulgular, beşeri sermayenin eşik değişkeni olarak alındığı bir TAR modelinin doğrusal bir modele kıyasla, büyüme süreçlerinde değeri değişen parametrelerin daha hassas tahmin edilmesini sağladığını göstermektedir.

İkinci olarak, TAR model tahminlerine göre beşeri sermayenin eşik değeri aştığı ikinci rejim için tahmin edilen sermaye katsayısı, eşik değerın altında kaldığı birinci rejim için tahmin edilen sermaye katsayısından büyüktür. Analizde ele alınan dönem boyunca sürekli artan bir seri olan beşeri sermaye endeksi, tahmin edilen eşik

değerini 2001 sonrası dönemde aşmaktadır. Bu dönem, Türkiye’de 8 yıllık kesintisiz eğitime geçildiği 1997 yılında orta öğretime başlayan öğrencilerin mezuniyetleri sonrasındaki döneme denk gelmektedir. 2001 yılı sonrasında ekonomik büyümenin sermaye esnekliğinin önceki döneme göre arttığını gösteren bu bulgu, Türkiye’de eğitim süresinin artırılmasının sermayenin daha verimli kullanılmasına yol açtığı şeklinde yorumlanabilir.

Bu noktada, sermaye birikiminin önemli bir kaynağının tasarruflar olduğu dikkate alınacak olursa sermaye birikimini arttırmaya yönelik tasarruf teşvik politikalarının büyüme politikalarındaki önemi ortaya çıkmaktadır. Son yıllarda, tasarruf oranında görülen hızlı düşüşlerin, sürdürülebilir büyüme önünde bir engel oluşturduğu değerlendirilmektedir. Bu nedenle, Türkiye’de ekonomik büyüme oranlarını artırmak amacıyla beşeri sermaye birikimini arttırmaya yönelik politikalara ek olarak tasarruf teşvik politikalarının da benimsenmesinin gerektiği ifade edilmelidir.

Son olarak, tahmin sonuçlarına göre beşeri sermayenin eşik değerinin altında kaldığı birinci rejim için enerji katsayı tahmini sermaye katsayı tahmininden büyük iken, ikinci rejim enerji katsayı tahmini istatistiksel olarak anlamlı değildir. Bu bulgu, beşeri sermayeye bağlı olarak oluşan büyüme süreçlerinde üretim faktörü olarak enerjinin rol değiştirdiğini göstermektedir. Beşeri sermayenin tahmin edilen eşik değerinden daha düşük olduğu 2001 yılı öncesinde, enerji tüketimindeki artışlar büyümeyi teşvik ederken 2001 sonrasında büyüme üzerinde olumlu bir etki doğurmamaktadır. Enerji politikaları açısından ele alındığında bu bulgu, 2001 yılı öncesinde enerji tasarrufu sağlayan enerji politikalarının, sermaye birikimini artıran büyüme politikalarıyla birlikte yürütüldüğü durumda dahi büyüme performansını düşürebilme potansiyeli taşıdığını, ancak 2001 yılı sonrasında bu durumun değiştiğini göstermektedir. 2001 yılı sonrasında enerji tasarrufunu teşvik eden enerji politikalarının büyüme oranlarına zarar vermeden uygulanabilmesi mümkün görülmektedir.

Kaynakça

- Araç, A., Hasanov, M. (2014) “Asymmetries in the dynamic interrelationship between energy consumption and economic growth: evidence from Turkey”, **Energy Economics**, 44, 259-269.
- Azariadis, C. (1996) “The economies of poverty traps, part one: Complete markets”, **Journal of Economic Growth**, 1, 449-489.

- Azariadis, C., Drazen, A. (1990) “Treshold externalities in economic developepment”, **Quarterly Journal of Economics**, 105, 501-526.
- Bayraktar-Sağlam, B., Yetkiner, H. (2014) “A Romerian contribution of the empirics of economic growth”, **Journal of Policy Modelling**, 36, 257-272.
- Becker, G. (1964) Human capital: A theoretical and empirical analysis, with special reference to education. **New York: National Bureau of Economic Research [distributed by Columbia University Press], 1964.**
- Blackburn, K., Varvarigos, D. (2005) “Human capital accumulation and output growth in a stochastic environment”, *Economic Theory*, 36, 435-452.
- Carraro, C., De Cian, E. (2013) “Factor-Augmenting Technical Change: An Empirical Assessment”, **Environ. Model Assess**, 18, 13-26.
- Chan, K.S. (1993) “Consistent and Limiting Distribution of the Least Squares Estimator of a Threshold Autoregressive Model”, **Annals of Statistics**, 520 - 533.
- Çakmak, E., Gümüş, S. (2005) “Türkiye’de Beşeri Sermaye ve Ekonomik Büyüme: Ekonometrik Bir Analiz (1960-2002)”, **Ankara Üniversitesi SBF Dergisi**, 60-1: 59-72.
- Engle, R.F. (1982) “Autoregressive conditional heteroscedasticity with estimates of the variance of United Kingdom inflation”, **Econometrica**, 50, 4, 987–1007.
- Fiaschi, D., Lavezzi, M. (2007) “Nonlinear economic growth: Some theory and cross-country evidence”, **Journal of Development Economics**, 84, 271-290.
- Funke, M., Niebuhr, A. (2005) “Threshold effects and regional economic growth—evidence from West Germany”, **Economic Modelling**, 22, 61 – 80.
- Galor, O., Weil, D. (2000) “Population, Technology, and Growth: from the Malthusian regime to the demographic transition and beyond”, **American Economic Review**, 90, 806-828.
- Gleaser, E. L., Mare, D. C. (2008) “Cities and skills”. **Journal of labor economics**, 19, 2, 316-342.
- Granger, C.W.J. & Newbold, P. (1974) “Spurious regressions in economics”, **Journal of Econometrics**, 2, 2, 111-120.
- Hansen, B. E. (1996) “Inference when a nuisance parameter is not identified under the null hypothesis”, **Econometrica**, 64, 2, 413-430.

- Hartwing, J. (2014) “Testing the Uzawa-Lucas Model with OECD data”, **Research in Economics**, 68, 144-156.
- Hu, Y., Kemp, M. C. and Shimoma, K. (2009) “A two country dynamic Heckscher-Ohlin Model with physical and human capital accumulation”, **Economic Theory**, 41, 67-84.
- Johansen, S., Juselius, K., (1990) “Maximum likelihood estimation and inference on cointegration — with applications to the demand for money”, **Oxf. Bull. Econ. Stat.** 52, 2, 169–210.
- Kapetanios, G., Shin, Y., Snell, A. (2006) “Testing for cointegration in nonlinear smooth transition error correction models”, **Econometric Theory** 22, 279–303.
- Kar, M., Ağır, H. (1998) “Türkiye’de Beşeri Sermaye ve Ekonomik Büyüme: Nedensellik Testi (Neoklasik Büyüme Teorisi)” <http://www.bilgiyönetimi.org/cm/pages/mkl-gos.php?nt=234>
- Kottaridi, C., Stengos, T. (2010) “Foreign direct investment, human capital and non-linearities in economic growth”, **Journal of macroeconomics**, 32, 858-871.
- Lewis, A. (1956). The theory of economic growth, Allen&Union, London.
- Lopez-Bazo, E., Moreno, R. (2008) “Does human capital stimulate investment in physical capital? Evidence from a cost system framework”, **Economic Modelling**, 25, 1295-1305.
- Lucas, R. E. Jr. (1988) “On the mechanics of economic development”, **Journal of Monetary Economics**, 22, 3-42.
- Mankiw, G., Romer, D. & Weil, D. (1992) “A contribution to empirics of economic growth”, **Quarterly Journal of Economics**, CVII, 407-437.
- Mas-Colell, A., Razin, A. (1973) “A model of intersectoralmigration and growth”, **Oxford Economic Papers**, 25, 72-79.
- Murphy, K., Shkeifer, A, Vishny, R. (1989) “Industrialization and the big push”, **Journal of Political Economy**, 97, 1003-1026.
- Nelson, C.R., Plosser, C. R. (1982). “Trends and Random Walks in Macroeconomic Time Series: Some Evidence and Implications”, **Journal of Monetary Economics**, 10 (2), 139-162.
- Oketch, M. (2006) “Determinants of human capital formation and economic growth of African Countries”, **Economics of Education Review**, 25, 5, 554-564.
- Pablo-Romero, M. P., Gomez-Colero, M.P. (2013) “A translog production function for the Spanish provinces: Impact of the human and physical capital in economic growth”, **Economic Modelling**, 32, 77-87.
- Pereira, J., ve Aubyn, M. (2009). “ What Level of Education Matters Most for Growth? Evidence from Portugal”, **Economics of Education Review**, 28, 1, 67-73.

- Peretto, P. F. (1999) "Industrial Development, Technological Change and Long Run Growth", **Journal of Development Economics**, 59, 389-417.
- Rasche, R. H., Tatom, J. A. (1977) "Energy Resources and Potential GNP", **Federal Reserve Bank of St. Louis**, June, 10-24.
- Rostow, W.W. (1960) *The Stages of Economic Growth*, Oxford University Press, Oxford.
- Saunders, H. D. (2000) "Aview from the macro side: rebound, backfire, and Khazzoom-Brookes", **Energy Policy**, 28, 439-449.
- Schultz, T. (1960) "Capital formation by education", **Journal of Political Economy**, 69, 571-583.
- Serel, H., Masatçı, K. (2005) "Türkiye'de Beşeri Sermaye ve İktisadi Büyüme İlişkisi: Ko-Entegrasyon Analizi", **Atatürk Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi**, 90, 49-58
- Sequeira. T. N. (2008) "On the effects of human capital and R&D policies in an endogenous model", **Economic Modelling**, 25, 968-982.
- Taban, S. (2006). "Türkiye'de Sağlık ve Ekonomik Büyüme Arasındaki Nedensellik İlişkisi", **Sosyoekonomi Dergisi**, 2006-2: 31-46.
- Tong, H. (1978) "On a threshold model, pattern recognition and signal processing", (C.H. Chen ed.), **84, NATO ASI Series E: Applied Sec. No. 29, Sijthoff & Noordhoff, Amsterdam**, 575-586.
- Tong, H. (1990) *Non Linear Time Series: A Dynamical System Approach*, **Oxford University Press. Oxford.**
- Tong, H., Lim, K. S. (1980) "Treshold Autoregression, Limit Cycle and Cyclical Data", **Journal of Royal Statistical Society, Series B**, 42, 3, 245-292.
- Tsay, R. S. (1989) "Testing and modelling threshold auto-regressive process", **Journal of the American Statistical Association**, 84, 231-240.
- TÜSİAD. (2011) "Türkiye'de büyümenin kısıtları: Bir önceliklendirme çalışması", **Yayın No: TÜSİAD-T/2011/11/519.**
- van der Werf, E. (2018) "Production functions for climate policy modelling: an empirical analysis", **Energy Economics**, 30, 6, 2964-2979.
- Wu, T. (2007) "Impact of energy efficiency gains on output and energy use with Cobb-Douglas production function", **Energy Policy**, 35, 2023-2030.
- Yuan, C., Liu, S., Wu, J. (2009) "Research on energy-saving effect technical progress based on Cobb-Douglas production function", **Energy Policy**, 37,2842-2846.