

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ \* SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ**

**EKONOMETRİ ANABİLİM DALI  
EKONOMETRİ PROGRAMI**

**RAMSEY-CASS-KOOPMANS BÜYÜME MODELİ VE  
TÜRKİYE UYGULAMASI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Necmettin Alpay KOÇAK**

**Mayıs - 2009**

**TRABZON**

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ \* SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ**  
**EKONOMETRİ ANABİLİM DALI**  
**EKONOMETRİ PROGRAMI**

**RAMSEY-CASS-KOOPMANS BÜYÜME MODELİ VE**  
**TÜRKİYE UYGULAMASI**

**Necmettin Alpay KOÇAK**

**Karadeniz Teknik Üniversitesi – Sosyal Bilimler Enstitüsü’nce**  
**Bilim Uzmanı (Ekonometri)**  
**Unvanı Verilmesi için Kabul Edilen Tez’dir.**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 26.05.2009**

**Tezin Sözlü Savunma Tarihi : 26.06.2009**

**Tezin Danışmanı : Prof. Dr. Rahmi YAMAK**

**Jüri Üyesi : Prof. Dr. Harun TERZİ**

**Jüri Üyesi : Prof. Dr. Hilmi ZENGİN**

**Enstitü Müdürü : Doç. Dr. Haydar AKYAZI**

**Mayıs - 2009**

**TRABZON**

## 0. SUNUŞ

### 00. Önsöz

1950’li yıllardan itibaren makroekonominin ve ekonomi gündeminin en tartışmalı konularından biri olan ekonomik büyüme, hem yerli hem de yabancı literatürde çok önemli bir yere sahiptir. Literatüre bakıldığında ekonomik büyüme, dışsal faktörlere dayandırıldığı Neo-klasik modellerden günümüze kadar tüm faktörlerin içselleştirildiği modellere geldiği görülmektedir.

Bu çalışmada, literatürde detaylı olarak tartışılmamış ancak içsel büyüme teorilerinin başlangıç noktası olan Ramsey-Cass-Koopmans büyüme modeli ele alınmıştır. Model ekonometrik olarak test edilebilir hale getirildikten sonra, Türkiye ekonomisi açısından istatistiksel geçerliliği test edilmiştir. Model genel bir ekonomik sistem dahilinde ele alındıktan sonra dışsal değişkenlere müdahale edilerek, içsel değişkenlerin bir-dönem ileri tahminleri elde edilmiştir.

Bu çalışmanın ortaya çıkmasında en büyük paya sahip olan değerli hocam Prof. Dr. Rahmi YAMAK’a, çalışmanın hazırlanma sürecinde göstermiş oldukları sabırdan dolayı Türkiye İstatistik Kurumu’ndaki çalışma arkadaşlarıma ve eşim Neslihan KOÇAK’a teşekkür etmeyi bir borç bilirim.

Trabzon, Mayıs 2009

Necmettin Alpay KOÇAK

## 01. İçindekiler

	Sayfa Nr.
0.SUNUŞ.....	III-X
00. Önsöz.....	III
01. İçindekiler.....	IV
02. Özet.....	VI
03. Summary.....	VII
04. Tablolar Listesi.....	VIII
05. Grafikler Listesi.....	IX
06. Kısaltmalar Listesi.....	X
GİRİŞ.....	1-3

### BİRİNCİ BÖLÜM

1. SOLOW BÜYÜME MODELİNE KISA BİR BAKIŞ.....	4-8
10. Tanım.....	4
11. Varsayımlar.....	4
110. Üretim Fonksiyonu ile ilgili Varsayımlar.....	5
111. Üretimdeki Girdilerin Değişimleri.....	6
12. Modelin Dinamikleri.....	7
120. $k$ 'nın Dinamiği.....	7

### İKİNCİ BÖLÜM

2. SOLOW MODELİ'NİN ARDINDAN:	
RAMSEY-CASS-KOOPMANS MODELİ.....	9-25
20. Varsayımlar.....	10
200. Firmalar.....	10
201. Hanehalkları.....	10
21. Hanehalkları ve Firmaların Davranışı.....	12
210. Firmalar.....	12
211. Hanehalkının Maksimizasyon Problemi.....	13
22. Hanehalkı Davranışı.....	16

23. Ekonominin Dinamikleri.....	17
230. c'nin Dinamiği.....	17
231. k'nın Dinamiği.....	18
24. Literatür.....	18

## ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

3. EKONOMETRİK YÖNTEM, TAHMİN VE BULGULAR.....	26-42
30. Ekonometrik Yöntem.....	26
31. Veri Seti.....	31
32. Model.....	33
33. Hipotezler.....	35
34. Bulgular.....	36
35. Bir-Adım-İleri Tahmin.....	41
GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇ.....	44-45
YARARLANILAN KAYNAKLAR.....	46
ÖZGEÇMİŞ	

## 02. Özet

R. Solow (1956) yapmış olduğu çalışmada büyüme modelinde tasarruf eğilimini dışsal olarak kabul etmiş, büyümenin itici gücü olarak modelde açıkça ifade edilmeyen ve tamamen dışsal olan faktörleri göstermiştir. Bu belirsizlik, literatürde ekonomik büyümenin çeşitli sosyal ve ekonomik değişkenler ile ilişkilendirilmesine neden olmuştur. 1980’li yıllara gelindiğinde, P. Romer (1990) ve J. Lucas (1988)’in çalışmaları ile Solow modelinde belirlenemeyen ve büyümenin itici gücü olduğu iddia edilen dışsal faktörlerin “bilgi”, “teknoloji” ya da “buluşlar” olduğu konusunda ortak bir fikir oluşmuş ve bu dışsal faktörler içselleştirilerek “içsel büyüme modelleri” literatürü ortaya çıkmıştır.

Cass (1965) ve Koopmans (1965) yapmış oldukları çalışmada, Solow (1956) çalışmasındaki gibi tasarruf oranının sabit varsayılmayacağını, diğer bir ifade ile tasarruf oranının zaman içerisinde değişeceğini ve büyüme sürecini doğrudan etkileyeceğini iddia etmişlerdir. Bu bağlamda, gelişmekte olan ülkelerdeki büyümeyi açıklayabilecek modelde öncelikle sermaye gereksinimi ve tasarruf oranı (dolaylı olarak tüketim eğilimi) ele alınmalıdır. Ramsey (1928)-Cass (1965)-Koopmans (1965) (RCK) modeli yukarıda ifade edilen eksiklikleri tamamlaması açısından önemlidir. Çünkü bu modelde tasarruf eğilimi içseldir ve teknoloji vb. gibi kavramlar dışsal olarak alınmıştır.

Bu çalışmada Türkiye’deki büyüme eğilimini yansıtacağı düşünülen RCK modeli ele alınmıştır. Bu kapsamda, RCK modeli çerçevesinde Türkiye ekonomisi eşanlı denklem sistemi ile ifade edilmiştir. Eşanlı denklem sisteminin tahmininde İki Aşamalı En Küçük Kareler tahmin yöntemi kullanılmıştır. Sistem tahmininin geçerli olduğu ortaya konduktan sonra, elde edilen katsayılar ve dışsal değişkenlere müdahale edilerek sistemdeki içsel değişkenlerin bir-dönem-ileri tahminleri elde edilmiştir. Türkiye’nin 1990-2007 dönemi için, sermayenin marjinal getirisi ile iskonto oranı arasındaki farkın azalması (nominal faiz oranındaki düşüşün) tüketimi düşürdüğü, bu tüketim düşüşünün sermaye birikimini arttırarak büyümeyi tetiklediği görülmüştür. Bu bağlamda, Türkiye ekonomisinde uzun dönemli bir büyümenin tasarruf artışı ile sağlanabileceği ortaya konulmuştur.

### **03. Summary**

In 1950's, R. Solow (1950) accepted the saving rate as an exogenous variable in his growth model and showed that factors not-identified and completely exogenous factors are engine of economic growth. This indefiniteness caused that various social and economic variables associated with growth phenomenon in the literature. In 1980's, endogenous growth literature arose thanks to P. Romer (1990) and J. Lucas (1988) papers which contributed to the growth literature that this exogenous factors are "information technology and innovation" and they showed us how this factors are being internalized.

Long term accumulation of capital is only possible with making savings. Therefore, it must be handled saving rate (so, propensity to consume) and capital needs in the model which can explain growth of developing countries. Ramsey (1928)-Cass (1965)-Koopmans (1965) (RCK) model which can supply these deficiency is very important. Because, propensity to save is endogenous and factors like technology, etc. is handled as exogenous factors.

In this study, RCK model which allowed reflecting growth trend of Turkish economy was analyzed. In this context, Turkish economic properties represented with simultaneous equation system in the frame of RCK model. Two Stage Least Square method used in estimation of the system. After the introducing the validity of the estimation procedure, simulations results of endogenous variables of the model carried out using estimated coefficients and exogenous variables of the model. For the period of 1990-2007 in Turkey, it has been brought into sharp relief that decreasing of the difference between marginal gain of capital and discount rate (decreasing nominal interest rate) reduces consumption, and this reducing consumption triggered the economic growth while increasing the capital accumulation. In this context, it was concluded that increasing savings provides long term economic growth in Turkey.

#### 04. Tablolar Listesi

<u>Tablo Nr.</u>	<u>Tablo Adı</u>	<u>Sayfa Nr.</u>
1	Literatür Özeti.....	21
2	Çalışmada Kullanılan Değişkenler.....	32



## 05. Grafikler Listesi

<u>Grafik Nr.</u>	<u>Grafik Adı</u>	<u>Sayfa Nr.</u>
1	Mevsimsel Düzeltmiş ve Aykırı Değerlerden Arındılmış Serileri.....	37
2	Bir-Adım-İleri Tahmin Sonuçları.....	43

## 06. Kısaltmalar Listesi

SNRK	: Sabit Nispi Riskten Kaçınma
SUR	: Görünürde İlişkisiz Regresyonlar
VAR	: Vektör otoregresyon
TÜFE	: Tüketici Fiyat Endeksi
GSYH	: Gayri Safi Yurtiçi Hasıla
GSSSS	: Gayri Safi Sabit Sermaye Stoku
SEKK	: Sıradan En Küçük Kareler
2AEKK	: İki Aşamalı En Küçük Kareler
3AEKK	: Üç Aşamalı En Küçük Kareler
EDS	: Eşanlı Denklem Sistemi
RCK	: Ramsey-Cass-Koopmans

## GİRİŞ

Ekonomilerin uzun dönemli büyüme oranının arz yönlü faktörler, kısa dönemli büyüme oranının ise talep yönlü faktörler (özel kesim yurtiçi talebi, yurtdışı talep (ihracat talebi), kamu harcamaları vb.) tarafından belirlendiği iktisat literatüründe genel kabul görmektedir. Dolayısıyla, kısa dönemde ulusal ve küresel ekonomideki dönemsel dalgalanmalar (business cycles) ve kamu tüketim harcamaları büyüme oranı refah düzeyinin belirlenmesinde önem taşımakla birlikte; uzun dönemde büyüme oranını ve refah düzeyini belirleyen faktör ekonominin sermaye ve üretim kapasitesinin gelişimidir. Bu nedenle, ekonominin arz yönünün geliştirilmesi, orta ve uzun vadeli iktisadi ve sosyal politikaların temel amaçlarından birisini oluşturmaktadır.

Modern ekonomik büyüme teorileri, tarihsel bir perspektiften bakıldığında ilk olarak Frank Ramsey'in 1928 tarihli, "A Mathematical Theory of Saving" isimli çalışmasıyla başlamıştır. Ramsey bu çalışmada, hanehalkının dönemlerarası optimizasyon kararlarını, büyüme teorisine uygulamaktadır. Ramsey'in bu çalışması ile 1950'li yılların sonları arasındaki devrede R.F. Harrod (1939) ile E.D. Domar (1946)'ın, Keynezyen statik teoriyi, büyüme teorisine dinamikleştirme çabaları yer almıştır. Harrod-Domar büyüme modeli, girdiler arasındaki ikame oranının küçük kabul edildiği bir üretim fonksiyonuyla, kapitalist sistemin kararsız bir yapıya sahip olduğunu belirtmişlerdir (Sanlı, 1998).

Solow (1956) yapmış olduğu ile ekonomik büyümeyi neo-klasik iktisat açısından açıklamaya çalışmıştır. Ölçeğe göre sabit getirili üretim fonksiyonu, rekabetçi piyasalar, dışsal tasarruf eğilimi ve dışsal teknoloji özellikleri, bu modeli durağan durumda çözmek için uygun hale getirmiştir. Bununla birlikte, ampirik uygulamaları ile birlikte gelen bazı ilginç ve gerçeğe uygun olmayan bulgular bu model hakkındaki şüpheleri arttırmıştır. Böylelikle, neo-klasik çizginin terk edilmesi veya güncellenmesi ile ilgili tartışmalar ortaya çıkmıştır.

Neo-klasik çizgi ilk kez, Frank Ramsey'in 1928 yılında yapmış olduğu tasarruf oranını içselleştiren çalışmanın matematiksel boyutlarının Cass ve (bağımsız olarak) Koopmans'ın

1965 yılında yapmış oldukları çalışmalarla güncellenmiştir. RCK modelinin çalışılmasındaki en büyük sebep Solow modelinin dışsal tasarruf oranı varsayımdır. Yani bu modelde hanehalkları tüketim-tasarruf kararlarını belirleyememektedir. Solow modelinin bu kısıtlayıcı varsayımı nedeniyle, RCK modeli daha uygun bir başlangıç (benchmark) olmuştur. Bunun birinci nedeni tasarrufların (ve dolayısıyla tüketim kararlarının) içselleşmesi, ikinci nedeni ise iktisadi bireylerin mikro özelliklerinden başlayarak kurgulanan bir varsayımlar zincirine sahip olmasıdır. Diğer bir ifade ile ekonominin mikro özelliklerinden yararlanılarak makro bulgulara erişme imkanı sağlamaktadır.

Ülkelerin büyümesi, hanehalklarının tasarruf eğilimine bağlıdır. Ancak tasarruf eğilimi arttıkça tüketilen miktar azalacak ve tüketici tatmini de azalacaktır. Dolayısıyla, tüketim ile tasarruf arasındaki hassas denge, büyüme ile hanehalklarının tatmini arasındaki dengeye sıkı sıkıya bağlıdır. RCK modeli, tüketim-tasarruf kararlarını içselleştirerek tüketici faydasını maksimize edebildiğinden, hem tüketim faydasının maksimize edilebildiği, hem de bu kısıtta meydana gelen en yüksek büyüme oranının gerçekleştiği modeldir.

1980'lerin başında Chicago Üniversitesi'nden Paul Romer (1990) ve Robert Lucas (1988), "fikirler" ve "beşeri sermaye" iktisadını vurgulayarak makroiktisatçıların iktisadi büyüme üzerine ilgisini yeniden ateşlendirdiği çalışmalarında, başlangıç (benchmark) modeli olarak Solow modelini değil RCK modelini ele almışlardır.

Bu çalışmada, yabancı literatürde sıkça işlenmiş ancak Türkiye'deki literatürde değinilmemiş olan RCK modelinin 1990-2007 Türkiye ekonomisindeki geçerliliği ele alınacaktır. Yabancı literatürdeki çalışmaların aksine, bu çalışmada RCK modeli eşanlı denklem sistemi halinde tahmin edilmiş ve ekonominin geneli dikkate alınmıştır.

Tezin amacı, RCK modelinin teorik alt yapısı ortaya konduktan sonra, iktisadi bireylerin refahını dikkate alan RCK modelinin, Türkiye 1990-2007 dönemi için ekonomik büyüme sürecini temsil edebilirliğini test etmektir. Sistem tahmininde elde edilen parametreleri ve modeldeki dışsal parametrelerdeki değişimleri göz önünde bulundurarak bir-dönem-ileri tahminleri elde etmektedir.

Giriş bölümünden sonra, Solow ve RCK modelinin teorik altyapısının verildiği bölüme yer verilmiştir. RCK modeli ile ilgili yerli ve yabancı literatürdeki belli başlı çalışmaların irdelendiği ve elde edilen sonuçların verildiği literatür bölümünden sonra, yöntem bölümünde RCK modelinin Türkiye ekonomisi için geçerliliğinin hangi yöntem ile test edileceği ve bir-dönem-ileri tahminlerin yapılacağı simülasyon yöntemi açıklanmıştır.

Bulgular kısmında, test yöntemi ve simülasyon sonuçları ile elde edilen sonuçlar verilmiştir. Bulguların değerlendirildiği ve politika önerilerinin yapıldığı sonuç ve değerlendirme bölümü ile tez sonlandırılmıştır.

## BİRİNCİ BÖLÜM

### 1. SOLOW BÜYÜME MODELİNE KISA BİR BAKIŞ

#### 10. Tanım

Solow modeli<sup>1</sup>, büyüme analizinin başlangıç noktasıdır. Solow modelinin sonucunda, fiziksel sermaye birikiminin ne zaman içinde ne de coğrafi olarak kişi başına düşen çıktıdaki büyük farklılıkların izah edemeyeceği anlaşılmaktadır. Spesifik olarak, sermayenin kendi marjinal ürünü kadar üretimi etkilediği bir mekanizma varsayılın. Solow modeli reel gelirdeki farklılıkların, sermaye girdilerindeki farklılıklar ile izah edilemeyecek kadar büyük olduğuna işaret eder. Model reel gelirdeki farklılıkların potansiyel kaynaklarını, ya dışsal ya da model tarafından açıklanmayan teknolojik süreç ya da hiçbirisinin olmadığı sermayeden kaynaklanan pozitif dışsallık olarak alır (Romer, 1996). Bu bölümdeki ispat ve açıklamalar, Romer (1996) çalışmasındaki ifadelerin genişletilmiş halidir.

#### 11. Varsayımlar

Y: Çıktı, K: Sermaye, L: İşgücü, A: Bilgi ya da işgücünün etkinliğini temsil eden büyüme modellerinde üretim fonksiyonları,

$Y(t)=F[K(t), A(t)L(t)]$	Harrod (1939)-Domar (1946)	(Efektif işgücü)
$Y(t)=F[A(t)K(t), L(t)]$		(Efektif sermaye)
$Y(t)=A(t)F[K(t), L(t)]$	Hicks (1950)	(Teknolojik süreç)

şeklinde kullanılmaktadır.

---

<sup>1</sup> Solow modeli, bazen Solow-Swan modeli olarak da anılmaktadır. Robert Solow (Solow, 1956) ve T.W. Swan (Swan,1956).

Solow modeli her üç fonksiyon için değerlendirilse de, bu çalışmada matematiksel kolaylık açısından Harrod modeli kullanılacaktır. Harrod bakış açısında, (K/Y) oranı, yani sermaye miktarının çıktıya oranının durağan olduğu varsayılır.

### 110. Üretim Fonksiyonu ile ilgili Varsayımlar

#### Varsayım 1:

$$F(cK, cAL) = cF(K, AL) \quad (1.1)$$

$$c \geq 0$$

Her bir girdi  $c$  gibi pozitif bir sayı ile çarpıldığında üretim  $c$  kadar artar (ölçeğe göre sabit getiri). Solow modelinde ekonomi yeteri kadar büyüktür, sermaye, işgücü ve bilgi dışındaki girdiler nispi olarak önemsizdir. Ölçeğe göre sabit getiri sayesinde,

$$c = 1/AL \Rightarrow F\left(\frac{1}{AL}K, \frac{1}{AL}AL\right) = \frac{1}{AL}F(K, AL)$$

$$F\left(\frac{K}{AL}, 1\right) = \frac{1}{AL}F(K, AL)$$

$$K/AL = k, \Rightarrow F(k, 1) = \frac{Y}{AL}$$

olur.  $Y/AL = y$  denirse sonuçta,

$$y = f(k) \text{ (yoğun biçim) ,} \quad (1.2)$$

elde edilir (Chiang, 1984).

Efektif işçi başına çıktı, efektif işçi başına sermayeye fonksiyondur.  $y = f(k)$  efektif işçi başına çıktıyı ifade eder, eğer tüm çıktıyı elde etmek istenirse, her iki taraf ( $AL$ ) efektif işgücü miktarı ile çarpılarak  $Y = ALf(k)$  elde edilir.

#### Varsayım 2:

$$f(k) \text{ için } f(0) = 0, f'(k) > 0, f''(k) < 0 \quad (1.3)$$

ve Inada (1964) koşulları,

$$\lim_{k \rightarrow 0} f'(k) = \infty, \lim_{k \rightarrow \infty} f'(k) = 0 \quad (1.4)$$

geçerlidir.

Inada koşulları, sermaye stoku yeterince küçük olduğunda sermayenin marjinal ürünün oldukça büyük olmasını ve sermaye stoku arttıkça sermayenin marjinal ürünün, çok küçülmesini sağlamaktadır; bu koşullar ekonominin dengeden ayrılmamasını sağlar.

Bu tür fonksiyonlara özel bir örnek olarak Cobb-Douglas fonksiyonu gösterilebilir.

$$F(K, AL) = K^\alpha (AL)^{1-\alpha} \quad (0 < \alpha < 1). \quad (1.5)$$

Fonksiyonun ölçeğe göre sabit getiri özelliği taşıdığı da gösterilebilir.

$$F(cK, cAL) = (cK)^\alpha (cAL)^{1-\alpha} \Rightarrow c^\alpha c^{1-\alpha} K^\alpha (AL)^{1-\alpha} \Rightarrow cF(K, AL) \quad (1.6)$$

1.2 numaralı ifadenin birinci ve ikinci türevlerinin gereken koşulları taşıyıp taşımadığı belirlenmesi gerekmektedir.

$$f(k) \equiv F(K/AL, 1) = (K/AL)^\alpha \Rightarrow f(k) = k^\alpha \quad (1.7)$$

$$f'(k) = \alpha k^{\alpha-1} > 0, \quad f''(k) = \alpha(\alpha-1)k^{\alpha-2} = -(1-\alpha)\alpha k^{\alpha-2} < 0 \quad (1.8)$$

Böylelikle Cobb-Douglas üretim fonksiyonunun Solow modelinde kullanılması için gereken varsayımları taşıdığı ortaya konmuştur.

### 111. Üretimdeki Girdilerin Değişimleri

Modelin geri kalan varsayımları işgücü, bilgi ve sermaye stokunun zamana bağlı olarak nasıl değiştiği ile ilgilidir.

$$\frac{dL(t)}{dt} = nL(t) \Rightarrow \frac{dL(t)/dt}{L(t)} = n \Leftrightarrow L(t) = L(0)e^{nt} \Rightarrow \ln L = L(0) + nt \quad (1.9)$$

$$\frac{dA(t)}{dt} = gA(t) \Rightarrow \frac{dA(t)/dt}{A(t)} = g \Leftrightarrow A(t) = A(0)e^{gt} \Rightarrow \ln A = A(0) + gt \quad (1.10)$$



Çıktı, daima tüketim ve yatırım arasında bölünür. Çıktının yatırıma ayrılan payı, dışsal ve sabit olan  $s$  tarafından belirlenir. Yatırıma ayrılan bir birim çıktı, bir birim sermaye getirir. Ek olarak, var olan sermaye  $\delta$  oranında aşınır. Sonuçta sermaye aşağıdaki şekilde değişir.

$$\frac{dK(t)}{dt} = sY(t) - \delta K(t) \quad (1.11)$$

$n, g$  ve  $\delta$  üzerinde bireysel bir kısıt olmamasına rağmen, toplamlarının pozitif olduğu varsayılmaktadır. Bununla birlikte modelin diğer varsayımları; ekonomide devlet yoktur, istihdamdaki dalgalanmalar göz ardı edilmektedir, üretimin üç girdiden oluştuğu varsayılır.  $s, g, n$  ve  $\delta$  parametreleri sabit ve dışsaldır.

## 12. Modelin Dinamikleri

Üretimdeki üç girdiden ikisi (işgücü ve bilgi) dışsal olduğuna göre, ekonominin davranışını karakterize etmek için üçüncü girdi olan sermayenin davranışı analiz edilmelidir.

### 120. $k$ 'nın Dinamiği

Efektif işgücü başına düşen sermaye stokunun hareket denklemi aşağıdaki şekilde elde edilir.

$$\begin{aligned} k(t) &= \frac{K(t)}{A(t)L(t)} \\ \dot{k}(t) &= \frac{\dot{K}(t)A(t)L(t) - [(A(t)\dot{L}(t) + \dot{A}(t)L(t))K(t)]}{(A(t)L(t))^2} \\ &= \frac{\dot{K}(t)A(t)L(t)}{(A(t)L(t))^2} - \frac{K(t)A(t)\dot{L}(t)}{(A(t)L(t))^2} - \frac{K(t)\dot{A}(t)L(t)}{(A(t)L(t))^2} \\ &= \frac{\dot{K}(t)}{A(t)L(t)} - \frac{\dot{L}(t)}{L(t)} \frac{K(t)}{A(t)L(t)} - \frac{\dot{A}(t)}{A(t)} \frac{K(t)}{A(t)L(t)} \\ &= \frac{sY(t) - \delta K(t)}{A(t)L(t)} - nk(t) - gk(t) = s \frac{Y(t)}{A(t)L(t)} - \delta \frac{K(t)}{A(t)L(t)} - nk(t) - gk(t) \\ &= sy(t) - \delta k(t) - nk(t) - gk(t) = sf(k(t)) - \delta k(t) - nk(t) - gk(t) \end{aligned}$$

$$\dot{k}(t) = sf(k(t)) - k(t)[\delta + n + g] \quad (1.12)$$

1.12 numaralı ifade Solow modelinin anahtar (hareket) denklemdir.

$sf(k(t))$ , gerçekleşen yatırıma,  $k(t)[\delta + n + g]$  ise başabaş yatırıma eşittir. Böylece sermaye stokundaki değişim gerçekleşen yatırım ile başabaş yatırım arasındaki farka eşittir.

$k^*$ , sermaye stokunun belirli bir seviyesini göstermek üzere,  $k = k^* \Rightarrow \dot{k}(t) = 0$  durumunda  $sf(k(t)) = k(t)[\delta + n + g]$  olduğuna dikkat edilmelidir.

## İKİNCİ BÖLÜM

### 2. SOLOW MODELİ'NİN ARDINDAN: RAMSEY-CASS-KOOPMANS MODELİ

Bu bölümde Solow modeli varsayımlarının geliştirilmiş hali sunulmuştur. RCK modelinde tasarruf ve yatırımın belirleyicileri araştırılmaktadır. Solow modeli optimizasyona sahip değildir, tasarruf oranını dışsal ve sabit olarak alır. Bu bölümde, tasarrufu içselleştiren ve zamanla değiştiren bir model gösterilmektedir. RCK modelinde tasarruf ve tüketim kararları, sonsuz ömürlü hanehalkı tarafından yapılır.

Solow modelinin varsayımlarını gevşetmenin üç avantajı bulunmaktadır. Birincisi ve büyüme çalışmaları için en önemlisi, büyüme teorisinin temel sorunlarını sabit tasarruf oranına bağlamamaktır. İkincisi, refah düşüncelerinin göz önüne alınmasını sağlamaktadır. Model içindeki değişkenlerin toplulaştırılmış değişkenler olması, bazı sonuçların diğerlerinden daha iyi olup olmadığı hakkında kesin bilgi vermemektedir (terkip hatası): modelde bireysellik olmadan (kişi başı kavramı), sonuçların toplum için iyi ya da kötü olduğuna karar verilemez. Sonsuz ömürlü hanehalkı modelinde, bireysellik dikkate alınmıştır.

Bu bölümde Solow modeline benzeyen fakat iktisadi büyüklüklerin dinamiklerinin mikroekonomik seviyedeki kararlarla belirlendiği bir model araştırılmaktadır. Bu model işgücü ve bilginin büyüme oranını dışsal olarak kabul etmeye devam etmektedir. Fakat sermaye stokunun değerlendirilmesini rekabetçi piyasalarda maksimizasyon yapan hanehalkı ve firmaların etkileşiminden türetmektedir. Sonuç olarak tasarruf oranı artık dışsal olmamakta ve sabit olmasına gerek kalmamaktadır.

Rekabetçi firmalar üretmek için sermayeyi kiralamakta, işgücünü ücret karşılığı çalıştırmaktadır ve ürettiği ürünü satmaktadır; sabit sayıda sonsuz-ömürlü hanehalkı işgücü arz etmekte, sermaye tutmakta, tüketmekte ve tasarruf etmektedir. Ramsey (1928), Cass (1965) ve Koopmans (1965) tarafından geliştirilen bu model tüm piyasa aksaklıklarından,

heterojen hanehalkından kaynaklanan fikirlerden ve nesiller arasındaki bağlantı düşüncelerinden kaçınmıştır. Dolayısıyla, bu model doğal bir başlangıç (benchmark) modeli olmaktadır. Bu bölümdeki ispat ve açıklamalar, Barro ve Sala-i Martin (1998), çalışmasındaki ifadelerin genişletilmiş halidir.

## 20. Varsayımlar

### 200. Firmalar

Çok sayıda firma vardır. Her biri Solow modelindeki gibi aynı varsayımları sağlayan  $Y=F(K, AL)$  üretim fonksiyonuna göre üretim yapmaktadır. Firmalar rekabetçi faktör piyasalarından aldıkları işçileri çalıştırır ve sermayeyi kiralarlar ve ürettikleri çıktıları rekabetçi bir çıktı piyasasında satarlar. Firma, Solow modelindeki gibi  $A$ 'yı veri olarak alır;  $A$  sabit bir "g" oranında büyür. Firmalar karını maksimize eder. Onların sahibi yine hanehalkıdır, böylece elde edecekleri karlar hane halklarında birikecektir.

### 201. Hane halkları

Yine çok sayıda hanehalkı vardır. Her bir hanehalkının büyüklüğü "n" oranında büyür. Hanehalkının her bir üyesi zamanın her noktasında bir birim işgücü arz eder. Ek olarak, hanehalkı sahip olduğu sermayeyi firmalara kiralamaktadır. Hanehalkı, ekonomideki başlangıç sermaye miktarı olan  $K(0)$  ve hanehalkı sayısı  $H$  ile  $K(0)/H$  miktarında sermaye tutmaktadır. Bu modelde basitlik olması amacıyla sermayenin aşınmadığı ( $\delta = 0$ ) varsayılacaktır. Hanehalkı arz ettiği sermaye ve işgücü gelirinden ve potansiyel olarak firmalardan elde ettiği karlarından oluşan gelirini zamanın her noktasında tasarruf ve tüketime bölmekte, böylece hayat boyu faydasını maksimize etmektedir.

Hanehalkının fayda fonksiyonu aşağıdaki şekildedir.

$$U = \int_{t=0}^{\infty} e^{-\rho t} u(C(t)) \frac{L(t)}{H} dt \quad (2.1)$$

$C(t)$ ,  $t$  anında hanehalkının her bir üyesinin tüketimidir.  $u(\bullet)$ , her bir üyenin  $t$  anındaki faydasını veren *anlık fayda fonksiyonudur*.  $L(t)$  ekonomideki toplam nüfus,  $L(t)/H$  hanehalkı üye sayısını göstermektedir. Böylece  $u(C(t))L(t)/H$ , hanehalkının  $t$  anındaki

toplam anlık faydasını verir.  $\rho$  (zaman-tercih) iskonto oranıdır; daha büyük bir  $\rho$ , hanehalkının gelecekteki tüketimine bugünküne kıyasla daha az değer vereceğini ifade eder.<sup>1</sup> (Dolayısıyla  $\rho$  arttıkça hanehalkının bugünkü tüketimi artma eğilimindedir, tersi durumda azalacaktır.) Diğer bir ifadeyle,  $\rho$  hanehalkının tüketimin zamana bağlı tercihini göstermektedir. Örneğin, enflasyonist, yerli paranın değerini hızlı bir şekilde kaybettiği, bir ekonomide hanehalkı tüketimini gelecekte yapmaktansa bugün yapmayı tercih etmesi  $\rho$ 'nun yüksek olmasına neden olmaktadır.

Yukarıda adı geçen *anlık fayda fonksiyonu* aşağıdaki şekildedir.

$$u(C(t)) = \frac{C(t)^{1-\theta}}{1-\theta} \quad \theta > 0, \quad \rho - n - (1-\theta)g > 0 \quad (2.2)$$

Bu fayda fonksiyonu sabit-nispi-riskten kaçınan (veya SNRK) fayda olarak bilinir. Bu ismin sebebi bu fayda fonksiyonun  $\theta$ 'ya ikinci türevinin  $(-Cu''(C)/u'(C))$  olarak tanımlanan)  $C$ 'den bağımsız olmasıdır.

Bu modelde belirsizlik olmadığı için, hanehalkının risk karşısındaki tutumu konuyla ilgili değildir. Fakat  $\theta$  hanehalkının farklı dönemler arasında tüketimini kaydırma razılığını belirler: Daha küçük bir  $\theta$  tüketim arttıkça marjinal faydasını daha yavaş düşürecek ve hanehalkı tüketiminin zamanla değişmesine daha fazla razı olacaktır. Örneğin eğer  $\theta$  sifıra yaklaşık bir değerse, fayda  $C$ 'de doğrusal olacaktır ve böylece hanehalkı tasarruflarından elde ettiği kazanç oranı ile iskonto oranı arasındaki küçük farklılıkların avantajını değerlendirmek için tüketimindeki büyük dalgalanmaları kabul etmeye razı olacaktır.

Bu noktada, anlık fayda fonksiyonunun üç ek özelliğinden bahsetmek yerinde olacaktır. Birincisi, eğer  $\theta < 1$  ise  $C^{1-\theta}$ ,  $C$ 'de artandır, ancak  $\theta > 1$  ise azalandır;  $C^{1-\theta}$ 'i  $1-\theta$ 'ya bölünmesi tüketimini marjinal faydasının ( $\theta$ 'nın değerinden bağımsız olarak) pozitif olmasını garantiler. İkincisi,  $\theta \rightarrow 1$  özel durumunda anlık fayda fonksiyonu basit olarak

<sup>1</sup>  $\rho' \equiv \rho - n$  olduğu,  $\int_{t=0}^{\infty} e^{-\rho't} u(C(t)) dt$  şeklinde bir fayda fonksiyonu da yazılabilir.  $L(t) = L(0)e^{nt}$  olduğu için ve sonuçta ifade  $L(0)/H$ 'a bölünmüştür, dolayısıyla yukarıdaki ifadeye eşittir.

$\ln C$  olur; bu sık sık ele almak için kullanışlıdır.<sup>2</sup> Üçüncüsü,  $\rho - n - (1 - \theta)g > 0$  varsayımı hayat boyu faydanın ıraksamasını engeller: eğer bu koşul dikkate alınmazsa, hanehalkı sonsuz hayat boyu faydası kazanabilir ve onun maksimizasyon problemi iyi sonuçlar vermez.<sup>3</sup>

## 21. Hanehalkı ve Firmaların Davranışı

### 210. Firmalar

Firmaların davranışı hanehalkına nazaran basittir. Zamanın her noktasında işçi ve sermaye stoku istihdam ederler, onlara marjinal ürünlerini öderler ve sonuçta elde ettikleri çıktılarını satarlar. Çünkü üretim fonksiyonu sabit getirilidir ve ekonomi rekabetçidir, firmalar sıfır kar yapar.

Sermeyenin marjinal ürünü  $\partial F(K, AL)/\partial K$ , üretim fonksiyonunun yoğun biçimi olan  $f(\bullet)$ 'nin türevi,  $f'(k)$ 'ya eşittir. Piyasalar rekabetçi olduğundan, sermaye marjinal ürünü kadar kazanır. Ve aşınma olmadığı için, sermayeden elde edilen reel getiri oranı onun birim zamanda kazandığına eşittir. Böylece  $t$  anındaki reel faiz oranı aşağıda gösterilmiştir.

$$r(t) = f'(k(t)) \quad (2.3)$$

Efektif işgücünün marjinal ürünü  $\partial F(K, AL)/\partial AL$ 'dir.  $f(\bullet)$  cinsinden bu  $f(k) - kf'(k)$ 'ya eşittir. Böylece birim efektif işgücünün reel ücreti aşağıda gösterilmiştir.

$$w(t) = f(k(t)) - k(t)f'(k(t)) \quad (2.4)$$

İşgücünün marjinal ürünü (efektif işgücünün aksine)  $A \partial F(K, AL)/\partial AL$  olduğu için, bir işçinin  $t$  anındaki işgücü geliri  $A(t)w(t)$ 'dir.

<sup>2</sup> Bunu görmek için, fayda fonksiyonundan  $1/(1 - \theta)$ 'yı çıkarıp, bu basit uygulama bir sabitler çarpmaktan ibaret olduğu için fonksiyonun davranışını değiştirmeyecektir. Sonra  $\theta$ , limite 1'e giderken, l'Hospital kuralını kullanarak, sonuç  $\ln C$ 'dir.

<sup>3</sup> Phelps (1966) hane halklarının sonsuz fayda elde edebildiği zaman büyüme modellerinin nasıl analiz edilebileceğini tartışmaktadır.

### 211. Hanehalkının Maksimizasyon Problemi

Temsili hanehalkı  $r$  ve  $w$ 'nin patikalarını veri olarak alır. Hanehalkının bütçe kısıtı, hayat boyu tüketiminin bugünkü değerinin, başlangıç serveti ile hayat boyu işgücü gelirinin bugünkü değerinin toplamını aşmamasıdır. Bütçe kısıtını biçimsel olarak yazmak için,  $r$ 'nin zamanla değişebileceği gerçeğini izah etmeye ihtiyaç vardır. Bunun yapılması için,  $R(t)$ ,  $\int_{\tau=0}^t r(\tau)d\tau$  olarak tanımlanır.  $\tau=0$  anında yatırım yapılan bir birim çıktı  $t$  anında  $e^{R(t)}$  birim ürün elde eder; eşit olarak,  $\tau=0$  anındaki çıktı cinsinden  $t$  anındaki bir birim çıktının değeri  $e^{-R(t)}$ 'dir. Örneğin, eğer  $r$ ,  $\bar{r}$  seviyesinde sabitse,  $R(t)$ ,  $\bar{r}t$ 'ye eşittir ve  $t$  anındaki bir birim çıktının bugünkü değeri  $e^{-\bar{r}t}$ 'dir. Daha genel olarak,  $e^{R(t)}$   $[0,t]$  döneminde sürekli bileşik faizin etkisini gösterir.

Hanehalkının  $L(t)/H$  adet üyesi olduğu için, hanehalkının  $t$  anındaki işgücü geliri  $A(t)w(t)L(t)/H$ 'dir ve hanehalkının tüketimi  $C(t)L(t)/H$ 'dir. Böylece, hanehalkının bütçe kısıtı aşağıda gösterilmiştir.

$$\int_{t=0}^{\infty} e^{-R(t)}C(t)\frac{L(t)}{H}dt \leq \frac{K(0)}{H} + \int_{t=0}^{\infty} e^{-R(t)}A(t)w(t)\frac{L(t)}{H}dt \quad (2.5)$$

Solow modelinde olduğu gibi efektif işgücü miktarıyla normalize edilmiş değişkenlerle çalışmak daha kolaydır. Bunu yapmak için, bütçe kısıtı tüketim ve efektif işgücü başına işgücü geliri cinsinden ifade edilmelidir.  $c(t)$  efektif işgücü başına tüketim olarak tanımlanır. Hanehalkının  $t$  anındaki toplam tüketimi  $C(t)L(t)/H$ , efektif işgücü başına tüketim  $c(t)$  ile hanehalkı toplam efektif işgücü miktarının  $A(t)L(t)/H$  çarpımına eşittir. Benzer bir şekilde, hanehalkının başlangıçta tuttuğu sermaye  $K(0)/H$ ,  $t=0$ 'da efektif işgücü başına sermaye  $k(0)$  ile  $A(0)L(0)/H$ 'in çarpımına eşittir. Böylece bütçe kısıtı tekrar yazıldığında,

$$\int_{t=0}^{\infty} e^{-R(t)}c(t)\frac{A(t)L(t)}{H}dt \leq k(0)\frac{A(0)L(0)}{H} + \int_{t=0}^{\infty} e^{-R(t)}w(t)\frac{A(t)L(t)}{H}dt \quad (2.6)$$

$A(t)L(t) = A(0)L(0)e^{(n+g)t}$  ifadesini yukarıda yerine yerleştirilir ve ifadenin her iki taraf  $A(0)L(0)/H$  'a bölünürse aşağıdaki yeni ifade elde edilir.

$$\int_{t=0}^{\infty} e^{-R(t)}c(t)e^{(n+g)t}dt \leq k(0) + \int_{t=0}^{\infty} e^{-R(t)}w(t)e^{(n+g)t}dt \quad (2.7)$$

Birçok durumda, yukarıdaki integrali almak zordur. Bütçe kısıtı, hanehalkının sahip olduğu sermayenin limitteki davranışı cinsinden ifade edilebilir; integrali hesaplamak imkansız olsa bile, ekonominin limitteki davranışını tanımlamak mümkündür. Bütçe kısıtının bu yolla nasıl tekrar yazılabileceğini görmek için, bir önceki bütçe kısıtındaki bütün terimleri aynı tarafa getirerek iki integrali birleştirilir.

$$\frac{K(0)}{H} + \int_{t=0}^{\infty} e^{-R(t)}[w(t) - c(t)] \frac{A(t)L(t)}{H} dt \geq 0 \quad (2.8)$$

2.8 numaralı ifadede  $K(0)/H = k(0)A(0)L(0)/H$  eşitliği yeniden kullanılmıştır. Yukarıdaki ifadenin  $t=0$ 'dan  $t = \infty$  'a integrali 2.9'daki gibi ifade edilmektedir.

$$\lim_{s \rightarrow 0} \left[ \frac{K(0)}{H} + \int_{t=0}^s e^{-R(t)}[w(t) - c(t)] \frac{A(t)L(t)}{H} dt \right] \geq 0 \quad (2.9)$$

Şimdi hanehalkının “s” anında sahip olduğu sermayeye dikkat edilmelidir;

$$\frac{K(s)}{H} = e^{R(s)} \frac{K(0)}{H} + \int_{t=0}^s e^{R(s)-R(t)}[w(t) - c(t)] \frac{A(t)L(t)}{H} dt \quad (2.10)$$

2.10 numaralı ifadeyi anlamak için,  $e^{R(s)}K(0)/H$ 'ın, hanehalkının s anında sahip olduğu servete hanehalkının başlangıçta sahip olduğu sermayenin katkısı olduğuna dikkat edilmelidir. Hanehalkının t anındaki tasarrufu  $[w(t) - c(t)]A(t)L(t)/H$  (negatif olabilir);  $e^{R(s)-R(t)}$  tasarrufun t anından s'e değişimini gösterir.

2.10 numaralı ifade  $e^{R(s)}$  ile 2.8'in çarpımına eşittir. Böylece bütçe kısıtı basit olarak aşağıdaki gibidir.



$$\lim_{s \rightarrow \infty} e^{-R(s)} \frac{K(s)}{H} \geq 0 \quad (2.11)$$

Bu biçimdeki ifade, hanehalkının elinde tuttuğu varlıkların bugünkü değerinin limitte negatif olamayacağını belirtmektedir.  $K(s)$ ,  $k(s)e^{(n+g)s}$  ile orantılı olduğu için, aşağıdaki şekilde de yazılabilir.

$$\lim_{s \rightarrow \infty} e^{-R(s)} e^{(n+g)s} k(s) \geq 0 \text{ (Nihai Bütçe Kısıtı)} \quad (2.12)$$

Son olarak, hanehalkı amaç fonksiyonu da efektif işgücü başına tüketim cinsinden yazılabilir. İşçi başına tüketim  $C(t)$ ,  $c(t)A(T)$ 'ye eşittir. Böylece aşağıdaki ifade edilir.

$$\frac{C(t)^{1-\theta}}{1-\theta} = \frac{[A(t)c(t)]^{1-\theta}}{1-\theta} = \frac{[A(0)e^{gt}]^{1-\theta} c(t)^{1-\theta}}{1-\theta} = A(0)^{1-\theta} e^{(1-\theta)gt} \frac{c(t)^{1-\theta}}{1-\theta} \quad (2.13)$$

2.13, maksimizasyon probleminin içine yerleştirildiğinde ve  $L(t) = L(0)e^{nt}$  ifadesi kullanıldığında hanehalkının amaç fonksiyonu aşağıdaki şekilde oluşur.

$$\begin{aligned} U &= \int_{t=0}^{\infty} e^{-\rho t} \frac{C(t)^{1-\theta}}{1-\theta} \frac{L(t)}{H} dt \\ &= \int_{t=0}^{\infty} e^{-\rho t} \left[ A(0)^{1-\theta} e^{(1-\theta)gt} \frac{c(t)^{1-\theta}}{1-\theta} \right] \frac{L(0)e^{nt}}{H} dt \\ &= A(0)^{1-\theta} \frac{L(0)}{H} \int_{t=0}^{\infty} e^{-\rho t} e^{nt} e^{(1-\theta)gt} \frac{c(t)^{1-\theta}}{1-\theta} dt \\ U &= B \int_{t=0}^{\infty} e^{-\beta t} \frac{c(t)^{1-\theta}}{1-\theta} dt \end{aligned} \quad (2.14)$$

$$B \equiv A(0)^{1-\theta} \frac{L(0)}{H} \quad \beta \equiv \rho - n - (1-\theta)g$$

Daha önce açıklandığı gibi  $\beta$ 'nin pozitif olduğu varsayılır.

## 22. Hanehalkı Davranışı

Hanehalkının problemi, bütçe kısıtı altında hayat boyu faydasını maksimize eden  $c(t)$ 'nin patikasını seçmektir. Bu zamanın her bir anındaki  $c$ 'yi seçmeyi içermesine karşın (standart maksimizasyon problemlerindeki gibi sonlu bir değişken kümesini seçmekten ziyade), geleneksel maksimizasyon teknikleri kullanılabilir. Tüketimin marjinal faydası daima pozitif olduğu için hanehalkı, bütçe kısıtını eşitlikle sağlayacaktır. Dolayısıyla Lagranç optimizasyonu oluşturmak için amaç fonksiyonu ve bütçe kısıtı kullanılabilir:

$$L \equiv B \int_{t=0}^{\infty} e^{-\beta t} \frac{c(t)^{1-\theta}}{1-\theta} dt + \lambda \left[ k(0) + \int_{t=0}^{\infty} e^{-R(t)} e^{(n+g)t} w(t) - \int_{t=0}^{\infty} e^{-R(t)} c(t) e^{(n+g)t} dt \right] \quad (2.15)$$

Hanehalkı zamanın her noktasında  $c$ 'yi seçer; bu sonsuz sayıda  $c(t)$ 'leri seçebilir demektir. Her bir  $c(t)$  için birinci derece koşulu aşağıda verilmiştir.<sup>4</sup>

$$B e^{-\beta t} c(t)^{-\theta} = \lambda e^{-R(t)} e^{(n+g)t} \quad (2.16)$$

Hanehalkının davranışı, yukarıdaki ifade ve bütçe kısıtı tarafından belirlenir. 2.16 numaralı ifadenin tüketim davranışı için neyi işaret ettiğini görmek için, her iki tarafın logaritması alınır:

$$\ln B - \beta t - \theta \ln c(t) = \ln \lambda - R(t) + (n + g)t \quad (2.17)$$

2.17'nin her iki tarafı, her  $t$  anı için birbirine eşit olmak zorundadır, aynı zamanda her iki tarafın  $t$ 'ye göre türevi de birbirine eşit olmalıdır. Bu koşul aşağıdaki şekilde uygulanır.

$$-\beta - \theta \frac{\dot{c}(t)}{c(t)} = -r(t) + (n + g) \quad (2.18)$$

$dR(t)/dt$  'yi bulmak için  $R(t)$ 'nin tanımını  $\int_{\tau=0}^t r(\tau) d\tau$  olarak kullanılmıştır.  $\dot{c}(t)/c(t)$  için yukarıdaki ifadenin çözümü aşağıdaki gibidir.

<sup>4</sup> Bu aşamada kullanılan dinamik optimizasyonun teorik açıklamaları için bkz. Dixit(1990, Bölüm 2 ve 3), Chiang(1984, Bölüm 12 ve 21)

$$\frac{\dot{c}(t)}{c(t)} = \frac{r(t) - n - g - \beta}{\theta} = \frac{r(t) - \rho - \theta g}{\theta} = \frac{r(t) - \rho}{\theta} - g \quad (2.19)$$

$$(\beta = \rho - n - (1 - \theta)g)$$

Yukarıdaki ifadeyi yorumlamak için,  $C(t)$ 'nin (efektif işgücü başına tüketim yerine işçi başına tüketim)  $c(t)A(t)$ 'ye eşit olduğu ve  $C$ 'nin büyüme oranı  $c$ 'nin büyüme oranı ile  $A$ 'nın büyüme oranının toplamına eşit olduğu dikkatlerden kaçmamalıdır. Bu, işçi başına tüketim  $C$ 'nin  $[r(t) - \rho]/\theta$  oranında büyüdüğüne işaret etmektedir. Böylece yukarıdaki oran, işçi başına tüketimin, reel kazancın hane halkının gelecek tüketimini indirgediği oranı aştığında artmakta olduğunu, tersi durumda azalmakta olduğunu belirtir. Daha küçük  $\theta$  - tüketim değiştikçe marjinal faydanın daha az değişmesi- reel faiz oranı ve iskonto oranı arasındaki farklara karşılık tüketimdeki değişikliği daha büyük yapar.

### 23. Ekonominin Dinamikleri

Ekonominin davranışını tanımlamanın en uygun yolu,  $c$  ve  $k$  cinsinden ekonomiyi değerlendirmektir.

#### 230. $c$ 'nin Dinamiği

Tüm hane halklarının aynı olduğu için, yukarıda  $c$ 'nin değerlendirildiği denklem sadece tek bir hane halkı için değil ekonominin tamamı için geçerlidir.  $r(t) = f'(k(t))$  olduğu için, yukarıdaki denklem aşağıdaki biçimde yazılabilir.

$$\frac{\dot{c}(t)}{c(t)} = \frac{f'(k(t)) - \rho - \theta g}{\theta} \quad (2.20)$$

### 231. k'nin Dinamiği

Solow modelinde gösterildiği gibi  $\dot{k}$ , gerçekleşen yatırım eksi başabaş yatırıma eşittir. Aşınma olmadığı varsayıldığı için, başabaş yatırım  $(n + g)k$ 'a eşittir. Solow modelinde tasarruf oranı sabit olduğu için, gerçekleşen yatırım  $sf(k(t))$  olmuştur. Ancak burada, gerçekleşen yatırım, çıktı eksi tükettimdir  $(f(k) - c(t))$ . Buna göre sermaye stokunun hareket denklemi aşağıdaki şekilde ifade edilebilir.

$$\dot{k}(t) = f(k(t)) - c(t) - (n + g)k(t) \quad (2.21)$$

Sonuç olarak, 2.20 ve 2.21 numaralı ifadeler birleşiminden oluşan bir sistem aracılığı ile RCK modeli Türkiye rneği için test edilebilir.

### 24. Literatür

Teorik ve ampirik düzeylerde yapılan birçok çalışma sermaye birikiminin ekonomik gelişmedeki belirleyici etkisini vurgulamaktadır. Sermaye birikiminin ekonomik büyüme üzerindeki rolü konusunda tam bir görüş birliği yoktur. Örneğin, Blomstrom, Lipsey ve Zejan nedensellik sınamalarının sermaye birikiminin ekonomik büyümeyi uyarmasından ziyade ekonomik büyümenin sermaye birikimini uyardığını gösterdiğini; sabit sermaye yatırımlarının ekonomik büyümenin anahtar olduğunu gösterir hiç bir kanıt olmadığını ifade etmektedirler. Diğer yandan, bu araştırmacılara göre kurumla, ekonomik ve politik iklim ve eğitim, doğrudan yabancı sermaye yatırımları, düşük nüfus artışı ve yatırımların etkin kullanımını özendiren iktisat politikaları ekonomik büyümenin belirleyicileridir (Blomstrom, Lipsey ve Zejan, 1996). Benzer şekilde, King ve Levine (1995) sermaye birikiminin ekonomik gelişmenin temel belirleyicisi değil, bir özelliği olduğunu savunmaktadırlar.

Neo-klasik büyüme teorilerinin temelini oluşturan Solow (1956,1957) modelinde ekonomik büyüme (kişi başına gelirdeki artış oranı) alışan başına sermaye birikiminin bir fonksiyonu olarak ele alınmakta, ancak üretim sürecinde sermayenin ve işgücünün azalan marjinal veriminin geçerli olduğu varsayımından dolayı, sermaye birikiminin uzun

dönemli ekonomik büyümenin dinamiğini oluşturamayacağı kabul edilmektedir. Bu modelde uzun dönemde ülkelerarası ekonomik büyüme performansını belirleyen temel etken, “dışsal” olduğu kabul edilen, teknolojik gelişmedir.

Sermaye birikiminin ekonomik gelişmenin temeli oluşturduğu görüşü A. Smith’e kadar uzanmaktadır. A. Smith’e göre ekonomik büyüme ve işbölümünün gerçekleşmesi sermaye birikimini gerektirmektedir. Sermaye birikimi aracılığı ile ortaya çıkacak üretimin mekanizasyonu sürecinin etkileri K. Marx’ın analizlerinin odak noktasını oluşturmaktadır (Saygılı, Cihan ve Yurtoğlu, 2005).

Klasik iktisatçılar yanında, Keynesyen ve Post-keynesyen iktisat geleneğinde de yatırımlar ekonomik büyümenin ana unsuru olarak ele alınmaktadır. Post-Keynesyen yaklaşımda, talepteki artış yatırımları uyarmakta, yatırımlar sonucu ortaya çıkacak içsel ve dışsal ekonomiler neticesinde verimlilik ve ekonomik büyüme ivmelenmektedir. Diğer taraftan, bu yaklaşımda yatırımların yeni teknolojilerin ortaya çıkmasında ve/veya yayılmasında önemli bir işlev gördüğü kabul edilmektedir. Örneğin, Kaldor (1957) tarafından geliştirilen modellerde teknolojik gelişme yatırımların bir fonksiyonu olarak ele alınmaktadır.

A. Maddison (1994)’e göre sermaye stoku ve kişi başına gelir arasında çok açık bir pozitif ilişki vardır. Ülkelerin gelişim süreçleri uzun bir tarihsel perspektife ele alındığında, sermaye birikiminin hızlanması lider ülkeye yakınsaması sürecinin karakteristik özelliğidir.

T. Bulutay’a göre sermaye birikimi, istihdam artışı ve teknolojik gelişmenin, dolayısıyla ekonomik büyümenin, temel belirleyicilerindedir ve sermaye birikiminin belirleyici rolünü ihmal ederek ülkelerin kalkınma ve ekonomik büyümelerini açıklamak mümkün değildir (Bulutay 1995a, 1995b).

De Long ve Summers (1992), Levin ve Renelt (1992) tarafından yapılan çalışmalar ekonomik büyüme ve yatırımlar arasında pozitif yönlü güçlü bir ilişki olduğunu ortaya koymaktadırlar.

İktisat literatüründe sermaye birikiminin büyüme sürecindeki önemini destekleyen birçok uygulamalı çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmaların bulguları çok sayıda ülkede ekonomik büyüme oranının yaklaşık yarısına yakın bölümünün sermaye birikiminden kaynaklandığını, sermaye birikiminin teknolojik gelişmeye olan dolaylı katkısının (içerilmiş teknolojik gelişme) hesaba katılması durumunda, sermaye birikiminin büyümeye katkısının çok daha yüksek seviyelere ulaştığını göstermektedir. Örneğin, Boskin ve Lau'ya göre teknolojik gelişmenin ekonomik büyüme üzerindeki etkisi sermaye birikiminin boyutuna bağlıdır. Sermaye (yatırımlar) ve teknoloji birbirini tamamlayıcı faktörler olup, birbirleri arasında pozitif, çift yönlü bir ilişki vardır. Sermaye ve teknolojiyi birbirinden ayırmak mümkün değildir ve her iki faktör ekonomik gelişmenin temelini oluşturmaktadır (Boskin ve Lau, 1992).

**Tablo: 1**  
**Literatür Özeti**

Kaynak	Yöntem	Bulgular
Thaler (1981)	Dinamik Optimizasyon	Gelişmekte olan ülkeler için yatırımların sermaye birikimine birebir etkisini vurgulamıştır.
King ve Rebelo (1990)	RCK modelindeki sermaye birikimini fiziki ve beşeri sermaye biçimde değerlendirerek kalibrasyon yöntemi ile oluşturduğu modeli tahmin etmiştir.	İki sektörlü içsel büyüme modeli ile neo-klasik büyüme modelinin kıyaslandığı çalışmada, gelir vergisindeki %10'luk artışın maliyetinin içsel büyüme modellerinde, neo-klasik büyüme modellerine kıyasla 4 kat daha fazla olduğunu iddia etmektedir.
Loewenstein and Prelec (1992)	RCK modelini tek denkleme indirgeyerek, dönemlerarası tüketim kararlarındaki aşırılıkları (anomali) araştırmıştır.	Tasarruf oranının RCK modeli ile içselleştirilebileceğini, bununla birlikte iskonto oranının da içsel olarak tahmin edilmesi gerektiğini iddia etmektedir.
Laibson (1997)	Kalibrasyon Modeli	Tüketim harcamaları ve faiz oranları arasındaki ilişkinin pozitif olabileceğini, ancak tasarrufların sermaye birikimine etkisinin yüksek olduğu durumda bunun geçerli olacağını vurgulamıştır.
Caselli ve Ventura (2000)	Teorik model önerisinde bulunulan çalışmada, CES (sabit ikame esnekliği) üretim fonksiyonu ile RCK modelini geliştirmiştir.	RCK modeli varsayımlarını genişleterek, Kuznet eğrisi aracılığı ile tüketim, servet ve gelir üzerindeki etkilerini göstermiştir.
Maliar ve Maliar (2006)	Dinamik Optimizasyon ve RCK modelinin log-lin biçimini kullanarak, yarı-geometrik iskonto oranını kullanmıştır.	Deterministik durumda, her bir log-lin modelinin durağan bir dengeye ulaştığını, stokastik durumda ise böyle tek bir çözümün mümkün olmadığını iddia etmektedir.

Diğer taraftan ekonomilerin uzun dönemli büyüme kapasitesi incelenirken, sermaye birikiminin düzeyi yanında, aşağıdaki 4 temel hususun da dikkate alınması büyük önem taşımaktadır.

1) Yatırım yoluyla firmalar en yeni teknolojileri üretim sürelerine aktardıklarına göre (embodied technological change), sahip olunan sermaye birikiminin (stokunun) ortalama yaşı (mevcut sermaye stokunun yenilenme hızı) teknolojik yenilenme hızı konusunda önemli bir gösterge olacaktır. Örneğin W. Salter (1969) tarafından geliştirilen modelde (Vintage of Capital) verimlilik sermaye birikiminin yaş bileşimiyle ilişkilendirilmektedir. Bu modelden girdi fiyatları yatırım kararlarının etkileyen temel faktör olarak ele alınmakta; girdi (işgücü, hammadde, enerji vb.) fiyatlarının göreceli olarak pahalılaşması yatırımları uyarmakta; artan yatırımlar ise yeni teknolojileri firmalara taşıyarak verimlilik artışına neden olmaktadır.

2) Sermaye birikim düzeyi, ekonominin üretim kapasitesi konusunda önemli bir gösterge olmakla birlikte, mevcut sermaye birikimi düzeyinin etkin bir şekilde kullanılması da önem taşımaktadır. Yurtiçi ve yurtdışı talebin orta-uzun dönemdeki muhtemel gelişimini, endüstrideki rekabet koşullarını, işgücü niteliğini, firmanın organizasyon yeteneğini ve yatırım yapılan makine ve teçhizatın üretim sürecinin doğasına (teknolojisine) uygunluğunu yeterince dikkate almaksızın yapılacak yatırımlar atıl kapasitesinin oluşmasına neden olacaktır.

Türkiye ekonomisinin dış rekabete aşılmasından sonra, özellikle tekstil ve giyim sektörlerinde 1980'li ve 1990'lı yıllarda yaşanan bazı gelişmeler bu duruma örnek olarak verilebilir. Girişimcilik deneyimi yeterli düzeyde olmayan çok sayıda kişi uluslararası pazarlarda, herhangi bir teknik etüt yapmaksızın, birbirlerini takip(taklit) ederek yüklü miktarda makine-teçhizat alımı yoluna gitmişlerdir. Bu yolla, teknolojik ömrünü gelişmiş ülke pazarlarında önemli ölçüde tamamlamış olan yatırım malları Türk tekstil ve giyim sektörüne aktarılmıştır.

Söz konusu yatırımlar kısa dönemde ülke ekonomisinde bir canlılık yaratmasına rağmen, orta ve uzun dönemde ilgili sektörde verimlilik artışını ve dış pazarlarda rekabet gücünü olumsuz etkilemiştir. Özellikle sanayi sektöründe, düşük kapasite kullanımı biçiminde gözlenen bu olgu, bazı dönemlerde Türkiye ekonomisinde önemli bir sorun teşkil etmiştir. Piyasa ekonomisi kurallarının yeterince dikkate alınmadığı veya ekonomik kriz ya da durgunluğu aşmak amacıyla, kamunun özel sektöre, orta ve uzun dönemdeki olası yansımaları dikkate almaksızın, önemli miktarda yatırım teşviki kullandığı



durumlarda bazı sektörlerde atıl kapasite sorunu ile karşılaşmıştır. Ekonomideki kaynakların etkin bir şekilde dağılmadığını gösteren bu durum, hem büyümenin hem de verimlilik artışının yetersiz düzeyde gerçekleşmesine neden olmaktadır (Saygılı, Cihan ve Yurtoğlu, 2005).

3) Yatırımların ve sermaye stokunun bileşimi ile ekonomik performans arasında yakın bir ilişki bulunmaktadır. Ortaya konulan bulgular, yatırımların makine-teçhizat (De Long ve Summers 1992), bilişim ve iletişim teknolojileri (bilgisayar donanım ve yazılımı) (Colecchie ve Schreyer, 2002 ve Yamak ve Koçak, 2007) ve altyapı yatırımları (Sturm ve diğ., 1999 ; Lighthart, 2000 ve Calderon ve diğ., 2003) biçimlerinde olması durumunda getirisinin daha yüksek olacağına işaret etmektedir. Burada, makine-teçhizatın büyüme sürecindeki önemi, bu unsurlara yapışık olan en yeni teknolojik bilginin firmalara aktarılmasıyla; bilişim ve iletişim teknolojilerine yapılan yatırımın önemi bu teknolojilerin firmaların örgütlenme (organizasyon) yapılarını dönüştürme, ağ ekonomilerinden faydalanma, bilgiye ulaşma, pazar ölçeğini genişletme, tasarım vb. yollardan firmaların daha verimli çalışmasını mümkün kılmasıyla; altyapı yatırımlarının önemi ise ortaya koydukları çeşitli dışsallıklar ve ekonomik faaliyetleri için gerekli asgari koşulların karşılanması ile ilişkilendirilmektedir.

Yatırımların bina unsuru da üretim faaliyeti için gerekli bir fiziki koşul olması nedeniyle büyüme sürecinde önem taşımaktadır. Ancak, bir ülkedeki toplam sermaye stokunun önemli bir bölümünü oluşturan, diğer bir ifade ile tasarrufların önemli bir bölümünün yönlendirildiği konut yatırımları için bir değerlendirmede bulunmak daha ayrıntılı incelemeler gerektirmektedir. Konut yatırımları, temel bir gereksinim olan barınma ihtiyacının karşılanması ve demir, çelik, çimento, cam, seramik, mobilya gibi diğer sektörlerle güçlü bir ileri ve geri bağlantıya sahip olması nedeniyle, kısa dönemde ekonomik faaliyetlerin canlılık kazanması açısından büyük önem taşımaktadır. Ancak, temel barınma ihtiyacının ötesindeki ikinci konut biçiminde olan konut yatırımlarının, (dış)ticarete konu olma özelliğinin zayıflığı ve diğer sektördeki ekonomik faaliyetleri orta-uzun vadede etkileme gücünün sınırlı olması nedeniyle, ekonomilerin büyüme oranları ve verimlilikleri üzerinde diğer yatırım türleri kadar etkisi olamayabileceği ileri sürülebilir.

4) Yatırım ve sermaye stoku ile ilgili diğer önemli bir nokta, yatırımların içinde barındırdığı (embodied) teknolojinin niteliği ve buna bağlı olarak, yatırımların verimlilik artışına ve istihdamın gelişimine etkisidir. İktisat yazınında, ülke koşullarına “uygun teknolojilerin seçimi” olarak adlandırılan bu olgu, özellikle işgücünün görece bol olduğu, teknolojiyi çoğunlukla dışarıdan ithal eden, ancak bu teknolojiyi ülke ve firma koşullarına uyarlama yeteneği sınırlı olan, işsizlik sorunun önemli boyutlara ulaştığı, kullanılan teknolojilerin çevreye etkisi konusundaki duyarlılığın yeterince gelişmediği düşük gelir grubundaki ülkeler açısından büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle, yatırım ve sermaye birikiminin büyüme ve kalkınma üzerine etkisi, bu faktörlerin sadece düzeyi ve artış oranı ile değil, verimlilik, işsizlik, yoksulluk, gelir dağılımı ve çevre gibi bir dizi sosyo-ekonomik (sürdürülebilir kalkınma) göstergelerine etkisiyle birlikte ele alınmalıdır.

RCK modelinin uygulamalara konu olduğu çalışmalara bakıldığında, kullanılan yöntemler açısından farklılıklar olduğu göze çarpmaktadır. Kullanılan en genel yöntem, Wisch ve Hoppe (2005) çalışmasında da olduğu gibi matematiksel simülasyonlardır. Katsayıların daha önceden dışsal olarak belirlendiği modellere dinamik optimizasyon yöntemi ile tüketim ve büyüme patikaları ortaya çıkarılmaktadır. Wisch ve Hoppe (2005) CES ve Kahneman-Tversky fayda fonksiyonlarının RCK modeli üzerindeki etkinliği araştırmıştır. Standart olarak kullanılan SNRK fayda fonksiyonunun aksine kullanılan diğer iki fayda fonksiyonunda da tüketim patikalarının değiştiğini gözlemişlerdir.

İterasyon yönteminin kullanıldığı diğer bir çalışma olan Trimborn (2007)'de modele hükümet (kamu harcamaları) eklenmiş ve daha önceden belirlenmiş parametrelerde zaman içinde meydana gelen şokların tüketim patikası üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Trimborn, hükümet tarafından belirlenen tüketim vergisinin beklenmedik bir şekilde değişmesi ile SNRK fonksiyonundaki dönemlerarası ikame parametresine bağlı olarak tüketimin belirgin şekilde değiştiğini iddia etmektedir.

King ve Rebelo (1993) yapmış olduğu çalışmada iterasyon yöntemini kullanarak, RCK modelindeki temel varsayımların etkinliğini araştırmıştır. Sonuçta, geçerli tahminlerin ancak sermayenin üretimdeki payının yüksek olduğu varsayımı ile elde edilebileceğini iddia etmektedir.

Litina ve Palivos (2008) literatürdeki çalışmaların aksine RCK modelinin hem içsel hem de dışsal büyüme durumunda tasarruf oranının dinamiklerini ele almıştır. Tasarruf oranının yüksek, düşük ve durağan olduğu durumlarda, sermayenin payı, faktör ve ikame elastikiyetini içeren durumlar ortaya çıkarılmıştır. Ayrıca, tasarruf oranının sabit sayılması durumunda RCK modeli ile Solow modelinin birbirine çok benzediğini iddia etmiştir.

De Vita (2008) RCK modelini farklı bir şekilde ele almıştır. Çan eğrisi biçimindeki gelir-çevre kirliliği ilişkisini azalan faiz oranları ve gelirdeki büyüme ile açıklamıştır. Sosyal refahı maksimize ve çevre kirliliğini minimize etmenin, faiz oranı aracılığı ile gerçekleşeceğini iddia etmektedir. Iskonto oranından daha düşük bir faiz oranı, hem ekonomik büyümeye hem de çevre dostu araçlarda gelişmeye neden olmaktadır.

RCK modelinin fakir ve gelişmekte olan ülkeler için geçerli olduğunu izah eden Rappaport (2006), sermaye girdisi talebinin yükleme maliyetlerini arttırdığını ve sermaye kıtlığının yatırımdan caydıran en önemli faktör olduğunu vurgulamıştır.

Literatürde bahsedilen konuların bir özeti olarak, gelişme (sermaye birikimi) düzeyinin yetersiz olduğu, kaynak ihtiyacının yüksek düzeyde bulunduğu ve ihtiyaç duyulan kaynağın önemli bir bölümünün kısa ve orta vadeli dış kaynaklarla karşılandığı Türkiye ekonomisinde ekonomik büyümenin, sermayenin dolaylı etkilerinden olan işgücü verimliliği, bilişim ve teknoloji gibi faktörlerden ziyade doğrudan sermaye faktörüne bağlanması gerekliliği ortaya çıkmaktadır.

## ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

### 3. EKONOMETRİK YÖNTEM, TAHMİN VE BULGULAR

#### 30. Ekonometrik Yöntem

RCK modeli teorik bölümde de gösterildiği üzere iki temel denklem (2.20 ve 2.21) üzerinde kurulmuştur. Bu denklemler sürekli zamanda türevsel denklem formatında oldukları için, ekonometrik olarak tahmin edilebilecek bir biçime dönüştürülmelidir.

Kesikli zaman biçimine dönüştürülen denklemlerde kullanılan değişkenlerin zaman serisi özelliklerini belirlemek gerekmektedir. Ancak bu aşamaya geçmeden önce değişkenlerde mevsimselliğin ve her hangi bir aykırı değer (outlier) olup olmadığını belirlemek gerekmektedir. Herhangi bir değişkende bulunması muhtemel olan mevsimsellik ve aykırı değerler, model tahmininden elde edilen hata terimlerinde (spesifikasyon hatası dışında) ortaya çıkan otokorelasyon, doğrusal olmama ve zamana bağlı olarak varyansın değişmesi gibi problemlerin çıkmasına neden olmaktadır.

Değişkenler mevsimsellikten arındırılırken kullanılan yöntem, non-parametrik yöntemlerin (X-11) aksine ARIMA modeline dayanan TRAMO-SEATS (Gomez ve Maravall, 1996) yöntemidir. Mantıksal çerçeve açısından bakıldığında, zaman serisi 3 temel bileşene ayrılmakta, daha sonra bunlardan mevsimsel bileşen çıkartılarak mevsimsellikten arındırılmış seri elde edilmektedir. Her ne kadar Eviews gibi paket programlar bu yöntemi uygulayarak serileri mevsimsellikten arındırır da, bu aşamada önem arz eden husus, yöntem ARIMA modeline dayandığı için, bileşenlerin ortaya çıkarıldığı modelin hata terimlerinin gerekli varsayımları sağlayıp sağlamadığıdır.

Bilindiği gibi, bir ARIMA modelinde modeldeki katsayıların köklerinin 1'den küçük olması gerekmektedir. Ancak, hata teriminin de sağlaması gereken bazı koşullar vardır. Bunlar, normal dağılımı, eğiklik ve basıklık katsayılarının istatistiksel olarak uygun

değerlere eşit olması, otokorelasyona ve mevsimselliğe sahip olmaması, işaret olarak tesadüfi dağılım göstermesi gibi sıralanabilir. Ayrıca, hata terimleri karelerinin de aynı şartları sağlaması ve doğrusal olması gerekmektedir (Gomez ve Maravall, 1996).

Diğer bir husus ise aykırı değerlerdir. Aykırı değerler, ekonomik bir zaman serisinin tarihsel sürecinde meydana gelen krizler, müdahaleler vb. gibi dışsal ve serinin kısa ve orta dönemli eğiliminde bozulmalara yol açan bileşenleridir. Geleneksel yöntemlerde bu tip etkiler modele kukla değişkenlerin ilavesi ile yakalanmaya çalışılmaktadır. Ancak, kukla değişkenler sadece bağımlı değişkendeki kırılmaları ve aykırı değerleri yakalayabilir. Bağımsız değişkenlerde bulunan bu tip etkiler, modelde çözümü olmayan sorunlara yol açmaktadır. Bir zaman serisinde aykırı değerler üç farklı çeşitte bulunmaktadır. Bunlar; toplamsal (additive) aykırı değer, geçici (transitory) aykırı değer ve seviye değişimi (level shift) olarak sıralanabilir<sup>1</sup>. Bir zaman serisinden aykırı değerleri arındırmak için çeşitli algoritmalar kullanılmaktadır. Bu çalışmada Chen ve Lui (1993) algoritması kullanılmıştır.

Çalışmada kullanılan model yapısal bir model olduğu, dolayısıyla herhangi bir belirlenme sorunu olmadığı varsayıldığından, kullanılan zaman serilerinin durağanlık özellikleri araştırılmamıştır.

RCK modelinin test edilmesi için kullanılacak modellerin kurgulanması ve tahmin yöntemine değinilmiştir. Bu aşamada değişkenler, literatürde sıkça kullanılan Eşanlı Denklem Sistemi (EDS) ile modellenmiş ve modeller İki Aşamalı En Küçük Kareler (2AEKK) yöntemi ile tahmin edilmiştir. EDS ve 2AEKK'nın seçilmesinin nedenleri aşağıda belirtilmiştir.

RCK modelinin testinde kullanılacak iki denklem, ekonomik bir sistemin parçaları olarak ele alındığından EDS olarak kurgulanmıştır. EDS'nin alternatifi olarak LSE (London School of Economics) yaklaşımı tarafından önerilen Vektör Otoregresif (VAR) modelleri, ekonomik sistemlerin incelenmesinde bir araç olarak kullanıldığında bazı ciddi kısıtlara sahiptir (Johnston ve Dinardo, 1997, ss. 305).

---

<sup>1</sup> Aykırı değerlerin çeşitleri ve özellikleri hakkında ayrıntılı teorik açıklama için bkz. Gomez ve Maravall (1996).

- Azalan serbestlik derecesi problemi: 20 değişkenli makroekonomik bir sistem ile çalışıldığı varsayılınsın. VAR modeli tahmininde her değişkenin 4 gecikmesi alınır, her denklem için toplam 80 katsayının tahmin edilmesi gerekmektedir. Sistemdeki gözlem sayısının 120 olması durumunda, sistemin serbestlik derecesi,  $(n-k)$ , 40 olarak gerçekleşecektir. 120 gözlemlili bir sistem için böyle bir serbestlik derecesi çok düşüktür. Ayrıca, değişkenlerin gecikmesi arttırıldığında, serbestlik derecesi daha da düşecektir. Serbestlik derecesinin düşmesi, tahmin edilen katsayıların istatistiksel anlamlılığı açısından çok önemlidir. Serbestlik derecesi düşükçe, anlamlı olmayan katsayıların anlamlı çıkmasına neden olan 1. tip hata ortaya çıkma riski artmaktadır.
- Ko-entegrasyon problemi: VAR modelindeki değişken sayısı arttıkça ise koentegrasyon rank testinde problem ortaya çıkılmaktadır. Test istatistikleri simülasyon gerektiren, standart olmayan dağılıma sahiptir ve kullanılabilen tablolar 11 değişken ile sınırlıdır. Dolayısıyla daha fazla değişken içeren bir sistemde ko-entegrasyon testi yapılması oldukça zordur. Ayrıca, yine çok değişkenli bir VAR sistemi ele alındığında, birden fazla ko-entegrasyon denkleminin yorumlanması, anlam belirsizliği ortaya çıkarmaktadır.
- Dışsallık problemi: VAR modelinin bir diğer özelliği de tüm değişkenlerin içsel olduğunun varsayılmasıdır. Yani dışsal değişken bulunmamaktadır. Ancak, bu tip bir özellik iktisadi açıdan geçersiz olabilmektedir. Örneğin, parasal aktarım mekanizması VAR modeli ile ele alındığında sistemde bulunan ve parasal otorite tarafından kontrol edildiği açık olan nominal para arzının içsel olarak kabul edilmesi iktisadi mantıkla örtüşmemektedir. Dolayısıyla, VAR modelleri “politika değişkeni” olgusunu ortadan kaldırmaktadır.

Yukarıda eksiklikleri açıklanan VAR modelinin alternatifini olarak Cowles Komisyonu tarafından önerilen EDS kullanılabilir (Favero, 2001, ss.120). ESD’de model tahmini sırasında serbestlik derecesi problemi bulunmamaktadır. Bununla birlikte, eğer bir eş-bütünleşme ilişkisi araştırılacaksa dışsal değişkenler dışarıda bırakılarak arzulanan eş-bütünleşme ilişkisi ortaya çıkarılabilir. EDS’nin son ve

iktisatçılar açısından en önemli özelliği, model içinde dışsal değişken bulunmasına izin vererek, simülasyonlar ile politika önerilerinin önünü açmasıdır.

Klasik varsayımlar altında EKK tahmincisi sapmasızdır. Bunun gerçekleşmesinin en önemli nedeni açıklayıcı değişkenler ile modelin hata teriminin bir birinden bağımsız olduğu varsayımdır (Pindyck ve Rubinfeld, 1991). Bu varsayımın ihlali durumunda EKK tahmincisi sapmalı ve tutarsız olmaktadır. Bu durumun çıkmasının nedenleri arasında değişkenlerdeki ölçüm hataları ya da açıklayıcı değişkenlerden bir veya birkaçının bağımlı değişken ile ilişki içinde olmasıdır (örn. Keynezyen tüketim ve yatırım fonksiyonlarındaki gelir değişkeni). EDS yapısı gereği, bir denklemde “açıklayıcı” olarak görev yapan bir değişken diğer bir denklemde “açıklanan” olarak görev yapabilmektedir. Dolayısıyla, bu tip modellerin tahmininde EKK yerine 2AEKK kullanılması, istatistiksel güvenilirlik açısından önem arz etmektedir.

Eşanlı denklem sistemindeki belirlenme problemi ile ilgili olarak, sistemdeki dışsal değişken sayısı ile her bir denklemdeki dışsal ve içsel değişken sayısı kıyaslanmıştır (Pindyck ve Rubinfeld, 1991). Bu bağlamda, K: Sistemdeki dışsal değişken sayısını, k: denklemdeki dışsal değişken sayısını, g: denklemdeki içsel değişken sayısını göstermek üzere, sistemdeki her bir denklemde:

$$\begin{aligned} K-k > g-1 & \quad \text{ise} \quad \text{aşırı belirlenmiş,} \\ K-k = g-1 & \quad \text{ise} \quad \text{tam belirlenmiş,} \\ K-k < g-1 & \quad \text{ise} \quad \text{eksik belirlenmiş,} \end{aligned}$$

koşulları değerlendirilmiştir. Buna göre, Pindyck ve Rubinfeld (1991)’e göre eğer sistemdeki denklemler aşırı belirlenmiş ise, 2AEKK tahmin yöntemi en uygun yöntemdir.

2AEKK tahmin yöntemi, aşırı belirlenmiş denklemlerde yapısal parametre değerlerinin elde edilmesi için çok kullanışlı tahminler sağlamaktadır. 2AEKK tahmini, her bir yapısal parametre için, denklem sisteminin spesifikasyonundan elde ettiği bilgileri kullanır. 2AEKK’nın birinci aşaması bir araç yaratılmasını, ikinci aşama ise araç değişkenler tahmininin bir çeşidini içermektedir (Pindyck ve Rubinfeld, 1991).

Birinci aşamada, her bir içsel değişken için indirgenmiş biçimdeki denklemler (eşitliğin sağ tarafında dışsal değişkenler olmak üzere) en küçük kareler ile tahmin edilir. Bu birinci aşamadan içsel değişkenlerin tahminleri elde edilir. İçsen değişkenlerin tahmin değerleri, yapısal denklemlerdeki hata terimleri ile ilişkisizdir. Böylelikle, denklem sistemindeki içsel değişkenler için, hata terimleri ile ilişkisiz araçlar oluşturulmuş olur.

İkinci aşamada, her bir yapısal denklemin sağ tarafındaki içsel değişkenler yerine birinci aşamadan elde edilen tahmin değerleri (araçlar) konulur. İkinci aşamada da en küçük kareler yönteminin kullanılması yapısal parametrelerin tutarlı olmasını sağlayacaktır (Pindyck ve Rubinfeld, 1991).

Ancak bir çok modelde, zamana bağlı düzeltmelerin hesaba katılması için denklemin sağ tarafında bağımlı değişkenin gecikmeleri kullanılır. EKK, otokorelasyon problemi olmadığı müddetçe bu tip durumlarda sapmalı fakat tutarlı tahminler üretir. Fakat, eğer sistemden elde edilen hata terimlerinde otokorelasyon problemi mevcutsa, en EKK ne de 2AEKK tutarlı tahmin üretemez (Fair, 1970).

Sistemdeki parametre tahminlerinin tutarlı tahminler olması için Fair (1970) alternatif bir 2AEKK yöntemi önermiştir. Fair yaklaşımında 2AEKK yönteminin birinci aşaması aynı şekilde uygulanırken, ikinci aşamada Cochrane-Orcutt yaklaşımı ile otokorelasyon problemi giderilir. Böylelikle, sistemden elde edilen parametreler tutarlı olacaktır.

1990-2007 dönemi Türkiye ekonomisi için RCK büyüme modelinin geçerliliği, güvenilirliğinden emin olunan modelin katsayıları ile yapılacak hipotez testleri ile ortaya konacaktır. Katsayılar ile ilgili yapılan anlamlılık ve işaret testleri modelin geçerliliği açısından önem arz etmektedir.

Geçerli olan model izlenerek bir politika önerisi yapmak amacıyla, belirli bir senaryo altında içsel değişkenler için bir-adım-ileri tahminleri yapılmıştır. Bir-adım-ileri tahmin, deterministik bir belirleme sürecidir. Bu süreçte iki temel yaklaşım vardır. Ex-post; dışsal değişkenlerin geçmiş hareketlerini değiştirilmesi durumunda içsel



değişkenleri gerçek (actual) durumu ile kıyaslamak, Ex-Ante; yani dışsal değişkenlerin gelecekteki hareketlerini varsayımsal olarak belirleyerek, içsel değişkenlerin gelecekte nasıl hareket edeceğini görmektir.

Bu çalışmada, ex-ante yaklaşım ile içsel değişkenlerin bir dönem sonraki hareketleri ortaya konacaktır. Dolayısıyla karar vericilerin RCK büyüme modelini benimsemesi durumunda, politika değişkenlerinin içsel değişkenlere etkisi de görülmüş olacaktır.

### **31. Veri Seti**

Çalışmada kullanılan değişkenlerin yayımlanma sıklıkları birbiri ile tutarlı değildir. Örneğin, hazine bonusu ihalelerinde oluşan faiz oranı verisi aylık olarak yayımlanırken, ulusal hesaplara ait tüketim, yatırım harcamaları ve GSYH gibi değişkenler üç aylık olarak yayımlanmaktadır. Bunların ötesinde, merkez bankası tarafından belirlenen iskonto oranı, para piyasası faiz oranının belirlendiği para kurulu toplantılarının ardından ayarlandığı için ve hangi para kurulu toplantısında faiz oranının değiştirileceği bilinmediğinden, tesadüfi olarak yayımlanmaktadır. Dolayısıyla, değişkenlerde zaman toplulaştırmasının tutarlılığı için tüm değişkenler üç aylık dönemler halinde oluşturulmuştur.

Çalışmada incelenecek dönemin belirlenmesinde, veri elde edilebilirliği önemli bir kısıt olmuştur. Mümkün olduğu kadar zaman aralığı geniş tutulmuştur. Modelde bulunan değişkenlerin ilk üretildikleri tarihler dikkate alınmış ve sonuç olarak 1990 yılının 1. çeyreği ile 2007 yılının 4. çeyreği arasındaki dönemin incelenmesine karar verilmiştir.

Çalışmada kullanılan değişkenler, kaynakları, yayımlanma tarihleri, kısa tanımları ve modeldeki görevleri Tablo 1’de gösterilmiştir.

**Tablo: 2**  
**Çalışmada Kullanılan Değişkenler**

Değişken Adı	Tanım	Kaynak	Yayımlanma Sıklığı	Modeldeki Görevi
y	1998 fiyatları ile ölçülen kişi başına düşen GSYİH	1990-1998 arası Saygılı ve Cihan, 2008 1998-2007 arası TÜİK	3 aylık	İçsel değişken
cn	1998 fiyatları ile ölçülen kişi başına düşen tüketim harcaması	1990-1998 arası 1987 temel yıllık büyüme oranları ile zincirlenmiştir, 1998-2008 arası TÜİK	3 aylık	İçsel değişken
k	1998 fiyatları ile ölçülen kişi başına düşen Gayri Safi Sabit Sermaye Stoku (GSSSS)	1990-2007 arası, Saygılı ve Cihan, 2008	-	Dışsal değişken
r	Hazine bonusu ihalelerinde gerçekleşen yıllık bileşik reel faiz oranı (enflasyon oranından arındırılmış)	Hazine Müsteşarlığı	Aylık	Dışsal değişken
p	Reeskont işlemlerinde kullanılan iskonto oranı	TCMB	-	Dışsal değişken
N	Toplam nüfus	Projeksiyon	Nüfus Sayımları	-

### 32. Model

RCK modelinin teorik alt yapısının ifade edildiği 2. bölümde, ekonominin tüketim ve sermaye birikimi dengesi üzerine kurulu olduğu gösterilmektedir. Elde edilen üç türevsel denklem aşağıda gösterilmektedir (Romer, 1996).

$$\frac{\dot{c}(t)}{c(t)} = -g \frac{r(t) - \rho(t)}{\theta} \quad (5.1)$$

$$\dot{k}(t) = [y(t) - c(t)] - (n + g)k(t) \quad (5.2)$$

$$y(t) = k_t^\lambda \quad (5.3)$$

RCK modelinin ileri sürdüğü fikir, ekonomide tüketim harcamaları ve sermaye birikim mekanizmasının bu iki denklem aracılığı ile işlediğidir. Ancak denklemler bu haller ile ekonometrik olarak tahmin edilemezler. Dolayısıyla, yeniden yorumlanarak (re-parametizasyon) tahmin edilebilir bir biçime dönüştürülmelidir.

Bununla birlikte, bu üç model makroekonomik bir denklem sistemi içerisinde tahmin edilmesi gerekir. Bunun sebebi, üç denklem de kullanılan değişkenlerin dışsallık problemine sahip olmasıdır. Örneğin sermaye birikimi, kişi başına düşen gelir ile tüketim arasındaki farktan birebir etkilenirken, aynı sermaye değişkeni üretim sürecinde kişi başına geliri açıklamaktadır. Bu kurgu eşliğinde, oluşturulan sistem aşağıdaki gibidir.

$$\log(c_t) - \log(c_{t-1}) = \beta_0 + \beta_1 (r_{t-1} - \rho_{t-1}) + \varepsilon_t \quad (5.4)$$

$$k_t - k_{t-1} = \alpha_1 (y_{t-1} - c_{t-1}) + \alpha_2 k_{t-1} + \eta_t \quad (5.5)$$

$$\log(y_t) = \gamma_1 k_t + \mu_t \quad (5.6)$$

Burada,  $\theta = 1$  varsayımı ile tüketim fonksiyonu  $\ln(C)$  olarak varsayılacaktır. Bu sistemde içsel değişkenler  $c_t, k_t, y_t$ ; dışsal değişkenler  $r_{t-1}, \rho_{t-1}, c_{t-1}, k_{t-1}$  olarak sıralanmıştır.

Sistemdeki dışsal parametre sayısını gösteren  $K=4$  ile her bir denklemdeki dışsal ve içsel değişken sayıları kıyaslandığında;

1. denklem için  $\rightarrow 4-3 > 1-1 \rightarrow$  Aşırı belirlenmiş
2. denklem için  $\rightarrow 4-3 > 1-1 \rightarrow$  Aşırı belirlenmiş
3. denklem için  $\rightarrow 3-0 > 2-1 \rightarrow$  Aşırı belirlenmiş

Bir önceki bölümde vurgulanan belirlenme koşulları dikkate alındığında, sistemdeki tüm denklemlerin aşırı belirlenmiş olduğu bulunmuştur. Pindyck ve Rubinfeld (1991; pp.298) ve Fair (1970) tarafından önerilen, aşırı belirlenmiş ve denklemlerin sağ tarafında bağımlı değişken gecikmesi bulunan RCK modelinin tahmininde 2AEKK tahmin yöntemi kullanılacaktır.

Modele bakıldığında, tüketim harcamalarının değişim oranı ( $\Delta \log(c_t)$ ), sermayenin marjinal getirisi ( $r_{t-1}$ ) ile iskonto oranı ( $\rho_{t-1}$ ) arasındaki farkın büyüklüğüne  $\beta_1$  oranında bağlıdır. Ayrıca  $\beta_0$  (teknolojinin büyüme oranı), sabit terim olarak modelde belirlenmektedir.  $\varepsilon_t$ , seviyesinde durağan, otokorelasyona sahip olmayan hata terimidir.

Sermaye stokundaki değişim ( $\Delta k_t$ ), bir önceki dönemde yapılan yatırımlardan ( $y_{t-1} - c_{t-1}$ ),  $\alpha_1$  oranında etkilenmektedir. Bununla birlikte, bir önceki dönemdeki sermaye ( $k_{t-1}$ ),  $\alpha_2$  oranında eksilmektedir ( $\alpha_2$ , nüfusun büyümesi ve teknolojinin hızlı bir şekilde eskimesinden negatif etkilenmektedir).  $\varepsilon_t, \eta_t$  ve  $\mu_t$  otokorelasyona sahip olmayan hata terimidir.

Klasik üretim süreci  $Y = f(k)$  denklemi kişi başı cinsinden ifade edilmiştir. Buna göre kişi başına düşen gelir, kişi başına düşen sermayeye  $\gamma_1$  oranında bağlıdır.  $\mu_t$ , seviyesinde durağan, otokorelasyona sahip olmayan hata terimidir.

### 33. Hipotezler

Tüketim harcamalarının değişim oranının modellendiği denklemde sabit terim teknoloji katsayısının büyüme oranının ters işaretlisi olarak gösterilmiştir. Dolayısıyla modeldeki hipotez;

$$\begin{aligned} H_0 : (-g = \beta_0) &= 0 \\ H_1 : (-g = \beta_0) &\neq 0 \end{aligned} \quad (5.7)$$

şeklinde oluşturulmuştur.  $H_0$  hipotezinin reddedilmesi gerekli koşuldur. Bununla birlikte sabit terim negatif çıktığı takdirde, 1990-2007 dönemleri arasında teknolojinin ortalama olarak pozitif, aksi durumda negatif büyüme gösterdiği sonucu çıkacaktır.

Yine aynı denklemde sermayenin reel getirisi ile iskonto oranı arasındaki farkın tüketim harcamalarını pozitif olarak etkilediği gösterilmiştir. Buna göre hipotez;

$$\begin{aligned} H_0 : \beta_1 &= 0 \\ H_1 : \beta_1 &> 0 \end{aligned} \quad (5.8)$$

şeklinde oluşturulmuştur.  $H_0$  hipotezinin reddedilmesi, RCK modelinin 1990-2007 döneminde Türkiye ekonomisindeki tüketim sürecini temsil ettiği iddia edilebilir.

Sermaye birikim sürecinin ifade edildiği 2 numaralı denklemdeki hipotezler;

$$\begin{aligned} H_0 : \alpha_1 = 1 \quad H_0 : \alpha_2 = 0 \\ H_1 : \alpha_1 \neq 1 \quad H_1 : \alpha_2 < 0 \end{aligned} \quad \text{ve} \quad (5.9)$$

şeklinde oluşturulmuştur. Buna göre,  $\alpha_1$  katsayısının bire eşit olması ve  $\alpha_2$  katsayısının negatif olması durumunda, Türkiye’de 1990-2007 döneminde sermaye birikim sürecinin RCK modeline göre işlediği ileri sürülebilir.

Sistemin genel olarak anlam ifade etmesi için klasik üretim fonksiyonundaki sermayenin gelir esnekliği katsayısının ( $\gamma_1$ ) istatistiksel olarak sıfırdan farklı olması ve ;

$$\begin{aligned} H_0 : \gamma_1 &= 0 \\ H_1 : \gamma_1 &\neq 0 \end{aligned} \tag{5.10}$$

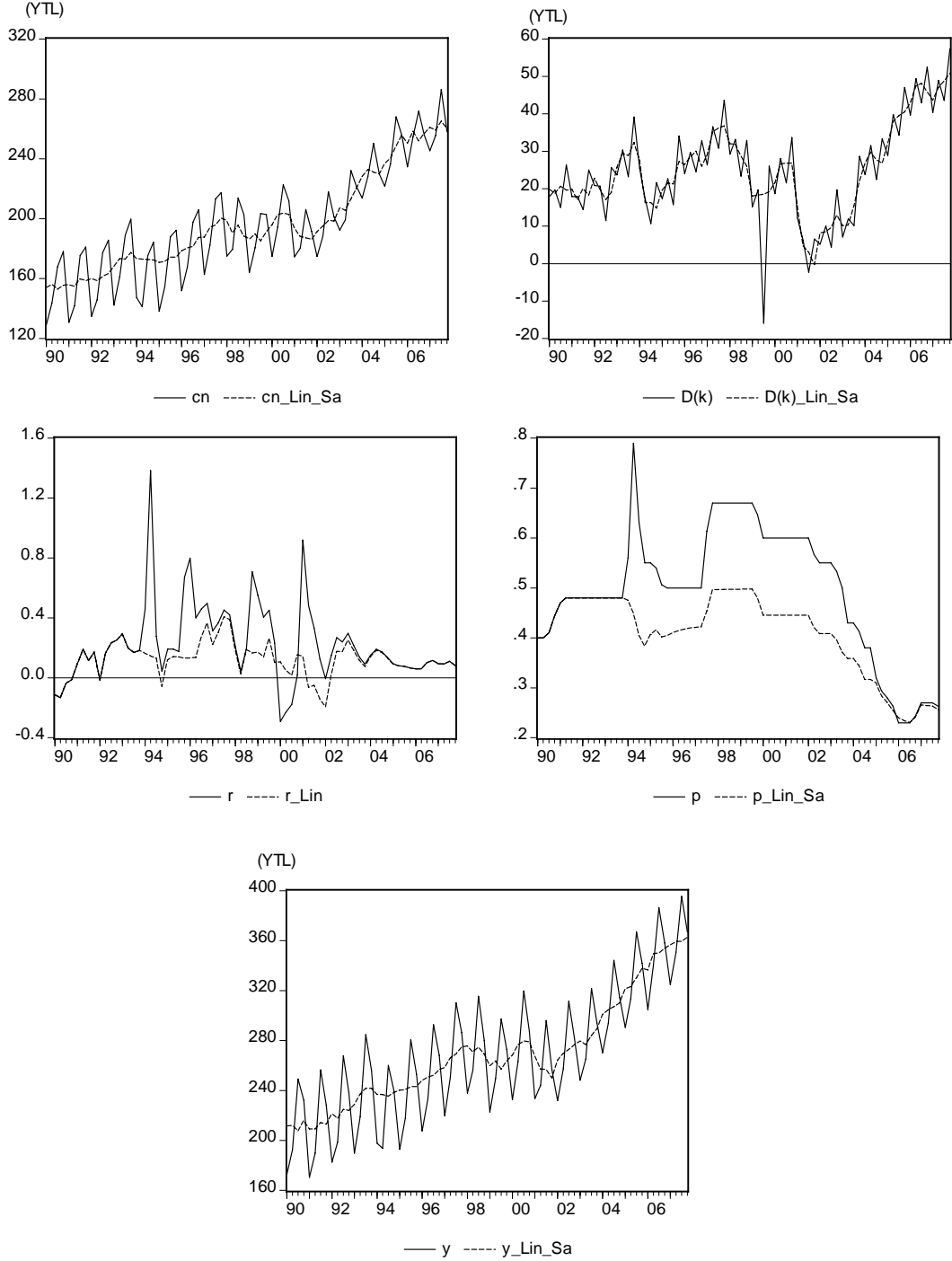
hipotezlerinden  $H_0$  hipotezinin reddedilmesi gerekmektedir.

### **34. Bulgular**

Model ve hipotezler ile açıklanan sistemin tahmini, yöntemin varsayımlarını sağlaması açısından bazı düzeltme süreçlerinden (mevsimsel ve aykırı değerler) geçmesi gerektiğinin üzerinde durulmuştı. Bu sebeple, mevsimsel düzeltilmiş ve aykırı değerlerden arındırılmış serilerin orijinal durumları ile kıyaslandığı bir grafik setinin verilmesi yararlı olacaktır.

Grafik : 1

## Mevsimsel Düzeltilmiş ve Aykırı Değerlerden Arındırılmış Seriler



Not. D(k), sermaye stokundaki bir dönem önceye göre yaşanan değişimi, "Lin" uzantısı serinin aykırı değerlerden arındırıldığını, "Sa" uzantısı ise serinin mevsimsel düzeltildiğini ifade etmektedir. İskonto oranı ve reel faiz oranı değişkenleri dışında tüm değişkenler, kişi başına düşen rakamlardır. Mevsimsel düzeltme işleminde TRAMO/SEATS yöntemi kullanılmıştır. Bununla birlikte, çalışmada kullanılan tüm değişkenler aykırı değerlerden arındırılmıştır.

Grafik 1’de görüldüğü üzere, ulusal hesaplar bileşenlerinden olan tüketim, yatırım  $(y_t - c_t)$  ve gayri safi yurtiçi hasıla serilerinde yüksek boyutlu mevsimselliğe rastlanmıştır. Ayrıca, sermaye birikimi değişkeninin de anlamlı bir mevsimselliğe sahip olduğu görülmüştür. Buna karşın, iskonto oranı ve reel faiz oranında istatistiksel olarak anlamlı bir mevsimselliğe rastlanmamıştır.

Aynı grafiğe bakıldığında, aykırı değerlerden arındırmada kullanılan algoritmanın çalışmadaki tüm seriler için, 1994, 1999 ve 2001 yıllarında aykırı değer tespit ettiği anlaşılmaktadır. Burada elde edilen aykırı değerler de arındırıldıktan sonra, ilgili seriler doğrusallaştırmış olarak ekonometrik tahminde kullanılabilir (Chen ve Lui, 1993).

5.4, 5.5 ve 5.6 denklemleri ile ifade edilen RCK modeli ilk olarak en küçük kareler ile tahmin edilmiştir. Elde edilen bulgular aşağıda gösterilmiştir.

$$\Delta \log(c_t) = 0.012 + 0.029(r_{t-1} - \rho_{t-1}) + \varepsilon_t \quad (5.11)$$

(0.011) (0.098)

$$\varepsilon \rightarrow LM(1) = 1.98(0.28) \quad JB = 1.24(0.16)$$

$$\Delta k_t = 0.76(y_{t-1} - c_{t-1}) - 0.02k_{t-1} + \eta_t \quad \Delta k_t = k_t - k_{t-1} \quad (5.12)$$

(0.010) (0.025)

$$\eta \rightarrow LM(1) = 1.25(0.31) \quad JB = 2.01(0.28)$$

$$\log(y_t) = 0.85 \log(k_t) + [AR(1) = 0.99] + \mu_t \quad (5.13)$$

(0.000) (0.000)

$$\mu \rightarrow LM(1) = 1.74(0.19) \quad JB = 1.75(0.40)$$

Not : Denklemlerin altında ve hata terimleri tanımlama istatistiklerinin yanında parantez içinde verilen ifadeler ilgili katsayı tahminin t-test veya ki-kare test istatistiğinin anlamlılık düzeyini göstermektedir. LM(1) (Langrange-Multiplier) : Birinci dereceden otokorelasyon testi, JB (Jarque-Bera) : Normal dağılım testini ifade etmektedir. Klasik üretim fonksiyonu denklemindeki otokorelasyon problemini gidermek için Cochrane-Orcutt yöntemine başvurulmuştur.



Ekonometrik yöntem bölümünde de ifade edildiği gibi modelde eşanlılık olması durumunda en küçük karalar tahmin yöntemi sapsmalı ve tutarsız olmaktadır (Pindyck ve Rubinfeld, 1991). Bu problemi gidermek için yapılan 2AEKK tahmininden elde edilen sonuçlar aşağıda gösterilmiştir.

$$\Delta \log(c_t) = 0.026 + 0.066(r_{t-1} - \rho_{t-1}) + \varepsilon_t \quad (5.11)$$

(0.006) (0.045)

$$\varepsilon \rightarrow LM(1) = 1.75(0.186) \quad JB = 1.69(0.42)$$

$$\Delta k_t = 0.889(y_{t-1} - c_{t-1}) - 0.009k_{t-1} + \eta_t \quad \Delta k_t = k_t - k_{t-1} \quad (5.12)$$

(0.006) (0.045)

$$\alpha_1 \rightarrow H_0 : 0.889 = 1 \quad (0.195)$$

$$\eta \rightarrow LM(1) = 0.75(0.38) \quad JB = 2.75(0.25)$$

$$\log(y_t) = 0.703 \log(k_t) + [AR(1) = 0.95] + \mu_t \quad (5.13)$$

(0.000) (0.000)

$$\mu \rightarrow LM(1) = 1.74(0.19) \quad JB = 1.75(0.40)$$

Not : Denklemlerin altında ve hata terimleri tanımlama istatistiklerinin yanında parantez içinde verilen ifadeler ilgili katsayı tahminin t-test veya ki-kare test istatistiğinin anlamlılık düzeyini göstermektedir. LM(1) (Langrange-Multiplier) : Birinci dereceden otokorelasyon testi, JB (Jarque-Bera) : Normal dağılım testini ifade etmektedir. Klasik üretim fonksiyonu denklemindeki otokorelasyon problemini gidermek için Cochrane-Orcutt yöntemine başvurulmuştur.

2AEKK sonuçlarına göre katsayıların tamamı istatistiksel olarak 0.01 anlamlılık düzeyinde anlamlıdır. Ayrıca, hipotezler kısmında sistem ile ilgili ifade edilen tüm önermeler için ilgili katsayılar beklenildiği yönde çıkmıştır ( $\beta_0 \neq 0$ ), ( $\beta_1 > 0$ ), ( $\alpha_1 = 1$ ), ( $\alpha_2 < 1$ ), ( $\gamma_0 \neq 0$ ), ( $\gamma_1 \neq 0$ ). Sistemdeki üçüncü denklemde kullanılan otoregresif parametre, Cochrane-Orcutt yönteminin modele bir yansıması olup, muhtemel bir otokorelasyon problemini gidermeye yöneliktir (Fair, 1970).

Oluşturulan hipotezlerin Cass (1965) ve Koopmans (1965) çalışmalarında ifade edildiği gibi geçerli olması ile RCK modelinin 1990:1-2007:4 dönemi için Türkiye’de geçerli olduğu iddia edilebilir. Buna göre elde edilen bulgular aşağıdaki şekilde sıralanabilir.

Kişi başına düşen tüketim harcamalarının değişiminin modellendiği denklemin sabit terimi,  $g$  ile ifade edilen teknolojinin ortalama büyüme oranının ters işaretlisine eşittir. Buna göre,  $\beta_0 = -g = 0.026$  ise  $g = -0.026$  olarak elde edilmektedir. Bu sonuç, teknolojinin 17 yıl boyunca hiç artmaması olarak algılanmamalıdır. Artışlar ve azalışların yaşandığı 1990-2007 döneminde Türkiye ekonomisinde teknoloji ortalama olarak % 2.6 oranında küçülmüştür. Bu sonuç beklentiler dahilindedir. Her ne kadar, yıllar itibariyle teknoloji artış ya da azalışlar gösterse de ortalama olarak teknoloji büyüme oranının negatif çıkması, teknolojide küçülme yaşanan yılların mutlak değer olarak büyüme yaşanan yıllardan daha fazla olduğu sonucu çıkarılabilir.

$(r_t - \rho_t)$  değişkeninin katsayısı beklentiler dahilinde pozitif olarak belirlenmiştir. Bu sonuca göre, sermayenin reel getirisi ile bireylerin iskonto oranı arasındaki fark arttıkça, bireyler tasarrufa yöneliyor, tasarruflar arttıkça, mali kesimde artan likidite krediye dönüşüyor, artan kredi talebi tüketimi hızlandırıyor. Her ne kadar parasal aktarım mekanizmasının birçok kanalında bu akışın tersi ifade edilse de, reel faizden tüketime böyle bir kanal olduğu ileri sürülebilir.

Yatırım (gelir ile tüketim arasındaki fark) birebir oranda, bir sonraki dönemin sermaye stokuna aktarılmaktadır. Bu tespit,  $H_0 : 0.889 = 1$  hipotezinin kabul edilmesi ile ortaya konulmuştur. Bununla birlikte bir önceki dönemdeki sermaye  $(n + g) = 0.009$  oranında azalarak, toplam sermaye stokundaki değişmeyi negatif olarak etkilemektedir. Tüketim denkleminde elde edilen  $g = -0.026$  katsayısı ile  $(n + g) = 0.009$  ifadesi birbirinden çıkarıldığında  $n = 0.035$  gibi bir ifade çıkmaktadır ki bu oran 1990-2007 döneminde meydana gelen ortalama yıllık nüfus büyüme rakamı ile örtüşmektedir (1990-2007 döneminde gerçekleşen 0.03).

Yoğun biçimde ifade edilen Cobb-Douglas üretim fonksiyonunun tahmininden, gelirin sermayeye olan elastikiyetinin 0.70 olduğu anlaşılmaktadır. Bu sonuç, ilk bakışta yüksek olarak görünse de gelişmekte olan ülkeler için doğal bir sonuç olarak karşılanmalıdır. Gelişmekte olan ülkelerde kıt olan üretim faktörü sermaye olduğu için sermayenin üretime sağladığı katkı, diğer üretim faktörü olan işgücünden ( $1-0.70=0.30$ ) daha yüksek olacaktır.

Model tahmininden elde bulgular ışığında, 1990-2007 dönemi için RCK modelinin Türkiye'nin büyüme patikasını temsil ettiği ileri sürülebilir. RCK modelinin Türkiye ekonomisi açısından politika uygulamaları da çok önemlidir. Modeldeki dışsal değişkenler kullanılarak büyüme performansı ileriye yönelik gözlenebilir. RCK modeline göre, sermayenin reel getirisi ile ıskonto oranı arasındaki farktaki meydana gelecek azalışlar, tüketim harcamalarının büyüme hızını azaltacaktır. Tüketime ayrılan pay azaldıkça hanehalkları gelirlerini tasarrufa yöneltecektir. İlgili dönemde yapılan tasarruflar, sermaye birikimine birebir katkıda bulunacak ve sermaye miktarı artacaktır. Kişi başına düşen gelir, sermayenin fonksiyonu olduğuna göre, bu ilişki sonucunda gelirdeki büyüme hızlanacaktır.

### **35. Bir-Adım-İleri Tahmin**

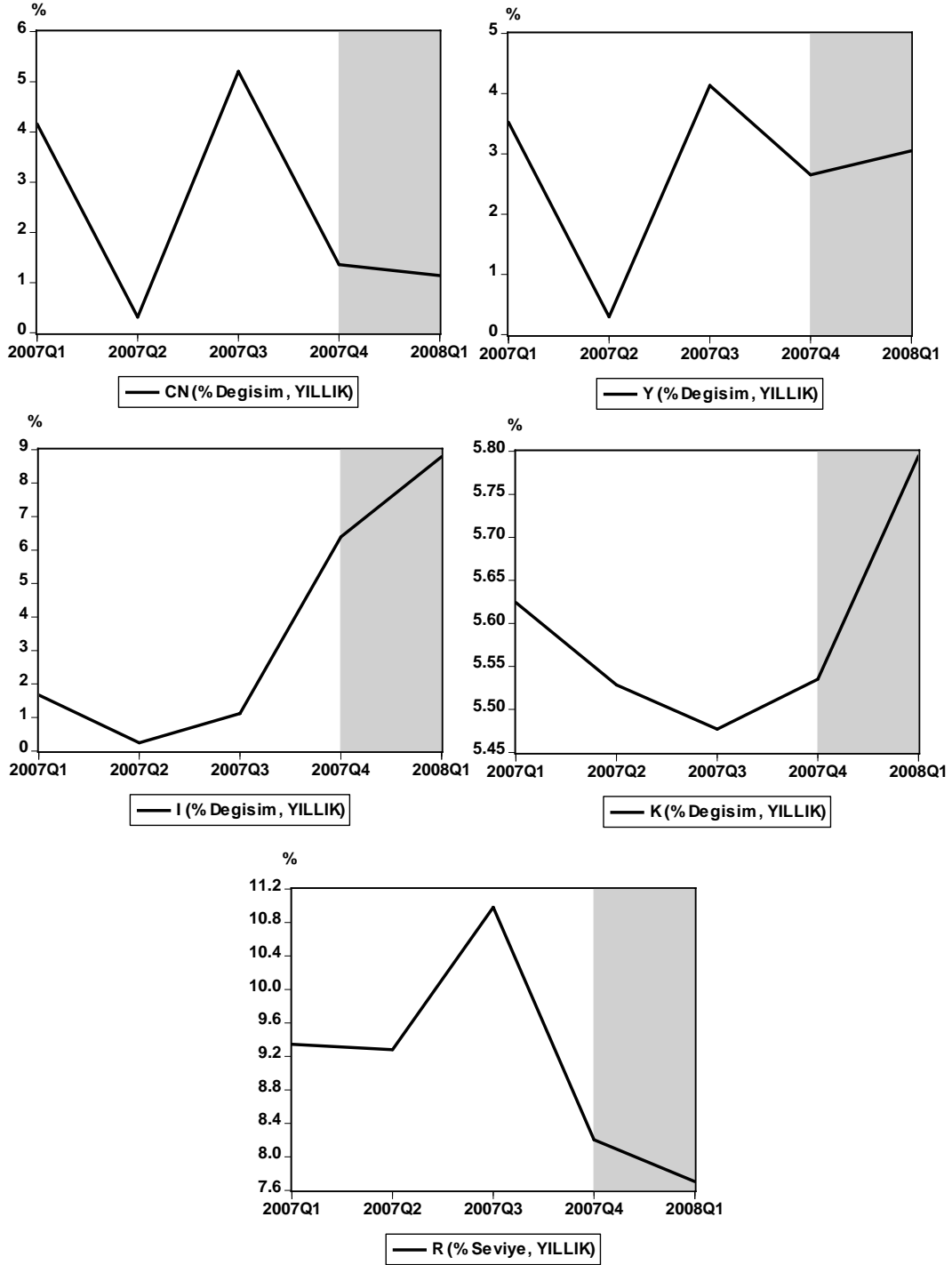
Ex-ante yaklaşım ile içsel değişkenlerin bir dönem sonraki hareketleri ortaya konulduğu bu bölümde, karar vericilerin RCK büyüme modelini benimsemesi durumunda, politika değişkenlerinin içsel değişkenlere etkisi görülmüştür. Nominal politika faizlerinin 2008 birinci çeyreğinde düşürülmesi, reel faiz oranının aynı oranda düşmesine neden olacaktır. İskonto oranının değişmediği varsayımı altında, reel faiz oranındaki bu düşüş;

- Bireylerin gelirlerini tüketim ve tasarruf arasında paylaştığı varsayımı altında, tüketimini azaltan birey, tasarrufunu arttıracaktır. Artan tasarruf da sermaye birikimine birebir katkıda bulunacaktır.

- İndirgenmiş üretim fonksiyonun sermayeye fonksiyon olduğu bilindiğine göre, artan sermaye gelirdeki büyümeyi de hızlandıracaktır.

Bir-adım-ileri tahmin sonuçları Grafik 2’de verilmiştir. Bu bulgular sayısal olarak ele alındığında; 25 baz puanlık faiz indirimi, hanehalkı tüketiminin büyüme oranını % 0.5 oranında azaltmıştır. Tüketimin büyüme oranındaki bu azalış, yatırımları arttırarak sermaye birikimini % 0.3 arttırmıştır. Dolayısıyla büyüme oranında % 0.5 oranında artış gerçekleşmiştir.

**Grafik : 2**  
**Bir-Adım-İleri Tahmin Sonuçları<sup>2</sup>**



<sup>2</sup> Bu tahmin sonuçları, reel faiz oranlarında 25 baz puanlık bir düşüş sonucu elde edilmiştir.

## GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇ

Büyüme literatüründe bir geçiş sürecini ifade eden RCK modelinin en önemli özelliği gelişmekte olan ülkelerde geçerli olmasıdır. Solow modelinin sermayenin büyümeye olan katkısını dışlamış olması ve içsel büyüme teorilerinin büyümenin motoru olarak teknoloji ve buluşları göstermesi, bu tip modellerin sermaye birikimi sürecini tamamlamış ülkeler açısından geçerli olduğu anlamına gelmektedir.

Bu çalışmada 1990-2007 dönemleri arasında gelişmekte olan Türkiye'nin büyüme patikasını tahmini ve bu patikanın özelliklerinin ortaya çıkarılması amaçlanmıştır. Bu amaca yönelik olarak öncelikle Solow (1956) modelinin ve ardından çalışmanın temelini oluşturan Ramsey (1928)-Cass (1965)-Koopmans (1965) modelinin teorik alt yapısı ortaya konmuştur.

Ekonometrik olarak tahmin edilebilecek biçimde yeniden düzenlenen RCK modeli, literatürdeki uygulamaların aksine eşanlı denklem sistemi olarak kurgulanmıştır. VAR modeli ile kıyaslamaya tabi tutulan eşanlı denklem sisteminin en büyük avantajının sistemde dışsal değişkenler barındırarak politika yapıcılara önemli araçlar sağlamasıdır. Model tahmininden önce sistemde kullanılan değişkenlerin zaman serileri özellikleri ortaya konulmuştur. Değişkenlerin doğrusal yapısını bozması muhtemel dış-etkiler ve mevsimsel bileşen arındırıldıktan sonra 2AEKK tahmin yöntemi ile tahmin edilmiştir.

Model tahmininden elde edilen katsayıların tamamının RCK büyüme teorisinin varsayımlarını sağladığı görülmüştür. Buna göre, reel faiz oranı ile iskonto oranı arasındaki farkın, tüketim harcamalarının büyüme oranını pozitif ve anlamlı bir şekilde etkilediği,  $t$  dönemindeki yatırımların  $t+1$  dönemindeki sermayeye bire bir ve istatistiksel olarak anlamlı şekilde katkıda bulunduğu ortaya konmuştur.

Sistem tahmin edildikten sonra, gerek RCK modelinin gerekse tahmin yönteminin öncül varsayımlarının geçerliliği istatistiksel olarak test edilmiştir. Varsayımlarla uyumlu olarak, her bir denklemden elde edilen hata terimleri arasında anlamlı bir korelasyon

bulunmadığı görülmüştür. Böylelikle 2AEKK yönteminin RCK modelinin tahmini için uygun olduğu anlaşılmıştır.

Tüketici tercihleri değişmediği varsayımı altında, reel faiz oranındaki meydana gelen bir düşüşün sermayenin maliyetini düşürdüğü, gelirin tüketim ve yatırım olarak paylaştırıldığı bir ortamda, reel faiz oranındaki düşüşün tüketimi düşürerek yatırımları arttıracaklarını iddia eden Ramsey (1928)-Cass (1965)-Koopmans(1965) modelinde artan yatırımlar, sermaye birikim sürecini de hızlandıracığından, ekonomik büyümeyi arttırıcı bir etki yaratmaktadır.

Reel faiz oranındaki düşüşün, ekonomik büyümeyi arttırıcı etkisi Türkiye gibi sermaye stoğu yeterince fazla olmayan ülkelerde sermaye birikim sürecini hızlandırarak, tüketimin azaltılmasına neden olabileceği düşünülebilir.

Elde edilen bulgular genel olarak değerlendirildiğinde 1990-2007 dönemi için RCK modelinin Türkiye ekonomisinin büyüme sürecinin, reel faiz oranındaki düşüşler ile pozitif olarak etkileneceği, ancak bu büyümenin tüketim kanalı ile değil yatırım kanalı ile gerçekleştiği iddia edilebilir.

**YARARLANILAN KAYNAKLAR****a. Kitaplar**

BARRO, J. Robert.

SALA-i-MARTIN, Xavier. : Economic Growth, 1<sup>st</sup> edition, MIT Press, 1998.

CHIANG, Alpha C.

: Fundamental Methods of Mathematical Economics, Third Edition, McGraw-Hill, New York, 1984.

DIXIT, Avinash.

: Optimization in Economic Theory, Second Edition, Oxford University Press, New York, 1990.

FAVERO, Carlo.

: Applied Macroeconometrics, Oxford University Press, New York, 2001.

HICKS, John.

: A Contribution to the Theory of the Trade Cycle, Clarendon Press, Oxford, 1950.

JOHNSTON, J.

DINARDO, J.

: Econometric Methods, 4th edition, McGraw-Hill, New York, 1997.

PHELPS, Edmund S.

: Golden Rules Economic Growth. New York: W. W. Norton, 1966.

ROMER, David.

: Advanced Macroeconomics, New York: McGraw-Hill , 1996.

SALTER, W. E. G.

: Productivity and Technical Change, Cambridge University Press, London, 1969.



SANLI, A. : Yeni İçsel Büyüme Teorileri ve Türkiye Ekonomisinin Büyüme Dinamiklerinin Analizi, Basılmamış Doktora Tezi, ÇÜ-SBE, Adana, 1998.

SAYGILI, Ş.  
CIHAN, C. : Türkiye Ekonomisinin Büyüme Dinamikleri , TÜSİAD, 2008.

### **b. Makale ve Bildiriler**

BLOMSTROM, M.  
LIPSEY, R.E.  
ZEJAN, M. : “Is Fixed Investment the Key to Economic Growth?”, **Quarterly Journal of Economics**, 111, (1996), pp. 269-276.

BOSKIN, M. J.  
LAU, L. J. : “Capital, Technology and Economic Growth” içinde Rosenberg, ve diğ. (der.), **Technology and the Wealth of Nations**, (1992), pp. 17-55.

BULUTAY, T. : “Employment, Unemployment and Wages in Turkey”, içinde **Investment and the Labour Market in Turkey: Bildiriler Kitabı**, 1995 (a), Devlet İstatistik Enstitüsü, Ankara.

BULUTAY, T. : “Investment as the Fundamental Force of Development” içinde **Investment and the Labour Market in Turkey: Bildiriler Kitabı**, 1995 (b), Devlet İstatistik Enstitüsü, Ankara.

- CALDERON, C.  
EASTERLY, W.  
SERVEN, L. : “Infrastructure Compression and Public Sector Solvency in Latin America” içinde W. Easterly ve L. Serven (der.) **The Limits of Stabilization Infrastructure, Public Deficits, and Growth in Latin America**, (2003), World Bank, Washington, USA.
- CASS, David. : “Optimum Growth in an Aggregative Model of Capital Accumulation” **Review of Economic Studies**, 32, (1965), pp. 233-240.
- CASELLI, Francesco.  
VENTURA, Jaume. : “A Representative Consumer Theory of Distribution”, **American Economic Review**, 90(4), (2000), pp. 909-926.
- COLECCHIE, A.  
SCHREYER, P. : “The Contribution of Information Aid Communication Technologies to Economic Growth in Nine OECD Countries”, **OECD Economic Studies**, 34, (2002), pp. 154-171.
- CHEN, C.  
LUI, L. : “Forecasting Time Series with Outliers”, **Journal of Forecasting**, Vol.12, pp. 13-35.
- DE LONG, J. Bradford,  
SUMMERS, Lawrence H. : “Equipment Investment and Economic Growth: How Strong is the Nexus?” **Brookings Papers on Economic Activity**, no. 2, (1992) pp. 157-211.

- DE VITA, Giuseppe. : “Capital Accumulation, Interest Rate, and the Income-Pollution Pattern. A Simple Model, **Economic Modelling**, 25(2), (2008), pp. 225-235
- DOMAR, Evsey D. : “Capital Expansion, Rate of Growth, and Employment.” **Econometrica**, 14, (1946), pp. 137-147, içinde **Stiglitz and Uzawa** (1969).
- GÓMEZ, V.  
MARAVALL, A. : “Programs TRAMO (Time Series Regression with ARIMA Noise, Missing Observations and Outliers) and SEATS (Signal Extraction in ARIMA Time Series), Instruction for the User”, **Bank of Spain Working Paper**, 9628, (1996).
- GRANGER, C. W. J.  
NEWBOLD, P. : “Spurious Regression in Econometrics”, **Journal of Econometrics**, 2, (1974) , pp. 111-120.
- HARROD, R. F. : “An Essay in Dynamic Theory”, **Economic Journal**, (1939) , Vol. II pp. 14-33.
- INADA, Kenichi. : “Some Structural Characteristics of Turnpike Theorems” **Review of Economic Studies**, 31, (1964), pp. 43-58.

- KALDOR, Nicholas. : “Capital Accumulation and Economic Growth”, içinde F.A. Lutz, D.C. Hague,(der.) **The Theory of Capital**, (1961), pp. 177-222, St. Martin’s Press, New York.
- KING, R.G.  
LEVINE, R. : “Capital Fundamentalism, Economic Development and Economic Growth”, **World Bank Policy Research Working Paper**, no: 1285, (1994).
- KING, Robert G.  
REBELO, Sergio : “Public Policy and Economic Growth: Developing Neoclassical Implications” **Journal of Political Economy**, 98(5), (1990), pp. 126-150.
- 
- \_\_\_\_\_ : “Transitional Dynamics and Economic Growth in the Neoclassical Model”, **American Economic Review**, 83(4), (1993), pp. 908-931.
- KOOPMANS, Tjalling C. : “On the Concept of Optimal Economic Growth”, (1965) içinde **Economic Approach to Development Planning**, Amsterdam: North Holland.
- LAIBSON, David. : “Golden Eggs and Hyperbolic Discounting”, **Quarterly Journal of Economics**, CXII (2), (1997), pp. 443-477.

- LEVINE, R.  
RENELT, D. : “A Sensitivity Analysis of Cross-country Growth Regressions”, **American Economic Review**, 82 (4), (1992), pp. 943-963.
- LIGHTHART, J. E. : “Public Capital and Output Growth in Portugal: An Empirical Analysis”, **IMF Working Paper**, (2000), WP/00/11.
- LITINE, Anastasia.  
PALIVOS, Theodore. : “The Behaviour of the Saving Rate in the Neoclassical Optimal Growth Model”, **Discussion Paper Series**, (2008), No:5, Department of Economics, University of Macedonia.
- LOEWENSTEIN, George.  
PRELEC, Drazen. : “Anomalies in Intertemporal Choice: Evidence and an Interpretation”, **The Quarterly Journal of Economics**, 107(2), (1992), pp. 573-597.
- LUCAS, Robert J. : “On the Mechanics of Economic Development”, **Journal of Monetary Economics**, 22, (1988), pp.3-42.
- MALIAR, Lilia.  
MALIAR, Serguei. : “Indeterminacy in a log-linearized neoclassical growth model with quasi-geometric discounting”, **Economic Modelling**, 23(3), (2006), pp. 492-505.

- MADDISON, Angus. : “Explaining the Economic Performance of Nations, 1820-1989”, (1994), içinde W. J. Baumol, R. R. Nelson ve E. N. Wolff (der.), **Convergence of Productivity**, pp. 20-61, Oxford University Press, New York, 1994.
- PESARAN, H.M.  
SHIN, Y.  
SMITH, R. J. : “Bounds Testing Approaches to the Analysis of Long Run Relationships”, **Journal of Applied Econometrics**, 16, (2001), pp. 289-326.
- RAMSEY, F. P. : “A Mathematical Theory of Saving.” **Economic Journal**, 38, (1928) pp. 543-559, Reprinted in Stiglitz and Uzawa (1969).
- RAPPAPORT, Jordan M. : “A Bottleneck Capital Model of Development”, **FRB of Kansas City Working Paper**, No. 01-10, (2006).
- ROMER, Paul M. : “Endogenous Technological Change”, **Journal of Political Economy**, 98(2), (1990), pp.71-102.
- THALER, Richard H. : “Some Empirical Evidence on Dynamic Inconsistency”, **Economic Letters**, 8(3), (1981), pp.201-207.

SAYGILI, Ş.

CİHAN, C.

YURTOĞLU, H.

: “Türkiye Ekonomisinde Sermaye Birikimi, Verimlilik ve Büyüme (1972-2003): Uluslararası Karşılaştırma ve AB’ye Yakınsama Süreci (2014)”, **TÜSİAD Araştırma Raporları Serisi**, (2005), İstanbul.

SOLOW, Robert M.

: “A Contribution to the Theory of Economic Growth”, **Quarterly Journal of Economics**, 70 (1956) pp. 65-94, Reprinted in Stiglitz and Uzawa (1969).

STOCK, James H.

WATSON, Mark W.

: “Business Cycle Fluctuations in U.S. Macroeconomic Time Series”, **NBER Working Paper** No. W6528, (1998).

STURM, J.

JACOBS, J.

GROOTE, P.

: “Output Effects of Infrastructure Investment in the Netherlands, 1853-1913”, **Journal of Macroeconomics**, 21 (2), (1999), pp. 355-38.

SWAN, T. W.

: “Economic Growth and Capital Accumulation.” **Economic Records**, 32, (1956), pp. 334-361. Reprinted in Stiglitz and Uzawa (1969).

- TRIMBORN, Timo. : “Anticipated Shocks in Continuous-time Optimization Models: Theoretical Investigation and Numerical Solution”  
**Diskussionspapiere der  
Wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät  
der Universität Hannover**, dp-363, (2007).
- WISCH, R. R.  
HOPPE, K. R. S. : “Consumption Paths under Prospect Utility in an Optimal Growth Model”, **NCCR FIN RISK Working Paper**, No. 237, (2005), University of Zurich.
- YAMAK, R.  
KOÇAK, N.A. : “Bilgi Teknolojisi Harcamalarının Ekonomik Büyüme Üzerine Etkileri :1993-2005”, **Journal of Knowledge Economy and Knowledge Management**, Vol: II, (2007).



## ÖZGEÇMİŞ

Necmettin Alpay KOÇAK, 30.12.1983 tarihinde Yozgat'ta doğdu. 1990-1997 yıllarında Hırka-i Şerif İlköğretim Okulu/İstanbul'da ilköğretimini, 1997-2001 yılları arasında Eyüp Otakçılar Süper Lisesi/İstanbul'da orta öğretimini tamamladı. 2001 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Ekonometri Bölümü'nü kazandı. 2005 yılında bölümü birincilikle bitirdi. Aynı yılda Karadeniz Teknik Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ekonometri Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans programını kazandı. 2005-2006 yılları arasında aynı enstitüde araştırma görevlisi olarak görev yaptı. 2006 yılında Türkiye İstatistik Kurumu/ANKARA'da uzman yardımcısı olarak göreve başladı. Halen aynı görevini sürdürmekte ve ülkemizin Avrupa Birliği ile yürüttüğü PHARE projesi kapsamında Mevsimsel Düzeltme Çalışma Grubuna araştırmacı olarak destek vermektedir.

KOÇAK evli olup İngilizce bilmektedir.