

EĞİTİM VE EKONOMİK BÜYÜME : SOLOW-SWAN MODELİ

Nedim DİKMEN

Karadeniz Teknik Üniversitesi, Giresun İ.İ.B.F., İktisat Bölümü, Yardımcı Doçent Dr.

EDUCATION AND ECONOMIC GROWTH: THE SOLOW-SWAN MODEL

Abstract: In this research survey, in the Solow-Swan economic growth model, we consider education to incorporate a factor that affects labor. We assume this factor is necessary for the labor quality and productivity increase. Increases of the education level effects labor quality and rise labor and capital productivity. Consequently, increasing productivity causes increases of the produced goods and service quantity and real GNP with time. For this reason, Government must apply an educational activity during work time that provides to reach the contemporary knowledge level and increase the economic growth. We use the Solow-Swan model to assess the effects of the education on the long run growth rate of the output per worker when this differs from the exogenously given level as a foreign factor of the educational politics applied. Our model also assumes that the labor amount increases n rate because of the population rise and the production technology that isn't changed.

Keywords: Education, Economic Growth, Efficiency of Labor, Solow-Swan Model, Effective Labor

EĞİTİM VE EKONOMİK BÜYÜME: SOLOW-SWAN MODELİ

Özet: Bu araştırmada Solow-Swan ekonomik büyüme modelinde, eğitimin emek faktörüne etkili bir faktör olduğu düşünülmüştür. İşgücü kalitesi ve verimlilik artışı için bu faktörün zorunlu olduğu farz edilmiştir. Eğitim seviyesinin yükselmesi işgücü kalitesini etkilemekte, emek ve sermaye verimliliğini artırmaktadır. Dolayısıyla, verimlilik artışı, üretilen mal ve hizmet miktarının ve reel GDP'nin zaman içerisinde artmasına neden olmaktadır. Bu nedenle hükümetler büyümeyi hızlandırmak için, iş başında eğitim faaliyetlerini ve toplumun, çağdaş bilgi düzeyine ulaşmasını sağlayan bir eğitim politikası izlemelidir. Eğitimin, dış etkilere bağlı olarak büyümesi belirli seviyeden farklı olduğu zaman, her bir işçi çıktısının uzun dönem büyüme oranı üzerine etkileri Solow-Swan modeli kullanılarak açıklanmıştır. Modelde, emek miktarının nüfus artışı nedeniyle n oranında arttığı ve üretim teknolojisinin değişmediği varsayılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Eğitim, İktisadi Büyüme, Emeğin Etkinliği, Solow-Swan Modeli, Etkin Emek

I. GİRİŞ

Beşeri bir sermaye olarak tanımlanan eğitimin sosyal ve ekonomik hayatta önemli bir rolü vardır. Oldukça becerili işgücüne sahip bir ekonomi, çoğu kişinin okur yazar bile olmadığı bir ekonomiye göre çok daha verimli olacaktır. Yeni ekonomi kavramı olarak ifade edilen "bilginin elde edilmesi, işlenmesi ve dağıtım süreçleri" geçen on yıllık zaman içerisinde küreselleşme ve iletişim teknolojilerini daha anlamlı hale getirmiş, eğitim tüm toplumlar için zorunlu bir amaç ve araç olarak daha da önemli olmuştur. Gelişmiş ülkelerde iktisadi büyüme ve verimlilik düzeylerindeki artışın enformasyon ve iletişim teknolojilerinde ortaya çıkan gelişmelere paralel olarak, eğitim seviyesinin de çok yüksek olmasından kaynaklandığı bilinmektedir. Ayrıca ampirik çalışmalar verimlilik artışı ile beşeri sermaye arasında sıkı bir ilişki olduğunu göstermektedir. Bu nedenle hükümetler büyümeyi hızlandırmak için, iş başında eğitim faaliyetlerini ve toplumun, çağdaş bilgi düzeyine ulaşmasını sağlayan bir eğitim politikası izlemelidir. Ayrıca hükümetler bilimsel ve teknik düzeydeki araştırma-geliştirme faaliyetlerini desteklemek suretiyle, beşeri sermayenin daha hızlı büyümesine

yardımcı olmalıdır [1]. Makroekonomik gelişme performansının artırılması için siyasal iktidarlar eğitim düzeyini artırıcı her türlü girişimi desteklemeli ve bu yöndeki kamusal harcamalara önem vermelidir. Eğitim ülkelerin refah düzeyi ve iktisadi büyümesi üzerinde etkilidir. Bir ülkede uzun dönemde ulusal refah düzeyi ekonomik büyüme oranına bağlıdır. Bazı araştırmacılar ve ekonomistler açısından bu konu, son yıllarda daha da ilgi çekici hale gelmiştir.

Eğitim düzeyinin artması işgücünün kalitesi, verimlilik ve çalışma performansını yükseltebilir, böylece aynı miktarda sermaye ve emek ile daha fazla üretilmesine neden olur. Eğer etkin emeğin artmasıyla (effective labor, $x.L$) çalışma çıktıları yükseliyorsa, bunun ekonomik büyüme üzerindeki etkileri nasıl olacaktır? Gerçekten eğitimin bir sonucu olarak çalışma performansı yükseliyorsa, bunun emeğe olan etkisi, verimlilik süreci üzerinde açıkça görülecektir. Verimlilik artışı üretim artışına yol açacak ve bu durum genel olarak makroekonomik açıdan büyüme üzerinde etkili olacaktır.

II. LİTERATÜR

İktisat literatüründe büyüme ve gelişme kavramlarının çok yaygın olarak kullanıldığı bilinmektedir. Makro iktisatta iktisadi büyümenin nasıl ortaya çıktığı ekonomistler açısından bir merak konusudur. Adam Smith ve David Ricardo'dan beri ekonomistler ekonomik büyüme ve büyümenin nedenleriyle ilgilenmişlerdir. Ancak ilk ekonomik büyüme teorileri 1950-1960'lı yıllarda geliştirildi. Bir ekonomide emek ve sermaye verimliliği arttıkça toplam çıktı düzeyi de artacak, böylece zaman içinde reel GDP'de artacaktır. Amerikalı iktisatçı Solow [2] ve Swan [3] tarafından geliştirilen iktisadi büyüme modeli günümüzde *neoklasik büyüme modeli* olarak bilinmektedir. Bu konuda optimal ekonomik büyümeyle ilgili uygulamalı model çalışmaları Koopmans [4] ve Cass [5] ile devam etmiştir.

Romer [6,7], Lucas [8]'in içsel ekonomik büyümeyle ilgili çalışmaları iktisat literatüründe önemli çalışmalar olarak yer almıştır. Barro ve Sala-i-martin [9], neoklasik büyüme modellerinin temel özelliklerini kullanarak fakir ülkelerin zenginleşmesi için ampirik çalışmalar yaptılar. O'Neill'in okullaşma kayıtlarını kullanarak yaptığı eğitim-büyüme ilişkisini inceleyen *ülkeler-arası* çalışması ise, az gelişmiş ülkelerin, sayısal manada okullaşma ve eğitim alanında, diğer gelişmiş devletlerle olan açığı son zamanlarda giderek kapattığını tespit etmiştir. Ancak söz konusu ülkelerin hala eğitimden elde ettikleri getiri açısından gelişmiş ülkelerin çok gerisinde olduğu gerçeği de vurgulanmıştır [10]. Ancak eğitimin üretime ve iktisadi büyümeye etkileri açısından az gelişmiş ülkelerde bazı sorunlar yaşanmaktadır, bunlardan birincisi eğitimin kalite itibarıyla gelişmiş ülkelerin çok gerisinde olması, ikincisi sermaye kıtlığı ve diğer bir sorun Türkiye dahil birçok gelişmekte olan ülkelere gelişmiş ülkelere doğru önemli miktarlarda beyin göçü akışının olmasıdır.

Büyüme ve eğitim ilişkisiyle ilgili son yıllarda yapılan çalışmalar Barro [11,12,13] ve Wilber [14] tarafından yapılanlardır. Bu çalışmalarda üretim faktörlerinden fiziksel sermaye yanında insan sermayesinin de ekonomik büyümede çok etkili bir faktör olduğu dikkate alınarak neoklasik büyüme modelleri genişletilmiştir. Barro'ya göre ilave bir yıllık eğitim düzeyinin iktisadi büyümeyi % 0.44 oranında arttırdığı tespit edilmiştir. Böylece son 40 yıllık süreç de eski ve yeni büyüme teorileri karşılaştırıldığında birbirini daha fazla tamamlayıcı hale gelmiştir. Sab ve Smith [15]'e göre gelişmekte olan ülkelerin bir çoğunun eğitilebilir genç nüfusa sahip olduğu, dolayısıyla bu nüfusun eğitilmesi halinde söz konusu ülkelerin gelişmiş ülkeleri kolaylıkla yakalayabilecekleri de vurgulanmaktadır.

Ülkemizde, eğitim ve ekonomik büyüme

ilişkisiyle ilgili olarak yapılan çalışmalarda, Karagül [16], Beşeri sermaye ve iktisadi büyüme ilişkisini incelemiştir. Karagül'e göre son yıllarda klasik üretim faktörlerine ilave olarak beşeri sermayenin öneminin artması ekonomik büyüme ve gelişme politikalarının yeniden ele alınmasına neden olmuştur. Tansel ve Güngör [17]'e göre üretime katılan kişinin sahip olduğu ve genel anlamda insanın niteliğini vurgulayan *bilgi, beceri, tecrübe ve dinamizm* gibi pozitif değerler, *beşeri sermaye* olarak kabul edilmektedir. Eğitim beşeri sermayenin oluşumunu ve evrimini sağlayan en önemli faktördür. Toplumsal eğitim düzeyinin artması ekonomik faaliyetlerdeki rasyonelliği artırmakta ve iktisadi büyüme daha hızlı olmaktadır. Kibritçioğlu [18]'nin çalışmasında "İktisadi Büyümenin Belirleyicileri ve Yeni Büyüme Modellerinde Beşeri Sermayenin Yeri" ortaya konularak, eğitimin üretim ve iktisadi büyüme açısından önemi vurgulanmıştır.

Bu çalışmada, Teorik olarak Solow-Swan ekonomik büyüme modelinde, eğitim düzeyinin dış bir faktör olarak emek faktörünü etkilediği düşünülmüştür. Eğitim seviyesinin yükselmesi işgücü kalitesini etkilemekte ve verimlilik artışına yol açmaktadır. Dolayısıyla verimlilik artışı, üretilen mal ve hizmet miktarının ve reel GDP'nin zaman içerisinde artmasına neden olmaktadır. Bu nedenle hükümetler büyümeyi hızlandırmak için, iş başında eğitim faaliyetlerini ve toplumun çağdaş bilgi düzeyine ulaşmasını sağlayan bir eğitim politikası izlemelidir. Eğitim kişilerin hem kendi geleceğini hem de toplumun geleceğini etkileyen önemli bir faktördür. Son yıllarda iktisadi gelişmelerin safi fiziki sermaye ile açıklanması mümkün değildir, Fiziki sermaye ile insan sermayesinin uyumlu hale gelmesi ekonomik büyüme ve çağdaş gelişmenin bir ölçüsü olarak görülmektedir.

III. TEORİK DÜŞÜNCE VE MODEL

Tek bir mal ve iki faktörlü bir dünya düşünülürse, bir malın üretilmesi için sermaye K, ve emek L, faktörleri kullanılır. Emek üretimin temel ögesidir, İnsan fiziki ve zihni yeteneği ile üretimin yapılmasını sağlar. Emek faktörü o ülkenin faal nüfusundan (15-65 yaşlar arası) askerler, öğrenciler ve çalışamayacak derecede hasta ve sakat olanların çıkarılmasıyla bulunur. Üretim süreci sonucu elde edilen çıktılar emek ve sermaye faktörlerinin belli bir oranda bileşimi sonucu gerçekleşir. Çıktılar Y, ya direkt olarak tüketilir, ya da sermaye malı olarak üretim işlemlerinde kullanılır.

Kullanılan faktör miktarı ile üretim miktarı arasındaki ilişkinin matematiksel gösterimi üretim fonksiyonu olarak ifade edilir. Bir ekonominin üretim fonksiyonu, toplumda ne miktarda girdi (input) kullanılarak ne kadar çıktı (output) elde edilebileceğini gösteren teknik ilişkinin belirlenmesine yarayan bir fonksiyondur [19]. Klasik iktisadi teoriye göre toplam

üretim fonksiyonu aşağıdaki biçimde ifade edilir.

$$Q = f(K, L) \quad (1)$$

Eşitlikte yer alan Q terimi n sayıda işletme tarafından belirli bir dönemde üretilen maksimum çıktı miktarını gösterir. K, L faktörleri ise toplam sermaye ve emek miktarlarını gösterir. Bir ekonomide toplam üretim (Q), reel ulusal gelire (Y) özdeş kabul edildiğinden, toplam hasıla düzeyi $Y = f(K, L)$ şeklinde yazılabilir.

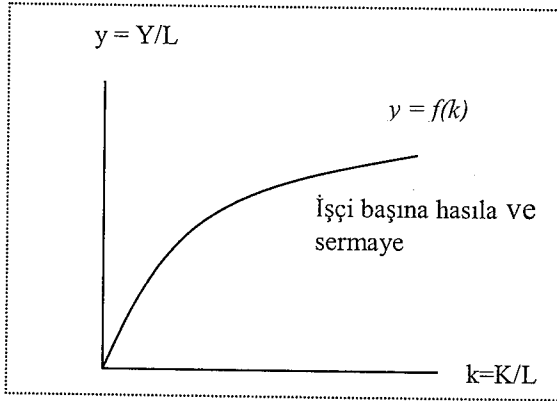
Solow büyüme modelinde girdilerin ölçeğe göre sabit getiri varsayımı altında 1/L oranında arttığı kabul edilir. Bu düşünceyle toplam üretim fonksiyonu aşağıdaki gibi yazılır.

$$Y/L = F(K/L, 1) \quad (2)$$

$$Y/L = F(K/L) \quad (3)$$

$$y = f(k) \quad (4)$$

(4) no.lu denkleme göre, işçi başına çıktı ($y=Y/L$), işçi başına sermayeye ($k=K/L$) bağlı olarak değişir. Bu durum Şekil.1'de gösterilmiştir.



Şekil.1. Solow Modelinde İşçi-Kişi Başına Üretim Fonksiyonu

Şekil.1 de görüldüğü gibi işçi başına sermaye arttığı zaman işçi başına hasıla da artmaktadır, ancak modelde toplam üretim fonksiyonunun *azalan verimler kanununa* tabi olduğu, sermayenin ve emeğin marjinal ürününün ($MP_K = \Delta Y/\Delta K$, $MP_L = \Delta Y/\Delta L$) giderek azaldığı görülür. Solow büyüme modelinde sermayenin çıktı üzerindeki etkileri yanında, çıktının sermaye birikimi üzerindeki etkileri de dikkate alınır.

Kibritleoğlu'na göre, Neo-Klasik Büyüme Teorisinin çıkış noktasını Solow (1956) ve Swan (1956)'ın çalışmaları oluşturmakta ve teori şu varsayımlara dayanmaktadır [18] :

- Modelde ölçeğe göre getiriler sabittir (azalan verimler kanunu)
- Bağımsız bir yatırım fonksiyonu bulunmaktadır.
- Faktörler arası ikame olanaklıdır.
- Sermayenin marjinal verimliliği azalmaktadır.
- Nüfus dışsal olarak belirlenen sabit bir hızla büyümektedir.
- Devlete ekonomik hayatta sınırlı bir rol verilmiştir.

Solow-Swan ekonomik büyüme modelinde nüfus ve üretim teknolojisinin dış etkilere bağlı olarak değişmediği varsayımı benimsenmiştir. Düşünülenlerin aksine teknolojik gelişmeler emek faktörünü etkiler [20].

İktisadi büyümede en önemli rolü bulunan üç değişken sırasıyla sermaye birikmesi, nüfus artışı ve teknolojik gelişmedir [21]. Diğer yandan emeğin kalitesi de çok önemlidir, iyi beslenmiş sağlıklı insanlarla, hasta ve güçsüz insanların üretime katkısı bir değildir. Ayrıca eğitilmiş insanlarla, eğitilmemiş insanların teknoloji ve çalışma süresi aynı olsa bile verimlilikleri ve toplam çıktıları farklı olacaktır. Modelde dış bir faktör olarak eğitim düzeyinin (x faktörü olarak) emek L, faktörünü etkilediği düşünülmüştür. Sonuç olarak s ile ifade edilen eğitim düzeyinin artması büyüme oranını da artırdığı varsayılmıştır. Model de daha basit olarak teknolojik gelişme ve diğer faktörlerin emeğe olan etkileri yok farz edilmiştir. x faktörünün çalışmayı teşvik ettiği ve işgücü verimliliğini artırdığı düşünülmüştür. Böylece aynı miktarda sermaye ve emek ile daha fazla çıktı üretilmesi sağlanır. Bu artış etkin emeğin miktarının artmasından kaynaklanır. Bu nedenle toplam çıktı fonksiyonu ;

$$Y = F(K, xL) \quad (5)$$

olacaktır, böylece modelde L ve x'in uygulanan politikalara bağlı olarak n ve g(s) oranında değiştiği varsayılırsa:

$$L_t = L_0 e^{nt}, \text{ ve } x_t = x_0 e^{g(s)t} \quad (6)$$

Emeğin bütününe etki sayısı $x_t L_t$ eğitim faktörü nüfus artışı nedeniyle n oranında arttığı hesaba katılarak değerlendirilirse, etkin emeğin n + g(s) oranında büyüdüğü varsayılacaktır. g(s) fonksiyonunun x faktörü içindeki özellikleri tahrik ettiği farz edilirse, Bu şekilde:

$$* x_t(s) > 0, \forall s$$

$$* \lim_{s \rightarrow +\infty} x_t(s) = 0$$

* Dış etkilere bağlı sabitler $\mu > 0$ olarak oluşur ve her bir t dönemi için $x_t(s)$ fonksiyonunun maksimum noktada durağan olduğu varsayılmaktadır.

Belirli ve sade bir yapı için g fonksiyonunun $g(s) = -(s - \mu)^2$ olacağı farz edilmiştir. Modelde toplam çıktı düzeyi Y, tüketim (C) ve yatırım (I) toplamlarına eşit olacaktır.

$$F(K, xL) = (C + I) \quad (7)$$

ek olarak, modelde sermayenin sabit olduğu ve (K) değerinin değişmediği kabul edilirse $K = I$ olacaktır. Solow düşüncesine göre toplam çıktılar $0 < \rho < 1$ oranındaki kısmı yatırım yapılmaktadır. Öyleki:

$$K_t = \rho Y_t \text{ olacaktır.} \quad (8)$$

Bir birim emek başına sermaye stoku $k = \frac{K}{xL}$ ve birim emek başına çıktı düzeyi $y = \frac{Y}{xL}$ olur, k değişkeninin evrimi yeniden yazılırsa,

$$k_t = \rho y_t - (n + g(s))k_t \quad (9)$$

fakat, $y_t, \frac{F(K_t, x_t L_t)}{x_t L_t}$ olarak yeniden yazılabilir. Bu

fonksiyon F fonksiyonunun sıfır dereceli türdeşliğinden dolayı, y_t aynı zamanda $F(K_t, 1)$ 'e eşittir. $F(K_t, 1)$ fonksiyonu $f(k_t)$ olarak tanımlanrsa, solow denkleminde hareketle asıl fonksiyon :

$$k_t = \rho f(k_t) - (n + g(s))k_t \quad (10)$$

olur. Üretim fonksiyonu $f(k_t)$ 'de standart neo-klasik özelliklerin hepsinin olduğu inanılır.

Öyle ki:

* hepsi için

$$k \in [0, \infty], f(0) = 0; f'(k) > 0; f''(k) < 0 \text{ ve,}$$

$$* \lim_{k \rightarrow 0} f'(k) = \infty \text{ ve } \lim_{k \rightarrow \infty} f'(k) = 0 \text{ olur.}$$

III.1. Durağan Durum Analizi

Şekil.2'de işçi başına yatırım ve yıpranma doğrularının kesiştikleri noktaya tekabül eden, işçi başına üretimin değişmediği duruma solow büyüme modelinde **durağan durum (steady state)** denir. k_μ^* ve y_μ sırasıyla durağan durum işçi başına sermaye düzeyini ve durağan durum işçi başına çıktı düzeyini belirtir. $k_t = 0$ olduğu zaman kapitalin etkilediği emek oranı sabittir. Öyle ki $(n+g(s))$ etkin emek gücüyle birlikte sermaye düzeyinin de genişlemesi gerekir. f fonksiyonunun özelliklerinden $k^* = 0$ olduğu kolaylıkla gösterilebilir. Sermaye stok düzeyinin $k^* > 0$ olması durumunda,

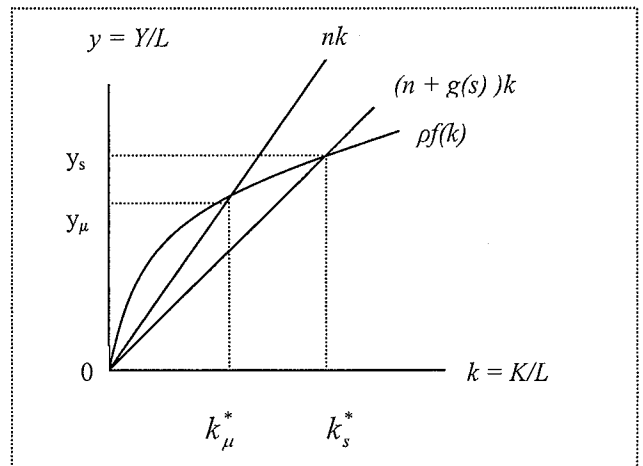
$$\rho f(k^*) = [n + g(s)]k^* \text{ olur} \quad (11)$$

Ekonomik bir bakış açısından eski durum ilginç değildir. Öyle ki, ikisinden sonuncusu $k^* > 0$ olarak verilen sermaye stoklarına tam manasıyla yoğunlaşabiliriz. Bununla beraber ifade edilen düzeyde oluşan etkin emek gücü oranı tam anlamıyla pozitif olur, Bu şekilde;

$$n + g(s) > 0 \quad (12)$$

s 'lerin hepsinden yola çıkarak geçmiş farklılığın S ile gösterilmesi doğrudur. Mevcut durumu saptamak için D açık bir aralıktır. $\left[\mu - \sqrt{n, \mu} + \sqrt{n} \right]$. Olarak ifade edilir.

Denklem (11) ve g(s), durağan durum da minimum sermaye düzeyinde oluşanları ifade eder ve durağan durum işçi başına sermaye düzeyi k_μ^* ile gösterilir. Bu değere eğitim seviyesi eşitliği μ olduğu zamanda ulaşılır. Bu minimum düzey (11) ve g(s) = 0 olduğuna inanmak için gereklidir. Bu durum, alttaki şekilde görülebilir.



Şekil.2. Durağan Durum

Eğer D eğitim düzeyi sınırsızsa, $n+g(s)$ 'nin eğimi azalarak sıfıra yaklaşacak, sıçrama olmaksızın durağan durumdaki yükselme k_s^* sermaye düzeyini gösterecektir. Bu şekilde,

$$\lim_{s \rightarrow F \setminus D} k_s^* = +\infty$$

olduğu görülür.

Şekil.2 de $(n+g(s))k$ doğrusu nüfus artışının ve eğitim seviyesindeki ilerlemenin etkin işçi başına sermaye düzeyi üzerindeki etkisini temsil eder. Şekilde görüldüğü gibi ekonomi $pf(k)$ işçi başına yatırım eğrisi ile $(n+g(s))k$ doğrusunun kesiştiği noktada durağan durumdadır. Durağan durumda toplam çıktının $(n+g(s))$ oranında artarken, nüfusun-işçi sayısının n kadar artması, durağan durumda işçi başına çıktının $g(s)$ eğitimdeki gelişme hızı kadar arttığı (yaşam düzeyinin her yıl g kadar yükseldiği) anlamına gelir. Dolayısıyla Solow modelinde işçi-kiş başına çıktıda ortaya çıkan sürekli artışın kısaca iktisadi büyümenin nedeni, Eğitim seviyesindeki ilerlemedir.

Ekonomi için bu iyi midir? Bu soruyu daha sonra cevaplayacağız. Durağan durumda etkin emekle ilişkili sermaye stokları sabittir. Aynı şekilde etkin emekle ilişki içindeki iç gayri safi çıktılar sabittir. Bu k 'ya bağlı bir

fonksiyondur. Böylece, $\gamma_y = \frac{\bar{y}}{y} = 0$ olur. Tüketim c

içinde aynı şekilde, y 'nin bir kesiri olarak bu sabittir.

Diğer yandan, $\gamma_c = \frac{\bar{c}}{c} = 0$ durağan durum içinde bütün

değişkenler (Eğitim seviyesinin uyarısı ve etkin emek) sabittir ve onların oranının sıfır olması gerekir.

Buna göre uzun dönemde, etkin emek birimi başına sermaye ve hasıla sabit bir düzeye ulaşır. Diğer bir ifadeyle, ekonominin durağan durumu, etkin emek birimi başına hasıla ve sermayenin sabit olduğu durumdur. Bu ise, durağan durumda hasıla (Y)'nin etkin işgücü (xL) ile aynı oranda büyüdüğünü belirtir. Etkin emek miktarı $(n+g(s))$ oranında büyüdüğü için, durağan durumda toplam hasıladaki büyüme de $(n+g(s))$ 'ye eşit olur. Sonuç olarak, durağan durumda hasılanın büyüme oranı nüfus artış oranı ile eğitim seviyesindeki ilerleme oranının toplamı olan $(n+g(s))$ 'ye eşittir, yani büyüme oranı tasarruf oranından bağımsızdır. Durağan durumda hasıla, sermaye ve etkin emek hep birlikte aynı $(n+g(s))$ oranında büyüdüğü için, bu ekonominin durağan durumu aynı zamanda dengeli büyüme durumu da adlandırılır [23].

III.2. Eğitim Düzeyi İle Solow-Sawan Modelinde Altın Kural

Her bir s eğitim seviyesi için görülebilen, k_s^* kapital stok seviyesi durağan durumda sabittir. Diğer taraftan, toplumların amacının üyeleri için belli bir refah düzeyi sağlamak olduğu bilinmektedir. İlave olarak, biz aynı zamanda tüketim düzeyinin refaha bağlı olduğunu biliyoruz. Böylece, toplumlar eğitim düzeyini daha yüksek tüketim seviyesinin sağlanmasında başta gelen bir faktör olarak seçecektir. Matematiksel olarak;

$$\forall_s \in D, \exists k_s^* : f'(k_s^*) = (n+g(s))k_s^*, \forall \bar{k}_s : f(\bar{k}_s) = n+g(s) \quad (13)$$

Tüketim fonksiyonunu tanımlamadan önce, toplam zaman içerisinde çıktılar eksi (-) tüketim eşitliğinin birikim olduğunu hatırlamamız gerekli.

$$K_t = Y_t - C_t \quad (14)$$

Bu nedenle etkin emekle ilişki içindeki tüketim düzeyini belirleyebiliriz. Durağan durumda $c = \frac{C}{xL}$ dir, aşağıdaki şekilde;

$$c^* = f(k^*) - [n+g(s)]k^* \quad (15)$$

dır, Şimdi, $\left(0, \bar{k}_s\right)$ de belirlenen tüketim fonksiyonu c yi aşağıdaki şekilde tanımlayabiliriz,

$$c(k) = f(k) - (n+g(s))k \quad (16)$$

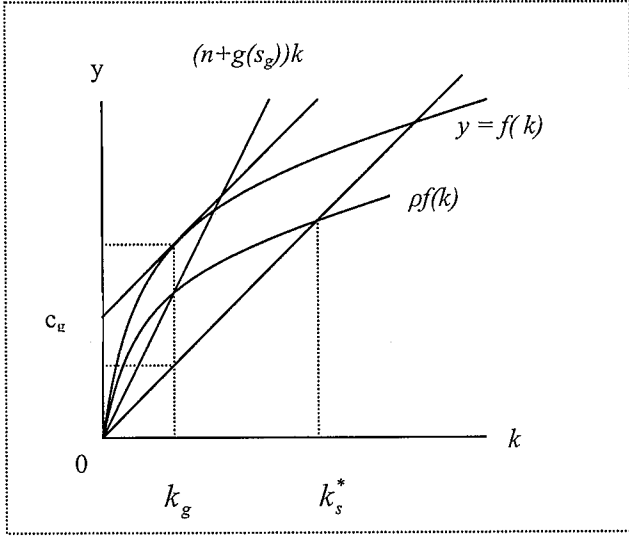
Yüksek tüketim düzeyinde, en başta olan sermaye düzeyini tespit edebiliriz. Bu denklemin $\frac{dc(k)}{dk} = 0$ noktasında çözümünü için yeterlidir.

f fonksiyonunun özelliklerinden, $k_g \in \left]0, \bar{k}_s\right[$ sermaye stok düzeyinin oluşumu garanti olabilir. Şu şekilde,

$$f'(k_g) = n+g(s) \quad (17)$$

Önceki denklem durumunda tüketim düzeyi k_g noktasında maksimumdur. Üretim fonksiyonunun eğimi, nüfus ve eğitim düzeyi ile bir doğrunun eğimi olarak

aymıdır.



Şekil.3. Altın Kural

Eğitimin altın-kural düzeyi, uzun dönem tüketimin maksimize edildiği sermaye düzeyidir. Şekil 3'te $y = f(x)$ eğrisine çizilen teğetin $(n+g(s))k$ doğrusuna paralel olduğu görülür. Bu durumu $k_g < k_s^*$ olarak izleyen biçimde görebiliriz.

Genelde, iki durum söz konusudur, $k_g < k_s^*$ veya $k_g > k_s^*$, Bu modelde hiçbir şey olmadığında, ekonomimizin altın kurala bağlı olduğunu söyleyebiliriz.

(k_g) noktasına ulaşıldığında, k_g içinde durağan durumda k_s^* biçimi eğitim düzeyinin artmasıyla değişir. Bir sonrası, (k_g) altın kuralın üzerinde ekonomideki durumu analiz edebiliriz. Sonra ekonomi altın kuralda olduğu zamanki durum incelenir.

1. İlk Durum : $k_s^* > k_g$

Bir ekonomi de $k_g^* > k_s$ olduğu düşünlürse, Eğer biz $s < \mu$ olduğunda s_g yükseliyorsa veya $s > \mu$ olduğunda s_g düşüyorsa, $c_s = f(k_s^*) - (n + g(s))k_s^*$ ve $c_0 = f(k_s^*) - (n + g(s_g))k_s^*$ dan dolayı tüketim derhal azaltılmalı. Bu anda ifade $k_t < 0$ vasıtasıyla

$\rho f(k_s^*) - (n + g(s_g))k_s^*$ negatif tir. Bu şekilde sermaye düşmeye başlar. Böylece ekonomi (sermaye stokları) sola doğru yön değiştirir. Bu değişim sürecinde tüketim $f(k)$ ve $(n + g(s_g))k$ arasındadır, tüketim düzeyi yükselerek

$$\bar{c} = f(k_g) - [n + g(s_g)]k_g \text{ düzeyine ulaşacaktır.}$$

Hipotez 1: $\bar{c} < c_s$ ise,

İspat:

$$\bar{c} - c_s = f(k_g) - (n + g(s_g))k_g - f(k_s^*) + (n + g(s))k_s^*$$

$$< [f(k_g) - f(k_s^*)] + (n + g(s)) [k_s^* - k_g] \quad (18)$$

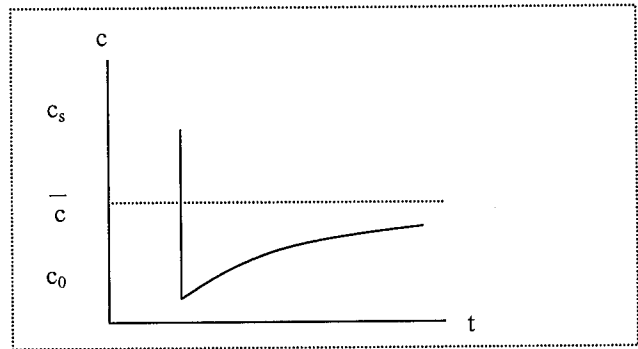
Yukarıdaki eşitsizlikte $k_g > k_s^*$ den sonra $n + g(s) < n + g(s_g)$ olduğu görülür. Altın kural (3) kullanılarak,

$$\bar{c} - c_s < f(k_g) - f(k_s^*) + f'(k_g)(k_s^* - k_g) \quad (19)$$

Üretim fonksiyonunun içbükey (konkav) olmasını da beraberinde getirir,

$$f'(k_g) < \frac{f(k_s^*) - f(k_g)}{k_s^* - k_g} < f'(k_s^*) \quad (20)$$

İlk (20) eşitsizliğini kullanarak, geçmiş (19) döneme bağlı olarak üstte $f(k_s^*) - f(k_g)$ olduğunu görebiliriz. Diğer yandan (19) eşitsizlikte sağdaki taraf sıfırdır. Böylece hipotez 1 ispatlanmış olur. Aşağıda yer alan şekil 4, değişim sürecindeki zaman içinde yapılan tüketimi gösterir.



Şekil.4. Değişim Süresince Tüketim.

2. İkinci Durum: $k_g > k_s^*$

$k_g > k_s^*$ 'de bir ekonomi göz önüne alınırsa, eğer biz $s > \mu$ olduğunda s_g yükseliyorsa veya $s < \mu$

olduğunda s_g düşüyorsa, $c_s = f(k_s^*) - (n + g(s))k_s^*$ ve $c_0 = f(k_s^*) - (n + g(s_g))k_s^*$ dan dolayı tüketim derhal yükseltilmeli.

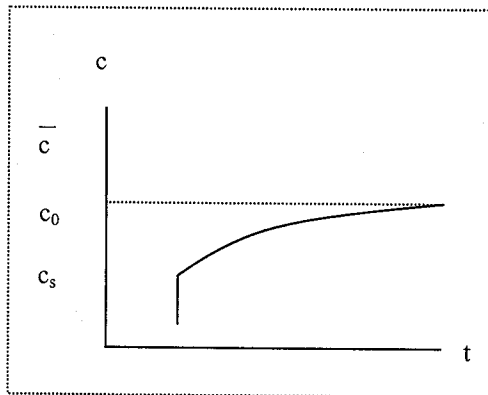
Bu anda ifade $k_t > 0$ vasıtasıyla $\rho f(k_s^*) - (n + g(s_g))k_s^*$ pozitif olur. Bu şekilde sermaye düzeyi yükselmeye başlar. Böylece ekonomi (sermaye stokları) sağa doğru yön değiştirir. Bu değişim sürecinde tüketim $f(k)$ ve $(n + g(s_g))k$ arasındadır, tüketim düzeyi yükselerek $\bar{c} = f(k_g) - [n + g(s_g)]k_g$ düzeyine ulaşacaktır.

Hipotez 2: $\bar{c} > c_0$ ise,

İspat :

$$c_0 - \bar{c} = f(k_s^*) - (n + g(s_g))k_s^* - f(k_g) + [n + g(s_g)]k_g \\ = [f(k_s^*) - f(k_g)] + (n + g(s_g))[k_g - k_s^*] \quad (21)$$

$k_g < k_s^*$ olduğu sürece, izleyen eşitsizlik $n+g(s) > n+g(s_g)$ doğru olacaktır. Şimdi bu eşitsizliği kullanarak, hipotez (1) içinde altın kural (19) üretim fonksiyonu konkav (iç bükey) dir. Yukarıda yer alan eşitliğin her iki yanında 0'dan daha düşük bir değerle izler, böylece hipotez (2)'yi izleyen şekil değişim süresince tüketimi gösterir..



Şekil.4. Değişim Süresince Tüketim.

IV. ZAMAN SÜRESİNCE BÜYÜME ORANI

Bu bölümde, $q_t = Y_t / L_t$ olarak her bir sermaye için çıktının büyüme oranını belirleyeceğiz. Şöyleki

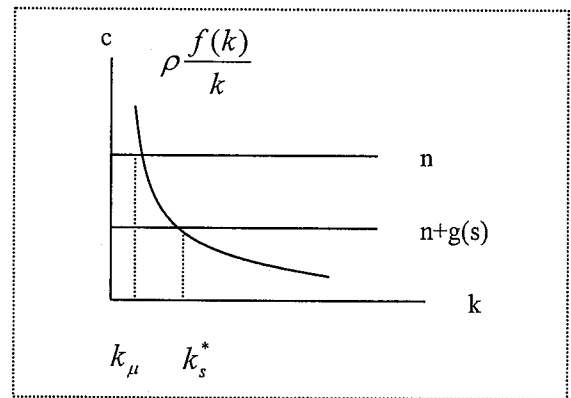
q^* dir. İlk olarak etkin emeğe ilişkili xL kapital stoku büyüme oranını belirleyelim.

Bu yaklaşım sonucu elde edilen k_t ile temel Solow-Swan denklemi bölünür.

$$\frac{k_t^*}{k_t} = \rho \frac{f(k_t)}{k_t} - (n + g(s)) \quad (22)$$

olur. Bu denklem kapital stokundaki büyüme oranı $f(k)/k$ ortalama kapital ürünü kesri ve $n+g(s)$ kapital oranının değer düşüklüğü arasındaki farklılıktır.

k ile sermayenin ortalama ürününün düştüğünden söz edilir [22]. Bu durum, k_s^* noktasında yatay çizgi $n+g(s)$ ile $\rho.f(k)/k$ fonksiyonundaki azalma $\gamma_k = 0$ noktasında denklemin çözümüyle ilgilidir. Aynı zamanda $\rho.f(k)/k$ fonksiyonunun negatif eğimi nedeniyle sermaye k_t , durağan durumdan k_s^* noktasına doğru yönelir. Şimdi bir ekonomide $s = \mu$ eğitim düzeyinde olduğunu farz edelim, öyle ki $n + g(s) = n$ olur, sonra durağan durum k_μ dir. Eğitim düzeyinin düşmesi veya yükselmesi ile eğrideki değer aşağıya doğru yön değiştirir. Bu andan itibaren her bir etkin emeğin sermaye büyüme oranı pozitifdir, k_s^* ye kadar düşmeye başlar. Eğitim seviyesi yükselmedikçe, devletin fedakarlık etmesi yararlı bir politika olmayacaktır.



Şekil.5. Sermaye Büyüme Oranı

İkinci örnek, durum çok farklıdır, eğer $F\gamma D$ de s 'ye bakılırsa zorlama olmaksızın sermaye büyüme oranı yükselecektir. Eğitim düzeyi yükseldiğinde, mevcut durum içinde q^* her bir kapital çıktı büyüme oranıyla daha fazla ilgili oluruz. Yukarıda bahsedildiği kadarıyla uzun dönem çalışma sisteminde, durağan durumda,

kapital ve etkin emek k_t sabittir.

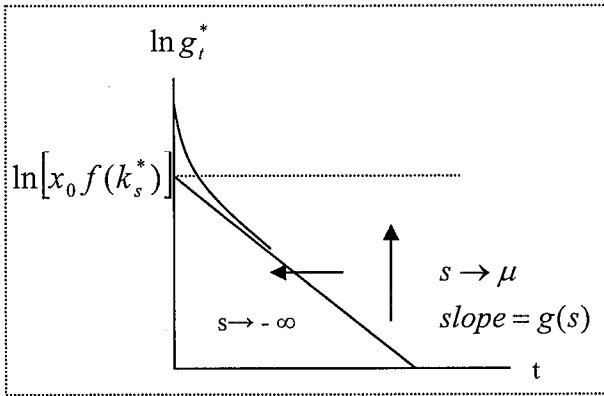
Diğer yandan her bir çalışanın çıktısı büyüme sürecinde, dengeli istikrarlı şekilde aşağıdaki gibi olur.

$$g_t^* = x_t f(k_s^*) \quad (23)$$

İfade, logaritmik olarak ele alınırsa aslında x 'deki değişimler, uzun dönemde $g(s)$ oranında kullanılır, bu şekilde denklem.

$$\ln g_t^* = \ln [x_0 f(k_s^*)] + g(s)t \quad (24)$$

Bir ekonomide, mevcut durum üzerinden, eğer kapital / emek oranıyla başlanırsa, başlangıçta (ilk olarak) ekonomi yeterince büyük miktarda yükselir, sonra yukarıda görüldüğü şekilde dengeli büyümede aşağıya doğru düşüş olur. Bu durum aşağıdaki şekilde görülüyor:



Şekil.6. $s = \mu$ olduğunda Solow Modelinde Çıktının İzlediği Yol.

V. ANALİZ SONUÇLARI VE DEĞERLENDİRME

Toplumsal eğitim seviyesine bağlı olarak, kişi başına çıktının, büyüme oranıyla ilişkisi içinde, aşağıdakilerden söz edebiliriz:

Asimptotik olarak, eğitim düzeyinin $g(s)$, dış bir faktör olarak işgücünü etkilemesiyle kişi başına çıktı miktarı değişir. Bu sonuçtan çıkarabileceğimiz bazı kuvvetli anlamlar vardır. İlk olarak, x faktörünün yokluğunda kişi başına gelir azalarak sonunda durur. Örneğin, eğer eğitim seviyesi, emeği maksimum kılan seviyenin sağında veya solunda ise, kişi başına çıktı yavaşça azalarak, Şekil.6. da görüldüğü gibi sonunda durur. Diğer taraftan, eğitim seviyesi işgücüne maksimum verimlilik sağlayan seviyesinden uzaklaşırsa, kişi başına çıktı düzeyi azalarak sifıra düşer.

İkinci olarak, modelde, değişikliklerin idare edilmesi, yalnız belli bir düzeyde etkili olacaktır. Diğer bir deyişle, s parametresindeki değişiklikler, çıktı düzeyinde etkili olabilir, fakat uzun dönemde düşme oranında herhangi bir etkisi olmayacaktır. Eğitim seviyesinin işgücüne olan etkisi belirleyici rol oynar. Diğer taraftan, geçiş sürecindeki tüketim dikkate alındığında iki durum söz konusudur. Durağan durum sermaye düzeyi altın kuralın üzerinde olduğu durumlarda tüketim kısa sürede azalır ve sonra seviye, başlangıç seviyesinin altında olduğunda tekrar artar. Bu nedenle, kısa süreli tüketimdeki özveri bir artış beklentisi olsa bile topluma yararlı olmayacaktır. Durağan durumun, altın kuralın altında olduğu ikinci durumda, tüketim ilk olarak belirli bir düzeye kadar artar ve başlangıç seviyesinin üstünde daha ileri bir noktaya kadar yükselir. Bunun anlamı, ilk durumda, s parametresindeki bazı değişimler olumlu etki yapsa da, geçiş sürecinde ki tüketim optimal olmayacaktır. Fakat, her şeye rağmen eğitim seviyesine bağlı olarak etkin emeğin ve çıktı düzeyinin artması bütün periyotlar için yararlı olacak ve refah düzeyinin artmasına bağlı olarak, tüketimi de artıracaktır.

Analiz sonuçları, Solow-Swan modelinde ekonominin başlangıçta sahip olduğu sermaye düzeyini ne olursa olsun ekonominin bir süre sonra durağan duruma ulaşmasını, durağan durumun ekonominin uzun dönem dengesini temsil ettiği anlamına gelir.

VI. SONUÇ

Bu çalışmada, ele alınan model, Solow-Swan'ın ekonomik büyüme üzerine çalışmaları temel alınarak geliştirildi. Modelde eğitim düzeyinin bir faktör olarak yalnız işgücü faktörünü etkilemesine izin verildi. Bir toplumda eğitim düzeyinin artması işgücünün kalitesi ve verimliliği artırmaktadır. Eğer etkin emeğin artmasıyla (effective labor, $x.L$) çalışma çıktıları yükseliyorsa, bunun ekonomik büyüme üzerindeki etkileri nasıl olacaktır? Gerçekten eğitimin bir sonucu olarak çalışma performansı yükseliyorsa, bunun emeğe olan etkisi, verimlilik süreci üzerinde açıkça görülecektir. Verimlilik artışı, üretim artışına yol açacak ve bu durum genel makroekonomik açıdan büyüme üzerinde etkili olacaktır. Son yıllarda iktisadi gelişmelerin safi fiziki sermaye ile açıklanması mümkün değildir, Fiziki sermaye ile insan sermayesinin uyumlu hale gelmesi ekonomik büyüme ve çağdaş gelişmenin bir ölçüsü olarak görülmektedir. toplumlar eğitim düzeyini daha yüksek tüketim seviyesinin sağlanmasında başta gelen bir faktör olarak seçecektir. Eğitime daha fazla harcama yapan ülkeler işçi başına hasılamın önemli ölçüde daha yüksek olduğu durağan durum düzeyine ulaşabilir.

Bu çalışmada ele alınan modelin birkaç saklı anlamı vardır, birincisi, eğitim düzeyi istenilen seviyenin altında veya üstünde ise, altın kuralın üzerinde veya altında, eğitim seviyesinin değişmesi, durağan durumdaki

kapital stoklarıyla ilişkili olarak topluma daha az veya daha fazla zenginlik getirecektir. Eski durum için, değişim sürecinde ve kısa dönem içinde, tüketim yükseldiği sürece, her şeye rağmen toplum içindeki bireylerin fayda fonksiyonu, altın kuralla ilişkili eğitim düzeyi içindeki değişme bağlı olarak pozitif olacaktır. İkincisi için, eğer eski politika benimsenirse, her bir etkin emek birimi başına, tüketim seviyesinde, kısa dönemde bir düşme olacak ve sonra yukarıdaki politika uygulanmadan önce ortaya çıkan tüketim seviyesine kadar bir artış olacaktır.

Sonunda, şu anki model bize, çalışmayı maksimum kılan eğitim seviyesinde kalıp kalmayacağı-mızı tahmin eder ve ancak söylenen seviyede ebediyen kalmalıyız. Aksi takdirde, eğitim seviyesine bağlı olarak her bir çalışan çıktısı, aynı oranda düşmeye başlar. Başka bir deyişle, eğer ekonomik bir kriz arzu etmiyorsak, durağan durumdaki denge düzeyini ne aşmak, ne de düşmek gerekir. Yukarıda bahsedildiği kadarıyla uzun dönem çalışma sisteminde, durağan durumda, kapital k_t , ve etkin emek $x.L_t$, sabittir.

Bu çalışmanın en büyük eleştirisi, çalışmayı maksimum kılan, eğitim düzeyinin dış etkilere bağlı olarak değişmesinin kabul edilmesidir. Eğitim düzeyini etkileyen içsel faktörler ise, ayrı bir araştırma konusudur.

YARARLANILAN KAYNAKLAR

- [1] Erdal, M.Ü. (2003). *Makro İktisat*. Ankara: Turhan Kitabevi.
- [2] Solow, R. (1965). A Contribution to the Theory of Economic Growth. *Quarterly Journal Economics*, LXX, 65-94.
- [3] Swan, T.W. (1956). Economic Growth And Capital Accumulation. *Economic Record*, XXXII, 334-361.
- [4] Koopmans, T.C. (1965). On the Concept of Optimum Growth. *The Econometric Approach to Development Planning*. Amsterdam: North Holland.
- [5] Cass, D. (1965). Optimum Growth in an Aggregative Model of Capital Accumulation. *Review of Economic Studies*, 32(3), 233-240.
- [6] Romer, P. (1986). Increasing Returns and Long-Run Growth. *Journal of Political Economic*, XCIV, 1002-1037.
- [7] Romer, P.M. (1990). Endogenous Technological Change. *Journal of Political Economy*, 98(5), part II: 71-102.
- [8] Lucas, R.E., Jr. (1988). On the Mechanics of Economic Development. *Journal Monetary Economics*, XXII, 3-42.
- [9] Barro, R.J. & Xavier, S.I.M. (1995). *Economic Growth*. Cambridge MA: MIT Press.
- [10] O'Neill, D. (1995). Education and Income Growth: Implication for Cross-Country Inequity. *Journal of Political Economy*, 103(6), 1298-1301.
- [11] Barro, R.J. & Mccleary, R.M. (2003). Religion and Economic Growth. NBER. *Working Paper*, 9682, May.
- [12] Barro, R.J. (1998). *Human Capital and Growth in Cross-Country Regression*. Harvard University. (<http://hassler-j.ies.su.se/conferences/papers/barro.pdf>). [10/01/2005].
- [13] Barro, R.J. (2003). Education and Economic Growth. OECD. *Working Paper*. (<http://www.oecd.org/dataoecd/5/49/1825455.pdf>). [12/01/2005].
- [14] Wilber, S. (2002). Fiscal Policy and Endogenous Economic Growth: A Review of the Literature. *Working paper*. Georgetown University Department of Economics, August 31.
- [15] Sab, R.; Smith, S. (2002). Human Capital: International Evidence. *IMF Working Paper*, No.32.
- [16] Karagül, M. (2003). Beşeri Sermayenin Ekonomik Büyümeyle ilişkisi ve Etkin Kullanımı. *Akdeniz Üniversitesi İİBF Dergisi*, 5, 79-90.
- [17] Tansel, A. & Güngör, N.D. (1997). The Educational Attainment of Turkey's Labor Force: A Comparison Across Provinces and Over Time. *METU Studies in Development*, 24(4).
- [18] Kibritçioglu, A. (1998). İktisadi büyümenin belirleyicileri ve Yeni büyüme modellerinde Beşeri sermayenin Yeri. *Ank.Ünv.SBF.Dergisi*, 53(1-4), 207-230.
- [19] Karakayalı, H. (2002). *Makro Ekonomi*. Manisa: Emek Matbaası.
- [20] Solow, R. (1957). Technical Change and the Agregate Production Function. *Review of Economics and Statistics*, 39, 312-320.
- [21] Hatipoğlu, Z. (1993). *Temel Makroiktisat*. İstanbul: Beta Basım Yayım Dağıtım A.Ş.
- [22] De La Fuente, A. (2002). *Mathematical Methods and Models for Economists*. Cambridge: Cambridge University Press.
- [23] Yıldırım, K. (2003). *İktisat Teorisi*. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Yayınları.

Nedim DİKMEN (nedim1963@yahoo.com) has MA of econometrics and Ph.D of Economics at Istanbul University Social Sciences Institute. He is Assistant Professor at Karadeniz Technical University. His research areas are Macro Economics, Econometric Analysis, Applied Economics, Financial Econometric, Statistical Analysis. Time series Econometrics.