

## TEKNOLOJİ VE BÜYÜME

Prof. Dr. Vural SAVAŞ

### I. GİRİŞ

Teknolojik değişimin, büyümeye katkısı tartışmalı olmakla beraber (1) son yılların büyüme modellerinde, teknolojik değişmeye de yer vermek bir gelenek haline gelmiştir. Bu makalenin amacı; Neo - klasik ve Post - Keynezyen büyüme modellerinde teknolojik değişimin nasıl ele alındığını ve teknolojik değişme ile kapital birikimi arasında ne gibi ilişkilerin mevcut farzedildiğini araştırmaktır. Böyle bir araştırma, zaruri olarak, «etkisiz (nötr) teknolojik değişme» kavramının izahı ile başlayacaktır.

### II. ETKİSİZ TEKNOLOJİK DEĞİŞME TARIFLARI

Etkisiz (nötr) teknolojik değişme bahis konusu olduğu zaman literatürde iki ayrı tarif vardır. Bunlardan biri HICKS tarafından yapılan tariftir ve «HICKS tipi Etkisiz Teknolojik Değişme» adını alır. Diğer tarif HARROD tarafından yapılmıştır ve «HARROD tipi Etkisiz Teknolojik Değişme» adı verilir. Her iki tarif arasında fark-

(1) Meselâ, SOLOW; fert başına üretim artışının % 87,5 oranında teknolojik değişmelerden doğduğunu öne sürerken, JORGENSON ve GRILICHES; fert başına üretim artışında teknolojik değişmelerin hemen hemen hiçbir etkisi olmadığını iddia etmişlerdir. (Bk: R. M. SOLOW; «Technical Change and the Aggregate Production Function» Review of Economics and Statistics, 1957, vol. 39, syf: 312 - 320; Yeniden baskısı için (ybi) Bkz: A. K. SEN; «Growth Economics - Selected Readings» Penguin Books, 1971, syf: 401 - 419; D. W. JORGENSON - Z. GRILICHES: «The Explanation of Productivity Change» Review of Economic Studies, 1967, vol. 3. syf: 249 - 283; (ybi) Bkz: SEN age; syf: 420 - 473

lıklar ve benzerlikler olduğu gibi, her iki tarif kullanıldıkları yere göre, ayrı kolaylıklar sağlar.

## II. 1. HICKS Tipi Etkisiz Teknolojik Değişme :

Hicks, «The Theory of Wages» adlı kitabında teknolojik değişmelerle faktör produktiveleri ve dolayısıyla gelir dağılımı konusunda şöyle demektedir (2) :

«Yenilikler toplam hasılayı arttıırırlarsa da, üretim faktörlerinin marjinal produktivelerini aynı oranda arttıracakları şüphelidir. Çoğu defa yenilikler belli faktörleri seçerler ve bu faktörlere olan talebi önemli ölçüde arttıırırlar. Üretim faktörlerini «emek» ve «kapital» diye iki grupta toplarsak, yenilikleri, kapitalin marjinal produktivitesi arasındaki oranı **ARTTIRAN, ETKİLEMİYEN** ve **AZALTAN** diye sınıflandırabiliriz. Bu tür yeniliklere, sırasıyla, «emek azaltıcı», «etkisiz» ve «kapital azaltıcı» adını vereceğiz. «Emek azaltıcı» yenilikler kapitalin marjinal produktivitesini, emeğin marjinal produktivitesinden daha çok arttıırırlar; «kapital azaltıcı» yenilikler ise emeğin marjinal produktivitesini kapitalin marjinal produktivitesinden daha çok arttıırırlar, «etkisiz» yenilikler ise her iki marjinal faktörün produktivitesini aynı oranda arttıırırlar.»

HICKS'in yukarıdaki sözlerini daha teknik bir ifadeye dönüştürmeden önce dikkati çekmek istediğimiz bir nokta vardır: O da, faktörün marjinal produktivitesindeki artışla o faktöre olan talep artışı arasındaki doğru yönlü ilişkidir. Bunun içindir ki kapitalin marjinal produktivitesini arttııran bir teknolojik değişme kapitalin talebini «arttııcı», buna mukabil emek talebini «azaltıcı» dır. Onun içindir ki bu tip teknolojik değişmelere «emek azaltıcı» değişmeler adı verilir. Okuyucu bu ilişkiye dikkat ederse, teknolojik değişmelerin mahiyetini ve onlara verilen ismi, yanılmadan hatırlayabilir.

Tekrarlırsak; bir teknolojik değişmenin HICKS tipi etkisiz bir teknolojik değişme olabilmesi için, faktör birleşim oranları **K/L** sâbitken, faktör marjinal produktiveleri arasındaki oranı değiştirmemesi lâzımdır. Eğer, kapitalin marjinal produktivitesi artarsa

(2) Bkz: J. R. HICKS, «The Theory of Wages» London, Macmillan, 1963, syf: 121 - 127; bu kısmın yeniden baskısı için Bkz: STIGLITZ - UZAWA; «Readings...», syf: 126 - 132

«emek azaltıcı», eğer emeğin marjinal produktivitesi artarsa «kapital azaltıcı» bir teknolojik değişme karşındayız demektir.

Üretim fonksiyonunun, homojen ve doğrusal olduğunu, yani sâbit verimlerin mevcudiyetini farzederek, üretim miktarını zamanın bir fonksiyonu olarak :

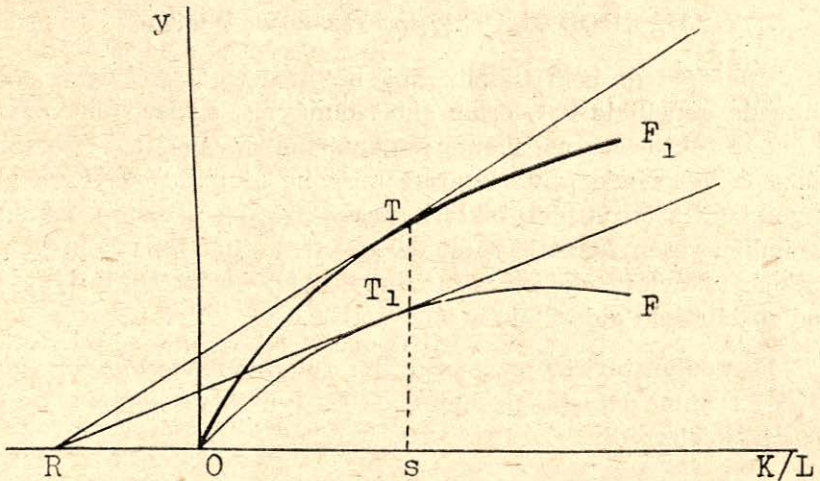
$$Y = f (K, L, t)$$

şeklinde yazabiliriz. HICKS tipi etkisiz bir teknolojik değişmenin bu üretim fonksiyonu üzerindeki etkisi,

$$Y = A (t) f (K, L)$$

şeklinde gösterilir (3). Burada  $A (t)$ , zamanın artan bir fonksiyonudur. Dolayısıyla, üretimin; faktörlerarası birleşim oranı  $K/L$  değişmeden, zamanla artabileceğini gösterir.

HICKS tipi etkisiz teknolojik değişmeyi şekil yardımıyla da açıklamak için (Şekil 1) den yararlanabiliriz. Teknolojik değişme,



Şekil : 1

(3) Bkz: F. H. HANN - R. C. O. MATTHEWS; «The Theory of Economic Growth: A survey» Economic Journal, 1964, vol. 74, pp. 825 - 832; bir kısmının yeniden baskısı için Bkz: SEN; «Readings...» syf: 367 - 397

üretim fonksiyonunun topyekûn yer değiştirmesine sebep olur. şekilden görüldüğü gibi, etkisiz teknolojik değişme üretim fonksiyonunu  $F'$ 'den  $F_1$ 'e yükseltmiş fakat ne **OR** ile gösterilen faktörlerin marjinal produktiviteleri arasındaki oran ne de yatay eksen de ölçülen **K/L** oranı değişmemiştir (4) (şekilde dik eksen fert başına üretimi, yatay eksen de **K/L** oranını göstermektedir.)

Bütün bu açıklamalardan anlaşılacağı üzere **HICKS**; faktörlerarası birleşim oranını, yani **K/L** oranını sâbit tutarak, teknolojik değişmelerin faktörlerarası marjinal produktivite oranları ve dolaşısıyla gelir dağılımı üzerindeki etkilerini araştırmıştır. Ücretler, gelir dağılımı ve istihdam teorileri yönünden **lüzumlu** ve  **faydalı** olan böyle bir tarifin, büyüme teorileri yönünden; hele kapital birikim lüzunun büyüme dengesini tâyin yönünden stratejik bir öneme sahip olduğu modeller yönünden, yeterli olmayacağı açıktır. (Bununla beraber, aşağıda değineceğimiz özel bir hal için **HICKS** tipi etkisiz teknolojik değişmeleri büyüme modellerinde kullanmak mümkündür.) İşte bu yüzdendir ki literatürde «**HARROD** tipi etkisiz teknolojik değişme» kavramı geliştirilmiştir.

## II. 2. **HARROD** Tipi Etkisiz Teknolojik Değişme

Yukarıda da belirttiğimiz gibi, büyüme modellerinde ve gerçek dünyada genellikle **K/L** oranı sâbit olmayıp, değişen bir orandır. Bilhassa faktörlerarası ikame imkânlarına dayalı Neo - klasik büyüme modellerinde faktörlerarası birleşim oranının «değişir» olması gereklidir. Bu yüzden faktörlerarası birleşim oranının değişmesine imkân veren fakat büyüme dengesini de ihmal etmiyen yeni bir «**etkisiz teknolojik değişme**» târifine ihtiyaç vardır. Bu ihtiyaç, Harrod'un târifiyle giderilmiştir (5).

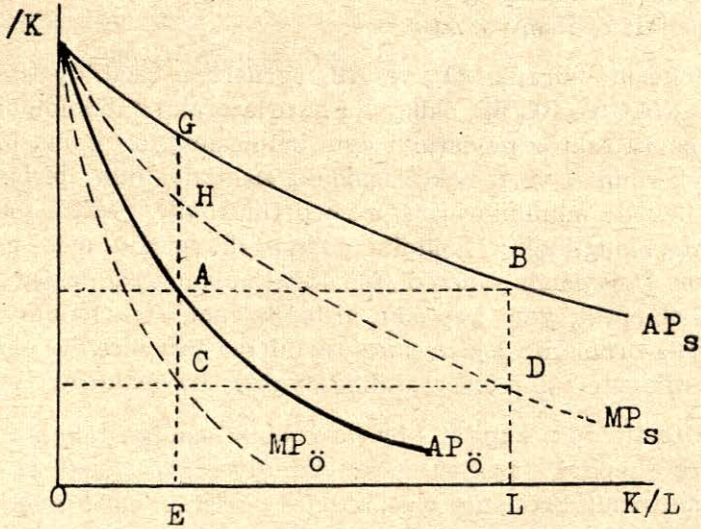
Harrod'un tarifine göre; belli bir faiz haddinde kapital - hasıla (**K/Y**) oranını değiştirmiyen teknolojik yenilikler; «**etkisiz teknolojik değişmeler**» dir.

(4) **OR** mesafesi:  $MP / MP$  veya ücret/kâr oranını gösterir. İspatı için, Bkz: **HANN - MATTHEWS**, age, syf: 819

(5) Bkz: **R. F. HARROD**; «Review of Joan Robinson's Essays in the Theory of Employment» *Economic Journal*, 1937, vol. 47, pp. 326 - 330 ve **HARROD**, «Towards a Dynamic Economics» London, Macmillan, 1948; syf: 22 - 27

Bu kavramı açıklamaya çalışalım: Bilindiği gibi teknolojik ilerlemeler, genellikle; kapitalin marjinal produktivitesini yükseltirler. Böyle bir durumda faktörlerin nisbi paylarını sabit tutabilmek için (faktörlere ait nisbi payların sabit tutulması, aşağıda belirtildiği üzere Cambridge ve Neo - klasik büyüme modellerinin işleyişi yönünden stratejik önemdedir). Kapital - emek oranının ( $K/L$ ) yükselmesi gerekir. Dolayısıyla Harrod tipi etkisiz teknolojik değişme, HICKS tipinin aksine;  $K/L$  oranının değişmesiyle sağlanır.  $K/L$  oranı  $r$  şeklinde değişmelidir ki, sonunda kapital - hasıla oranı  $K/Y$  faktörlerin nisbi payları aynı kalmalıdır.

Robinson'un geliştirdiği bir izah tarzını tekrarlamak, kavramın hem daha iyi anlaşılmasını sağlayacak ve hem de ortaya çıkardığı bazı sonuçların daha iyi değerlendirilmesine imkân verecektir (6). (Şekil 2) bu maksatla çizilmiştir. Şekilde görülen  $AP_0$  ve  $MP_0$  eğrileri, iki faktörlü ve sabit verimli bir üretim fonksiyonu faraziyesine göre; belli bir emekle birleşen kapitalin, teknolojik değişmeden önceki ortalama ve marjinal produktivite eğrileridir.  $AP_s$  ve  $MP_s$  eğri-



Şekil : 2

(6) Bkz: J. R. ROBINSON, «The Classification of Inventions» Review of Economic Studies, 1938, V. pp. 139 - 142; yeniden baskısı için: Bkz: STIGLITZ - UZAWA; «Readings...» syf: 133 - 136

lerin teknolojik değişmeden sonraki hallerini göstermektedir. Yatay eksen de, sâbit bir emek miktarı ile birleşen kapital miktarı, dolayısıyla  $K/L$  oranı; dikey eksen de ise kapital başına düşen üretim, yani  $Y/K$  oranı gösterilmektedir.

Teknolojik yenilik meydana gelmeden önce, kapitalin marjinal prodüktivitesi  $CE$  (mevcut faiz haddine eşittir), ve belli bir emekle birleşen kapital miktarı  $OE$  dir. Bu durumda kapitalin ortalama prodüktivitesi  $AE$  olduğundan, toplam üretim  $OEXAE$ , kapitalin geliri  $OE \times CE$  ve emeğin geliri  $OE \times AC$  dir.

Teknolojik değişmeden sonra ise; mevcut emekle birleşen kapital miktarının  $OL$ , kapitalin ortalama prodüktivitesinin  $BL$ ; marjinal prodüktivitesinin  $DL$  olduğunu ve  $DL = CE =$  faiz haddi olduğunu farzedelim.

Teknolojik değişmeden önce faktör paylarının oranı  $AC/CE$ ; teknolojik değişmeden sonra ise  $BD/DL$  dir.  $CE$  nin  $DL$  ye eşit olduğuna yukarıda değinmiştik. Buna göre faktör payları oranının birbirine eşit olması, ancak  $BD$ 'nin  $AC$  ye eşit olmasına bağlı kalacaktır. Şekilde gösterildiği gibi  $BD = AC$  olduğunda faktörlerin nisbî payları değişmeyecektir.

Robinson; burada,  $AP_0$  ve  $AP_1$  eğrilerinin elastikiyetinin, sırasıyla;  $AE/AC$  ve  $BL/BD$  olduğunu hatırlatarak (7) teknolojik değişmeden sonra faktör paylarının aynı kalmasının, ortalama prodüktivite eğrilerinin  $A$  ve  $B$  noktalarındaki elastikiyetinin birbirine eşit olması halinde mümkün olacağını belirtmektedir. Şekilde, bu eşitlik sağlanmış olduğuna için; Kapitalin, dolayısıyla emeğin, nisbî payı aynı kalmıştır. Dolayısıyla Harrod tipi etkisiz teknolojik değişmenin ortaya çıkabilmesi; yani kapitalin nisbî payının, teknik adıyla kapital - hasıla oranının; değişmemesi; ortalama prodüktivite eğrilerinin eş - elastikiyete sahip olacak şekilde yukarı kaymalarına bağlıdır.

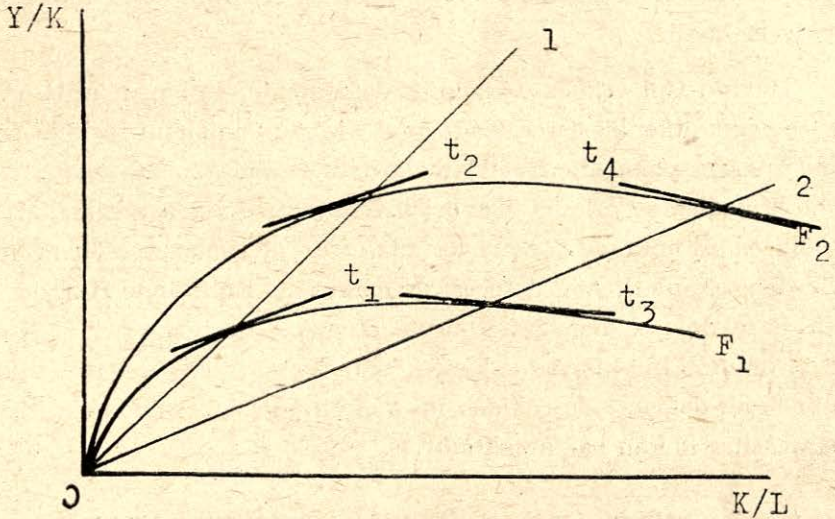
Bu tarife göre kapital - hasıla oranını azaltan teknolojik değişikliklere «kapital - azaltıcı» teknikler diyeceğiz. (Şekil 2) ye göre böyle bir teknik ortalama prodüktivite eğrisinin elastikiyetini azaltacak, yani  $D$  noktasını aşağıya doğru kaydıracaktır. Bu takdirde şekilden görüleceği gibi kapitalin marjinal prodüktivitesi, dolayısıyla gelirdeki nisbî payı azalacaktır. Halbuki «emek azaltıcı» teknikler

(7) Bu hususun ispatı için: Bkz: J. ROBINSON, «Economics of Imperfect Competition» London, syf: 36

(dolayısıyla bu gibi tekniklere kapital - arttırıcı «capital using» teknikler denebilir) ortalama üretkenlik eğrisinin elastikiyetini arttıracak, yani **D** noktasını yukarıya doğru kaydıracaktır. Bu takdirde şekilden görüleceği gibi kapitalin marjinal üretkenliği dolayısıyla gelirdeki nisbi payı artacaktır.

Bütün bu açıklamalardan anlaşıldığı üzere, Harrod tipi etkisiz bir teknolojik değişimin ortaya çıkabilmesi, **ancak ve ancak**, kapitalin marjinal üretkenliğinin değişmemesine bağlıdır.

Harrod tipi etkisiz teknolojik değişimin üretim fonksiyonunu nasıl kaydardığını ve nasıl meydana geldiğini (Şekil 1) de yaptığımız gibi gösterebiliriz. (Şekil 3) te gösterilen  $F_1$  ve  $F_2$  üretim fonksiyonları teknolojik değişimin meydana geldiğini, fakat  $t_1$  ve  $t_2$  ( $t_3$  ve  $t_4$ ) teğetleri bu değişimin Harrod tipi etkisiz bir değişim olduğunu göstermektedir. Zira orijinden geçen her doğru tek bir  $Y/K$  oranını göstermektedir. Dolayısıyla 1 veya 2 no.lu doğrular üzerinde bulunan noktalar aynı  $Y/K$  oranına, sahip olduğu gibi teğetler de aynı marjinal üretkenliği gösterirler. Dolayısıyla 1 no.lu doğru üzerinde  $t_1$  teğetinden  $t_2$  teğetine geçiş (aynı şekilde 2 no.lu doğru üzerinde  $t_3$  teğetinden  $t_4$  teğetine geçiş) farklı  $K/L$  oranlarına rağmen kapitalin marjinal üretkenliğinin ve dolayısıyla kapital - hasıla oranının aynı kaldığını gösterir (8).



Şekil : 3

(8) Bkz: HAHN - MATTHEWS, age, SEN, «Readings...» syf: 370

Harrod tipi etkisiz teknolojik değişmeyi, son olarak ta üretim fonksiyonu ile genel bir ifadeye kavuşturalım. Üretim fonksiyonu doğrusal ve homojense; yani:

$$Y = f (K, L, t)$$

ise, Harrod tipi etkisiz teknolojik değişme;

$$Y = f [K, A (t) L]$$

şeklinde ifade edilir.  $A (t)$ , burada da, zamanın pozitif bir fonksiyonudur. HICKS tipi teknolojik değişmeden  $A (t)$  bütün üretim faktörlerini değil, sadece emeği kapsamaktadır ve emeğin etkenlik derecesinin arttığını göstermektedir. Bu önemli noktaya aşağıda değineceğimiz için, şimdi genel üretim fonksiyonunun ifade ettiği anlamı açıklayalım: Fonksiyon;  $K$  ve  $A (t) L$ 'de meydana gelecek nisbi artışların üretimde aynı oranda artışa sebep olacağını, ekonominin üretim kapasitesi yönünden büyüyeceğini, fakat kapitalin marjinal produktivitesinin, genel ifadesiyle kârlılık oranının sâbit kalacağını göstermektedir.

Harrod tipi etkisiz teknolojik değişmenin, Robinson'un tarifiyie, «emeğin etkenlik derecesinde artık olduğu» anlamını taşıdığı açıktır (9). Zira, yukarıdaki açıklamalardan da anlaşılacağı üzere teknolojik değişme ve kapital artışı üretim artışına sebep olmakta, bu arada emek miktarı, faraziyelerimiz icabı, değişmemektedir. Bunun için de emeğin etkenlik derecesi artmaktadır. Bu haliyle Harrod tipi etkisiz teknolojik değişmeyi nüfus artışına benzetebiliriz (10). Nüfus artışı mesela bir kişiyi iki kişiye çıkartıyorsa, Harrod tipi etkisiz teknolojik değişme de eskiden iki kişinin yaptığını şimdi bir kişinin yapmasına imkân sağlamaktadır.

(9) Bkz: ROBINSON, «The Classification...» STIGLITZ - UZAWA, «Readings...» syf: 134

(10) Bkz: HAHN - MATHEWS, age; SEN; «Readings...» syf: 371



### III. ETKİSİZ TEKNOLOJİK DEĞİŞME VE BÜYÜME MODELLERİ

Şimdi sıra; etkisiz teknolojik değişme kavramının neden özel bir önem taşıdığını aydınlatmaya gelmiştir. Bilindiği gibi, dinamik analizi gerektiren büyüme modellerinde üretim faktörleri arasındaki denge özel bir önem taşır. Büyüme modelleri tarihsel gelişimi içinde, teknolojik değişmeleri dikkate almadan geliştirilmiş ve bu tip modellerde belli bir seviyeye ulaşıldıktan sonra teknolojik değişmelerin etkilerini modellere dahil etme çabası içine girilmiştir. Önceki modellerde, nüfus artışı ekonominin «tabii gelişme hızı» nı tâyin etmekte, bu hızı aşan veya gerisinde kalan «fiili büyüme hızı» ekonomide çeşitli konjonktürel dalgalanmalara yol açmaktaydı. Bu nedenle «büyüme dengesi», nüfus artış hızına eşit bir kapital birikim hızı ile sağlanıyordu.

Bu nedenle, teknolojik değişmelerin etkisini, büyüme modellerine dahil etme gayretleri başlayınca; kapital ile emek arasındaki dengeyi bozmıyacak ve devamlı büyüme dengesi sağlayacak faraziyeler yapmak gerekmiş ve teorik modellere «etkisiz teknolojik değişme» kavramı girmiştir. Böylelikle büyüme modellerinde, faktörlerarası denge ve kararlı dengenin sağlanması imkân dahiline girmiştir.

Nitekim UZAWA, bir neoklasik model çerçevesi içinde etkisiz teknolojik değişmelerin ekonomiyi dengeye ulaştıracağını ve bu dengenin kararlı olacağını ispat etmiştir<sup>(11)</sup>. UZAWA'nın vardığı sonuç, ekonominin tabii büyüme hızının, sadece nüfus artışı ( $n$ ) tarafından değil fakat ona ilâveten, Harrod tipi etkisiz teknolojik değişmeler nedeniyle «emek etkenliğindeki artış» ( $\lambda$ ) la beraber tâyin edilecektir ( $G = n + \lambda$ ). Dolayısıyla kapital - hasıla oranı sâbitken, fert başına üretim,  $K/L$  oranına eşit bir hızla artar ve böyle bir duruma ulaşıldıktan sonra her faktör teçhizatı için kapital - hasıla oranı eski denge değerine yaklaşır ve büyüme dengesi kararlılık kazanır.

Bu konu ile ilgili olarak değineceğimiz son nokta bazı büyüme modellerinde HICKS tipi etkisiz teknolojik değişmelere yer verildi-

(11) Bkz: H. UZAWA, «Neutral Inventions and the Stability of Growth Equilibrium» Review of Economic Studies, 1961, vol. 28, syf: 117 - 124; yeniden baskısı için: STIGLITZ - UZAWA; «Readings...» syf: 137 - 144

gidir <sup>(12)</sup>. Kapital ile emek arasındaki marjinal ikame haddinin bire eşit olduğu durumlarda Hicks ve Harrod tipi etkisiz teknolojik değişmeler aynı sonucu verir. Böyle bir özelliği taşıyan üretim fonksiyonu ise Cobb - Douglas tipi bir üretim fonksiyonudur: Hicks tipi etkisiz teknolojik değişme yönünden Cobb - Douglas fonksiyonu :

$$F(K, L, t) = A(t) K^{\alpha(t)} L^{1-\alpha(t)}$$

$$A(t) > 0 \quad 0 < \alpha(t) < 1$$

şeklinde yazılabilir. Dolayısıyla Hick tipi etkisiz teknolojik değişmeleri kullanan modeller, özel bir üretim fonksiyonu şekli olan Cobb - Douglas üretim fonksiyonunu kullanmakta ve diğer genel modellerden, esas itibarıyla ayrılmamaktadırlar. Aşağıdaki bölümlerde Neo - Klasik ve Post - Keynezyen büyüme modelleri içinde teknolojik değişmenin ele alınışı daha yakından incelenecektir.

### III.1. Neo - Klasik Modelde Teknolojik Değişme

Neo - klasik teori, mantığı icabı; teknolojik değişmeyi de «toplam üretim fonksiyonu» içinde ele almaktadır <sup>(13)</sup>. Üretimi (Y), kapital ve emek birimlerini de (K) ve (L) ile gösterirsek, toplam üretim fonksiyonu :

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

şeklinde yazılabilir. Fonksiyondaki (t) zaman içinde meydana gelecek teknolojik değişmeyi göstermektedir. Neo - klasik teoride teknolojik değişme; üretim fonksiyonunu topyekûn «yukarıya (veya aşağıya) kaydıracak» bütün etkenleri kapsıyacak bir genişlikte kullanılır.

(12) Bkz: R. M. SOLOW; «A Contribution to the Theory of Economic Growth» Quarterly Journal of Economic, 1956. vol. 70, pp: 65 - 94; yeniden baskısı için: SEN, «Readings...» syf: 161 - 192; Bkz: T. W. SWAN, «Economic Growth and Capital Accumulation» Economic Record, 1956, vol. 32, pp. 334 - 361; yeniden baskısı için Bkz: STIGLITZ - UZAWA; «Readings...» syf: 88 - 115

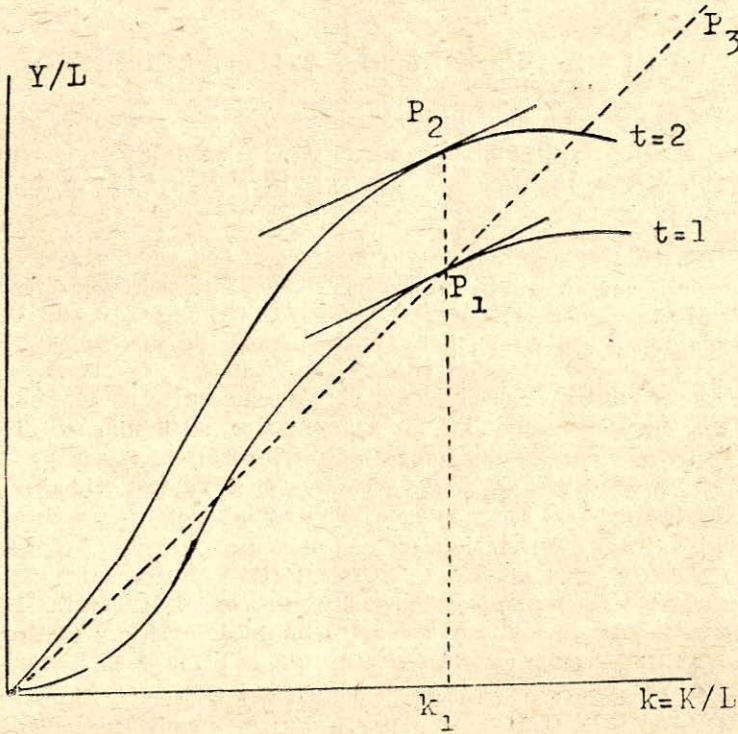
(13) Bkz: R. M. SOLOW, age, (ybi), syf: 402

Büyüme teorilerinin ortak özelliği olarak, Neo - klasik büyüme modeli de teknolojik değişmelerin Harrod tipi «etkisiz (nötr) değişiklik» olacağını farzeder. Yani, üretim fonksiyonunun yer değiştirmeleri, faktörlerarası marjinal ikame oranını etkilemeyip, sadece, belli miktardaki girdilerden elde edilecek üretim miktarını çoğaltır veya azaltırlar. Bu nedenle üretim fonksiyonu;

$$Y = A (t) f (K, L) \quad (2)$$

şeklini alır. Burada  $A (t)$ 'ye «çoğaltıcı faktör» adı verilir ve üretim fonksiyonunun zaman içindeki artışlarını ifade eder.

Neo - klasik teorinin diğer değişmez faraziyelerini de (üretim fonksiyonunun doğrusal ve homojen olması, yani sâbit verimler hâlinin varlığı faraziyelerini de) dikkate alırsak, teknolojik değişmenin etkisini bir şekil yardımıyla gösterebiliriz. (Şekil 4) de üretim fonksiyonunun teknolojik değişme nedeniyle yukarıya kayması gös-



Şekil : 4

terilmiştir. Üretim fonksiyonunun etkisiz olmasını sağlamak için  $P_1$  ve  $P_2$  noktalarından eğrilere çizilen teğetlerin aynı eğime sahip olmaları gerekir (14).

Özetlersek; Neo - klasik büyüme modellerinde, genellikle, teknolojik değişme üretim fonksiyonunun topyekûn yer değiştirmesi şeklinde düşünülmüştür. Teknolojik değişmenin bu tarz ele alınışı, teknolojik değişmeyi; SOLOW'un deyimiyile; girdileri etkilemeyen, fakat onların organizasyon ve işleyişini ıslah eden ve etkenliklerini arttıran bir çeşit «time - and - motion» araştırmasına benzemektedir (15).

Sabit verimler halinin varlığı ve kapitalin yaş ve cins farkı dikkate alınmadan homojen bir faktör olarak ele alınması, teknolojik değişmenin egzogen bir unsur olarak ele alınıp, yatırım miktarı ile ilişkilendirilmemesi, faktörlerarasında devamlı ikame imkânının var farzedilmesi; Neo - klasik teorinin tenkit edilen yönlerini teşkil eder.

### III.2. Post - Keynezyen Modelde Teknolojik Değişme

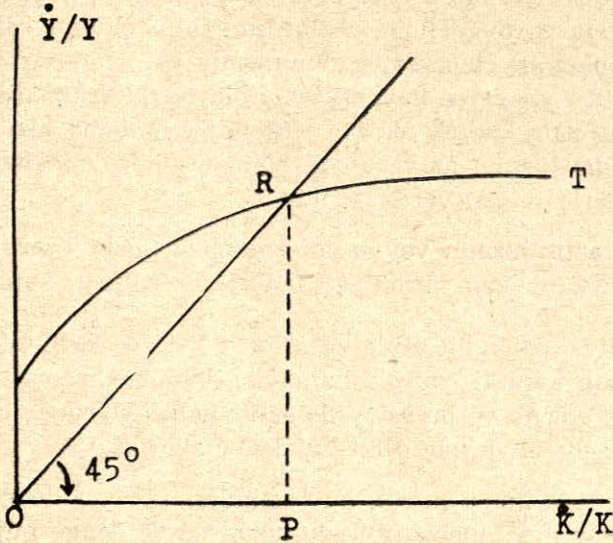
Post - Keynezyen modelde teknolojik değişme, egzogen bir faktör olarak değil; **kapital birikimine dayanan** ve dolayısıyla endojen tarzda tâyin edilen bir unsur olarak ele alınır (16). Post - Keynezyen

(14) SOLOW, bu teğetlerin ancak  $A(t)$ 'nin değeri bulunduktan sonra çizilebileceğini bu şeklin sadece bir yaklaşım olduğunu belirtmektedir. (Bkz: SOLOW: age; syf: 404) Buradaki zorluk, SOLOW'un COBB - DOUGLAS tipi bir üretim fonksiyonu kullanmasından doğmaktadır. Bilindiği gibi, kapital ile emek arasındaki ikame elastikiyeti 1'e eşit olduğu zaman, Harrod tipi etkisiz değişme, HICKS tipi etkisiz değişme ile aynı olur. Yani; K/L oranı sabit kalır. Şekilde  $k_1$  noktasında, iki üretim fonksiyonunda aynı K/L oranına sahip olduğu görülmektedir. Model sadece Harrod tipi etkisiz teknolojik değişmeye yer verseydi  $P_2$  noktası orijinden geçen ve eğimi câri K/L'ye eşit doğrunun kesim noktasında ( $P_3$ ) olacaktı.

(15) Bkz: R. M. SOLOW; «Investment and Technical Progress»; (içinde) (i) K. J. ARROW, S. KARBIN, P. SUPPES (Ed), «Mathematical Methods in Social Sciences» Stanford University Press, 1959; (ybi) Bkz: J. STIGLITZ - H. UZAWA, «Readings in the Modern Theory of Economic Growth» MIT Press, Cambridge, Mass, 1969, syf: 156 - 171

(16) Bkz: N. KALDOR; «Capital Accumulation and Economic Growth», (i): F. A. LUTZ - D. C. HAUGE «The Theory of Capital» Proceedings of a Conference held by International Economic Association, St. Martin's Press Inc. New York, 1961, syf: 177 - 223; atıf için 207 - 214

modelde teknolojik değişimin, diğer unsurlarla olan ilişkisi «Teknolojik İlerleme Fonksiyonu» adı verilen bir fonksiyonla tesbit edilmiştir. Bu fonksiyonun özelliklerini ve ifade ettiği anlamı (Şekil 5) yardımıyla özetlemeğe çalışalım. Şekil de dik eksende fert başına



Şekil : 5

üretim artışı yatay eksen de ise fert başına kapital birikim hızı gösterilmiştir. (T) eğrisi «teknolojik ilerleme fonksiyonu» eğrisini göstermektedir. Eğrinin dik eksen de pozitif olarak kesmesi, fert başına kapital miktarında bir artış olmadığı zaman dahi, belli ölçüde bir teknolojik ilerlemenin mevcut olacağını gösterir. Gerçekten de; net bir yatırım artışı meydana gelmediği halde amortismanı tamamlanmış bir kapital malının değiştirilmesi ekonomide teknolojik ilerlemeyi sağlayabilir. Ayrıca net yatırıma ihtiyaç göstermeden de yapılabilecek bazı teknolojik ilerlemeler mevcuttur. Aşağıda değineceğimiz «yaparak öğrenme» (Learning by doing) teorileri bu hali izah etmektedir.

Teknolojik ilerleme fonksiyonu belli bir noktaya (R) kadar yükselerek devam etmekte sonra hızı azalmaktadır. Bunun ifade ettiği mana ise; kapital birikimini arttırmakla ulaşılabilecek bir maksimum teknolojik ilerleme hızı olduğudur. Şekilden görüleceği üzere eğer fert başına kapital birikim hızı OP'den azsa üretim artışı hızı

kapital birikiminden daha yüksek; eğer kapital birikim hızı **OP**'den fazla ise üretim artış hızı kapital artış hızından daha az olmaktadır. Ancak **R** noktasındadır ki üretim artış hızı ile kapital artış hızı birbirlerine eşit olmaktadır.

Teknolojik ilerleme fonksiyonunun yüksekliği, toplumun yenilikleri yaratma ve uygulama yönünden sahip olduğu «dinamizmi» gösterir. Toplumun «teknolojik dinamizmi» ne ölçüde artarsa, o ölçüde **R** noktası yukarıya kayacaktır. Dolayısıyla «sâbit bir büyüme hızını devam ettirebilecek tek bir teknolojik ilerleme hızı olmayıp, kapital birikim hızının az veya çok olmasına göre değişen bir seri teknolojik ilerleme hızı vardır» (17).

Üretim artış hızının veya aynı anlama gelmek üzere büyüme hızının, kapital birikim hızına eşit olduğu **R** noktası, aynı zamanda sistemin denge noktasını tâyin eder. Zira  $\dot{Y}/Y = \dot{K}/K$  eşitliği sağlandığı zaman kapital - hasıla katsayısı, büyüme hızına o da, kâr haddine eşit olacak ve bu seviyede sâbit kalacaklardır. Dolayısıyla faktörlerin gelir paylarında sâbit bir değer alacaktır.

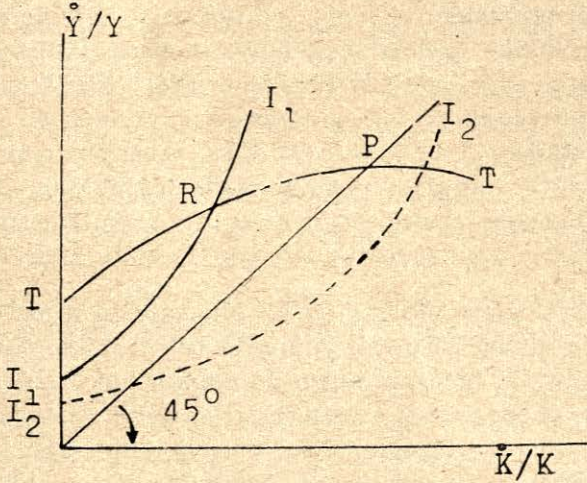
Önemli olan ikinci nokta, bu özellikleri taşıyan denge noktasına ekonominin nasıl ulaşacağı, yani uzun devre denge büyüme haddinin nasıl tâyin edileceği ve bu dengenin kararlı bir denge olup olmayacağıının tesbitidir. Post - Keynezyen teoride bu amaca; «yatırım fonksiyonu» yardımıyla ulaşılır.

Bilindiği gibi post - keynezyen teorileri, neo - klasik teorilerden ayıran en önemli özellik yatırım fonksiyonunun, tasarruf kararlarından bağımsız olmasıdır (18). Post - Keynezyen teoride yatırım, **müteşebbis davranışlarına** dayanır. Müteşebbisler yatırım kararlarını; gelecekteki kârlılık tahminlerine dayandırırılar. **KALECKI**'nin deyimiyle «yatırım kararları gelecekte ümit edilen kârla, câri faiz

(17) Bkz; Ibid, syf: 209; KALDOR, kapitalist ekonomilerde kâr haddinin zamanla düşme eğilimi göstermemesini bu faktöre bağlamaktadır.

(18) Kapital birikiminin toplumun tasarruf meyline dayandığı söylenemez. Zira; tasarruf meyli kâr haddine, kâr haddi ise kapital birikimine bağlıdır. Aynı şekilde, kapital birikimini, «tabii büyüme haddi» nin gereklerine de dayandırmak doğru olmaz. Zira, tabii büyüme haddini tâyin eden unsurlardan biri, prodüktivite artış hızı da kapital birikim hızına tâbidir. Dolayısıyla kapital birikimini, yâni net yatırımları, müteşebbis davranışına bağlamak gerekir (Bkz: KALDOR, Ibid. syf: 210)

haddi arasındaki farkın fonksiyonudur» (19). Kapital birikimi belli bir faiz haddinde, kâr haddinin; kâr haddi de büyüme hızının bir fonksiyonu olduğu için, böyle bir faraziye kapital birikim hızını, doğrudan doğruya büyüme hızının fonksiyonu yapar. (Şekil 6) da  $I_1, I_2$ ; bu tarz bir «yatırım teşvik fonksiyonu» nu göstermektedir.



Şekil : 6

$I_1, I_2$  eğrisinin dik eksenle yaptığı kesit piyasa faiz haddini göstermektedir. Şekle göre R noktası bir denge noktasını göstermektedir. Zira bu noktada belli bir kapital birikim hızından doğan ekonomik büyüme hızı; müteşebbisleri bu hızda kapital birikimine sevkeden büyüme hızı ile eşit olmaktadır.

Bu faraziyeye göre, denge büyüme hızı  $TT$  eğrisi üzerinde her noktada meydana gelebilir.  $P$  noktasının sağındaki denge noktalarında kapital - hasıla oranı ve dolayısıyla kâr payı devamlı olarak düşecek,  $P$  noktasının solundaki noktalarda ise kapital - hasıla oranı ve dolayısıyla kâr payı devamlı olarak yükselecektir. Dolayısıyla kapital - hasıla oranının sâbit kalacağı tek nokta  $P$  noktasıdır.  $II$  ve  $TT$  eğrilerinin bu noktada kesişmesi halinde kapital - hasıla oranı sâbit kalacak, ekonomi de ulaşabileceği azamî kapital birikimine ve teknolojik ilerlemeye kavuşacaktır.

(19) Bkz: M. KALECKI, «The Principle of Increasing Risk», *Economica* 1937, syf: 440 (KALDOR, *Ibid*, syf: 211'den naklen)

## IV. TEKNOLOJİK DEĞİŞME VE KAPİTAL BİRİKİMİ

### IV.1. GİRİŞ

Yukarıda incelenmiş bulunan büyüme modellerinde teknolojik değişme sanki «gökten düşmüş» gibi <sup>(20)</sup> ele alınmakta, üretim fonksiyonunun özellikleri ve input miktarları ile hiç ilgisi yokmuş gibi düşünülmektedir. Halbuki teknolojik değişme ile kapital birikimi ve nüfus artışı arasında sıkı bir ilişki vardır. Özellikle kapital birikimi, hem teknolojik değişmeyi «yaratan» ve hem de teknolojik değişmeden «etkilenen» bir unsurdur. Zira, «emek ünitesi başına düşen kapital miktarının artması daha üstün tekniklerin kullanıldığı» anlamına geldiği gibi, «emek verimini arttıran tekniklerin pek çoğu, emek başına daha çok kapital kullanmayı gerekli» kılmaktadır <sup>(21)</sup>.

Teknolojik değişme ile kapital birikimi arasında mevcut bu yakın ilişkiyi ele almak zarureti, yukarıda belirttiğimiz teorik nedenler yanında, tatbikî bir gelişimden de doğmuştur. 1950'lerin sonlarında yapılan ekonometrik araştırmalar, üretim artışında kapital birikiminin fazla payı olmadığını en önemli rolün teknolojik değişmelerde olduğunu göstermiştir <sup>(22)</sup>. Böyle bir sonuç «kötümser yatırım görüşü» adı verilen ve kapital birikiminin önemini azımsayan görüşlere yol açmıştır <sup>(23)</sup>. Bu tür görüşlere karşı koyanlar; teknolojik değişmenin, ancak yeni tip yatırım mallarına «dönüştürülmesi» halinde üretimi arttırabileceğini öne sürerek, her teknolojik değişmenin yeni bir yatırımı gerektireceğini belirtmişlerdir. Dolayısıyla kapital birikimi, teknolojik değişmenin ayrılmaz parçası ve onun «taşıyıcısı» hâline gelmiştir.

Teknolojik değişme ile kapital birikimi arasındaki ilişkilerin araştırılması, büyüme analizlerinde yeni problemler yaratmıştır. Bu

(20) Bkz: F. H. HAHN - R. C. O. MATTHEWS; «The Theory of Economic Growth A Survey» Economic Journal, 1964, vol: 74, syf: 825 - 832; (ybi) Bkz: SEN, age; syf: 367 - 397; atfınız için, syf: 377

(21) Bkz: N. KALDOR; «A Model of Economic Growth», Economic Journal, 1957, vol: 67 (HAHN - MATTHEWS, age'den naklen)

(22) Bkz: R. M. SOLOW, «Technical Change...» (yb) syf: 418

(23) Bkz: E. S. PHELPS, «The New View of Investment: A Neo - Classical Analysis» The Quarterly Journal of Economics, 1962 vol: LXXVIII, 4 syf: 548 - 567; (ybi) Bkz: STIGLITZ - UZAWA, age, syf: 172 - 191 (atfınız için (ybi) 173



problemlerden birincisi «yatırım malına dönüştürülmüş» (embodied) teknolojik değişme ile «yatırım malına dönüştürülmemiş» (disembodied) teknolojik değişimin büyüme hızını nasıl etkileyeceği konusudur. İkinci ve belki birinciden de önemli olan problem; «yatırım malına dönüştürülmüş» teknolojik değişimin; kapital faktörünü artık «homojen» bir unsur olarak ele alnamaz hale getirmesi ile ilgilidir. Kolaylıkla ortaya konabileceği gibi; eğer her teknolojik değişme yeni bir kapital malını beraberinde getiriyorsa; belli bir devrenin kapital malları; daha önceki devrenin kapital mallarından ayrı olacaktır. Bu «ayrılık» şekil ve tip ayrılığı olabileceği gibi, daha önemlisi; «verimlilik yönünden» bir ayrılık ta olabilecektir. Böyle bir durumda kapital mallarını tek bir «**kapital miktarı**» içinde ifade etmek mümkün değildir. Bu durum; yatırım mallarını yapıldıkları yıllara göre gruplandırılan ve her yıla ait grubu ayrı ele alan yeni bir kapital modelinin doğmasına sebep olmuştur. Bu kapital modeline «**yapılış yılı modeli**» (VINTAGE MODEL) adı verilir.

Her kapital malı, yapıldığı yılın teknolojik ilerlemelerinin etkisini taşıyacaktır. Dolayısıyla her ayrı yapılış yılına ait makina ve teçhizat için ayrı bir üretim fonksiyonu gerekecektir (24). Yapılış yılı modelleri; faktörlerarasında ikame imkânının «**expost**» veya «**exante**» tarzda ortaya çıkacağı ile ilgili faraziyeler muvacehesinde bütünü önem kazanır. Bazı modellerde faktörlerarası ikame imkânı, ancak yatırım malı seçilmeden önce mevcuttur. Yatırım malı, yani kullanılacak teknoloji seçildikten sonra, artık faktörlerarası ikame bahis konusu olamaz. Bu tür ikame ex-ante bir ikamedir. Ex-post ikame görüşüne göre ise faktörlerarası ikame her zaman mümkündür. Bu sebepten, yapılış yılı modelleri; ex-ante ve ex-post ikame imkânına yer verişlerine göre farklı sonuçlara varacaktır.

Aşağıda; «yatırım malına dönüştürülmüş» teknolojik değişimin önce Neo - klasik büyüme modelinde, sonra da Post - Keynezyen büyüme modelinde nasıl ele alındığına değineceğiz. Ancak, önemle belirtelim ki konu; henüz standart analiz modeline kavuşmuş olmaktan uzaktır. Bu nedenle aşağıdaki izahlarımızda genel kavramlar üzerinde duracak ve matematiksel olmayan bir izah tarzı kullanacağız.

---

(24) Bkz: HAHN - MATTHEWS, age; syf: 379

«Yatırım mallarına dönüştürülmemiş «teknolojik değişmeler ve üretim fonksiyonundaki ikame imkânları diğer bölümlerin konusunu teşkil edecektir.

#### IV.2. Neo - Klasik Teoride Yapılış Yılı Modeli

Neo - Klasik teoride yapılış yılı ile ilgili hususları, konunun öncülleri olan SOLOW ve PHELPS modellerine dayanarak açıklayacağız (25).

Modelin dayandığı temel faraziyeleri şu şekilde tesbit edebiliriz:

(A) Eski makinalar, fiziksel sebepler dışında; yine muhafaza edilirler. Ancak ücretler yükseldikçe, bu makinalarda çalışan işçi sayısı azalır. (Sonunda sıfır olur).

(B) Her devrede, eski makinalarda çalışan işçilerden bir kısmı yeni makinalara geçer. Yani ex - ante ve ex - post ikame imkânları mevcuttur.

(C) Emegın marjinal prodüktivitesi, ayrı yapılış yıllarına ait bütün makinalarda eşitlenir.

(D) Her teknolojik ilerleme, makinaların kalitesini yükseltir. Yani,  $t$  yılına ait bir makinanın üretim gücü,  $t - 1$  yılına ait makinanın üretim gücünden belli bir oranda yüksektir.

Bu faraziyelerden anlaşılacağı üzere, teknolojik değişme sadece, meydana geldiği yılın makinalarını etkilemekte, diğer yılların makinalarını etkilememektedir. Eğer teknolojik değişmeyi bir «teknoloji indeksi»  $B(t)$  ile gösterir ve  $\lambda$  gibi bir hızla arttığını kabul edersek, bu indeks yalnız yeni makinaların üretimini etkiliyecektir. Dolayısıyla «kapital», farklı verimliliklerde (hatta farklı fizikî şekillerde) çeşitli kapital mallarından meydana gelen «heterojen» bir unsur olacaktır. Bunun için her kapital malının üretimini ayrı ayrı hesaplamak, sonra hepsini toplayıp «toplam üretim'e ulaşmak gerekecektir.

(25) Bkz: R. M. SOLOW, «Investment...» ve E. S. PHELPS, age.

Cobb - Douglas tipi bir üretim fonksiyonu kullanılırsa,  $v$  yılına ait bir kapital malının belli bir zaman devresindeki  $(t)$  üretimi  $(Q_v)$ :

$$Q_v(t) = B_0 e^{\lambda v} K_v(t)^\alpha N_v(t)^{1-\alpha}$$

şeklinde gösterilebilir. Burada  $K_v(t)$ ,  $v$  yapılış yılına ait kapital malının  $(t)$  devresindeki miktarını,  $N_v(t)$  ise bu kapital malında çalışan emek miktarını göstermektedir. Teknolojik değişme nötr farzedildiği için faktörlerin üretim elastikiyeti, yani bütün yapılış yılları için aynıdır. Yapılış yılları eskidikçe, kapital mallarının produktivitesi azalacağından, her yıla ait yatırım mallarını belli bir «ağırlıkla» değerlendirip, tek bir «kapital miktarı» halinde toplamak mümkündür :

$$J_t = \int_0^t e^{-\alpha v} K_v(t) dv$$

« $J$ » değişkenine «efektif kapital» adı verilir ve mevcut bütün kapitalin, farklı yapılış yıllarına göre «ağırlıklı» bir toplamını teşkil eder. Mevcut kapital tek bir birimle, eski modellerde olduğu gibi; ifade edildiği için toplam üretim fonksiyonunu yazmak mümkün olur :

$$Q_t = B_0 J_t^\alpha N_t^{1-\alpha}$$

Görülüyor ki Neoklasik teoride, yapılış yılı dikkate alındığı zaman meydana gelen tek önemli değişiklik, kapital miktarının; eskiden olduğu gibi tek bir fizikî birim olarak değil fakat farklı yapılış yıllarının etkisini belirtecek tarzda ağırlık bir değer olarak alınmasıdır. Böyle bir hesaplama, makina ve teçhizattaki «modernleşme» etkisini ortaya çıkararak, üretim artışında kapital birikiminin payını doğru olarak tesbite imkân verecektir <sup>(26)</sup>. Buna mukabil sistemin denge durumunda herhangi bir değişiklik olmayacak ve sâbit bir büyüme hızında,  $J$ 'de sâbit bir hızla artacak, faiz haddi ve gelir dağılımı değişmeyecektir.

(26) Nitekim, PHELPS; Neo - klasik modelin geleneksel üretim fonksiyonu ile, yukarıda verdiğimiz ve farklı yapılış yıllarını dikkate alan üretim fonksiyonunu mukayese ederek, ikinci fonksiyonda kapital birikiminin üretimi daha fazla arttırdığını göstermiştir. (Bkz: PHELPS, age, (ybi) syf: 177)

«Yatırıma dönüştürülmüş» teknolojik değişmeyi; yapılış yılı esasına göre ele alan Neo - klasik modelin önemli sonuçları şunlardır (27) :

(A) Uzun dönem büyüme hızı, teknolojik ilerlemenin şekline değil hızına tabidir.

(B) Üretim faktörlerinin elastikiyeti, ( $\alpha$ ) teknolojik ilerlemeden bağımsızdır.

(C) Uzun dönem dengesinde kapital mallarının yaş dağılımı, büyüme hızına ve amortisman nisbetine tâbidir. Tasarruf oranının, kapital mallarının yaş dağılımı üzerinde herhangi bir etkisi yoktur. Dolayısıyla, tasarrufu arttırmak suretiyle kapital stokunu modernize etmenin bir sınırı vardır (28)

(D) Nüfus artışı, bazı hallerde; yatırım oranı değişmese dahi, daha modern bir kapital stokuna öncülük eder.

(E) Yatırıma dönüştürülmüş teknoloji, genellikle ekonomik büyüme yolunun tasarruf artışlarına daha kolaylıkla adapte olmasına imkân verir.

### IV.3. Post - Keynezyen Teoride Yapılış Yılı Modeli

Post - Keynezyen teoride teknolojik ilerleme, «büyümenin esas motoru» kabul edilir (29). Bu teori taraftarlarınınca, neo - klasik teoriye yöneltilen en önemli tenkidlerden birini daima, teknolojik değişmelere yer vermemek teşkil ettiği için; Post - Keynezyen teoride teknolojik değişme önemli bir yer almıştır.

(27) Bkz: PHELPS, age, (yb), syf: 191

(28) MATTHEWS, makinaların ortalama yaşının, tasarruf meylinde bağımsız olmasının, ancak Cobb - Douglas tipi üretim fonksiyonu ( $\alpha + B = 1$ ) için bahis konusu olabileceğini, faktörlerarasındaki ikame elastikiyetinin birden büyük veya küçük olması ( $\alpha > 1$  veya  $< 1$ ) halinde ise tasarruf meylinin kapitalin ortalama yaşın etkiliyeceğini öne sürmüştür. (Bkz: R. C. O. MATTHEWS, «The New View of Investment: Comment», The Quarterly Journal of Economics, 1964, LXXVIII, 1, syf: 164 - 176 (ybi) Bkz: STIGLITZ - UZAWA, age, syf: 192 - 200 (atıfınız için: (yb), syf: 192).

(29) Bkz: N. KALDOR - J. A. MIRRLEES; «A new Model of Economic Growth» Review of Economic Studies, 1961 - 2, vol. 29, syf: 174 - 190; (ybi) Bkz: SEN, age; syf: 343 - 366 (atıfınız için Bkz: 364) ve KALDIR; «Capital Accumulation...» syf: 204 - 215

Post - Keynezyen teoride, genellikle; «yatırıma dönüştürülmüş» teknolojik değişmelere yer verilir. Zira, teknolojik gelişmenin ekonomik sistemi etkilemesi, ancak yeni yatırım mallarının yaratılması ile mümkün olur. Yapılış yılı ile ilgili görüşler post - keynezyen teoride, yukarıda anlatıldığı gibi açık bir tarzda belirtilmemiştir. Bu; post - keynezyen teori yönünden bir eksiklik değildir. Modelin maliyeti icabı, yapılış yılının etkilerini değişik yollardan dikkate aldığı düşünülmektedir.

Meselâ, post - keynezyen modelde fizikî aşınma yanında, bir de «teknolojik aşınma» katsayısı vardır. Teknolojik aşınma, «belli bir yılda yapılmış makina ve teçhizatın kârlılığında; yeni yapılmış ve teknik yönden üstün makina ve teçhizata oranla görülen azalmayı» ifade eder (30). Makina ve teçhizatın farklı yıllarda yapılmış olmasının, kapitali heterojen yapacağı da dikkate alınmış ve «kapital» «kapital birikimi» gibi kavramlar terkedilerek «gayrisâfi yatırım» kavramı kullanılmıştır (31). Öte yandan Post - Keynezyen teoride faktörlerarası ikamenin ex - ante olacağı ve kapital mallarının «bölünmezliği» kabul edilmiştir. Post - Keynezyen teorinin, yapılış yılına gereken önemi verdiğini gösteren en güzel örnek «Teknik İlerleme Fonksiyonu» dur. Geçen bölümde esaslarını incelediğimiz bu fonksiyon (şekil 2) burada maliyet değiştirmiştir. Şöyle ki dik ekseninde (yeni yatırım malı üzerinde çalışan) fert başına produktivite artış hızı, yatay ekseninde ise fert başına yatırım artış hızı gösterilmiştir. Dolayısıyla yeni makinada çalışan işçilerin produktivitesindeki artış hızı, doğrudan doğruya gayri safi yatırımın bir fonksiyonu olarak alınmış olmaktadır.

Post - Keynezyen teoride, «her yapılış yılına ait makinaların kullanma süreleri boyunca sâbit bir fizikî etkenliği sahip oldukları» farzedilmiştir. Böyle bir faraziyenin, yukarıda belirtilen «teknolojik aşınma» ile nasıl telif edileceği düşünülebilir. Teorinin taraftarlarına göre, «yatırıma dönüştürülmüş» teknolojik ilerleme yanında, mevcut makinalarda çalışmakla elde edilen tecrübeden doğmuş ve «yatırıma dönüştürülmemiş» teknolojik ilerlemeler de vardır. Makina ve teçhizatta meydana gelen teknolojik aşınma, bu tür yatırıma dönüştürülmemiş teknolojik ilerlemelerle bertaraf edilebilir (32).

(30) Bkz: KALDOR - MIRRLEES; age, syf: 343

(31) Bkz: Ibid, syf: 344

(32) Bkz: Ibid, syf: 346

Post - Keynezyen teoride de, neo - klasik teoride olduğu gibi, kapital stokunun modernleşmesinin, yani kapital stoku içinde yeni makinalar oranının artmasının, üretim artışını hızlandıracağı kabul edilmiştir.

İki teorinin yek diğerinden ayrıldığı bir önemli nokta, teknolojik ilerlemenin şekli ile ilgilidir. Yukarıda belirtildiği gibi, neo - klasik teoride; teknolojik ilerlemenin şekli değil, hızı; büyüme hızını tayin ediyordu. Post - Keynezyen teoride ise teknolojik ilerlemelerin «kapital azaltıcı» veya «emek azaltıcı» olmasının büyüme hızı yönünden önemi vardır. Çünkü «kapital azaltıcı» teknikler, hem üretim/kapital, hem de üretim/emek oranını arttırdığı için; müteşebbi-se daha çok kâr sağlar. Dolayısıyla, teknolojik ilerlemelerin önce «kapital azaltıcı» olanları kullanılacaktır (33).

İktisat politikası yönünden; post - keynezyen teorinin ortaya koyduğu sonuç, eski kapital teçhizatının sür'atle elden çıkarılmasını teşvik edecek tedbirlerin, (meselâ eski teçhizatla çalışan firmaların vergilendirilmesi gibi) geçici bir süre fert başına geliri ve yatırımları arttıracaktır. Buna mukabil devamlı bir tedavi ise, ekonominin teknik dinamizmini arttırmakla mümkün olacaktır (34).

## V — YATIRIMA DÖNÜŞTÜRÜLMİYEN TEKNOLOJİK DEĞİŞME (YAPARAK ÖĞRENME)

Bu bölümde «yatırıma dönüştürülmiyen» (disembodied) teknolojik değişmeler üzerinde duracağız. Yatırıma dönüştürülmiyen teknolojik değişmeler, genellikle; eğitim, araştırma, organizasyon ve yönetim yoluyla emeğin kalitesini ve dolayısıyla produktivitesini yükseltmek anlamına gelir. Konuyu bu şekliyle, ekonomik bir modele yerleştirebilmek oldukça güçtür. Onun için biz, bütün bunların etkisini yansıtan bir örnek üzerinde duracağız. Bu örnek, büyüme li-

---

(33): Ibid, syf: 365

(34) Bkz: Ibid, syf: 366 (PHELPS, bu gün hızlandırılan modernizasyonun, yarının kuşaklarını daha çok eski teçhizatla karşı karşıya bırakıp bırakmayacağını sormuştur. Bulduğu cevap uygun bir büyüme hızı ve amortisman haddi ile böyle bir mahzurun ortadan kalkacağıdır).

teratüründe «yaparak öğrenme» (learning by doing) diye tanı-  
nır (35).

Öğrenmenin psikolojik yönü üzerinde çeşitli tartışmalar yapılmaktaysa da kabul edilen genel bir kural vardır: Öğrenme, tecrübenin ürünüdür. Bir problemi çözmeye uğraşırken insan; farkına varmadan o konuyu öğrenir. Yine öğrenme ile ilgili bir diğer genel kural da öğrenmenin tekrarlamalarla sıkı sıkıya ilgili olduğudur. Tecrübenin, üretimde verimliliği arttığı ötedenberi bilinir. Daha 1936 yılında T. P. WRIGHT, uçak gövdesi üretiminde; masrafların üretim miktarı ile ters orantılı olduğunu tesbit etmişti. Masraf azalışı ile üretim miktarı arasındaki ilişki o kadar bârizdi ki kesin bir kat-sayı ile tesbiti mümkün olmuştu. Buna göre N'inci uçak gövdesinin maliyeti (lüzumlu işgücü cinsinden)  $N^{-1/3}$  oranında azalmaktaydı (36).

Aynı şekilde VERDOORN, «öğrenme eğrisi» veya «ilerleme oranı» adı verilen bu ilişkiyi millî üretime tatbik etmiş ve çeşitli Avrupa ülkeleri için 0.5 oranını bulmuştur (37). LUNDBERG, İsveçte HORNDAL demir işletmelerinde 15 yıllık bir süre içinde hiç yatırım yapılmadığı ve üretim metodlarında hiçbir önemli değişiklik meydana gelmediği halde üretimin (dolayısıyla tecrübenin) produktiviteyi nasıl arttırdığını göstermektedir (38).

ARROW, ilk defa olarak, tecrübe ve öğrenmenin produktivite arttırıcı etkisini ekonomik bir model içinde izaha gayret etmiştir. Arrow, geniş ölçüde matematiksel olan modelinde yapım yılı yaklaşımını kullanmış ve faktörlerarası ikamenin, ex - ante bir ikame

---

(35) Bkz: K. J. ARROW, «The Economic Implications of Learning by doing» Review of Economic Studies, 1962, vol: XXIX, syf: 155 - 173 (ybi) Bkz: STIGLITZ - UZAWA; age, syf: 210 - 227 (Daha önce, HAAVELMO, benzer bir modelde üretimin, kapital miktarı yanında «toplumun bilgi stoku» na dayandığını belirtmiştir. Bkz: T. HAAVELMO; «A study in the Theory of Economic Evaluation», North Holland, Amsterdam, 1954) Büyüme teorilerinde bu konuda yapılan çalışmalar için Bkz: I. ADELMAN «Ekonomik Büyüme ve Kalkınma Teorileri» (Tercüme: V. Savaş) Bursa İ.T.İ.A. yayınları No: 3, Bursa, 1972

(36) Bkz: T. P. WRIGHT, «Factors Affecting the Cost of Airplanes» Journal of the Aeronautical Sciences, 1936, syf: 122 - 128 (Arrow, age, den naklen)

(37) Bkz: P. J. VERDOORN, «Complementarity and long - range projections» Econometrica, 24 (1956), syf: 429 - 450 (Arrow, age'den naklen)

(38) E. LUNDBERG, «Produktivitet och räntabilitet», Stockholm, 1961 (Arrow, age'den naklen)

olabileceğini, yani üretim tekniği seçildikten sonra ikamenin mümkün olmayacağı esasını kabul etmiştir. «Tecrübe» nin ölçüsü olarak ta geçmiş devrelerdeki gayrî sâfi yatırımlar toplamını almıştır.

Herhangi bir yatırım, mevcut makinalarda çalışan işçinin verimini yükseltmeyip ancak, gelecek devrelerde yapılacak olan makinalarda çalışacak işçilerin verimini yükseltir. Zira tecrübe ile tecrübeden doğacak verim artışı arasında daima bir zaman gecikmesi vardır. Böyle bir durum ise çok önemli bir sonuca yol açar: Yatırımların özel faydası, yani yatırım yapan müteşebbise sağladığı fayda, sosyal faydasından az olur.

Arrow, geleceğe ait «mükemmel» veya «rasyonel» tahminlerin bulunması halinde üretimin  $n/(1 - \alpha)$  oranında devamlı bir artış hızı kazanacağını hesaplamıştır. Burada  $n$ , nüfus artışını,  $\alpha$ 'da uçak yapımında gördüğümüz gibi; üretim miktarı arttıkça maliyette meydana gelecek azalmayı gösterir. Formülün ifade ettiği anlamı şöyle açıklayabiliriz: devamlı büyüme üretilen toplam makina sayısında ve toplam üretimde aynı büyüme hızını gerektirir.  $0 < \alpha < 1$  olduğu için prodüktivite artışı makina sayısındaki artıştan az olacaktır. Böyle bir durumda, üretim artışı sağlayacak başka bir faktör bulunamazsa ekonominin üretimi geriliyecektir. İşte burada nüfus artışı, üretim artışı sağlayacak bir kaynak teşkil eder. Nüfus artışına tecrübeye eklenince, üretim artışı, sanki egzozjen bir teknolojik değişme varmış gibi devam eder.

Tecrübe - öğrenme prosedürünü, ARROW'un yaptığı gibi bütün ekonomiye uygulamaktansa, belli bir firmaya veya belli bir endüstriye uygulamak daha kolay olacaktır. Gerek uçak yapımı, gerekse Horndal örnekleri, bu tarz uygulamanın daha anlamlı olacağını göstermektedir. Tek bir üretim dalı veya tek bir mamul bahis konusu olduğu zaman, öğrenmeden doğan faydalar zamanla azalır. Zira zaman geçtikçe belli bir makinanın işleyişinde veya belli bir teknikte yapılabilecek düzenlemeleri bulup çıkarmak güçleşir. Nitekim yapılan araştırmalar belli bir makinanın öğrenme yolu ile prodüktivitesinde meydana gelecek artışın önce çok hızlı olacağını, sonra yavaşlayacağını göstermiştir<sup>(39)</sup>. Bir yeniliğin belli bir sanayi dalında benimsenmesi de benzer bir dağılım göstermektedir. Önce pek çok sa-

(39) Bkz: L. SVENNILSON, «Economic Growth and Technical Progress» (1), Residual Factor and Economic Growth, Paris, 1963 OECD. (HAHN - MATTHEWS, age'den naklen)



yıda firma yeniliği benimsemekte sonra ise yeniliği benimsiyen firma sayısı azalmaktadır (40).

Bu tür olaylar, Schumpeter'in meşhur; İCAT - YENİLİK - TAKLİT sıralamasını doğrulamaktadır. Schumpeter'e göre belli bir üretim dalında yapılacak ıslahatın bir sınırı vardır. Ekonominin devamlı büyümesi, dışarıdan gelen (egzojen) yeniliklerin, ekonomiye dağılması ile sağlanır. Bütün bu görüşlerin ortaya koyduğu husus, tecrübe - öğrenme yoluyla sağlanacak prodüktivite artışının zamanla azalan bir seyir göstereceğidir. Dolayısıyla ekonominin büyümesi, egzozjen şeklinde tâyin edilecek yeniliklere ve icatlara bağlı kalcaktır.

Bu konuya son vermeden önce, tamamen zıt bir görüşü de aksettirmekte fayda vardır. Bu zıt görüş «erken davranmanın dezavantajı» diye adlandırılabilir (41). Bu görüşe göre, teknolojik değişmelerin yatırıma dönüştürüldüğü devrelerde, eğer teknolojik değişmelerin sür'ati fazla ise; erken yatırıma gitmek tehlikelidir. Zira yatırıma dönüştürülen teknoloji; yeni teknolojik gelişmeleri tâkip edemeyecektir. Böyle bir durumda yatırım yapmış olmak, hiç yapmamış olmaktan kötü olacaktır. Teknolojik değişmelerin çok hızla meydana geldiği günümüzde, ne kadar paradoksal görünürse görünsün, bu nokta üzerinde düşünmekte fayda vardır.

Üzerinde durulması gereken diğer bir nokta, başta yüksek yöneticiler olmak üzere, bütün işçiler; hiç tecrübeleri olmayan yenilikleri öğrenmekten kaçınırlar. Onları, eski bildiklerinden vazgeçirmek çoğu defa, bir yenilik keşfetmekten zor olmaktadır.

## BÜYÜME MODELLERİNDE FAKTÖRLERARASI İKAME

Büyüme modelleri, faktörlerarasında ikame imkânına yer verip vermediklerine göre başlıca üç gruba ayrılabilirler (42) :

(40) Bkz: E. MANSFIELD, «Technical Change and the Rate of Imitation» 1961, *Economica*, vol. 29 (HAHN - MATTHEWS; age'den naklen)

(41) Bkz: HAHN - MATTHEWS; age; syf: 395

(42) Bkz: L. JOHANSEN; «Substitution Versus Fixed Production Coefficients in the Theory of Economic Growth: A Synthesis» *Econometrica*, 1959, 27, No: 2, syf: 157 - 176; (ybl): STIGLITZ - UZAWA, «Readings...» syf: 229 - 248

A. Sadece kapitale ve kapital - hasıla katsayısına yer verip, emeği açıklıkla modele dahil etmeyen teoriler: Harrod ve Domar teorileri bu gruba girer.

B. Kapital ile emek arasında mutlak tamamlayıcılık olduğunu ve bu sebepten de kapital - hasıla katsayılarının sâbit olduğunu, yani faktörlerarasında ikame olmadığını farzeden teoriler: Leontief ve Lange tipi input - output analizine dayanan teoriler bu grupta sayılabilirler (43).

C. Kapital ile emek arasında ikamenin mümkün olduğunu kabul eden teoriler. Faktörlerarasında ikame imkânına yer veren bu teorileri de ikame elastikiyetine göre :

(i) Cobb - Douglas tipi; birim elastikiyetine sahip üretim fonksiyonu

(ii) Sabit ikame elastikiyetine sahip üretim fonksiyonu kullanan teoriler olarak kendi aralarında gruplandırmak gerekir (44).

Bilindiği gibi, Neo - klasik büyüme teorileri ile Post - keynezyen büyüme teorileri arasındaki en önemli farkı, faktörlerarası ikameye yer verip vermemek teşkil eder. Neo - klasik büyüme teorisyenlerine göre; Post - keynezyen teorisinin «bıçak sırtında bir denge»ye sahip olması' faktörlerarasında ikameye imkân vermemesindedir. Faktörlerarasında ikame imkânının varlığı kabul edildiği zaman «tabii büyüme haddi» ile «garantili büyüme haddi» arasında herhangi bir uyumsuzluk olmayacaktır (45).

Büyüme teorileri arasındaki bu anlaşmazlık, faktörlerarası ikamenin ne zaman mümkün olacağını tesbit etmekle kısmen giderilmiştir. JOHANSEN tarafından geliştirilen bu görüşe (46) göre; kapital ile emek arasında devre başı «ex - ante» bir ikame imkânı var-

(43) Leontief tipi input - output modellerinde faktörlerarası ikame belli bir endüstri için bahis konusu olmadığı halde, toplam kapital ve emek arasında bahis konusudur.

(44) Bkz: K. J. ARROW, H. B. CHENERY, B. S. MINHAS, R. M. SOLOW, «Capital - Labor substitution and Economic Efficiency» Review of Economics and Statistics, 1961, vol. 43, syf: 225 - 248, (ybi): HARCOURT - LAING, «Readings...» syf: 133 - 155

(45) Bkz: R. M. SOLOW, «A Contribution to the Theory of Economic Growth» Quarterly Journal of Economics, 1956, vol. 70, syf: 65 - 94; (ybi); SEN, «Readings...» syf: 161 - 192

(46) Bkz: L. JOHANSEN, age, syf: 230

dır. Yani; müteşebbis kapital malları fiyatının ve ücret haddinin gelecekteki seyri hakkında bir tahminde bulunur ve bu tahmine göre ya kapital - entansif ya da emek entansif bir teknik seçer. Bu tekniği seçip, gerekli yatırım mallarını satın aldıktan sonra, yatırım mali tamamen eskiyip atılmaya kadar geçen süre içinde; kapital ile emek arasında herhangi bir ikame bahis konusu olmaz. Yani «ex - post» bir ikame bahis konusu değildir.

Faktörlerarası ikame, teknolojik yeniliklerin yatırıma dönüştürülmesi (embodied) halinde bahis konusu olabileceği gibi yatırıma dönüştürülmeyen teknolojik yenilikler halinde de ele alınabilir (47). Önemli olan; müteşebbislerin faiz haddi ve ücret haddi ile ilgili tahminleridir. Ancak bu tahminlerin şöyle veya böyle olması; ex - ante ikame imkânlarının kullanılıp kullanılmamasına sebep olacaktır. Yapılış yılı modelleri yönünden, faktörlerarası ikamenin ayrı bir önemi vardır. Farklı yıllarda yapılan makinelerin, eski yıllara ait makinalara göre bir rant yapıp yapmaması; bu tahminlerin gerçekleşme derecesine bağlı kalacaktır (48).

Faktörlerarası ikame yönünden akla gelecek bir soru; ikame imkânının neo - klasik gelir dağılımı teorisi ile bağdaşıp bağdaşmayacağıdır. İkame imkânı; faktör fiyatı ve yatırımın kârlılığı tarafından tâyin edileceğine göre; üretim fonksiyonlarında ikame imkânının varlığı, faktörlerin yine marjinal produktivitelere göre gelir almalarına engel teşkil etmeyecektir (49).

---

(47). Yeniliklerin yatırıma dönüştürülmesi halinde ikame için Bkz: R. M. SOLOW; «Substitution and Fixed Proportions in the Theory of Capital» Review of Economic Studies, 1962, XXIV, syf: 207 - 218; (ybi) Bkz: STIGLITZ - UZAWA; «Readings...» syf: 249 - 260; yeniliklerin yatırıma dönüşmemesi hali için de Bkz: ARROW - CHENERY - MINHAS, SOLOW, age.

(48) Bkz: SOLOW, «Substitution...» syf: 250 - 256

(49) Bkz: Ibid, syf: 256 - 258 ve ARROW - CHENERY - MINHAS - SOLOW, age. syf: 150 - 153