

T.C.
AYDIN ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İKTİSAT ANABİLİM DALI
2019-DR-001

**EKONOMİK BÜYÜME ÜZERİNE MAKALELER: ÜRETİM
FONKSİYONLARI, İKAME ESNEKLİĞİ VE GELİR
YAKINSAMASI**

HAZIRLAYAN
Sedat ALATAŞ

TEZ DANIŞMANI
Doç. Dr. Necmiye CÖMERTLER
Prof. Dr. İbrahim Hakan YETKİNER

AYDIN-2019

T.C.
AYDIN ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE
AYDIN

İktisat Anabilim Dalı Doktora Programı öğrencisi Sedat ALATAŞ tarafından hazırlanan “Ekonomik Büyüme Üzerine Makaleler: Üretim Fonksiyonları, İkame Esnekliği ve Gelir Yakınsaması” başlıklı tez 28.12.2018 tarihinde yapılan savunma sonucunda aşağıdaki isimleri bulunan jüri üyelerince kabul edilmiştir.

Ünvanı, Adı ve Soyadı	Kurumu	İmzası
Başkan: Prof. Dr. Yaşar UYSAL	DEÜ	
Üye : Prof. Dr. Nilgün ACAR BALAYLAR	DEÜ	
Üye : Doç. Dr. Necmiye CÖMERTLER	ADÜ	
Üye : Doç. Dr. Aslı YENİPAZARLI	ADÜ	
Üye : Doç. Dr. Mustafa ÖZÇAĞ	ADÜ	

Jüri üyeleri tarafından kabul edilen bu Doktora Tezi, Enstitü Yönetim Kurulununsayılı kararıyla/...../2018 tarihinde onaylanmıştır.

Doç. Dr. Ahmet Can BAKKALCI

Enstitü Müdürü V.

T.C.
AYDIN ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE
AYDIN

Bu tezde sunulan tüm bilgi ve sonuçların, bilimsel yöntemlerle türetilen gerçek deney ve gözlemler çerçevesinde tarafımdan elde edildiğini, çalışmada bana ait olmayan tüm veri, düşünce, sonuç ve bilgilere bilimsel etik kuralların gereği olarak eksiksiz şekilde uygun atıf yaptığımı ve kaynak göstererek belirttiğimi beyan ederim.

28/12/2018

Sedat ALATAŞ

ÖZET

EKONOMİK BÜYÜME ÜZERİNE MAKALELER: ÜRETİM FONKSİYONLARI, İKAME ESNEKLİĞİ VE GELİR YAKINSAMASI

Sedat ALATAŞ

Doktora Tezi, İktisat Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Necmiye CÖMERTLER & Prof. Dr. İbrahim Hakan YETKİNER

2019, XXI + 131 sayfa

Bu tez çalışması ekonomik büyüme üzerine üç makaleden oluşmaktadır. Birinci makale, Cobb-Douglas (CD) ile Sabit İkame Esnekliği (CES) üretim fonksiyonlarını ampirik açıdan karşılaştırmaktadır. Elde edilen bulgular, CD üretim fonksiyonunun ülkeler arası büyüme analizi için yetersiz kaldığını göstermekte olup, CD tanımını, CES üretim fonksiyonunun özel bir durumu olarak, reddetmektedir. İkinci makale, ikame esnekliğinin düşük ve yüksek gelirli ülkeler arasında farklılaşıp farklılaşmadığını incelemektedir. Bulgular, ikame esnekliğinin “1” olmadığını ve ülke grupları arasında farklılaştığını ortaya koymaktadır. Bu bulgu, üretim faktörleri arasındaki ilişkinin, CD tanımı tarafından öngörülenin aksine, daha tamamlayıcı ya da ikame edilebilir olabileceğine işaret etmektedir. Son olarak, üçüncü makale, yakınsama hızının ikame esnekliğinde farklılaşmaya izin verilmesine nasıl tepki vereceğini araştırmaktadır. Elde edilen sonuç, CD tanımından, ikame esnekliğinin “1” den farklı değerler alabildiği CES tanımına geçişin yakınsama hızında değişimlere neden olabileceğini ortaya koymaktadır. Araştırmamız üç makale için de birbirini izleyen iki aşamayı içermektedir. İlk olarak, Solow modeli, Mankiw-Romer-Weil (1992) takip edilerek, iki farklı senaryo için (temel ve beşerî sermayenin yer aldığı genişletilmiş) CD ve CES üretim fonksiyonları altında çözülmektedir. Durağan durumdaki etkin-işgücü birimi başına çıktı değerleri elde edildikten sonra, ikinci olarak, regresyon denklemleri türetilmekte ve yatay kesit düzey ve büyüme regresyonları yatay-kesit verisiyle tahmin edilmektedir. Tüm bu aşamalar (i) üretimde girdi-çıktı ilişkilerinin yapısını; (ii) üretim fonksiyonlarının doğrusal olmama durumunu; (iii) heterojen modelleri; (iv) ikame esnekliği ile gelişmiş seviyesi arasındaki ilişkiyi; (v) yakınsama analizinde ikame esnekliğinin önemini daha iyi anlamamıza yardımcı olmaktadır.

ANAHTAR SÖZCÜKLER Üretim Fonksiyonları, Cobb-Douglas, Sabit İkame Esnekliği, İkame Esnekliği, Yakınsama, Yatay Kesit Veri

ABSTRACT

ESSAYS ON ECONOMIC GROWTH: PRODUCTION FUNCTIONS, ELASTICITY OF SUBSTITUTION AND INCOME CONVERGENCE

Sedat ALATAŞ

PhD Thesis at Economics

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Necmiye CÖMERTLER & Prof. Dr. İbrahim Hakan

YETKİNER

2019, XXI + 131 Pages

This dissertation consists of three essays on economic growth. The first essay empirically compares the Constant Elasticity of Substitution (CES) specification against the Cobb-Douglas (CD). The findings make it hard to justify the use of the CD production function for cross-country analysis of growth and the CD specification is rejected over the more general CES specification. The second essay examines whether elasticity of substitution varies between the low- and high-income countries. The findings suggest that elasticity of substitution is not unitary and varies among country groups. This implies that factors of production can be regarded as either more complementary or substitutable to production than implied by CD specification. Lastly, third essay investigates how the speed of convergence responds to the allowing for differentiation in elasticity of substitution. It is found that slight departures from CD to CES with elasticity of substitution that is only slightly different from unity can lead to variations in the speed of convergence. Our investigation for three essays involves two sequential steps. First, we solve the Solow model under the CD and CES specification for two different scenarios: basic model and augmented model which includes human capital in the Mankiw-Romer-Weil (1992) sense. After solving for the steady-state output per unit of augmented labour, we, secondly, derive the regression equations and estimate cross-country level and growth regressions in cross-sectional data. All these steps help us to better understand (i) the structure of input-output production relation; (ii) nonlinearity in the aggregate production functions; (iii) the patterns of heterogeneity; (iv) the relationship between elasticity of substitution and stage of development; (v) the importance of elasticity of substitution in the convergence analysis.

KEYWORDS Production Function, Cobb-Douglas, Constant Elasticity of Substitution, Elasticity of Substitution, Convergence, Cross Sectional Data

ÖNSÖZ

Bu tez çalışmasının başarıyla tamamlanmasında birçok kişinin önemli katkısı oldu. Öncelikle, bu çalışmanın başlangıcından sonlandırıldığı ana kadar karşılaştığım her türlü sorunun aşılmasında bana yardımcı olan, doktora başladığım günden beri hoşgörüsü, desteği ve bilgisiyle bana yol gösteren, bilimsel uyarı ve önerilerinden yararlandığım değerli hocam Prof. Dr. İbrahim Hakan YETKİNER'e; deneyimlerini benden esirgemeyen, çalışmanın her aşamasında görüşleriyle ve yapıcı eleştirileriyle beni yönlendiren saygıdeğer hocam Doç. Dr. Necmiye CÖMERTLER' e bana olan inancı ve güveninden ötürü teşekkür ederim.

Tecrübe ve bilgi birikimleriyle yoluma ışık tutan tez izleme komitesi üyeleri Doç. Dr. Mustafa ÖZÇAĞ ve Doç. Dr. Aslı YENİPAZARLI'ya; görüş ve önerilerine sık sık başvurduğum değerli iş arkadaşlarıma teşekkürlerimi sunarım.

Yaşamım boyunca her zaman varlıklarını yanında hissettiğim annem Naşide ALATAŞ'a, babam Sefer ALATAŞ'a, kardeşlerim Nilgün CEYHAN ve Müşerref ALATAŞ'a ve yeğenlerim Rümeyza ÖZGEN ve Duru CEYHAN'a teşekkür ederim.

Son olarak, varlığı bana her zaman güç veren değerli eşim Rabia HANOĞLU ALATAŞ'a sonsuz teşekkürü bir borç bilirim.

Sedat ALATAŞ

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY SAYFASI.....	iii
BİLİMSEL ETİK BİLDİRİM SAYFASI.....	v
ÖZET	vii
ABSTRACT	ix
ÖNSÖZ.....	xi
ŞEKİLLER DİZİNİ	xv
TABLolar DİZİNİ.....	xvii
EKLER DİZİNİ	xix
KISALTMALAR DİZİNİ	xxi
GİRİŞ.....	1
1. BÖLÜM	5
1. COBB-DOUGLAS VE SABİT İKAME ESNEKLİĞİ.....	5
1.1. Giriş	5
1.2. CD-CES Karşılaştırması	8
1.3. Literatür	18
1.4. Solow Büyüme Modeli ve CD-CES Altında Regresyonların Türetilmesi	21
1.5. Veri, Yöntem ve Ampirik Sonuçlar	28
1.6. Sonuç	32
2. BÖLÜM	35
2. İKAME ESNEKLİĞİ VE EKONOMİK BÜYÜME.....	35
2.1. Giriş	35
2.2. İkame Esnekliği	37
2.3. Literatür	42
2.4. Tahmin Edilen Regresyonlar	58
2.5. Veri, Yöntem ve Ampirik Sonuçlar	59
2.6. Sonuç	62

3. BÖLÜM	65
3. İKAME ESNEKLİĞİ VE YAKINSAMA	65
3.1. Giriş	65
3.2. İkame Esnekliği ve Yakınsama.....	70
3.3. Tahmin Edilen Regresyonlar	77
3.4. Veri, Yöntem ve Ampirik Sonuçlar	78
3.5. Sonuç	82
4. TARTIŞMA VE SONUÇ	85
5. KAYNAKLAR	89
6. EKLER	99
ÖZGEÇMİŞ	131

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Üretimin Alacağı Değerler $\sigma = 0$	17
Şekil 1.2. Üretimin Alacağı Değerler $\sigma = 1$	17
Şekil 1.3. Üretimin Alacağı Değerler $\sigma = 2.5$	18
Şekil 2.1. İkame Esnekliğinin Grafikselsel Gösterimi	38
Şekil 2.2 Harrod-Domar	44
Şekil 2.3 Cobb-Douglas.....	45
Şekil 2.4. Üçüncü Durum	47
Şekil 2.5. Swan (1956)	49
Şekil 2.6. Pitchford (1960)	50

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 1.1. CD ve CES	13
Tablo 1.2. Ampirik Analizde Kullanılan Ülkeler	110
Tablo 1.3. Veri Tanımı	28
Tablo 1.4. Veri Tanımı	29
Tablo 1.5. Tahmin Sonuçları (PWT 4.0).....	111
Tablo 1.6. Tahmin Sonuçları (PWT 6.0).....	112
Tablo 1.7. Tahmin Sonuçları (PWT 7.1).....	113
Tablo 2.1. Ülke Sınıflandırması	118
Tablo 2.2. Tahmin Sonuçları (PWT 4.0).....	119
Tablo 2.3. Tahmin Sonuçları (PWT 6.0).....	120
Tablo 2.4. Tahmin Sonuçları (PWT 7.1).....	121
Tablo 3.1. Koşulsuz Yakınsama Tahmin Sonuçları (PWT 4.0 6.0 ve 7.1)	127
Tablo 3.2. Koşullu Yakınsama Tahmin Sonuçları (PWT 4.0)	128
Tablo 3.3. Koşullu Yakınsama Tahmin Sonuçları (PWT 6.0)	129
Tablo 3.4. Koşullu Yakınsama Tahmin Sonuçları (PWT 7.1)	130

EKLER DİZİNİ

Ek 1. Euler Teoremi.....	99
Ek 2. Taylor Teoremi ve Kmenta Yaklaşırması.....	100
Ek 3. Temel ve Genişletilmiş Solow-CES Regresyonları.....	102
Ek 4. Ampirik Analiz Sonuçları	110
Ek 5. CES Üretim Fonksiyonu ve Gelir Dağılımı	114
Ek 6. Normalize Edilmiş CES Üretim Fonksiyonu ve Birinci Teorem	115
EK 7. Ampirik Analiz Sonuçları	118
Ek 8. Yakınsama Hızının Hesaplanması	122
Ek 9. Normalize Edilmiş CES Üretim Fonksiyonu ve İkinci Teorem	124
Ek 10. Ayrık Zaman Varsayımı Altında Solow Büyüme Modeli	126
Ek 11. Ampirik Analiz Sonuçları	127

KISALTMALAR DİZİNİ

AB	: Avrupa Birliği
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
ACMS	: Arrow, Chenery, Minhas ve Solow
BML	: Bayesyen Maksimum Olabilirlik (Bayesian Maximum Likelihood)
CD	: Cobb-Douglas
CES	: Sabit İkame Esnekliği (Constant Elasticity of Substitution)
DSGE	: Dinamik Stokastik Genel Denge Modeli
GMM	: Genelleştirilmiş Momentler Metodu
GSMH	: Gayri Safi Milli Hâsıla
GSYİH	: Gayri Safi Yurtiçi Hâsıla
HD	: Harrod-Domar
MRW	: Mankiw, Romer ve Weil
NLLS	: Doğrusal Olmayan En Küçük Kareler (Non-Linear Least Squares)
OECD	: Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü
OLS	: En Küçük Kareler (Ordinary Least Squares)
PWT	: Penn Dünya Tablosu (Penn World Table)
UNESCO	: Birleşmiş Milletler Eğitim, Bilim ve Kültür Örgütü
WDI	: Dünya Bankası Kalkınma Göstergeleri

GİRİŞ

Neoklasik üretim fonksiyonu, $Y_t = A_t F(K_t, L_t)$, ekonomik büyümenin iki temel kaynağına işaret etmektedir: (i) sermaye, K_t , ve işgücü, L_t , gibi üretim faktörlerinin birikimi; (ii) teknolojik değişim, A_t . Ancak burada gözden kaçırılan bir husus vardır. Üretim faktörleri arasındaki ikame esnekliği de üretime ve en azından geçişsel dönemde ekonomik büyümeye etki etme potansiyeline sahiptir. Söz konusu etki, elbette, sadece ikame esnekliği-ekonomik büyüme ilişkisinin tespit edilmesi ile sınırlı değildir. Aksine, ikame esnekliğinin diğer bazı faktörlerle -yakınsama hızı, gelir dağılımı gibi- olan ilişkisinin analiziyle farklı boyutlara taşınmaktadır (de La Grandville, 1989; Klump ve de La Grandville, 2000; Klump ve Preissler, 2000; Miyagiwa ve Papageorgiou, 2003; de La Grandville, 2009; Xue ve Yip, 2012; Cantore vd., 2015).

Bu tez çalışması doğrudan büyümenin üçüncü kaynağı olarak öngörülen ve çoğu zaman gözden kaçırılan ikame esnekliği parametresi ile ilgilidir ve ikame esnekliğinin önemine üretim fonksiyonları, ekonomik büyüme ve yakınsama hipotezi bağlamında ve Solow büyüme modeli temelinde vurgu yapmaktadır. Tez kapsamında cevabı aranacak sorular şu şekilde sıralanabilir: (i) ülkeler arası ekonomik gelişmişlik düzeyi farklılığı Cobb-Douglas (CD) ve Sabit İkame Esnekliği (CES) üretim fonksiyonlarından hangisi tarafından daha iyi açıklanmaktadır? (ii) ikame esnekliği CD üretim fonksiyonu tarafından öngörüldüğü üzere bütün ülke grupları ve zaman aralığı için her zaman “1” midir? (iii) eğer değilse ve “1”den farklı değerler alabiliyorsa, söz konusu değişimin sebebi nedir? (iv) ekonomik gelişmişlik düzeyi ile ikame esnekliği arasında bir ilişki var mıdır? (v) ikame esnekliği parametresinde farklılaşmaya izin vermek yakınsama hızını nasıl etkilemektedir? Söz konusu sorular bu tez çalışması kapsamında üç ayrı bölümde cevaplanmaktadır.

Birinci bölüm Solow ekonomik büyüme modeli vasıtasıyla elde edilen ve ekonomik gelişmişlik düzeylerinin farklılığını açıklamakta kullanılan ampirik modelin CD ve CES üretim fonksiyonlarından hangisi tarafından daha iyi açıklandığını göstererek, (i) ve (ii) numaralı soruların cevaplarını bulmayı amaçlamaktadır. Bu amaçla, Solow büyüme modelini CD ve CES üretim fonksiyonları altında iki farklı senaryo (temel ve beşerî sermayenin yer aldığı genişletilmiş) için çözüp, türetilen regresyonları ampirik olarak yatay kesit yöntemiyle tahmin etmektedir. İkinci bölüm ikame esnekliğinin yüksek ve düşük gelirli ülkeler arasında farklılaşıp farklılaşmadığını birinci bölümde türetilen regresyonları kullanarak göstermeyi amaçlamakta ve (iii) ve (iv) numaralı soruları cevaplamaya

çalışmaktadır. Üçüncü bölümün amacı ise, ikame esnekliği parametresinde farklılaşmaya izin vermenin yakınsama hızına olan etkisini analiz etmektir. Bu doğrultuda, birinci ve ikinci bölümde kullanılan regresyonları yakınsama hipotezini test edecek şekilde düzenledikten sonra ampirik olarak yatay kesit yöntemiyle tahmin etmekte ve (v) numaralı sorunun cevabını bulmaya çalışmaktadır.

Girdiler arasındaki ikame esnekliğinin üretim fonksiyonları, ekonomik büyüme ve yakınsama hipotezi bağlamında analiz edilerek yukarıda yöneltlen soruların cevaplarının bulunması üç açıdan oldukça önemlidir. İlk olarak, CD üretim fonksiyonu ekonomi literatürünün en çok tercih edilen üretim fonksiyonudur. Bununla birlikte, ikame esnekliğinin her zaman “1” olması, üretim faktörlerinin gelir içindeki payının zaman içinde sabit kalması, parametreleri bakımından doğrusal olması gibi bazı kısıtlayıcı varsayımları bulunmaktadır. CES üretim fonksiyonunda ise, ikame esnekliği “1”den farklı değerler alabilmekte, üretim faktörlerinin gelir içindeki payında orta dönemde (medium-run) meydana gelen dalgalanmalar daha iyi açıklanmaktadır. Bu nedenle de, CES üretim fonksiyonunun daha esnek bir yapıya sahip olduğu ve gözlemlenen gerçeklerle daha uyumlu olduğu düşünülmektedir. Dolayısıyla, hemen hemen bütün ekonomik büyüme modellerinin üretim- hatta çoğu zaman tüketim- tarafını temsilen kullanılan CD üretim fonksiyonunun ikame esnekliği perspektifinde ve Solow büyüme modeli temelinde ampirik açıdan sorgulanması hem teorik olarak ortaya konan bulguların doğrulanması hem de mevcut ekonomik büyüme literatüründe yer alan -CD tanımının üzerine kurulu- modellerin test edilmesi adına oldukça önemlidir.

İkinci olarak, ikame esnekliği-ekonomik büyüme ilişkisini sistematik olarak analiz eden ilk çalışma de La Grandville (1989)’dur. Söz konusu çalışma Japonya ve Güney Asya ülkelerindeki büyümenin sadece yüksek tasarruf oranlarıyla değil, aynı zamanda yüksek ikame esnekliği ile de açıklanabileceğini ortaya koymaktadır. Bu açıdan değerlendirildiğinde, ikame esnekliği-ekonomik gelişmişlik seviyesi ilişkisini Solow ekonomik büyüme modeli temelinde ortaya koymak, hem yüksek ve düşük gelirli ülkeler arasındaki gelişmişlik farkının daha iyi analiz edilmesi hususunda muhtemel katkısından hem de ekonomik büyüme literatürünün üzerinde en çok tartıştığı konuların başında gelen “ekonomik büyümenin belirleyicilerinin neler olduğu” sorusuna teknoloji, beşeri sermaye, kamu harcamaları, dış ticaret, kurumsal yapı vb. dışında alternatif bir cevap verilmiş olacağından dolayı oldukça önemlidir.

Üçüncü ve son olarak, yakınsama çalışmalarının büyük bir çoğunluğunun referans aldığı temel çalışma Solow büyüme modelinin teorik öngörülerinin ampirik olarak test edildiği MRW (1992)'dir. MRW (1992) ve sonrası yapılan çalışmaların büyük bir kısmı, yakınsama hipotezinin ve yakınsama hipotezinden türetilmiş yeni kavramların (club yakınsaması vb.) sadece ampirik yanıyla ilgilenmekte, farklı yakınsama kavramlarını, farklı ekonometrik yöntem, veri seti, ülke sepeti ve zaman aralığı için yeniden tahmin ederek, farklı yakınsama hızı tahminleri elde etmektedir. Bu bağlamda, bu çalışmaların, elde edilen tahmin sonuçları ve referans alınan temel çalışma itibarıyla, üretim fonksiyonu ve ikame esnekliği açısından, kısıtlayıcı olduğu ileri sürülebilir. Çünkü MRW (1992) tarafından türetilen regresyonlar (Solow modelinin temel ve beşeri sermaye ile genişletilmiş versiyonu) sadece CD üretim fonksiyonunu dikkate almakta, dolayısıyla da, ikame esnekliğinin, üstü kapalı olarak, farklı ülke grupları ve zaman aralığı için her zaman "1" olacağını varsaymaktadır. Bu üstü kapalı varsayım, yakınsama regresyonlarının içinde sermayenin azalan verimler yasasının işlemlerini yavaşlatması sebebiyle yer alması gereken ikame esnekliği parametresinin modelden dışlanmasına, yakınsama hızına olan etkisinin bertaraf edilmesine neden olmaktadır. Dolayısıyla, yakınsama hipotezinin, ikame esnekliğinin "1"den farklı değerler alabileceği CES üretim fonksiyonu altında test edilerek, doğru yakınsama hızı tahminlerinin elde edilmesi son derece önemlidir.

Tüm bunların dışında, birinci, ikinci ve üçüncü bölümde yer alan ve Solow ekonomik büyüme modeli vasıtasıyla türetilip tahmin edilen regresyonlar ile ilgili olarak vurgulanması gereken üç önemli husus daha bulunmaktadır. Birinci husus, Solow büyüme modelinin CES üretim fonksiyonu altında doğrusallaştırılması ile ilgilidir. CD üretim fonksiyonu altındaki Solow büyüme modeli regresyonları ilk olarak MRW (1992) tarafından türetilip tahmin edilirken, CES üretim fonksiyonu altındaki Solow büyüme modeli regresyonları Masanjala ve Papageorgiou (2004) tarafından ikinci dereceden Taylor serileri ile doğrusallaştırılarak türetilmekte, ardından parametre heterojenliğinin gösterilmesi amacıyla tahmin edilmektedir. Bununla birlikte, Solow büyüme modelinin CES üretim fonksiyonu altında ikinci dereceden Taylor serileriyle doğrusallaştırılması işlemi - matematiksel işlem açısından- oldukça karışık bir yapıya sahiptir. Bu çalışma aynı doğrusallaştırma işlemini birinci dereceden Taylor serilerini kullanılarak yapmakta ve bu yönüyle hem alternatif bir yöntem önermekte hem de söz konusu matematiksel işlemi daha basit bir yöntemle çözmektedir.

İkinci husus, CES tanımı altında türetilen Solow büyüme modeli regresyonlarının yapısı ile ilgilidir. Solow büyüme modelinin CES üretim fonksiyonu altında türetilmesi, CD tanımı altında türetilmesinden farklı olarak, kişi başına geliri hem ikame esnekliğinin bir fonksiyonu yapmakta hem de ikinci dereceden (doğrusal olmayan) bir terimin Solow büyüme denkleminde yer almasını sağlamaktadır. İkinci dereceden terimin ve ikame esnekliği parametresinin yer aldığı regresyon sadece girdi-çıktı ilişkisinin daha iyi karakterize edilmesini sağlamamakta, aynı zamanda büyüme sürecindeki doğrusal olmama durumunu da dikkate almaktadır.

Üçüncü konu ise, tahminlerin yapılmasında kullanılan veri seti ile ilgilidir. Tüm bölümlerde yapılan regresyon tahminleri Penn Dünya Tablosu (PWT) 4.0 ve 6.0 veri setleri kullanılarak gerçekleştirilmektedir. PWT 7.1 veri seti ise elde edilen tahminlerin sağlamlık analizinin yapılması için kullanılmaktadır. Ampirik analiz boyunca ekonomik büyüme literatüründe yaygın olarak kullanılan PWT veri tabanının tercih edilmesi hem yapılan tahminlerin doğruluğunu -literatürdeki mevcut çalışmalardan elde edilen tahminlerle karşılaştırılması yoluyla- ispatlamakta hem de literatüre karşılaştırılabilir güncel ampirik kanıt sağlamaktadır.

1. BÖLÜM

1. COBB-DOUGLAS VE SABİT İKAME ESNEKLİĞİ

Birinci bölümün amacı Solow ekonomik büyüme modeli vasıtasıyla elde edilen ve ekonomik gelişmişlik düzeylerinin farklılığını açıklamakta kullanılan ampirik modelin CD ve CES üretim fonksiyonlarından hangisi tarafından daha iyi açıklandığını karşılaştırmalı olarak test etmektir. Bu amaçla, Solow büyüme modelini CD ve CES üretim fonksiyonları altında iki farklı senaryo (temel ve beşerî sermayenin yer aldığı genişletilmiş) için çözüp, türetilen regresyonları ampirik olarak yatay kesit yöntemiyle tahmin etmektedir. Elde edilen sonuçlar, Solow büyüme modelinin CD üretim fonksiyonu altında girdi-çıktı ilişkilerini karakterize etmede yetersiz ve yanlış belirlenmiş olabileceğini, Solow büyüme modelinin açıklama gücünün CES üretim fonksiyonu kullanılarak artırılabilirliğini, ikame esnekliğinin, CD üretim fonksiyonu tarafından öngörüldüğünün aksine, birden farklı değerler alabileceğini ve ülke grupları arasında farklılaşabileceğini göstermektedir.

1.1. Giriş

CD birinci dereceden türdeş, parametreleri bakımından doğrusal, ikame esnekliğinin her zaman bire eşit olduğu ve üretim faktörlerinin gelir içindeki payının zaman içinde sabit kaldığı bir üretim fonksiyonudur. Neoklasik varsayımların tümünü (ölçeğe sabit getiri, pozitif ama azalan verim kanunu, Inada şartları) sağlaması CD üretim fonksiyonunun ekonomi literatüründeki hâkimiyetini sorgulanamaz hale getirmekte ve iktisat araştırmalarında fiili olarak kullanılan tek üretim fonksiyon formu olmaya devam etmektedir. İkame esnekliğinin her zaman “1” olması ve parametreler bakımından doğrusallık, CD üretim fonksiyonunun ekonomi literatüründe en çok tercih edilen üretim fonksiyonu olma özelliğini daha da pekiştirmektedir.

Bununla birlikte, bazı iktisatçılar CD üretim fonksiyonunun ekonomi literatüründeki hâkimiyetini eleştirmişlerdir. İronik bir şekilde, Solow (1958) –belki de CD üretim fonksiyonunun kullanımını ilk öneren iktisatçı- bunlardan biridir. CD üretim fonksiyonunu ekonomi literatüründe en çok tercih edilen üretim fonksiyonu yapan özellikleri -büyümenin stilize gerçekleri ile uyumlu olması, ikame esnekliğinin her zaman “1” olması ve parametreler bakımından doğrusallık- aynı zamanda CD üretim fonksiyonuna yöneltilen eleştirilerin ana kaynağıdır. Söz konusu eleştiriler Arrow, Chenery, Minhas ve Solow

(ACMS) (1961) tarafından ikame esnekliği bakımından daha esnek ve doğrusal olmayan CES üretim fonksiyonunun geliştirilmesine neden olmuştur. CES üretim fonksiyonunda ikame esnekliği, CD üretim fonksiyonu tarafından öngörüldüğünün aksine, farklı değerler alabilmektedir. Bu nedenle, üretim faktörlerinin gelir içindeki payında orta dönemde (medium-run) meydana gelen dalgalanmaları daha iyi açıkladığı düşünülmektedir. Ayrıca, parametreleri bakımından doğrusal olmayışı, ekonomide gözlemlenen gerçeklerle daha uyumludur.

Literatürde CD-CES karşılaştırmasını doğrudan ve dolaylı olarak yapan birçok çalışma mevcuttur. Bir tarafta CD üretim fonksiyonunun kullanımını önerenler (Berndt, 1976; Judd, 1987; Trostel, 1993; Jones, 2003); diğer tarafta CES üretim fonksiyonunu destekleyenler (ACMS, 1961; Klump ve de La Grandville, 2000, Duffy ve Papageorgiou, 2000; Masanjala ve Papageorgiou, 2004; Acemoğlu, 2003; Antras, 2004, Klump vd., 2007; Cantore vd., 2015) bulunmaktadır. Söz konusu karşılaştırmalar, bazen içsel büyüme modelleri çerçevesinde (Acemoğlu, 2003; Jones, 2003), bazen normalize edilmiş CES üretim fonksiyonu (de La Grandville, 1989; Klump ve de La Grandville, 2000; Klump vd., 2007) ve iş çevrimi teorileriyle (Cantore vd., 2015), bazen de üretim faktörlerinin gelir içindeki paylarının analiziyle (Gollin, 2002; Bernanke ve Gürkaynak, 2002) yapılmaktadır. Bu çalışma, CD-CES karşılaştırmasını Solow (1956) büyüme modeli temelinde yapmaktadır. Bunu yapmak için iki önemli çalışmayı referans almaktadır: MRW (1992) ve Masanjala ve Papageorgiou (2004).

MRW (1992) Solow büyüme modelinin teorik öngörülerini CD üretim fonksiyonu altında ampirik olarak test eden öncü çalışmadır. Bu çalışmadan elde edilen ampirik sonuçlar, Solow büyüme modeli tarafından öngörülen tasarruf oranı-nüfus artış hızı ve gelir arasındaki ilişkinin yönünü doğrularken, büyüklüğünü tam olarak yansıtmamaktadır. Bunun üzerine, MRW (1992) Solow büyüme modelinde kullanılan CD üretim fonksiyonunu beşerî sermaye kullanarak genişletmekte, tahmin edilen katsayıları Solow büyüme modelinin öngörüsüyle uyumlu hale getirmektedir. Ancak tüm bunları yaparken her defasında sadece CD üretim fonksiyonunu kullandığı için MRW sonuçları yanlı (biased) sonuçlardır. Masanjala ve Papageorgiou (2004) çalışması ampirik sonuçların CD ve CES'e bağlı olarak nasıl değiştiğini (kısmen?) göstermesi açısından literatüre katkı yapmaktadır. Parametre heterojenliğini Solow büyüme modelinde doğrusal olmayan bir üretim fonksiyonu olan CES üretim fonksiyonunu kullanarak açıklamayı amaçlayan Masanjala ve Papageorgiou (2004) dolaylı olarak bu karşılaştırmayı da yapmakta, Solow büyüme modelini CD üretim

fonksiyonu yerine CES üretim fonksiyonu altında çözüp, türetilen regresyonları, MRW (1992)'de olduğu gibi, yatay kesit yöntemiyle tahmin etmektedir. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar, Solow modelinde kullanılan CES üretim fonksiyonunun, CD üretim fonksiyonuna göre, ampirik olarak daha üstün olduğunu ve Solow büyüme modelinin açıklama gücünü önemli derecede arttırdığını ampirik olarak kanıtlamaktadır. Birinci bölüm, yukarıda bahsedilen iki çalışmanın (MRW, 1992; Masanjala ve Papageorgiou, 2004) bir uzantısı niteliğindedir. Bu bölümü önemli ve farklı kılan faktörler şu şekilde sıralanabilir: (i) çalışma doğrudan CD-CES üretim fonksiyonlarının Solow büyüme modeli temelinde ampirik olarak karşılaştırılmasını amaç edinmektedir. Bu nedenle, her iki referans çalışmasından amaç ve konu yönüyle farklılaşırken, doğrusal CD üretim fonksiyonunu ekonomi modellerine değiştirilemez bir gerçek olarak dâhil eden ekonomi literatüründeki çalışmalardan, CD üretim fonksiyonunun kullanımını sorgulaması yönüyle ayrışmakta olup, literatüre katkı niteliği kazanmaktadır; (ii) CES üretim fonksiyonu altındaki Solow büyüme modeli regresyonları Masanjala ve Papageorgiou (2004) tarafından ikinci dereceden Taylor serileri kullanılarak doğrusallaştırılmaktadır. Söz konusu matematiksel işlem oldukça karışık bir yapıya sahiptir. Bu çalışma aynı doğrusallaştırma işlemini birinci dereceden Taylor serileri kullanılarak yapmakta ve bu yönüyle hem alternatif bir yöntem önermekte hem de söz konusu matematiksel işlemi daha basit bir yöntemle çözmektedir; (iii) Solow büyüme modelinin CES üretim fonksiyonu altında türetilmesi, kişi başına geliri hem ikame esnekliğinin bir fonksiyonu yapmakta hem de ikinci dereceden (doğrusal olmayan) bir terimin Solow büyüme denkleminde yer almasını sağlamaktadır. İkinci dereceden terimin ve ikame esnekliği parametresinin yer aldığı regresyon sadece girdi-çıktı ilişkisinin daha iyi karakterize edilmesini sağlamamakta, aynı zamanda büyüme sürecindeki doğrusal olmama durumunu da açıklamaktadır; (iv) ampirik analizinin daha güncel veri seti kullanılarak gerçekleştirilmesi, her iki çalışmaya dolaylı olarak güncel ampirik kanıt sağlamaktadır.

Birinci bölümden elde edilen iki önemli ampirik sonuç bulunmaktadır. Birincisi, CD-CES üretim fonksiyonlarının karşılaştırılması ile ilgilidir. Buna göre, girdi-çıktı ilişkisinin Solow büyüme modeli çerçevesinde CD üretim fonksiyonu altında karakterize edilmesi, modelin açıklama gücünü kısıtlamaktadır. Aksine, CES üretim fonksiyonunun kullanımı modelin açıklama gücünü artırmaktadır. Dolayısıyla, ekonomi literatüründe sıkça kullanılan doğrusal CD üretim fonksiyonu iktisatçılar tarafından yanlış belirlenmiş olabilir ve Solow büyüme modelinin açıklama gücü farklı üretim fonksiyonlarının kullanımıyla geliştirilebilir. İkincisi, ikame esnekliği parametresinin değeri ile ilgilidir. Buna göre, ikame

esnekliği, CD üretim fonksiyonu tarafından öngörüldüğünün aksine, birden farklı değerler alabilir ve ülke grupları arasında farklılaşabilir. Daha açık bir ifadeyle, sermaye ile işgücü arasındaki ilişki bazı ülkeler için daha ikameci olabilirken, bazı ülkeler için daha tamamlayıcı olabilmektedir.

CD ve CES üretim fonksiyonlarını Solow büyüme modeli çerçevesinde karşılaştıran birinci bölüm altı alt bölümden oluşmaktadır. Giriş bölümünü izleyen ikinci alt bölüm, neoklasik yaklaşımda kullanılan üretim fonksiyonlarının temel özelliklerini tanıtır, CD ve CES üretim fonksiyonlarını, öncelikli olarak bu temel özellikler bağlamında, ardından büyümenin stilize gerçekleri, doğrusal türdeşlik ve ikame esnekliği bağlamında teorik olarak karşılaştırmaktadır. Üçüncü alt bölüm, doğrudan ve dolaylı olarak CD-CES üretim fonksiyonu karşılaştırması yapan mevcut çalışmalara yer verirken, dördüncü alt bölüm, Solow büyüme modelini CD ve CES üretim fonksiyonları altında iki farklı senaryo (temel ve beşerî sermayenin yer aldığı genişletilmiş) için çözmektedir. Son olarak, beşinci alt bölüm, türetilen regresyonları tahmin edip, CD ve CES karşılaştırmasını ampirik olarak yaparken, altıncı alt bölüm elde edilen bulguları özetlemektedir.

1.2. CD-CES Karşılaştırması¹

Üretim fonksiyonu, girdilerin çıktı üretmek için nasıl bir araya geldiklerini tanımlar. Kuramsal modellerde bu girdiler genellikle sermaye (K) ve işgücü (L) adı altında iki grupta toplanır. A teknolojiyi temsil ederken t dönemindeki² çıktı/üretim fonksiyonu aşağıdaki gibi ifade edilir:

$$Y_t = F(K_t, L_t, A_t) \quad (1.1)$$

Yukarıda gösterilen neoklasik üretim fonksiyonunun üç önemli özelliği bulunur. Birinci olarak, $F(\cdot, \cdot, \cdot)$ üretim fonksiyonu, ölçeğe göre sabit getiri (birinci dereceden türdeş)³

¹ Bu alt bölümde yer alan tüm bilgiler ve daha fazlası için bk. Solow, 1956; Swan, 1956; Solow, 1957; Inada, 1963; Barro, 1997: 389-401; Barro ve Sala-i-Martin, 2004: 30; Acemoğlu, 2009: 37; Aghion ve Howitt, 2009: 21-29; Colander, 2010: 214; Barro, 2010: 35-45; Mankiw, 2010: 56-59; Yeldan, 2011: 100; Romer, 2012: 10-13; Weil, 2013: 99; Jones ve Vollrath, 2013: 22-24; Blanchard ve Johnson, 2013: 238-267; Eriksson, 2013: 13-34.

² Zaman konusunda iki tür varsayım bulunur: sürekli zaman ve süreksiz/ayrık zaman. Bu çalışmada çoğunlukla sürekli zaman varsayımı kullanılmıştır. Bazı iktisatçılar sürekli zaman için $X(t)$, süreksiz zaman için X_t gösterimini kullanırlar (Acemoğlu, 2009: 28). Bu çalışmada, literatürün aksine, hem sürekli hem de süreksiz/ayrık zaman için X_t gösterimi kullanılacak ve gerekli olmadıkça (kafa karışıklığına sebep vermedikçe) değişkenlerin zamana bağlı olduğunu gösteren X_t yerine X tercih edilecektir.

³ Ölçeğe göre sabit getiri (birinci dereceden türdeşlik) özelliği Euler Teoremi ile açıklanabilir. Euler Teoremi için bk. Ek 1.

hipotezine uymaktadır. Bunun anlamı, üretimin tüm faktörleri⁴ λ oranında arttırılır ya da azaltılırsa, çıktı da λ oranında artar ya da azalır. Matematiksel ifadesi

$$\forall \lambda \geq 0 \text{ için } F(\lambda K, \lambda L) = \lambda F(K, L) \quad (1.2)$$

şeklindedir. Özel bir durum olarak, $\lambda = 1/L$ şeklinde olduğu varsayılırsa, ölçeğe göre sabit getiri özelliği kullanılarak üretim fonksiyonu şu şekilde ifade edilebilir:

$$\frac{Y}{L} = F\left(\frac{K}{L}, 1\right) \quad (1.3)$$

$Y/L = y$ ve $K/L = k$ olarak tanımlandığında

$$y = f(k) \quad (1.4)$$

elde edilir. Yukarıda tanımlanan üretim fonksiyonuna göre, çalışan başına çıktı (y), sadece çalışan başına sermayenin (k) bir fonksiyonudur.

Üretim fonksiyonun ikinci önemli özelliği, üretim faktörlerinin pozitif ve azalan verimler yasasıdır. Bu yasaya göre, bir üretim faktörünün miktarının artırılması (diğer üretim faktörü miktarı sabit iken) toplam üretimi artırmakla birlikte, her ilave birimin toplam çıktıya katkısı bir öncekinden daha düşük olmaktadır. Bu durum matematiksel olarak şu şekilde ifade edilir:

$$\frac{\partial F}{\partial K} = F_K > 0, \quad \frac{\partial^2 F}{\partial K^2} = F_{KK} < 0 \quad (1.5)$$

$$\frac{\partial F}{\partial L} = F_L > 0, \quad \frac{\partial^2 F}{\partial L^2} = F_{LL} < 0 \quad (1.6)$$

ve

$$F_K|K=1 > F_K|K=2 > F_K|K=3 \quad (1.7)$$

Inada (1963) koşulları neoklasik üretim fonksiyonun üçüncü özelliğidir. Buna göre, sermayenin (ya da işgücü) marjinal verimliliği, sermaye (ya da işgücü) sıfıra yaklaşırken sonsuza, sonsuza yaklaşırken sıfıra gitmektedir.

$$\lim_{K \rightarrow 0} (F_K) = \infty, \lim_{L \rightarrow 0} (F_L) = \infty \quad (1.8)$$

⁴ A bir üretim faktörü değildir ve burada sabit olduğu varsayılmaktadır.

$$\lim_{K \rightarrow \infty} (F_K) = 0, \lim_{L \rightarrow \infty} (F_L) = 0 \quad (1.9)$$

Hemen altta yer alan iki ara bölümde CD ve CES üretim fonksiyonları yukarıda sayılan üç önemli özellik perspektifinde tartışılmaktadır.

▪ Cobb-Douglas (CD)

Üretim fonksiyonu, CD biçiminde olduğu varsayılırsa

$$Y_t = F(K_t, L_t) = K_t^\alpha L_t^{1-\alpha} \quad (1.10)$$

olarak tanımlanır. α , 0 ile 1 arasında yer alan sabit bir parametredir ve sermayenin gelir içindeki payını (share) gösterir. Yukarıda gösterilen CD üretim fonksiyonu ölçeğe göre sabit getiri koşulunu sağlar. Bu durum matematiksel olarak şu şekilde gösterilir:

$$F(\lambda K, \lambda L) = (\lambda K)^\alpha (\lambda L)^{1-\alpha} = \lambda^{\alpha+1-\alpha} K^\alpha L^{1-\alpha} = \lambda K^\alpha L^{1-\alpha} = \lambda F(K, L) \quad (1.11)$$

Özel bir durum olarak, $\lambda = 1/L$ şeklinde olduğu varsayılırsa, ölçeğe göre sabit getiri özelliği kullanılarak CD üretim fonksiyonu yeniden tanımlanabilir:

$$y = k^\alpha \quad (1.12)$$

CD üretim fonksiyonu, üretim faktörlerinin pozitif ve azalan verimler yasasına uymaktadır.

$$\frac{\partial F}{\partial K} = MPK = F_K = \alpha K^{\alpha-1} L^{1-\alpha} > 0 \quad (1.13)$$

$$\frac{\partial F}{\partial L} = MPL = F_L = (1 - \alpha) K^\alpha L^{-\alpha} > 0 \quad (1.14)$$

$$\frac{\partial^2 F}{\partial K^2} = \frac{\partial MPK}{\partial K} = F_{KK} = \alpha(\alpha - 1) K^{\alpha-2} L^{1-\alpha} < 0 \quad (1.15)$$

$$\frac{\partial^2 F}{\partial L^2} = \frac{\partial MPL}{\partial L} = F_{LL} = (1 - \alpha)(-\alpha) K^\alpha L^{-\alpha-1} < 0 \quad (1.16)$$

Buna göre, sermaye (işgücü) miktarı artıkça, çıktı artmaktadır (fonksiyonun sermaye ve işgücüne göre birinci dereceden kısmi türevi pozitiftir). Fakat bu artış, sermaye (işgücü) miktarı artıkça, düşecektir (fonksiyonun sermaye ve işgücüne göre ikinci dereceden kısmi türevi negatiftir).

Son olarak, CD üretim fonksiyonu, Inada (1963) koşullarını sağlamaktadır.

$$\lim_{K \rightarrow 0}(F_K) = \infty \quad (1.17)$$

$$\lim_{K \rightarrow \infty}(F_K) = 0 \quad (1.18)$$

$$\lim_{L \rightarrow 0}(F_L) = \infty \quad (1.19)$$

$$\lim_{L \rightarrow \infty}(F_L) = 0 \quad (1.20)$$

▪ Sabit İkame Esnekliği (CES)

Üretim fonksiyonu, CES biçiminde olduğu varsayılırsa en basit haliyle şu şekilde tanımlanabilir:

$$Y_t = F(K_t, L_t) = \left[\alpha K_t^{\sigma-1/\sigma} + (1 - \alpha) L_t^{\sigma-1/\sigma} \right]^{\sigma/\sigma-1} \quad (1.21)$$

CD üretim fonksiyonunda olduğu gibi, 0 ile 1 arasında değer alan α , CD üretim fonksiyonundan farklı olarak, sermayenin gelir içindeki dağılımını (distribution) göstermektedir (ACMS, 1961). σ ise, sermaye ile işgücü arasındaki ikame esnekliğini gösterir ve $\sigma \in [0, \infty]$.⁵ Bu şekilde tanımlanan CES üretim fonksiyonu ölçeğe göre sabit getiri (birinci dereceden türdeş) özelliğini sağlar.

$$F(\lambda K, \lambda L) = \left[\alpha (\lambda K)^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} + (1 - \alpha) (\lambda L)^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} \right]^{\frac{\sigma}{\sigma-1}} = \lambda \left[\alpha K_t^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} + (1 - \alpha) L_t^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} \right]^{\frac{\sigma}{\sigma-1}} = \lambda F(K, L) \quad (1.22)$$

⁵ CES üretim fonksiyonunda ($\sigma \rightarrow 0$) olduğu durumda, üretim fonksiyonu ikame esnekliğinin 0 olduğu Leontief üretim fonksiyonuna ($Y = \min[K, L]$); ($\sigma \rightarrow 1$) olduğu durumda, ikame esnekliğinin 1 olduğu CD üretim fonksiyonuna ($Y = K^\alpha L^{1-\alpha}$); ($\sigma \rightarrow \infty$) olduğu durumda, ikame esnekliğinin ∞ olduğu doğrusal üretim fonksiyonuna ($Y = \alpha K + (1 - \alpha)L$) dönüşmektedir (Acemoğlu, 2009: 54). Ayrıca bk. Şekil 1.1, 1.2 ve 1.3. CES üretim fonksiyonunun neoklasik üretim fonksiyonu özellikleri tartışılırken üç farklı uç durum ($\sigma \rightarrow 0$); ($\sigma \rightarrow 1$); ($\sigma \rightarrow \infty$) çok fazla detaylandırılmayacaktır. İkame esnekliği bu çalışmanın ikinci bölümünün konusudur. Bu yüzden, söz konusu detaylandırma ikinci bölümde yapılacaktır.

Özel bir durum olarak, $\lambda = 1/L$ şeklinde olduğu varsayılırsa, ölçeğe göre sabit getiri özelliği kullanılarak CES üretim fonksiyonu yeniden tanımlanabilir:

$$y = \left[\alpha k^{\sigma-1/\sigma} + (1 - \alpha) \right]^{\sigma/\sigma-1} \quad (1.23)$$

CES üretim fonksiyonunun, üretim faktörlerinin pozitif ve azalan verimler yasasına uyup uymadığını araştırmak için, sermaye ve işgücüne göre (K, L) birinci ve ikinci dereceden kısmi türevleri alınır:

$$\frac{\partial F}{\partial K} = F_K = MPK = \left[\alpha K^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} + (1 - \alpha) L^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} \right]^{\frac{\sigma}{\sigma-1}-1} \alpha K^{\frac{\sigma-1}{\sigma}-1} > 0 \quad (1.24)$$

$$\frac{\partial F}{\partial L} = F_L = MPL = \left[\alpha K^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} + (1 - \alpha) L^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} \right]^{\frac{\sigma}{\sigma-1}-1} (1 - \alpha) L^{\frac{\sigma-1}{\sigma}-1} > 0 \quad (1.25)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial^2 F}{\partial K^2} = F_{KK} = \frac{\partial MPK}{\partial K} &= \left(1 - \frac{\sigma-1}{\sigma} \right) \left[\alpha K^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} + (1 - \alpha) L^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} \right]^{\frac{\sigma}{\sigma-1}-2} \alpha^2 K^{2\left(\frac{\sigma-1}{\sigma}-1\right)} \\ &+ \left[\alpha K^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} + (1 - \alpha) L^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} \right]^{\frac{\sigma}{\sigma-1}-1} \alpha \left(\frac{\sigma-1}{\sigma} - 1 \right) K^{\frac{\sigma-1}{\sigma}-2} < 0 \end{aligned} \quad (1.26)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial^2 F}{\partial L^2} = F_{LL} = \frac{\partial MPL}{\partial L} &= \left(1 - \frac{\sigma-1}{\sigma} \right) \left[\alpha K^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} + (1 - \alpha) L^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} \right]^{\frac{\sigma}{\sigma-1}-2} (1 - \alpha)^2 L^{2\left(\frac{\sigma-1}{\sigma}-1\right)} \\ &+ \left[\alpha K^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} + (1 - \alpha) L^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} \right]^{\frac{\sigma}{\sigma-1}-1} (1 - \alpha) \left(\frac{\sigma-1}{\sigma} - 1 \right) L^{\frac{\sigma-1}{\sigma}-2} < 0 \end{aligned} \quad (1.27)$$

$\alpha \in (0,1), \sigma \in [0, \infty]$ idi. $\sigma \in (0, \infty)$ varsayımı altında ilk iki ifade pozitif, son iki ifade negatiftir.⁶ Dolayısıyla, CES üretim fonksiyonunda (belirli bir varsayım altında) pozitif ve azalan verimler yasası sağlanmaktadır.

⁶ (1.24) ve (1.25) numaralı denklemlerin pozitif olduğu açıkça görülmektedir. (1.26) ve (1.27) numaralı denklemlerin negatif olduğunu göstermek için $\alpha K^\rho + (1 - \alpha) L^\rho$ ifadesi A , $\frac{\sigma-1}{\sigma}$ ifadesi ρ ile gösterilir, (1.26) numaralı denklem $(1 - \rho) A^{\frac{1}{\rho}-1} \alpha K^{\rho-2}$, (1.27) numaralı denklem $(1 - \rho) A^{\frac{1}{\rho}-1} (1 - \alpha) L^{\rho-2}$ parantezine alınır, sırasıyla şu ifadeler elde edilir: $(1 - \rho)(\alpha K^\rho + (1 - \alpha) L^\rho)^{\frac{1}{\rho}-1} \alpha K^{\rho-2} \left[\frac{-(1-\alpha)L^\rho}{(\alpha K^\rho + (1-\alpha)L^\rho)} \right]$ ve $(1 - \rho)(\alpha K^\rho + (1 - \alpha) L^\rho)^{\frac{1}{\rho}-1} (1 - \alpha) L^{\rho-2} \left[\frac{-(\alpha)K^\rho}{(\alpha K^\rho + (1-\alpha)L^\rho)} \right]$. A ve ρ ifadeleri, orijinaleri ile değiştirilirse, (1.26) ve (1.27) numaralı denklemlerin negatif olduğu ortaya çıkacaktır.

Son olarak, CES üretim fonksiyonu $\sigma < 1$ ve $\sigma > 1$ varsayımı⁷ altında Inada koşullarını tam olarak sağlamaz. Bu durumu göstermek için CES üretim fonksiyonunun sermaye ve işgücüne göre kısmi türevleri şu şekilde yeniden tanımlanabilir:⁸

$$\frac{\partial F}{\partial K} = F_K = \alpha K^{\frac{-1}{\sigma}} F^{\frac{1}{\sigma}} \quad (1.28)$$

$$\frac{\partial F}{\partial L} = F_L = \alpha L^{\frac{-1}{\sigma}} F^{\frac{1}{\sigma}} \quad (1.29)$$

$\sigma > 1$ için

$$\lim_{K \rightarrow 0}(F_K) = \infty, \lim_{K \rightarrow \infty}(F_K) = \alpha^{\frac{\sigma}{\sigma-1}} > 0 \quad (1.30)$$

$\sigma < 1$ için

$$\lim_{K \rightarrow \infty}(F_K) = 0, \lim_{K \rightarrow 0}(F_K) = \alpha^{\frac{\sigma}{\sigma-1}} > 0 \quad (1.31)$$

Görüldüğü gibi, her defasında Inada koşullarından biri sağlanamamaktadır. Bu durum işgücü içinde geçerlidir.

Tablo 1.1’de CD ve CES üretim fonksiyonlarının neoklasik üretim fonksiyonlarının koşulları bakımından karşılaştırılması ile elde edilen sonuçlar rapor edilmiştir.

Tablo 1.1. CD ve CES

Özellik	CD	CES
Ölçeğe göre sabit getiri (1. Dereceden türdeş)	✓	✓
Pozitif ve azalan verimler yasası	✓	×
Inada koşulu	✓	×

Tablo 1.1’e göre, CD üretim fonksiyonu, CES üretim fonksiyonun özel bir durumu ($\sigma = 1$) olarak, neoklasik üretim fonksiyonun tüm koşullarını (ölçeğe göre sabit getiri, pozitif ve azalan verimler yasası, Inada koşulları) tam olarak sağlamaktadır. Aksine, CES üretim fonksiyonu, bu koşulları bazı varsayımlar altında yerine getirmektedir. Dolayısıyla, sadece neoklasik üretim fonksiyonlarının özellikleri bakımından değerlendirme

⁷ Daha önce gösterildiği üzere, $\sigma = 1$ ise, CES üretim fonksiyonu, CD üretim fonksiyonuna dönüşür ve Inada koşullarını sağlar.

⁸ $F = (K, L) = \left[\alpha K^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} + (1-\alpha)L^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} \right]^{\frac{\sigma}{\sigma-1}}$ ise, $F_K = \alpha K^{\frac{-1}{\sigma}} \left[\alpha K^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} + (1-\alpha)L^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} \right]^{\frac{1}{\sigma-1}}$ olur.

yapıldığında, CD üretim fonksiyonunun ekonomi literatürüne hâkim olması beklenen bir sonuçtur.

Tüm bunlara ek olarak, üretim fonksiyonları ile ilgili olarak vurgulanması gereken ve CD üretim fonksiyonunun literatürdeki hâkimiyetini açıklayan üç önemli husus daha vardır (Klump ve Preissler, 2000: 41-45; Duffy ve Papageorgiou, 2000: 87-88; Klump ve de La Grandville, 2000: 282-283; Jones, 2003: 1-4; Masanjala ve Papageorgiou, 2004: 171-172; Antras, 2004; Miyagiwa ve Papageorgiou, 2007: 2900-2901; Papageorgiou ve Saam, 2008).

İlk olarak, CD üretim fonksiyonunun, Kaldor (1961)'in “büyümenin stilize gerçekleri” –sermaye ve işgücünün gelir içindeki payı zaman içinde göreceli olarak sabittir- ile uyumlu olduğu düşünülür (Solow, 1957; Gollin: 2008: 2). Buna göre, tam rekabet varsayımı altında, sermayenin marjinal ürünü ($MPK = F_K$) sermayenin kullanım ücretine (r) eşittir ve sermayenin gelir içindeki payı $\frac{MPKK}{Y} = \frac{rK}{Y}$ ile ölçülür. CD üretim fonksiyonu $Y = K^\alpha L^{1-\alpha}$ olarak tanımlanırsa, sermayenin gelir içindeki payı α 'ya eşittir $\left(\frac{MPKK}{Y} = \frac{rK}{Y} = \frac{\alpha K^{\alpha-1} L^{1-\alpha} K}{K^\alpha L^{1-\alpha}} = \alpha \right)$. Benzer hesaplama, işgücü için şu şekildedir: $\frac{MPLL}{Y} = \frac{wL}{Y} \frac{(1-\alpha)K^\alpha L^{-\alpha} L}{K^\alpha L^{1-\alpha}} = 1 - \alpha$. α sabit bir parametre olduğundan sermaye ve işgücünün gelir içindeki payı kabaca sabittir denir (Duffy ve Papageorgiou, 2000: 87; Barro ve Sala-i-Martin, 2004: 30; Acemoğlu, 2009: 57; Weil, 2013: 74-76).

Doğrusal türdeşlik özelliği CD üretim fonksiyonunun literatürdeki hâkimiyetini açıklayan ikinci faktördür. CD üretim fonksiyonunun hem doğrusal hem de birinci dereceden türdeş (ölçeğe göre sabit getiri) olması doğrusal türdeşlik özelliğini ispatlamaktadır. Girdi-çıktı ilişkisi, birinci dereceden türdeş CD üretim fonksiyonu ile karakterize edildiğinde, teorik olarak, $\ln Y, \ln K$ ve $\ln L$ ' nin doğrusal bir fonksiyonudur ($\ln Y = \alpha \ln K + (1 - \alpha) \ln L$). Buna göre, eğer bir fonksiyon doğrusal ise, birinci dereceden türdeştir denebilir, fakat tersi mutlaka doğru değildir. Daha açık bir ifadeyle, bir fonksiyon doğrusal ise birinci dereceden türdeştir (CD örneği), fakat birinci dereceden türdeş olması mutlaka doğrusal olacağı anlamına gelmez (CES örneği) (de La Grandville, 2009: 33).

Üçüncü faktör, CD üretim fonksiyonunda ikame esnekliğinin her zaman “1” olmasıyla ilgilidir. Ölçeğe göre sabit getiri koşulunu sağlayan CD üretim fonksiyonunda ($Y = K^\alpha L^{1-\alpha}$), tam rekabet varsayımı altında, $\frac{F_K}{F_L} = \frac{r}{w}$ olduğundan, $\frac{\alpha}{1-\alpha} \frac{L}{K} = \frac{r}{w}$ eşittir. $\frac{L}{K} = \theta$

ve $\frac{r}{w} = \frac{1}{m}$ olarak tanımlanırsa, $\frac{\alpha}{1-\alpha} \theta = \frac{1}{m}$ elde edilir. İkame esnekliği, $\frac{\frac{\Delta(L/K)}{L/K}}{\frac{\Delta(r/w)}{r/w}} = \frac{\frac{\Delta(\theta)}{\theta}}{\frac{\Delta(1/m)}{1/m}}$ olarak

formüle edilirse, CD üretim fonksiyonunda ikame esnekliğinin her zaman 1 olduğu ortaya çıkmaktadır. Benzer işlemler ölçeğe göre sabit getiri koşulunu sağlayan CES üretim fonksiyonu $\left(Y = \left[\alpha K^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} + (1-\alpha) L^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} \right]^{\frac{\sigma}{\sigma-1}} \right)$ için yapıldığında ise, ikame esnekliği 1'den farklı olarak σ 'ya eşit olmaktadır.

Elde edilen sonuçlar CD üretim fonksiyonunun -sadece neoklasik üretim fonksiyonu özelliklerini tam olarak sağlaması açısından değil, aynı zamanda yukarıda sayılan üç husus bakımından da -büyümenin stilize gerçekleri, doğrusal türdeşlik ve ikame esnekliğinin “1” oluşu- ekonomi literatüründe CES üretim fonksiyonuna göre neden daha çok tercih edildiğini açıklar niteliktedir. Özellikle parametreler bakımından doğrusallık ve ikame esnekliğinin “1” oluşu, CD üretim fonksiyonuna büyük (cebirsel) kullanım kolaylığı sağlamakta, basit yapısı nedeniyle ekonomi literatüründe en çok kullanılan üretim fonksiyonu olmasını kaçınılmaz hale getirmektedir (Duffy ve Papageorgiou, 2000: 87; Klump vd., 2004: 5-6; Klump vd., 2007: 184).

Önemle vurgulamak gerekir ki, bazı iktisatçılar CD üretim fonksiyonunun ekonomi literatüründeki hâkimiyetini bütün üstünlüklerine rağmen eleştirmişlerdir. İronik bir şekilde, Solow (1958) –belki de CD üretim fonksiyonunun kullanımını ilk öneren iktisatçı-bunlardan biridir. CD üretim fonksiyonuna yöneltilen en büyük eleştiri, ikame esnekliğinin her zaman bire eşit olması ve doğrusal türdeşlik özelliğidir (Klump ve Preissler, 2000: 41-45; Duffy ve Papageorgiou, 2000: 87-88; Klump ve de La Grandville, 2000: 282-283; Masanjala ve Papageorgiou, 2004: 171-172; Antras, 2004; Klump vd., 2004: 5-6; Klump vd., 2007: 184; Miyagiwa ve Papageorgiou, 2007: 2900-2901; Papageorgiou ve Saam, 2008).

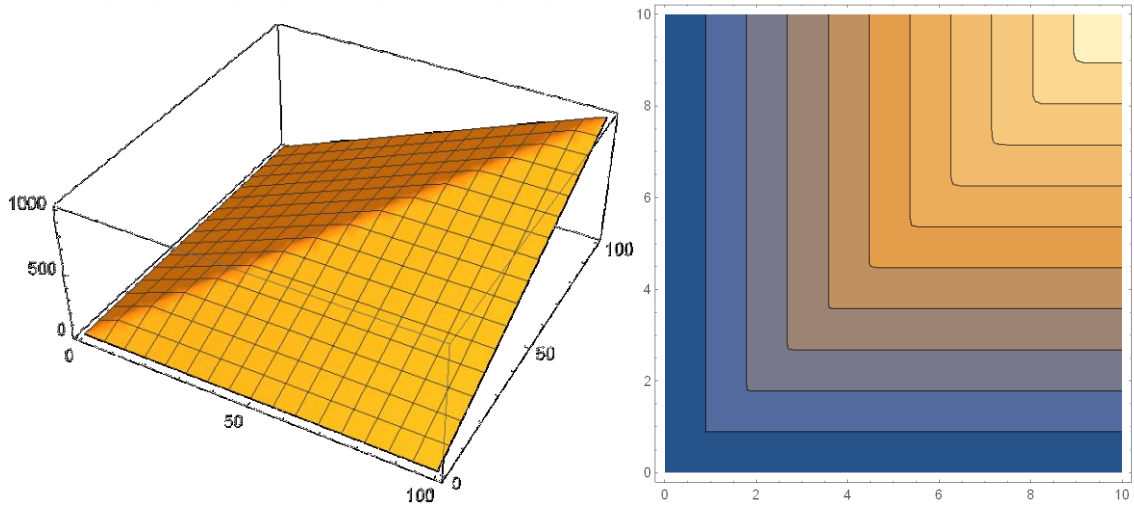
Üretim faktörleri olan sermaye ve işgücünün birbirleri yerine kullanılabilme gücünü gösteren ikame esnekliği katsayısının bütün ülkeler ve dönemler için her zaman “1” olacağını varsaymak CD üretim fonksiyonuna yöneltilen en büyük eleştiridir. Buna göre, ikame esnekliğinin mutlak olarak “1” olması gerektiğini açıklayan herhangi bir ekonomik teori mevcut değildir ve ikame esnekliği hem ülke grupları arasında hem de zaman içinde değişebilmekte, birden farklı değerler alabilmektedir. (Eisner ve Nadiri, 1968; Dhrymes ve

Zarembka, 1970; Klump ve Preissler, 2000: 41-45; Duffy ve Papageorgiou, 2000: 87-88; Klump ve de La Grandville, 2000: 282-283; Antras, 2004; Klump vd., 2004: 5-6; Klump vd., 2007: 184; Miyagiwa ve Papageorgiou, 2007: 2900-2901). Bu durum, Kaldor (1961)'in “büyümenin stilize gerçekleri” ile birlikte ele alınarak açıklanabilir. Kaldor (1961) tarafından ortaya konan stilize gerçek, üretim faktörlerinin gelir içindeki payının zaman içinde -CD üretim fonksiyonu tarafından öngörüldüğü üzere mutlak olarak sabit olması değil- görelî olarak sabit olmasıdır. Dolayısıyla, ikame esnekliğindeki bir değişimin (birden farklı değerler alması ya da CD üretim fonksiyonundan CES üretim fonksiyonuna geçiş) üretim faktörlerinin gelir içindeki payında küçük trend değişimlerine neden olması Kaldor (1961) tarafından ileri sürülen “görelî sabitlik” ile uyumsuz değildir. Daha açık ve öz bir ifadeyle, ikame esnekliği, $\sigma = \frac{\partial \ln\left(\frac{K}{L}\right)}{\partial \ln\left(\frac{w}{r}\right)}$ olarak formüle edilirse, $\sigma > 1$ olduğu durumda $\left(\frac{K}{L}\right)$ oranındaki bir değişim, $\left(\frac{w}{r}\right)$ oranındaki değişimden daha yüksek olacağından, sermayenin gelir içindeki payı artarken, $\sigma < 1$ olduğu durumda, $\left(\frac{K}{L}\right)$ oranındaki bir değişim, $\left(\frac{w}{r}\right)$ oranındaki değişimden daha düşük olacağından, sermayenin gelir içindeki payı azalacaktır. Bu nedenle, üretim faktörlerinin gelir içindeki payının azalması ya da artması (mutlak olarak sabit olmaması) “görelî sabitlik” ile uyumsuz olduğunu ispatlamamaktadır (Solow, 1958; Duffy ve Papageorgiou, 2000: 87-88; Gollin, 2008: 2; Miller, 2008: 5-6). Ortaya konan bu teorik bulgu verilerle de desteklenebilmektedir. Piketty ve Saez (2003: 20) işgücü ve sermayenin GSYİH (Gayri Safi Yurtiçi Hâsıla) içindeki payını Amerika Birleşik Devletleri (ABD) (1929-1998) için incelerken, Piketty (2003: 1022) aynı analizi Fransa (1913-1998) için yapmaktadır. Söz konusu iki analizin ortaya koyduğu iki önemli sonuç bulunmaktadır: (i) Dönem boyunca (1929-1998) ve (1913-1998) gerçekleşen önemli sermaye derinleşmesine rağmen, üretim faktörlerinin gelir içindeki payında uzun dönemli bir trend mevcut değildir; (ii) Bununla birlikte, 10-20 yıllık dönemlerde, işgücünün gelir içindeki payında büyük hareketler söz konusudur. II. Dünya Savaşından sonra gözlemlenen artışlar bu duruma örnek olarak gösterilebilir. Faktör paylarının dönem boyunca sabit kalması ya da uzun dönemli bir trende sahip olmaması ikame esnekliğinin “1” olmasıyla açıklanabilir;⁹ fakat 10-20 yıllık dönemlerdeki dalgalanmaları açıklayamaz (Acemoğlu, 2003: 2-3).

⁹ Bu durumu açıklayan bir diğer durum emek-arttırıcı teknolojik gelişme varsayımı olabilir (Acemoğlu, 2003: 3).

İkinci olarak, CD üretim fonksiyonu tarafından öngörüldüğü üzere, doğal logaritması alınmış çıktı-sermaye-işgücü arasında doğrusal bir ilişki olduğunu varsaymak ($\ln Y = \alpha \ln K + (1 - \alpha) \ln L$) gözlemlenen ekonomik gerçeklerle uyumlu değildir. Duffy ve Papageorgiou (2000: 96-98) seçilmiş 4 ülke¹⁰ için çıktı-sermaye-işgücü arasındaki ilişkiyi 1960-1987 dönemi için göstermekte ve doğal logaritması alınmış çıktı-sermaye-işgücü arasında CD üretim fonksiyonu tarafından öngörüldüğü gibi doğrusal bir ilişki olup olmadığını analiz etmektedir. Elde edilen sonuç, değişkenler arasındaki doğrusal ilişkiyi doğrular nitelikte değildir. Aksine, ilişkinin doğrusal olmadığını açık bir şekilde göstermektedir.

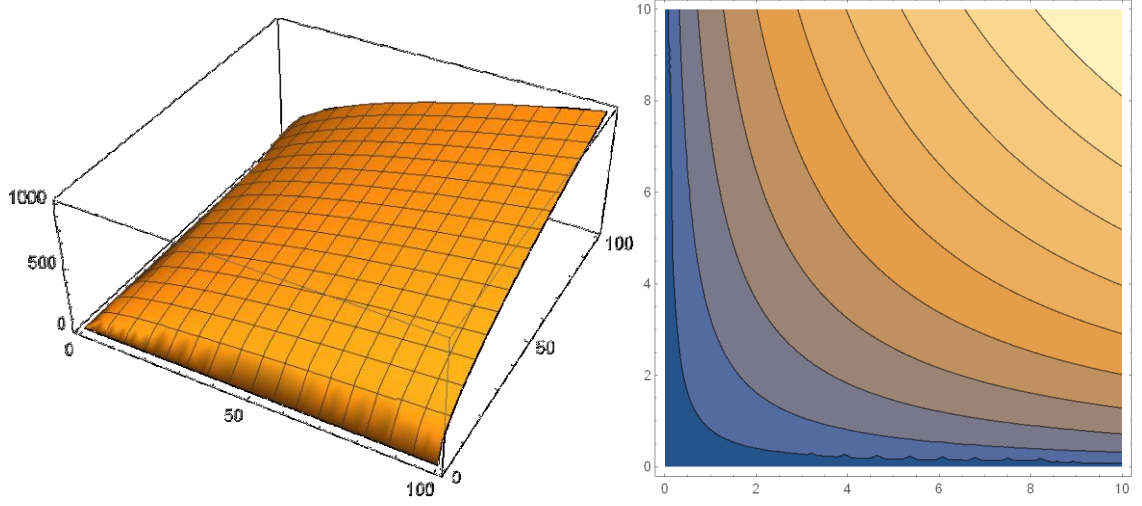
Ayrıca, $Y_t = A \left[\alpha K_t^{\sigma-1/\sigma} + (1 - \alpha) L_t^{\sigma-1/\sigma} \right]^{\sigma/\sigma-1}$ şeklinde tanımlanan CES üretim fonksiyonu için çıktının alacağı değerler, $\alpha = 0.5$ ve $A = 10$ iken, ikame esnekliğinin alabileceği farklı değerlere göre ($\sigma = 0$; $\sigma = 1$; $\sigma = 2.5$) hem üç boyutlu hem de eş yükselti (contour) eğrisi kullanılarak sırasıyla Şekil 1.1, 1.2 ve 1.3'te gösterilmektedir.¹¹ Şekil 1.1, 1.2 ve 1.3'e göre, hem üretimin alacağı değerler, hem de sermaye ile işgücünü arasındaki ilişki, ikame esnekliğinin alabileceği farklı değerlere göre önemli ölçüde değişmektedir.



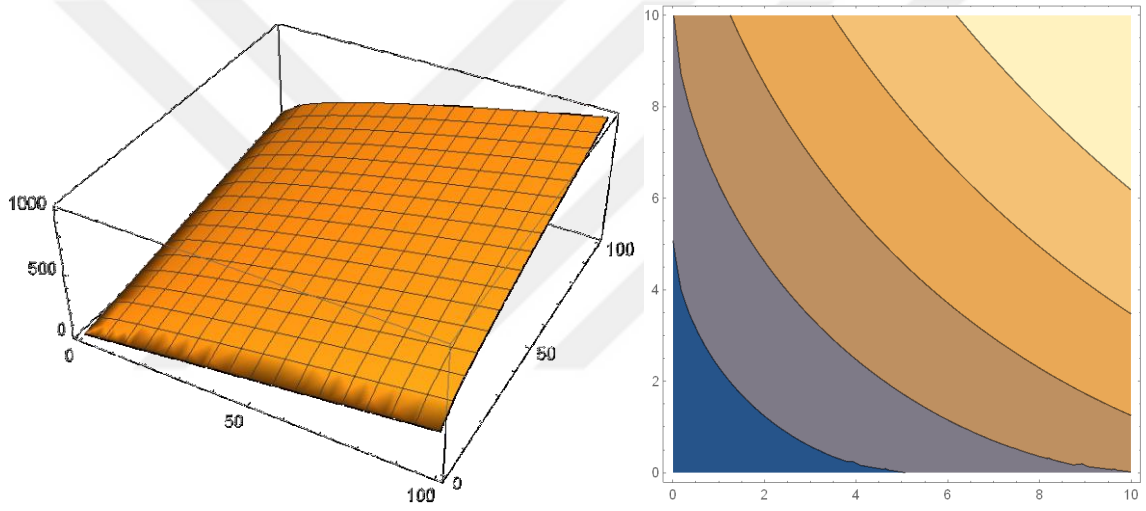
Şekil 1.1. Üretimin Alacağı Değerler ($\sigma = 0$)

¹⁰ Bu ülkeler ABD, Şili, Gana ve Etiyopya'dır.

¹¹ Şekil 1.1, 1.2 ve 1.3 Mathematica 11.3 programı aracılığıyla yazar tarafından elde edilmiştir.



Şekil 1.2. Üretimin Alacağı Değerler ($\sigma = 1$)



Şekil 1.3. Üretimin Alacağı Değerler ($\sigma = 2.5$)

Özetle, CD üretim fonksiyonunun ekonomi literatüründeki hâkimiyetini açıklayan dört temel teorik faktörün olduğu ileri sürülebilir: neoklasik üretim fonksiyonlarının koşullarını tam olarak sağlaması (ölçeğe göre sabit getiri, azalan verimler yasası ve Inada koşulları), Kaldor'un (1961) stilize gerçekleri ile uyumlu olması, doğrusal türdeşlik özelliği ve ikame esnekliğinin her zaman "1" olması. Söz konusu faktörlerin toplu olarak CD üretim fonksiyonuna hem cebirsel kullanım kolaylığı hem de daha basit bir yapı sağladığı açıktır. Bununla birlikte, bu faktörlerin bazıları, özellikle de ikame esnekliğinin "1" oluşu ve parametreler bakımından doğrusallık, iktisatçılar tarafından eleştirilmiş, doğrusal olmayan ve ikame esnekliği bakımından daha esnek bir üretim fonksiyonu olan CES'in geliştirilmesine neden olmuştur. CES üretim fonksiyonu, CD üretim fonksiyonundan farklı olarak, neoklasik üretim fonksiyonu özelliklerini ancak bazı varsayımlar altında

sağlamaktadır; fakat hem daha esnek bir yapıya sahip olması hem de gözlemlenen gerçeklerle daha uyumlu olması sebebiyle ekonomi literatüründeki kullanımı giderek artmaktadır.

1.3. Literatür

Literatürde doğrudan ya da dolaylı olarak CD-CES karşılaştırması yapan birçok çalışma bulunmaktadır. Önceleri, teknolojinin üretim fonksiyonuna nasıl tanıtıldığına¹² bağlı olarak ikame esnekliğinin alacağı farklı değerler CD-CES tanımları arasında seçim yapılabilmesi için belirleyici olurken (Kendrick ve Sato, 1963; Bodkin ve Klein, 1967; Berndt, 1976; Kalt, 1978; Easterly ve Fischer, 1995; Bolt ve van Els, 2000, Duffy ve Papageorgiou, 2000; Ripatti ve Vilmunen, 2001; Willman, 2002; Antras, 2004),¹³ son dönemlerde, temel belirleyici halen ikame esnekliği parametresi olmakla birlikte, ikame esnekliğinin tahmin edileceği teorik çerçeve büyük ölçüde farklılaşmaktadır. Bu bağlamda, CD-CES karşılaştırması, bazen neoklasik ve içsel büyüme modelleri çerçevesinde (Acemoğlu, 2003; Jones, 2003), bazen normalize edilmiş CES üretim fonksiyonu (de La Grandville, 1989; Klump ve de La Grandville, 2000; Klump vd., 2007) ve iş çevrimi teorileriyle (Cantore vd., 2015), bazen de üretim faktörlerinin gelir içindeki paylarının analiziyle (Gollin, 2002; Bernanke ve Gürkaynak, 2002) yapılmaktadır.

Duffy ve Papageorgiou (2000) 82 ülkenin 1960-1987 dönemleri arası verilerini kullanarak CES üretim fonksiyonunu En Küçük Kareler (OLS) ve Doğrusal Olmayan En Küçük Kareler (NLLS) ile panel veri yöntemini kullanarak tahmin etmektedir. OLS ve NLLS tahminleri sermaye ile işgücü arasındaki ikame esnekliğinin, CD üretim fonksiyonunun işaret ettiği aksine, birden büyük olduğunu göstermektedir. Duffy ve Papageorgiou (2000), girdi-çıktı ilişkisinin CD üretim fonksiyonu ile karakterize edilmesinin çok doğru olmadığını, ikame esnekliğinin birden farklı değerler alabildiği CES üretim fonksiyonunu ile karakterize edilmesinin daha uygun olduğunu ampirik olarak ispatlamaktadır. Bolt ve van Els (2000) 11 Avrupa Birliği (AB) ülkesi, ABD ve Japonya'nın da içinde bulunduğu 13 ülkenin 1971-1996 yılları arası çeyrek dönemlik verilerini kullanarak, 13 ülkenin 11 tanesi için CD tanımının kullanımını ampirik olarak reddetmektedir. Antras (2004) ABD ekonomisinin ikame esnekliğini 1948-1998 dönemi

¹² Teknolojinin üretim fonksiyonuna nasıl tanıtıldığı önemlidir. Bu konuda üç yaygın kullanım vardır: Hicks-neutral (1932) $Y = AF(K, L)$; Harrod-neutral (1942) $Y = F(K, AL)$; Solow-neutral (1969) $Y = F(AK, L)$. Daha detaylı bilgi için bk. Barro ve Sala-i-Martin, 2004: 51-79; Acemoğlu, 2009: 60-64.

¹³ Daha detaylı bilgi için bk. Klump vd., (2011) Tablo 1-2.

verilerini kullanarak zaman serileri yöntemiyle tahmin etmektedir. Elde edilen sonuçlar, ABD ekonomisinin CD üretim fonksiyonu ile tanımlanmasının uygun olmadığını ve ikame esnekliğinin bu ekonomi için birden düşük olduğunu ortaya koymaktadır. Benzer bir sonuç, Ripatti ve Vilmunen (2001) ve Luoma ve Luoto (2010) tarafından Finlandiya ekonomisi için elde edilmiştir. Turnovsky (2008) CES üretim fonksiyonunun önemine neoklasik büyüme modelleri bağlamında yakınsama hızı ve yabancı yardımlar aracılığıyla vurgu yapmaktadır. Elde edilen sonuç, CD-CES ayrımının ekonomi politikası, servet ve gelir dağılımı açısından önemine dikkat çekmektedir. Guo ve Lansing (2009) denge belirsizliği aracılığıyla benzer bir sonuç elde etmektedir.

CD-CES karşılaştırması ikame esnekliği aracılığıyla içsel büyüme modelleri bağlamında Acemoğlu (2003) ve Jones (2003) tarafından yapılmaktadır. Acemoğlu (2003) uzun dönemde meydana gelen teknolojik sapmalardan dolayı ekonomilerin CD üretim fonksiyonu ile tanımlanamayacağını vurgularken, Jones (2003) kısa ve uzun dönem ayrımına giderek, kısa dönemde CES, uzun dönemde CD üretim fonksiyonunun geçerliliğini savunmaktadır.

Normalize edilmiş CES üretim fonksiyonundan¹⁴ (de La Grandville, 1989; Klump ve de La Grandville, 2000) esinlenen Klump vd., (2007) ikame esnekliğini ABD ekonomisi için 1953-1998 dönemleri için tahmin etmektedir. Elde edilen sonuçlar, Acemoğlu (2003)'ün görüşünü desteklemekte, ikame esnekliği katsayısının ABD ekonomisi için 0,5-0,6 arasında olduğunu ortaya koymaktadır. Mallick (2012) aynı analizi 90 ülke ekonomisi için gerçekleştirmiştir. Her iki çalışmada ikame esnekliği parametresinin ekonomik büyümede rolüne dikkat çekmekte, bu parametreyi ihmal eden CD üretim fonksiyonunun kullanımını reddetmektedir.

Üretim faktörlerinin gelir içindeki paylarını analiz eden çalışmalarda aslında dolaylı olarak CD-CES karşılaştırması yapılmaktadır. Gollin (2002) CD-CES karşılaştırmasını 31 ülkenin verisiyle, işgücünün gelir içindeki paylarını analiz ederek yapmaktadır. Bu çalışmada, üretim faktörlerinin gelir içindeki paylarının ülkeler arasında önemli ölçüde değiştiği (0.6-0.8), söz konusu değişimin üç faktörle açıklanabileceği, bu faktörlerden bir tanesinin birden farklı değer alan ikame esnekliği olduğu ileri sürülmektedir. Benzer sonuçlar Bernanke ve Gürkaynak (2002), Chirinko ve Mallick (2014) tarafından da elde edilmiştir. Her üç çalışma dolaylı olarak, CD üretim fonksiyonu kullanımı reddetmektedir.

¹⁴ Normalize edilmiş CES üretim fonksiyonu detaylı şekilde ikinci ve üçüncü bölümde tartışılmaktadır.

Söz konusu karşılaştırma, son dönemlerde, reel iş çevrimi teorileri çerçevesinde de yapılmaya başlanmıştır. Cantore vd., (2015) CD ve CES üretim fonksiyonlarını Dinamik Stokastik Genel Denge Modeli (DSGE) çerçevesinde karşılaştırmaktadır. İkame esnekliğinin ABD verisi kullanılarak Bayesyen Maksimum Olabilirlik (BML) yöntemi ile tahmin edildiği bu çalışmada, modele CES üretim fonksiyonunun tanıtılmasının modelin açıklama gücünü önemle derecede arttırdığı gösterilmektedir.

1.4. Solow Büyüme Modeli ve CD-CES Altında Regresyonların Türetilmesi¹⁵

Solow modeli, iki denklem çerçevesinde oluşturulur: (i) ikinci alt bölümde tartışılan üretim fonksiyonu; (ii) sermaye birikim denklemi. Sermaye birikim denklemi şu şekilde tanımlanır:

$$\dot{K} = s_k Y - \delta K \quad (1.32)$$

Bu eşitliğe göre, sermaye stokundaki değişimler $\dot{K}$ ¹⁶ brüt yatırım miktarından ($s_k Y$), aşınma payı miktarının (δK) çıkarılmasına eşittir. Ayrıca belirtmek gerekir ki, Solow modelinde çalışanların/tüketicilerin, ücret ve sermaye gelirlerinin ($Y = rK + wL$) sabit bir oranı (s) kadar tasarruf ettikleri varsayılır. Ekonomi kapalı olduğundan, tasarruflar yatırımlara eşittir ($S = I$) ve bu ekonomide yatırımlar yalnızca sermaye birikimi amacıyla kullanılır.

Solow modelinin çerçevesini oluşturan iki denklem (üretim fonksiyonu ve sermaye birikim denklemi) birleştirilirse, aşağıdaki eşitlik elde edilir:¹⁷

$$\dot{K} = s_k F(K, AL) - \delta K \quad (1.33)$$

Bu denklemde, tek bilinmeyen bulunmaktadır (K). Çünkü Solow modelinde işgücü ve teknolojinin (L, A) dışsal olduğu ve sabit hızda büyüdüğü varsayılmıştır. Buna göre, işgücü n , teknoloji g hızında büyümektedir ($L_t = L_0 e^{nt}$ ve $A_t = A_0 e^{gt}$).

Ölçeğe göre sabit getiri özelliği kullanılarak, denklemin her iki tarafı AL ile bölünür:

¹⁵ Bu alt bölümde yer alan tüm bilgiler ve daha fazlası için bk. Solow, 1956; Swan, 1956; Solow, 1957; Barro ve Sala-i-Martin, 2004: 23-81; Acemoğlu, 2009: 26-107; Aghion ve Howitt, 2009: 19-29; Novales vd., 2009: 53-98; Barro, 2010: 39-45; Mankiw, 2010: 191-252; Yeldan, 2011: 109-159; Romer, 2012: 6-45; Weil, 2013: 30-86; Jones ve Vollrath, 2013: 20-51; Eriksson, 2013: 35-58.

¹⁶ Sürekli zamanda, zamana göre türev $\left(\frac{dK}{dt}\right)$, değişkenin üzerine nokta konularak gösterilir.

¹⁷ Bu çalışmada Harrod-Neutral (emek arttırıcı) üretim fonksiyonu kullanılacaktır. Daha detaylı bilgi için bk. Barro ve Sala-i-Martin, 2004: 51-79; Acemoğlu, 2009: 60-64.

$$\frac{\dot{K}}{AL} = \frac{s_k F(K, AL)}{AL} - \frac{\delta K}{AL} \quad (1.34)$$

Ardından, $K/AL = \tilde{k}$ ifadesi etkin-işgücü birimi başına sermaye cinsinden tanımlanır:

$$\frac{\dot{K}}{AL} = s_k f(\tilde{k}) - \delta k \quad (1.35)$$

$$\dot{\tilde{k}} = \frac{\partial(\frac{K}{AL})}{\partial t} \text{ olduğundan, } \dot{\tilde{k}} = \frac{\dot{K}(AL) - K(\dot{AL} + AL)}{(AL)^2} = \frac{\dot{K}}{AL} - g\tilde{k} - n\tilde{k} \text{ elde edilir.}$$

Nihai olarak aşağıdaki denkleme ulaşılır:

$$\dot{\tilde{k}} = s_k f(\tilde{k}) - (n + g + \delta)\tilde{k} \quad (1.36)$$

Yukarıda gösterilen denklem Solow modelinde sermaye birikimine ilişkin genel kuralı verir. Buna göre, $s_k f(\tilde{k})$, $(n + g + \delta)\tilde{k}$ değerinden büyük olduğu sürece etkin-işgücü birimi başına sermaye artar iken, $s_k f(\tilde{k})$, $(n + g + \delta)\tilde{k}$ değerinden küçük olduğu sürece etkin-işgücü birimi başına sermaye azalır.

Bundan sonra yer alan iki ara bölümde –temel ve genişletilmiş Solow-CD ve temel ve genişletilmiş Solow-CES-, Solow modeli, iki farklı senaryo için (temel ve beşerî sermayenin yer aldığı genişletilmiş) CD ve CES üretim fonksiyonları ile sermaye birikimine ilişkin genel kural kullanılarak çözülecektir. Bu yapılırken, her defasında aynı aşamalar takip edilecek. Birinci aşamada, üretim fonksiyonu ve birikim eşitliği/eşitlikleri etkin-işgücü birimi başına cinsinden tanımlanacak. İkinci aşamada, her iki denklem kullanılarak durağan durumdaki etkin-işgücü birimi başına sermaye (fiziki/beşerî) ve çıktı değerleri elde edilecek. Son olarak, durağan durumdaki etkin-işgücü birimi başına çıktı doğrusallaştırılıp ve elde edilen denklemin bağımlı değişkeni işgücü-birimi başına cinsinden olacak şekilde yeniden tanımlanacak.

▪ Temel ve Genişletilmiş Solow-CD¹⁸

Üretim fonksiyonunun (Harrod-neutral) CD formunda tanımlanmış olduğu durum şu şekilde tanımlanabilir:

$$Y = K^\alpha (AL)^{1-\alpha} \quad (1.37)$$

¹⁸ Bu ara bölümde yapılan derivasyonlar için bk. MRW (1992).

Üretim fonksiyonu etkin-işgücü birimi başına çıktı cinsinden tanımlanırsa

$$\frac{Y}{AL} = \frac{K^\alpha (AL)^{1-\alpha}}{AL} \quad (1.38)$$

elde edilir. $\frac{Y}{AL} = \tilde{y}$ olarak ifade edilirse,

$$\tilde{y} = f(\tilde{k}) = \tilde{k}^\alpha \quad (1.39)$$

ulaşılır. (1.39) numaralı denklem, sermaye birikim denkleminde yerine konur, etkin-işgücü birimi başına sermayenin durağan duruma¹⁹ ulaştığı varsayılırsa, aşağıdaki eşitlikler elde edilir:

$$\dot{\tilde{k}} = s_k \tilde{k}^\alpha - (n + g + \delta) \tilde{k} \Rightarrow \dot{\tilde{k}}_{ss} = s_k \tilde{k}_{ss}^\alpha - (n + g + \delta) \tilde{k}_{ss} \quad (1.40)$$

Burada, ss, durağan durumu göstermektedir. $\dot{\tilde{k}}_{ss} = 0$ olduğundan

$$s_k \tilde{k}_{ss}^\alpha = (n + g + \delta) \tilde{k}_{ss} \quad (1.41)$$

elde edilir. $\tilde{k}_{ss}$ ifadesi yalnız bırakılır, elde edilen ifade etkin-işgücü birimi başına çıktıda yerine konursa, sırasıyla etkin-işgücü birimi başına sermaye ve çıktı bulunur:

$$\tilde{k}_{ss} = \left(\frac{s_k}{n+g+\delta} \right)^{\frac{1}{1-\alpha}} \quad (1.42)$$

$$\tilde{y}_{ss} = \left(\frac{s_k}{n+g+\delta} \right)^{\frac{\alpha}{1-\alpha}} \quad (1.43)$$

Son olarak, durağan durumdaki etkin-işgücü birimi başına çıktının doğal logaritması alınır:

$$\ln \left(\frac{Y_i}{L_i} \right) = \ln(A_0) + gt + \frac{\alpha}{1-\alpha} \ln(s_{ik}) - \frac{\alpha}{1-\alpha} \ln(n_i + g + \delta) \quad (1.44)$$

Daha önce belirtildiği üzere, yatay-kesit formunda yazılan (1.44) numaralı denklem ilk olarak MRW (1992) tarafından tahmin edilmiştir. Ne var ki, elde edilen sonuçlar yazarları tam anlamıyla başarılı bir sonuca ulaştırmaz. Özellikle tasarruf ve işgücü büyüme

¹⁹ Solow modelinde, durağan durum, $\dot{k} = 0$ ifadesinin karşılığıdır. Dolayısıyla, cebirsel olarak, k_{ss} , şu koşulu sağlar: $sf(k_{ss}) = (n + \delta)k_{ss}$. Aynı durum, teknolojinin yer aldığı Solow modeli içinde geçerlidir: $\dot{\tilde{k}} = 0$ ve $sf(\tilde{k}_{ss}) = (n + g + \delta)\tilde{k}_{ss}$. Daha detaylı bilgi için bk. Barro ve Sala-i-Martin, 2004: 34-55.

oranının katsayısı, modelin tahmin ettiğinden daha yüksek çıkar. Yazarlar bunun üzerine, CD üretim fonksiyonunun, beşerî sermayeyi içerecek şekilde genişletilmesinin modelin uyumunu daha iyi hale getireceğini vurgular ve şimdi çözeceğimiz genişletilmiş Solow-CD modelini önerirler.

Genişletilmiş Solow-CD modelinde, sermaye ve işgücüne ek olarak, bir üretim faktörü daha bulunur: beşerî sermaye (H). Beşerî sermayeyi içeren üretim fonksiyonu (Harrod-neutral) CD formunda şu şekilde yeniden tanımlanabilir:

$$Y_t = K_t^\alpha H_t^\eta (A_t L_t)^{1-\alpha-\eta} \quad (1.45)$$

K, L, A, Y ve α daha önce tanımlandıkları gibidir. η , 0 ile 1 arasında yar alan sabit bir parametredir. Çözüme ulaşmak için ilk olarak, $\frac{H}{AL} = \tilde{h}$ olarak ifade edilir ve üretim fonksiyonu etkin-işgücü birimi başına çıktı cinsinden tanımlanır:

$$\tilde{y} = f(\tilde{k}, \tilde{h}) = \tilde{k}^\alpha \tilde{h}^\eta \quad (1.46)$$

Dikkat edilecek olursa, burada, temel Solow-CD modelinden farklı olarak, iki bilinmeyen mevcuttur ($\tilde{k}, \tilde{h}$). Dolayısıyla, çözüme ulaşılması için fiziki sermaye birikim eşitliğine ek olarak, bir eşitliğe daha ihtiyacımız vardır: beşerî sermaye birikim denklemi.²⁰

$$\dot{\tilde{k}} = s_k f(\tilde{k}, \tilde{h}) - (n + g + \delta) \tilde{k} \quad (1.47)$$

$$\dot{\tilde{h}} = s_h f(\tilde{k}, \tilde{h}) - (n + g + \delta) \tilde{h} \quad (1.48)$$

İkinci olarak, fiziki ve beşerî sermaye birikim eşitliklerine etkin-işgücü birimi başına cinsinden ifade ettiğimiz üretim fonksiyonu yerleştirilir:

$$\dot{\tilde{k}} = s_k \tilde{k}^\alpha \tilde{h}^\eta - (n + g + \delta) \tilde{k} \quad (1.49)$$

$$\dot{\tilde{h}} = s_h \tilde{k}^\alpha \tilde{h}^\eta - (n + g + \delta) \tilde{h} \quad (1.50)$$

Üçüncü olarak, denklemler büyüme formunda yazılır ve etkin-işgücü birimi başına fiziki ve beşerî sermayenin durağan duruma ulaştığı varsayılır.²¹

²⁰ İki eşitlik arasındaki ortak varsayım, yıpranma payının hem fiziki sermaye hem de beşerî sermaye için aynı oranda olmasıdır. Bu varsayımın nedeni cebirsel kolaylık sağlamaktan ibarettir.

²¹ Aynı denklemler için bk. MRW, 1992: 417 (Denklem 10).

$$\tilde{k}_{ss} = \left(\frac{s_k^{1-\eta} s_h^\eta}{(n+g+\delta)} \right)^{1/1-\alpha-\eta} \quad (1.51)$$

$$\tilde{h}_{ss} = \left(\frac{s_k^\alpha s_h^{1-\alpha}}{(n+g+\delta)} \right)^{1/1-\alpha-\eta} \quad (1.52)$$

Dördüncü aşamada, durağan durumdaki etkin-işgücü birimi başına fiziki ve beşerî sermaye üretim fonksiyonunda yerine yazılır.

$$\tilde{y}_{ss} = \left(\frac{s_h^\eta s_k^{1-\eta}}{(n+g+\delta)} \right)^{\alpha/1-\alpha-\eta} \left(\frac{s_h^{1-\alpha} s_k^\alpha}{(n+g+\delta)} \right)^{\eta/1-\alpha-\eta} \quad (1.53)$$

Son olarak, durağan durumdaki etkin-işgücü birimi başına çıktının doğal logaritması alınır:

$$\ln \left(\frac{Y_i}{L_i} \right) = \ln A(0) + gt - \frac{\alpha+\eta}{1-\alpha-\eta} \ln(n_i + g + \delta) + \frac{\alpha}{1-\alpha-\eta} \ln(s_{ik}) + \frac{\eta}{1-\alpha-\eta} \ln(s_{ih}) \quad (1.54)$$

Dikkat edilecek olursa, (1.54) numaralı denklem ile (1.44) numaralı denklem arasında büyük benzerlik bulunmaktadır. Beşerî sermayenin gelir içindeki payı sıfır olduğunda ($\eta = 0$), (1.54) numaralı denklem (1.44) numaralı denkleme dönüşmektedir. Bu beklenen bir sonuçtur. Ayrıca, her iki denklemde de ikame esnekliğini gösteren bir parametre bulunmamaktadır. Bu eksiklik temel ve genişletilmiş Solow-CES ile giderilecektir.

▪ Temel ve Genişletilmiş Solow-CES²²

Üretim fonksiyonu (Harrod-neutral)²³ CES formunda şu şekilde tanımlanabilir:

$$Y_t = \left[\alpha K_t^{\sigma-1/\sigma} + (1-\alpha)(AL_t)^{\sigma-1/\sigma} \right]^{\sigma/\sigma-1} \quad (1.55)$$

²² Bu ara bölümde yapılan derivasyonlar için Taylor Teoremi ve Kmenta Yaklaşımının bilinmesi gerekmektedir. Taylor Teoremi ve Kmenta Yaklaşımı için bk. Ek 2. Ayrıca, bu ara bölümde yapılan derivasyonlar, Masanjala ve Papageorgiou (2004)'ün yaptığı derivasyonlardan birinci dereceden Taylor serilerinin kullanımı yönüyle farklılaşmaktadır. Bu ara bölümde yapılan derivasyonlar için bk. Ek 3. Daha detaylı bilgi ve karşılaştırma yapmak için ayrıca bk. Kmenta, 1967: 180; Masanjala ve Papageorgiou, 2004: 174-199.

²³ Acemoğlu (2009: 62) ikame esnekliğinin 1'e eşit olduğu durumda (CD), teknolojinin üretim fonksiyonuna nasıl tanıtıldığının (Hicks-neutral, Harrod-neutral, Solow-neutral) bir önemi olmadığını, bunlar arasında kolaylıkla geçiş yapılabileceğini vurgular. İkame esnekliğinin 1'e eşit olmadığı durumda (CES) ise, Harrod-neutral ve Hicks-neutral arasındaki farklılıktan kaynaklanan nedenlerle bu geçişin kolay olmayacağını öne sürer. Bu konu, çalışmanın kapsamı dışındadır. Benzer tartışmalar için ayrıca bk. Barro ve Sala-i-Martin, 2004: 53-79.

K, L, A ve Y daha önce tanımlandıkları gibidir. α^{24} 0 ile 1 arasında yer alan sabit bir parametredir. $\sigma \in [0, \infty]$. $\frac{\sigma-1}{\sigma} = \rho$ olarak tanımlanırsa

$$Y_t = [\alpha K_t^\rho + (1 - \alpha)(AL_t)^\rho]^{1/\rho} \quad (1.56)$$

elde edilir. İlk olarak, üretim fonksiyonu etkin-işgücü birimi başına çıktı cinsinden yeniden yazılır:

$$\tilde{y}_t = (\alpha \tilde{k}_t^\rho + (1 - \alpha))^{1/\rho} \quad (1.57)$$

Ardından, bulunan ifade sermaye birikim denkleminde yerine konur ve etkin-işgücü birimi başına fiziki sermayenin durağan duruma ulaştığı varsayılır:

$$\dot{\tilde{k}}_t = s_k \left[(\alpha \tilde{k}_t^\rho + (1 - \alpha))^{1/\rho} \right] - (n + g + \delta) \tilde{k}_t \quad (1.58)$$

$$\tilde{k}_{ss} = \left[\frac{(1-\alpha)}{\left[\frac{(n+g+\delta)}{s_k} \right]^\rho - \alpha} \right]^{\frac{1}{\rho}} \quad (1.59)$$

Son olarak, durağan durumdaki etkin-işgücü birimi başına fiziki sermaye üretim fonksiyonunda yerine yazılır ve birinci dereceden Taylor serileri kullanarak $\sigma = 1$ için doğrusallaştırılır.

$$\ln \left(\frac{Y_i}{L_i} \right) = \ln A(0) + gt + \frac{\alpha}{1-\alpha} \ln(s_{ik}) - \frac{\alpha}{1-\alpha} \ln(n_i + g + \delta) + \frac{1}{2} \frac{\alpha}{(1-\alpha)^2} \left(\ln \left(\frac{s_{ik}}{n_i + g + \delta} \right) \right)^2 \frac{\sigma-1}{\sigma} \quad (1.60)$$

(1.60) numaralı denklem için vurgulanması gereken önemli hususlar vardır. (1.60) numaralı denklem iki kısımdan oluşur. Birinci kısımda doğrusal bir terim $\left[\ln A(0) + gt + \frac{\alpha}{1-\alpha} \ln(s_{ik}) - \frac{\alpha}{1-\alpha} \ln(n_i + g + \delta) \right]$ yer alırken, ikinci kısımda ikinci dereceden bir terim (quadratic term) $\left[\frac{1}{2} \frac{\alpha}{(1-\alpha)^2} \left(\ln \left(\frac{s_{ik}}{n_i + g + \delta} \right) \right)^2 \frac{\sigma-1}{\sigma} \right]$ yer alır. Birinci kısımda yer alan doğrusal

²⁴ α ve η CD üretim fonksiyonu kullanıldığında pay (share), CES üretim fonksiyonu kullanıldığında dağılım (distribution) parametresi (ACMS, 1961) olarak adlandırılır.

terim CES üretim fonksiyonunun içinde yer alan CD üretim fonksiyonun karşılığıdır (CD, CES'in özel bir durumudur) ve esasında (1.44) numaralı denklemin kendisidir. İkinci kısımda yer alan ifade ise, Solow modelinin CD üretim fonksiyonu yerine CES üretim fonksiyonu altında çözülmesi ile elde edilen ve CES üretim fonksiyonunu ikame esnekliğinin fonksiyonu yapan ikinci dereceden bir terimdir. Dikkat edilecek olursa $\sigma = 1$ için, söz konusu bu ikinci dereceden terim sıfıra eşit olmakta ve temel Solow-CES regresyonu (1.60), temel Solow-CD regresyonuna (1.44) dönüşmektedir. Dolayısıyla, ikinci dereceden terimin istatistiki olarak anlamlılığı ($\sigma \neq 1$) temel Solow-CD doğrusal regresyonunun yanlış belirlenmiş olduğunu ve bu yanlış belirlenimin temel Solow-CES regresyonunda yer alan ikinci dereceden terim ile düzeltilebileceğini, daha da önemlisi, CD üretim fonksiyonunun kullanımının reddini göstermektedir.

Temel Solow-CES modeline beşerî sermaye eklenirse, genişletilmiş Solow-CES modeli elde edilir. Beşerî sermayeyi içeren CES üretim fonksiyonu aşağıdaki gibi tanımlanabilir:

$$Y_t = \left[\alpha K_t^{\sigma-1/\sigma} + \eta H_t^{\sigma-1/\sigma} + (1 - \alpha - \eta)(AL_t)^{\sigma-1/\sigma} \right]^{\sigma/\sigma-1} \quad (1.61)$$

Daha önce yapıldığı gibi, ilk olarak, üretim fonksiyonu etkin-işgücü birimi başına çıktı cinsinden yeniden tanımlanır. Ardından bulunan ifade, sermaye birikim denkleminde yerine konur ve etkin-işgücü birimi başına fiziki ve beşerî sermayenin durağan duruma ulaştığı varsayılır:

$$\tilde{k}_{ss} = \left(\frac{1-\alpha-\eta}{\left(\frac{n_i+g+\delta}{s_k} \right)^\rho - \eta \left(\frac{s_h}{s_k} \right)^\rho - \alpha} \right)^{1/\rho} \quad (1.62)$$

$$\tilde{h}_{ss} = \left(\frac{1-\alpha-\eta}{\left(\frac{n_i+g+\delta}{s_h} \right)^\rho - \alpha \left(\frac{s_k}{s_h} \right)^\rho - \eta} \right)^{1/\rho} \quad (1.63)$$

Son olarak, durağan durumdaki etkin-işgücü birimi başına fiziki ve beşerî sermaye üretim fonksiyonunda yerine yazılır ve birinci dereceden Taylor serileri kullanılarak $\sigma = 1$ için doğrusallaştırılır:

$$\ln\left(\frac{Y_i}{L_i}\right) = \ln A(0) + gt - \frac{\alpha+\eta}{1-\alpha-\eta} \ln(n_i + g + \delta) + \frac{\alpha}{1-\alpha-\eta} \ln(s_{ik}) + \frac{\eta}{1-\alpha-\eta} \ln(s_{ih}) + \frac{1}{2} \frac{1}{(1-\alpha-\eta)^2} \frac{\sigma-1}{\sigma} \left\{ \alpha \left[\ln\left(\frac{s_{ik}}{n_i+g+\delta}\right) \right]^2 + \eta \left[\ln\left(\frac{s_{ih}}{n_i+g+\delta}\right) \right]^2 - \alpha\eta \left[\ln\left(\frac{s_{ik}}{s_{ih}}\right) \right]^2 \right\} \quad (1.64)$$

Önemle vurgulamak gerekir ki, (1.64) numaralı denklem $\eta = 0$ için (1.60) numaralı denkleme, $\sigma = 1$ için (1.54) numaralı denkleme dönüşür. (1.60) numaralı denklemde olduğu gibi (1.64) numaralı denklemde iki kısımdan oluşur. Birinci kısımda doğrusal terim $\left[\ln A(0) + gt - \frac{\alpha+\eta}{1-\alpha-\eta} \ln(n_i + g + \delta) + \frac{\alpha}{1-\alpha-\eta} \ln(s_{ik}) + \frac{\eta}{1-\alpha-\eta} \ln(s_{ih}) \right]$ yer alırken, ikinci kısımda ikinci dereceden bir terim $\left[\frac{1}{2} \frac{1}{(1-\alpha-\eta)^2} \frac{\sigma-1}{\sigma} \left\{ \alpha \left[\ln\left(\frac{s_{ik}}{n_i+g+\delta}\right) \right]^2 + \eta \left[\ln\left(\frac{s_{ih}}{n_i+g+\delta}\right) \right]^2 - \alpha\eta \left[\ln\left(\frac{s_{ik}}{s_{ih}}\right) \right]^2 \right\} \right]$ yer alır. İkinci kısımda yer alan ikinci dereceden terimin istatistiki olarak anlamlılığı, CD üretim fonksiyonu kullanımının reddi için yeterlidir ve Solow modelinin açıklama gücünün CES üretim fonksiyonu kullanılarak artırılabilirliğini gösterir.

1.5. Veri, Yöntem ve Ampirik Sonuçlar

Çalışmada 2 farklı veri seti kullanılmıştır: PWT 4.0 ve PWT 6.0. PWT 4.0 98 ülkenin 1960-1985 dönemini kapsarken, PWT 6.0 90 ülkenin 1960-1995 dönemini kapsamaktadır. PWT 4.0 doğrudan MRW (1992: 434-436) çalışmasından alınmıştır. PWT 6.0 ise Bernanke ve Gurkaynak (2002: 18-19) çalışmasından derlenmiştir. Ampirik analizde kullanılan ülkeler Tablo 1.2’de²⁵, veriler ve içeriği ise Tablo 1.3’de rapor edilmiştir.

Tablo 1.3. Veri Tanımı

Veri	PWT 4.0	PWT 6.0
Y_i/L_i	1985 yılındaki çalışan başına çıktı	1995 yılındaki çalışan başına çıktı
s_{ik}	1960-1985 döneminde GSYH içinde yatırımların ortalama payı	1960-1995 döneminde GSYH içinde yatırımların ortalama payı
s_{ih}	1960-1985 döneminde ortaöğretim seviyesinde bulunan çalışma çağındaki nüfusun ortalama yüzdesi	1960-1995 döneminde ortaöğretim seviyesinde bulunan çalışma çağındaki nüfusun ortalama yüzdesi
n_i	1960-1985 dönemi ortalama nüfus artış hızı	1960-1995 dönemi ortalama nüfus artış hızı
$g + \delta$	0.05	0.05

²⁵ Ampirik analizde kullanılan ülkeleri görmek için bk. Ek 4.

Elde edilen ampirik sonuçların sağlamlık analizi PWT 7.1 ile gerçekleştirilmiştir. PWT 7.1 79 ülkenin²⁶ 1960-2010 dönemini kapsamaktadır. Kullanılan veriler ve içeriği Tablo 1.4’te rapor edilmiştir.

Tablo 1.4. Veri Tanımı

Veri	İçerik	Kaynak
Y_i/L_i	2010 yılındaki çalışan başına çıktı	PWT 7.1 ve Dünya Bankası Kalkınma Göstergeleri (WDI)
s_{ik}	1960-2010 döneminde GSYH içinde yatırımların ortalama payı	PWT 7.1
s_{ih}	1960-2010 döneminde ortaöğretim seviyesinde bulunan çalışma çağındaki nüfusun ortalama yüzdesi	UNESCO ve WDI
n_i	1960-2010 dönemi ortalama nüfus artış hızı	PWT 7.1 ve WDI
$g + \delta$	0.05	0.05

Daha önce belirtildiği üzere, bu çalışma iki önemli çalışmanın bir uzantısı niteliğindedir: MRW (1992) ve Masanjala ve Papageorgiou (2004). MRW (1992) Solow büyüme modelini yatay kesit yöntemi ile OLS tahmincisini ve PWT 4.0 veri setini kullanarak CD üretim fonksiyonu altında 1960-1985 dönemi için test etmektedir. Masanjala ve Papageorgiou (2004) ise Solow büyüme modelindeki parametre heterojenliğini yatay kesit yöntemi ile OLS ile NLLS tahmincilerini ve PWT 4.0 ile PWT 6.0 veri setlerini kullanarak CES üretim fonksiyonu altında 1960-1985 ile 1960-1995 dönemi için analiz etmektedir. MRW (1992) analizini üç ülke grubu için gerçekleştirirken, Masanjala ve Papageorgiou (2004) sadece tek bir ülke grubunu dikkate almaktadır.

Bu çalışmada, katsayılar MRW (1992) ülke sınıflandırmasına²⁷ göre tahmin edilirken, tahminci olarak MRW (1992) ve Masanjala ve Papageorgiou (2004) çalışması ile uyumlu olarak OLS ve NLLS²⁸ tercih edilmiştir. Bu tür bir karışımın yazara göre iki önemli yararı bulunmaktadır: (i) aynı tahmincilerin kullanımı üç çalışmayı karşılaştırılabilir hale getirmiş, güncel veri seti kullanılması yönüyle de dolaylı olarak CD-CES karşılaştırması yapan Masanjala ve Papageorgiou (2004) çalışmasına yeni ampirik kanıt sağlanmıştır; (ii) ikinci bölümün konusu ikame esnekliğinin yüksek ve düşük gelirli ülkelerde farklılaşp farklılaşmadığını araştırmaktır. Bu bölümde de tahmin edilecek olan ikame esnekliğinin

²⁶ Ampirik analizde kullanılan ülkeleri görmek için bk. Ek 4 (Tablo 1.2).

²⁷ MRW (1992) ülkeleri üç sınıfa ayırmaktadır: (i) petrol üreticisi olmayan ülkeler (non-oil); (ii) orta düzeydeki ülkeler (intermediate); (iii) OECD (Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü). Daha detaylı bilgi için bk. MRW, 1992: 413.

²⁸ OLS tahmininde kullanılan Stata kodları yazar tarafından oluşturulmuştur. Buna karşılık, NLLS tahmininde kullanılan R kodları Sun vd. (2011) çalışmasından alınmıştır. R kodlarının yer aldığı adrese (<http://qed.econ.queensu.ca/jae/2011-v26.4/sun-henderson-kumbhakar/>) 15 Eylül 2017 tarihinde erişilmiştir.

MRW (1992) ülke sınıflandırmasına göre farklı değerler alıp almadığı ikinci bölüm için bir motivasyon (ön tespit) niteliği taşımaktadır.

Bir önceki alt bölümde de belirtildiği üzere, Solow modelinin CD üretim fonksiyonu yerine CES üretim fonksiyonu altında çözülmesi ile elde edilen ve CES üretim fonksiyonunu ikame esnekliğinin fonksiyonu yapan ikinci dereceden bir terim/ler bulunmaktadır: $[\ln(s_{ik}) - \ln(n_i + g + \delta)]^2$, $[\ln(s_{ih}) - \ln(n_i + g + \delta)]^2$ ve $[\ln(s_{ik}) - \ln(s_{ih})]^2$. $\sigma = 1$ için söz konusu bu ikinci dereceden terim/ler sıfıra eşit olmakta ve temel Solow-CES regresyonu (1.60), temel Solow-CD regresyonuna (1.44); genişletilmiş Solow-CES regresyonu (1.64), genişletilmiş Solow-CD regresyonuna (1.54) dönüşmektedir. Dolayısıyla, ikinci dereceden terimlerin istatistiki olarak anlamlılığı ($\sigma \neq 1$) temel ve genişletilmiş Solow-CD doğrusal regresyonunun yanlış belirlenmiş olduğunu ve bu yanlış belirlemenin temel ve genişletilmiş Solow-CES regresyonunda yer alan ikinci dereceden terim/ler ile düzeltilebileceğini, daha da önemlisi, CD üretim fonksiyonunun kullanımının reddini göstermektedir. Ampirik analiz boyunca ilk olarak yapılacak olan söz konusu bu ikinci dereceden terimlerin istatistiki olarak anlamlı olup olmadığını incelemektir.

CD üretim fonksiyonunun kullanımının reddi için elimizde bir gösterge daha bulunmaktadır: ikame esnekliği parametresi (σ). Tahmin edilen ikame esnekliğinin, CD üretim fonksiyonu tarafından öngörüldüğünün aksine, 1'den farklı oluşu da Solow modelinde CD üretim fonksiyonu kullanımının reddi için yeterlidir.

PWT 4.0 ve PWT 6.0 kullanılarak yapılan tahminler Tablo 1.5 ve Tablo 1.6'da sunulmuştur.²⁹ Tabloların üst paneli kısıtlanmamış regresyon sonuçlarını rapor ederken, alt panel kısıtlanmamış regresyon sonuçlarını rapor etmektedir.³⁰ Tablo 1.5'te yer alan 1, 2, 3, 7, 8 ve 9 numaralı sütunlar MRW (1992) çalışmasını (MRW, 1992: Tablo 1 ve 2), Tablo 1.5 ve 1.6'da yer alan 1, 4, 7 ve 10 numaralı sütunlar Masanjala ve Papageorgiou (2004) çalışmasını yeniden üretmektedir (Masanjala ve Papageorgiou, 2004: Tablo 1 ve 2). (1, 4, 7, 10) ve (2, 5, 8, 11) numaralı sütunlar sırasıyla (i) petrol üreticisi olmayan ve (ii) orta düzeydeki ülke grubu için tahmin sonuçlarını verirken, (3, 6, 9, 12) numaralı sütunlar (iii) OECD ülke grubu için tahmin sonuçlarını vermektedir.

²⁹ Ampirik analiz sonuçları için bk. Ek 4.

³⁰ (1.44), (1.54), (1.60) ve (1.64) numaralı denklemler kısıtlanmamış regresyon formundadır. Her denklem için kısıtlanmamış regresyonlar kolaylıkla elde edilebilir. Örneğin, (1.44) numaralı denklem için kısıtlanmamış regresyon şu şekildedir: $\ln\left(\frac{Y_i}{L_i}\right) = \ln(A_0) + gt + \frac{\alpha}{1-\alpha} \ln\left(\frac{s_{ik}}{n_i + g + \delta}\right)$. Tüm regresyonların kısıtlanmamış versiyonları ikinci bölümde gösterilmiştir: (2.61), (2.62), (2.63) ve (2.64).

Tablo 1.5'in üst panelinde toplamda 12 tane ikinci dereceden terim bulunmaktadır. Söz konusu 12 tane ikinci dereceden terimin 4 tanesi petrol üreticisi olmayan ülkelere aittir (sütun 4: 0.3346; sütun 10: 0.1113, 0.2586, -0.2116) ve bunların 3 tanesi sırasıyla %14, %1 ve %5 anlamlılık düzeyinde istatistiki olarak anlamlıdır. Tablo 1.5'te verilen sonuçlar Tablo 1.6'da verilen sonuçlarla uyumludur. Tablo 1.6'nın üst panelinde verilen sonuçlara göre, 4 tane ikinci dereceden terimin (sütun 4: 0.1786; sütun 10: 0.1414, 0.2033, -0.2043) 3 tanesi sırasıyla %11, %5 ve %5 anlamlılık düzeyinde istatistiki olarak anlamlıdır. Bu sonuçlar Solow modelinde CD üretim fonksiyonunun kullanımının reddi için ilk ampirik kanıt sunmaktadır.

İkinci ampirik kanıt Tablo 1.5 ve 1.6'nın alt panelinden elde edilmektedir. Alt panelde bulunan katsayıların çok büyük bir kısmı istatistiki olarak anlamlıdır. İkame esnekliği parametresi (4, 5, 6, 10, 11 ve 12 numaralı sütunlar) Tablo 1.5'te sırasıyla 1.5425, 1.1668, 0.9048, 1.1894, 1.0745, 0.8663; Tablo 1.6'da sırasıyla 1.3706, 1.2215, 0.8651, 1.2089, 1.0167, 0.6357 olarak rapor edilmektedir ve tümü %1 anlamlılık düzeyinde istatistiki olarak anlamlıdır. Ayrıca, CD üretim fonksiyonunun öngördüğünün aksine, değer olarak 1'den farklıdır.

Özetle, ampirik uygulama iki önemli sonuç ortaya koymaktadır: (i) Solow-CD tanımı girdi-çıktı ilişkisini karakterize etmekte yetersizdir ve yanlış belirlenmiştir. Daha da önemlisi, Solow büyüme modelinin açıklama gücü CES üretim fonksiyonu kullanılarak artırılabilir; (ii) ikame esnekliği, CD üretim fonksiyonunun öngördüğünün aksine, 1'den farklıdır ve ülke gruplarına göre farklılaşabilmektedir. Diğer bir deyişle, üretim faktörleri arasındaki ikame ilişkisi bazı ülke grupları için daha ikameci olabilirken, bazı ülke grupları için daha tamamlayıcı olabilmektedir.

Tüm bunların dışında, ampirik sonuç ve yorumlar ile ilgili olarak şüphe çeken iki husus bulunmaktadır. Birinci husus, her iki tablonun üst panelinde orta düzey ve OECD ülke grupları için yapılan tahminlerin (özellikle ikinci dereceden terimlerin katsayıları) büyük bir çoğunluğunun istatistiki olarak anlamsız oluşuyla ilgilidir. Daha önce belirtildiği üzere, böyle bir ülke sınıflaması yapılmasının ana nedeni ikame esnekliğinin ülke grupları arasında farklılaşıp farklılaşmadığını incelemek ve ikinci bölüm için bir ön tespit yapmaktadır. Dolayısıyla, tabloların üst panelinde petrol üreticisi olmayan, alt panelinde bütün ülke grupları için yapılan tahminlerin istatistiki olarak anlamlı oluşu CD üretim fonksiyonunun Solow modelinde kullanımının reddi için yeterlidir. Ayrıca, petrol üreticisi

olmayan ülke grubu için yapılan tahminlerin örneklem büyüklüğü (98&95) görece olarak daha büyüktür, bu nedenle de, daha güvenilir sonuçlar sunmaktadır.³¹ İkinci husus, her iki tablonun üst panelinde yer alan doğrusal terimlerle $-\ln(s_{ik})$, $\ln(s_{ih})$ ve $\ln(n_i + g + \delta)$ -ilgilidir. Söz konusu değişkenler için yapılan tahminlerin yorumlanmamış olması bu tahminleri değersiz kılmamaktadır. Aksine, bu tahminlerde yön ve büyüklük açısından yorumlanabilir. Tüm ülke grupları için şu yorum kolaylıkla yapılabilir: kişi başına gelir ile fiziksel ve beşerî açısından tasarruf oranı arasında pozitif, $\ln(n_i + g + \delta)$ arasında negatif ilişki bulunmaktadır.

PWT 7.1 kullanılarak yapılan tahminler Tablo 1.7’de sunulmuştur. Tablo 1.7’de verilen sonuçlar Tablo 1.5 ve 1.6’da verilen sonuçlarla uyumludur ve Solow büyüme modelinde CD üretim fonksiyonunun kullanımının reddi için yeni ampirik kanıt sağlar niteliktedir. İlk olarak, hem temel Solow-CES regresyonunda yer alan tüm ikinci dereceden terimler (sütun 4: -1.2394; sütun 5: -1.2860; sütun 6: -2.2250) hem de sütun 10, 11 ve 12’de yer alan 9 ikinci dereceden terimin 4 tanesi istatistiki olarak anlamlıdır. İkinci olarak, Tablo 1.7’nin alt panelinde yer alan (4, 5, 6, 10, 11 ve 12 numaralı sütunlar) tüm ikame esnekliği parametreleri Tablo 1.7’de sırasıyla 0.9103, 0.9053, 0.9037, 1.0954, 0.8829, 0.8804 olarak rapor edilmektedir ve tümü %1 anlamlılık düzeyinde istatistiki olarak anlamlıdır. Ayrıca, CD üretim fonksiyonunun öngördüğünün aksine, değer olarak 1’den farklıdır.

1.6. Sonuç

Neoklasik yaklaşımda kullanılan CD ve CES üretim fonksiyonlarını Solow büyüme modeli temelinde ampirik olarak karşılaştırmayı amaçlayan birinci bölüm altı alt bölüme oluşmaktadır. Giriş bölümünü izleyen ikinci alt bölüm, neoklasik yaklaşımda kullanılan üretim fonksiyonlarının temel özelliklerini tanıtır, CD ve CES üretim fonksiyonlarını, öncelikli olarak bu temel özellikler bağlamında, ardından büyümenin stilize gerçekleri, doğrusal türdeşlik ve ikame esnekliği bağlamında teorik olarak karşılaştırmaktadır. Üçüncü alt bölüm, doğrudan ve dolaylı olarak CD-CES üretim fonksiyonu karşılaştırması yapan mevcut çalışmalara yer verirken, dördüncü alt bölüm, Solow büyüme modelini CD ve CES üretim fonksiyonları altında iki farklı senaryo (temel ve beşerî sermayenin yer aldığı genişletilmiş) için çözmektedir. Son olarak, beşinci alt bölüm, türetilen regresyonları tahmin edip, CD ve CES karşılaştırmasını ampirik olarak yaparken, altıncı alt bölüm elde edilen bulguları özetlemektedir.

³¹ Benzer bir açıklama için bk. MRW, 1992: 413.

Birinci bölümden elde edilen sonuçlar şu şekilde özetlenebilir: İlk olarak, CD üretim fonksiyonu, CES üretim fonksiyonunun özel bir durumu ($\sigma = 1$) olarak, neoklasik üretim fonksiyonunun tüm koşullarını (ölçeğe göre sabit getiri, pozitif ve azalan verimler yasası, Inada koşulları) tam olarak sağlamaktadır. Aksine, CES üretim fonksiyonu, bu koşulları bazı varsayımlar altında yerine getirmektedir. Dolayısıyla, sadece neoklasik üretim fonksiyonlarının özellikleri bakımından bir değerlendirme yapıldığında, CD üretim fonksiyonunun ekonomi literatürüne hâkim olması beklenen bir sonuçtur. Bununla birlikte, CD üretim fonksiyonunun literatürdeki hâkimiyetini açıklayan özelliklerini (doğrusal türdeşlik ve ikame esnekliğinin her zaman “1” oluşu) veriye dayandırarak açıklamak oldukça güçtür. İkinci olarak, Solow-CD tanımı girdi-çıktı ilişkisini karakterize etme konusunda yetersizdir ve yanlış belirlenmiş olabilir. Daha açık bir ifade ile, CES tanımının veri ile uyumu CD tanımına göre daha yüksektir. Bu nedenle, Solow büyüme modelinin açıklama gücü CES üretim fonksiyonu kullanılarak artırılabilir. Üçüncüsü, ikame esnekliği, CD üretim fonksiyonunu tarafından öngörüldüğünün aksine, 1’den farklıdır ve ülke gruplarına göre farklılaşmaktadır. Dolayısıyla, üretim faktörleri arasındaki ikame esnekliği bazı ülke grupları için daha tamamlayıcı, bazı ülke grupları için daha ikame edilebilir olabilmektedir.

Bu çalışmadan elde edilen ampirik bulgular Duffy ve Papageorgiou (2000), Bolt ve van Els (2000) Masanjala ve Papageorgiou (2004), Acemoğlu (2003), Antras (2004), Klump vd., (2007), Turnovsky (2008), Mallick (2012) ve Cantore vd., (2015)’in ampirik bulgularını doğrulamakla birlikte, bütün ülkelerin özdeş doğrusal CD üretim fonksiyonuna riayet ettiğini varsayan iktisat literatürü ile kesin olarak ters düşmektedir.

2. BÖLÜM

2. İKAME ESNEKLİĞİ VE EKONOMİK BÜYÜME

İkinci bölümün amacı ikame esnekliğinin yüksek ve düşük gelirli ülkeler arasında farklılaşıp farklılaşmadığını Solow büyüme modeli temelinde ampirik olarak incelemektir. Bu amaçla, Solow büyüme modelini CD ve CES üretim fonksiyonları altında iki farklı senaryo (temel ve beşerî sermayenin yer aldığı genişletilmiş) için çözüp, türetilen regresyonları ampirik olarak yatay kesit yöntemiyle tahmin etmektedir. Elde edilen sonuçlar, ikame esnekliğinin düşük gelirli ülkelere doğru gidildikçe yükseldiğini, yüksek gelirli ülkeler için 1'e yakın ya da 1'den yüksek iken, düşük gelirli ülkeler için 1'den küçük olduğunu göstermektedir. Diğer bir deyişle, sermaye ile işgücü arasındaki ikame ilişkisi yüksek gelirli ülkeler için daha ikameci iken, düşük gelirli ülkeler için daha tamamlayıcıdır.

2.1. Giriş

İkame esnekliği, ekonominin çeşitli dallarında (makroekonomi, mikroekonomi, çalışma ekonomisi vb.) giderek artan bir öneme sahipken, aynı konumunu ekonomik büyüme literatürü için elde edememiş, uzun süre hak ettiği ilgiyi görememiştir. de La Grandville (1989) ikame esnekliği ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi sistematik olarak analiz eden ilk çalışmadır.³² Bu çalışmada, kişi başına gelirin, ikame esnekliğinin artan bir fonksiyonu olduğu teorik olarak ortaya konmaktadır. İkame esnekliği ile ekonomik büyüme arasındaki söz konusu bu teorik ilişki ise sezgisel olarak şu şekilde açıklanmaktadır: ikame esnekliğindeki artış, sermaye ile işgücü arasındaki ikame ilişkisini güçlendirecek, sermaye ile işgücünün birbiri yerine ikamesini kolaylaştıracaktır. Bunun sonucunda da, sermayenin azalan verimler yasasının daha yavaş işlemesini sağlayacak, ekonominin marjinal getirilerde büyük kayıplara uğramadan, hızlı şekilde sermaye biriktirmesine olanak verecektir.³³ (Mallick, 2012: 682)

de La Grandville (1989)'un öncü çalışmasından sonra, ekonomik büyüme literatüründe, ikame esnekliği-ekonomik büyüme ilişkisini teorik ve ampirik olarak test eden

³² Önemle belirtmek gerekir ki, teorik olarak, Solow (1956) ve Pitchford (1960)'ın çalışmaları da, sürekli büyüme için ikame esnekliğinin önemine vurgu yapmaktadırlar. Fakat bu çalışmaların ortaya koyduğu ikame esnekliği-ekonomik büyüme ilişkisi uzun süre ihmal edilmiştir. Bu konu, literatür bölümünde detaylı şekilde tartışılmaktadır.

³³ Bu teorik ilişki, ülkeler arası farklı büyüme performanslarını anlamak için geliştirilebilir.

çalışmaların sayısı hızla yükselmiştir (Yuhn, 1991; Duffy ve Papageorgiou, 2000; Klump ve de La Grandville, 2000; Klump ve Preissler, 2000; Turnovsky, 2002; Miyagiwa ve Papageorgiou, 2003; Miyagiwa ve Papageorgiou, 2007; Papageorgiou ve Saam, 2008; Chirinko, 2008; de La Grandville, 2009; Irmén, 2011; Chirinko ve Mallick, 2011; Saam, 2008; Xue ve Yip, 2012). Bu çalışmaların bazıları, de La Grandville (1989)'un hipotezi test ederken, bazıları ekonomik büyüme literatürü ile ilintili birçok konunun (yakınsama hızı, kalkınma modelleri, gelir dağılımı, kişi başına gelirin durağan durumdaki düzeyi değeri ya da büyüme oranı vb.) doğrudan ikame esnekliğinin değerine bağlı olduğunu göstermektedir. (Leon-Ledesma vd., 2010: 1330; Mallick, 2012: 683). İkinci bölüm, ikame esnekliği ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi kalkınma modelleri bağlamında analiz etmekte, ikame esnekliğinin yüksek ve düşük gelirli ülkeler arasında farklılaşıp farklılaşmadığını Solow büyüme modeli temelinde ampirik olarak incelemektedir. Bu bağlamda, referans aldığı iki çalışma bulunmaktadır: Duffy ve Papageorgiou (2000) ve Masanjala ve Papageorgiou (2004). Masanjala ve Papageorgiou (2004), daha önce açıklandığı gibi, Solow büyüme modelini CD üretim fonksiyonu yerine CES üretim fonksiyonu altında çözüp, türetilen regresyonları yatay kesit yöntemiyle tahmin eden ve Solow modelinde kullanılan CES üretim fonksiyonunun, CD üretim fonksiyonuna göre ampirik açıdan daha üstün olduğunu, dolaylı olarak, kanıtlayan çalışmadır. Duffy ve Papageorgiou (2000) ise, 82 ülkenin 1960-1987 dönemleri arası verilerini kullanarak CES üretim fonksiyonunu OLS ve NLLS ile panel veri yöntemini kullanarak tahmin etmektedir. Elde ettiği iki önemli sonuç bulunmaktadır: ikame esnekliği, CD üretim fonksiyonun işaret ettiğinin aksine, birden büyüktür ve sermaye ile işgücü arasındaki ilişki zengin ülkeler için daha ikameci iken, aynı ilişki fakir ülkeler için daha tamamlayıcıdır. Daha açık bir ifadeyle, Duffy ve Papageorgiou (2000)'e göre, zengin ülkelerin ikame esnekliği fakir ülkelere göre daha yüksektir. İkinci bölüm, yukarıda bahsedilen iki çalışmanın bir uzantısı niteliğindedir, fakat bazı yönleriyle, her iki çalışmadan da farklılaşmaktadır: (i) Masanjala ve Papageorgiou (2004)'den amaç yönüyle ayrışmaktadır. Diğer bir ifadeyle, Masanjala ve Papageorgiou (2004) tarafından ortaya konan ve birinci bölümde türetilen regresyonları, parametre heterojenliğini açıklamak için değil, ikame esnekliğinin yüksek ve düşük gelirli ülkeler arasında farklılaşıp farklılaşmadığını açıklamak için kullanılmaktadır; (ii) Duffy ve Papageorgiou (2000)'den ise tahmin edilen regresyonlar ve kullanılan ekonometrik yöntem açısından ayrışmaktadır. Duffy ve Papageorgiou (2000) ikame esnekliğinin zengin ile fakir ülkeler arasında farklılaştığını ortaya koyarken kullandığı regresyon(lar) ile bu çalışmada tahmin edilen regresyon(lar) birbirinden farklıdır. Ayrıca, Duffy ve Papageorgiou (2000) (yatay-kesit

değil) panel veri yöntemini kullanmaktadır; (iii) ampirik analizinin daha güncel veri seti kullanılarak gerçekleştirilmesi, her iki çalışmaya da dolaylı olarak güncel ampirik kanıt sağlamaktadır.

İkinci bölümden elde edilen iki ampirik sonuç bulunmaktadır: (i) ikame esnekliği, CD üretim fonksiyonu tarafından öngörüldüğü gibi, her zaman 1'e eşit değildir; (ii) ikame esnekliği, ülkelerin ekonomik gelişmişlik seviyesine bağlıdır ve yüksek gelirli ülkeler için 1'e yakın ya da 1'den yüksek iken, düşük gelirli ülkeler için 1'den küçüktür. Diğer bir ifadeyle, ikame esnekliği katsayısı, düşük gelirli ülkelere yüksek gelirli ülkelere geçildikçe sistematik olarak yükselmektedir. Bunun anlamı şudur: sermaye ile işgücü arasındaki ikame ilişkisi yüksek gelirli ülkeler için daha ikameci iken, düşük gelirli ülkeler için daha tamamlayıcıdır.

İkame esnekliğinin yüksek ve düşük gelirli ülkeler arasında farklılaşıp farklılaşmadığını Solow büyüme modeli temelinde analiz eden ikinci bölüm altı alt bölümden oluşmaktadır. Giriş bölümünü izleyen ikinci alt bölüm, ikame esnekliğinin tanımı, özellikleri ve üretim fonksiyonları ile ilişkisini ortaya koymaktadır. Üçüncü alt bölüm, ikame esnekliği ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi teorik ve ampirik olarak analiz eden çalışmalara yer verirken, dördüncü alt bölüm, birinci bölümde türetilen regresyonları tanıtmaktadır. Son olarak, beşinci alt bölüm, ikame esnekliğinin yüksek ve düşük gelirli ülkeler arasında farklılaşıp farklılaşmadığını ampirik olarak test ederken, altıncı alt bölüm, elde edilen bulguları özetlemektedir.

2.2. İkame Esnekliği³⁴

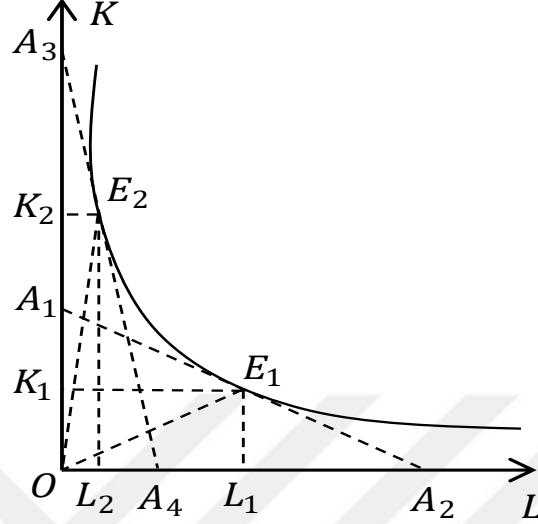
İkame esnekliği, üretim faktörleri oranındaki $\left(\frac{K}{L} = k\right)$ yüzdesel değişiminin, üretim faktörlerinin fiyatları oranındaki $\left(\frac{w}{r} = m\right)$ yüzdesel değişmeye oranıdır.³⁵

$$\sigma = \frac{dk/k}{dm/m} = \frac{d \ln k}{d \ln m} \quad (2.1)$$

³⁴ Bu alt bölümde yer alan tüm bilgiler ve daha fazlası için bk. de La Grandville (2009).

³⁵ İkame esnekliği, ilk olarak, sermaye ve işgücünün gelir içindeki paylarının analiz edilmesi için Hicks (1932) tarafından ortaya atılmıştır. Hicks (1932)'den bağımsız olarak, Robinson (1933)'de ikame esnekliğini formüle etmiştir. Hicks (1932) ve Robinson (1933) tarafından kullanılan formüller birbirinden farklıdır. (Chirinko ve Mallick 2014).

İkame esnekliği katsayısının büyümesi üretim faktörleri arasındaki ikamenin kolaylaştığını, küçülmesi zorlaştığını göstermektedir. İkame esnekliğinin grafiksel gösterimi Şekil 2.1’de sunulmuştur.



Kaynak: de La Grandville (2009)

Şekil 2.1. İkame Esnekliğinin Grafiksel Gösterimi

$\widehat{E_1OL}$, $\widehat{E_2OL}$, $\widehat{A_1A_2O}$ ve $\widehat{A_3A_4O}$ sırasıyla b_1 , b_2 , α_1 ve α_2 olarak tanımlanırsa, ikame esnekliği $\left(\lim_{\Delta m \rightarrow 0} \frac{\Delta k/k}{\Delta m/m}\right)$ ve $\left(\lim_{\Delta \tan \alpha \rightarrow 0} \frac{\Delta \tan b / \tan b}{\Delta \tan \alpha / \tan \alpha}\right)$ ifadesine eşittir.³⁶ Ölçeğe göre sabit getiri özelliğini sağlayan bir üretim fonksiyonu için ikame esnekliği beş önemli özelliğe sahiptir.

1. İkame esnekliği, ancak ve ancak sermayenin marjinal ürününün, sermayenin azalan bir fonksiyonu $\left(\frac{\partial^2 Y}{\partial K^2} < 0\right)$ olması durumunda pozitifdir ($\sigma > 0$).

$Y = F(K, L)$ şeklinde tanımlanan bir üretim fonksiyonu, ölçeğe göre sabit getiri özelliği kullanılarak şu şekilde tanımlanabilir:

$$Y = Lf(k) \quad (2.2)$$

Söz konusu üretim fonksiyonunun üretim faktörlerine göre birinci türevleri aşağıda verilmektedir.

³⁶ Marjinal teknik ikame oranının $\left(\frac{-dK}{dL} \Big| \bar{Y} = F(K, L)\right)$, $\left(\frac{\frac{\partial F}{\partial L}(K, L)}{\frac{\partial F}{\partial K}(K, L)} = \frac{w}{r} = m = \tan \alpha\right)$ ifadesine, $\left(\frac{K}{L} = k\right)$ oranının $(\tan b)$ ifadesine eşit olduğuna dikkat ediniz.

$$\frac{\partial Y}{\partial L} = f(k) + f'(k) \left(\frac{-K}{L^2} \right) L = f(k) - kf'(k) = y - ky' = w \quad (2.3)$$

$$\frac{\partial Y}{\partial K} = Lf'(k) \left(\frac{1}{L} \right) = f'(k) = y' = r \quad (2.4)$$

Marjinal teknik ikame oranı tanımı gereği $\frac{dK}{dL} = -\frac{\frac{\partial Y}{\partial L}}{\frac{\partial Y}{\partial K}}$ olduğundan

$$\frac{dK}{dL} = - \left[\frac{f(k) - kf'(k)}{f'(k)} \right] \quad (2.5)$$

eşitliğine ulaşılır. Bu eşitliğin ikinci dereceden türevi aşağıdaki gibidir:

$$\frac{d^2 K}{dL^2} = - \left[\frac{(f'(k)k' - (k'f'(k) + f''(k)k'k))f'(k) - (f''(k)k'(f(k) - kf'(k)))}{(f'(k))^2} \right] \quad (2.6)$$

Gerekli sadeleştirmeler yapıldığında

$$\frac{d^2 K}{dL^2} = - \left[\frac{-f''(k) \left(\frac{-K}{L^2} \right) f(k)}{(f'(k))^2} \right] = \left(\frac{-K}{L^2} \right) \left(\frac{f(k)f''(k)}{(f'(k))^2} \right) \quad (2.7)$$

elde edilir. Buna göre, sol tarafta yer alan ifadenin pozitif çıkması, dolayısıyla ikame esnekliğinin pozitif çıkması, $f''(k)$ 'nın negatif değer almasına bağlıdır. $\frac{\partial^2 Y}{\partial K^2} = f''(k) \frac{1}{L}$ ve $f''(k) < 0$ olduğuna göre $\frac{\partial^2 Y}{\partial K^2}$ ifadesi mutlaka negatiftir.

Ayrıca m ile k arasında pozitif ilişki varsa ikame esnekliği yine pozitif çıkacaktır. Bu bilgi ışığında ikinci bir ispat daha yapılabilir.

$$m(k) = \frac{w}{r} = \frac{f(k) - kf'(k)}{f'(k)} = \frac{y - ky'}{y'} \quad (2.8)$$

$$m'(k) = \frac{-f''(k)f(k)}{(f'(k))^2} = \frac{dm}{dk} = \frac{-yy''}{(y')^2} \quad (2.9)$$

$m'(k)$ ifadesinin pozitif (dolayısıyla da ikame esnekliğinin pozitif) çıkması $f''(k)$ ifadesinin negatif çıkmasına bağlıdır. Benzer şekilde, $\frac{\partial^2 Y}{\partial K^2} = f''(k) \frac{1}{L}$ ve $f''(k) < 0$ olduğuna göre $\frac{\partial^2 Y}{\partial K^2}$ ifadesi mutlaka negatiftir.

Birinci özellikten çıkarılacak en önemli sonuç şu şekilde ifade edilebilir: ikame esnekliği pozitif ise, $\left(\frac{w}{r} = m\right)$ oranındaki bir artış, her zaman $\left(\frac{K}{L} = k\right)$ oranında bir artışa neden olacaktır.

2. İkame esnekliği, sadece sermaye/işgücü oranına $\left(\frac{K}{L} = k\right)$ bağlıdır.

$\frac{dm}{dr} = \frac{-yy''}{(y')^2}$ ve $m = \frac{y-ky'}{y'}$ olduğuna göre, ikame esnekliği şu şekilde formüle edilebilir

$$\sigma = \frac{dk}{dm} \frac{m}{k} = \left(\frac{dm}{dk}\right)^{-1} (m) \left(\frac{1}{k}\right) = \left(\frac{-yy''}{(y')^2}\right)^{-1} \left(\frac{y-ky'}{y'}\right) \left(\frac{1}{k}\right) = -\frac{y'(y-ky')}{kyy''} \quad (2.10)$$

Dikkat edilecek olursa, σ sadece k 'nın fonksiyonudur.

3. İkame esnekliği, kişi başına gelirin ücrete göre esnekliğine eşittir.

Kişi başına gelirin ücrete göre esnekliği aşağıdaki gibi formüle edilebilir

$$e_{y,w} = \frac{dy}{dw} \frac{w}{y} \quad (2.11)$$

$w = y - ky'$ ve $dy = y'dk$ olduğuna göre

$$e_{y,w} = \frac{y'dk}{d(y-ky')} \frac{y-ky'}{y} = \left(\frac{d(y-ky')}{dk}\right)^{-1} \frac{y'(y-ky')}{y} = -\frac{y'(y-ky')}{kyy''} = \sigma \quad (2.12)$$

4. İkame esnekliği, sermaye başına gelirin sermayenin fiyatına göre esnekliğine eşittir.

Sermaye başına gelirin sermayenin fiyatına göre esnekliği aşağıdaki gibi formüle edilebilir

$$e_{Y/K,r} = \frac{d(Y/K)}{dr} \frac{r}{(Y/K)} \quad (2.13)$$

$\frac{Y}{K} = \frac{y}{k}$ ve $r = y'$ olduğuna göre

$$e_{Y/K,r} = \frac{\frac{d(y/k)}{dy'}}{\frac{dy'}{y'}} = \left(\frac{d(y/k)}{dy'}\right) \left(\frac{k}{y}\right) \left(\frac{y'}{1}\right) = \left(\frac{y'k-y}{k^2}\right) \left(\frac{k}{y}\right) \left(\frac{y'}{y''}\right) = -\frac{y'(y-ky')}{kyy''} = \sigma \quad (2.14)$$

5. İkame esnekliği ile gelir dağılımı arasında yakın ilişki vardır.³⁷

Sermayenin gelir içindeki payı, işgücünün gelir içindeki payına oranlanırsa

$$\frac{\frac{rK}{Y}}{\frac{wL}{Y}} = \frac{rK}{wL} = \frac{\frac{K}{L}}{\frac{w}{r}} = \frac{k}{m} \quad (2.15)$$

elde edilir. Buna göre, sermayenin gelir içindeki payının göreceli olarak artması, ancak ve ancak ikame esnekliğinin 1'den yüksek $\left(\sigma = \frac{dk/k}{dm/m}\right)$ olmasına bağlıdır. Benzer şekilde, sermayenin payının göreceli olarak azalması ya da sabit kalması da ancak ve ancak ikame esnekliğinin sırasıyla 1'den küçük ve 1'e eşit olmasına bağlıdır.

Buradan hareketle, işgücünün gelir içindeki payı ile gelir dağılımı arasındaki ilişki şu şekilde ispat edilebilir. $\left(\theta = \frac{wL}{Y}\right)$ olarak tanımlanırsa, $\left(\theta = \frac{w}{y}\right)$ elde edilir. Buna göre, işgücünün gelir içindeki payının artması için $\left(dw/w > dy/y\right)$ ya da $\left(\frac{dy/y}{dw/w}\right) < 1$ olmalıdır. İkame esnekliği kişi başına gelirin ücrete göre esnekliğine $\left(\frac{dy/y}{dw/w}\right)$ eşit olduğuna göre, θ 'nın artması, σ 'nın 1'den küçük olmasına bağlıdır. Benzer şekilde, θ 'nın azalması ya da sabit kalması da ikame esnekliğinin sırasıyla 1'den büyük ve 1'e eşit olmasına bağlıdır.

Tüm bu bilgiler sadece ikame esnekliği ile gelir dağılımı arasındaki yakın ilişkiyi ispatlamaz. İkame esnekliğinin CD üretim fonksiyonunda 1'e eşit iken, CES üretim fonksiyonunda neden 1'den farklı olduğunu da ispatlar.

Ölçeğe göre sabit getiri koşulunu sağlayan CD üretim fonksiyonu aşağıdaki gibi tanımlandığında

$$Y_t = F(K_t, L_t) = K^\alpha L^{1-\alpha} \quad (2.16)$$

sermayenin gelir içindeki payı $\left(\frac{rK}{Y} = \alpha\right)$ iken, işgücünün gelir içindeki payı $\left(\frac{wL}{Y} = \frac{w}{y} = 1 - \alpha\right)$ olur. $\left(1 - \alpha = \frac{1}{a}\right)$ olarak tanımlandığında, y ile w arasındaki ilişkinin $(y = aw)$ doğrusal olduğu ortaya çıkar. İkame esnekliği kişi başına gelirin ücrete göre esnekliğine eşit olduğuna göre

³⁷ Tarihsel açıdan, ikame esnekliğinin ortaya çıkışı da gelir dağılımı ile ilintilidir.

$$e_{y,w} = \sigma = \frac{dy}{dw} \frac{w}{y} = a \frac{w}{aw} = 1 \quad (2.17)$$

elde edilir. Bununla birlikte, ACMS (1961) y ile w arasındaki ilişkinin doğrusal olduğunu reddeder ve bu ilişkiyi içbükey üssel bir fonksiyon kullanarak gösterir.

$$y = aw^\sigma \quad (2.18)$$

Buna göre, kişi başına gelirin ücrete göre esnekliği, yani ikame esnekliği, σ' ya eşittir.

$$e_{y,w} = \sigma = \frac{dy}{dw} \frac{w}{y} = \sigma aw^{\sigma-1} \frac{w}{aw^\sigma} = \sigma \quad (2.19)$$

Görüldüğü üzere, ikame esnekliği CD üretim fonksiyonunda her zaman 1'e eşit iken, CES üretim fonksiyonunda σ' ya eşittir.

y ile w arasındaki ilişkinin doğrusal olmayışı, CES üretim fonksiyonunun türetilmesinde kullanılabilir³⁸. $w = y - ky'$ olduğuna göre, y ile w arasındaki ilişkiyi gösteren içbükey üssel fonksiyon $y = a(y - ky')^\sigma$ eşittir. $a^{\frac{-1}{\sigma}} = \alpha$ ve $\frac{1}{\sigma} - 1 = \rho$ olarak tanımlanırsa

$$\frac{dk}{k} = \frac{dy}{y} + \frac{\alpha y^{\rho-1}}{1-\alpha y^\rho} dy \quad (2.20)$$

eşitliğine ulaşılır. Her iki tarafında integrali alınıp, gerekli matematiksel sadeleştirmeler gerçekleştirildiğinde CES üretim fonksiyonuna ulaşılmış olur.

$$Y = \left[\eta K^{\sigma-1/\sigma} + \alpha L^{\sigma-1/\sigma} \right]^{\sigma/\sigma-1} \quad (2.21)$$

2.3. Literatür

Bu alt bölümde ikame esnekliğinin ekonomik büyüme literatüründeki önemine vurgu yapan teorik ve ampirik çalışmalara yer verilecektir. Daha önce belirtildiği üzere, ikame esnekliği-ekonomik büyüme ilişkisi ilk olarak de La Grandville (1989) tarafından analiz edilmiştir. Bununla beraber, Solow (1956) ve Pitchford (1960)'ın çalışmaları da söz konusu ilişkinin yönünü açıklamaya çalışan ilk girişimler olarak değerlendirilebilir. Aynı dönemde, Swan (1956), ACMS (1961), Nelson (1965) ve Nerlove (1967)'nin de söz konusu ilişkiye

³⁸ Bu kısımda yapılan derivasyonlar için bk. Ek 5. Daha detaylı bilgi için ayrıca bk. de La Grandville (2009).

önemli katkıları bulunmaktadır. Bu yüzden, ilk olarak, bu çalışmaların katkılarına yer verilecek, ardından, ikame esnekliği-ekonomik ilişkisi literatürünün başlangıcı olarak kabul edilen de La Grandville (1989) hipotezine geçiş yapılacaktır. İkame esnekliği-ekonomik büyüme ilişkisine önemli katkısı olan başka bir çalışma ise Klump ve de La Grandville (2000)'in çalışmasıdır. de La Grandville (1989) hipotezini teorik olarak destekleyen bu çalışma da tanıtıldıktan sonra, son olarak, söz konusu teorik bulgulara, yeni teorik ve ampirik kanıt sağlayan çalışmalar incelenecektir.

▪ Solow (1956) ve ACMS (1961)

“Ekonomik Büyüme Kuramına Bir Katkı” başlıklı çalışmasında Solow (1956) uzun dönemli büyümeyi modellerken üç farklı üretim fonksiyonunu dikkate alır: Harrod-Domar, Cobb-Douglas ve üçüncü durum.

Üretim fonksiyonu, HD biçiminde olduğu varsayılırsa şu şekilde tanımlanabilir:

$$Y_t = F(K_t, L_t) = \min\left(\frac{K_t}{a}, \frac{L_t}{b}\right) \quad (2.22)$$

HD üretim fonksiyonu ölçeğe göre sabit getiri (birinci dereceden türdeş olma) özelliği kullanılarak yeniden tanımlanırsa

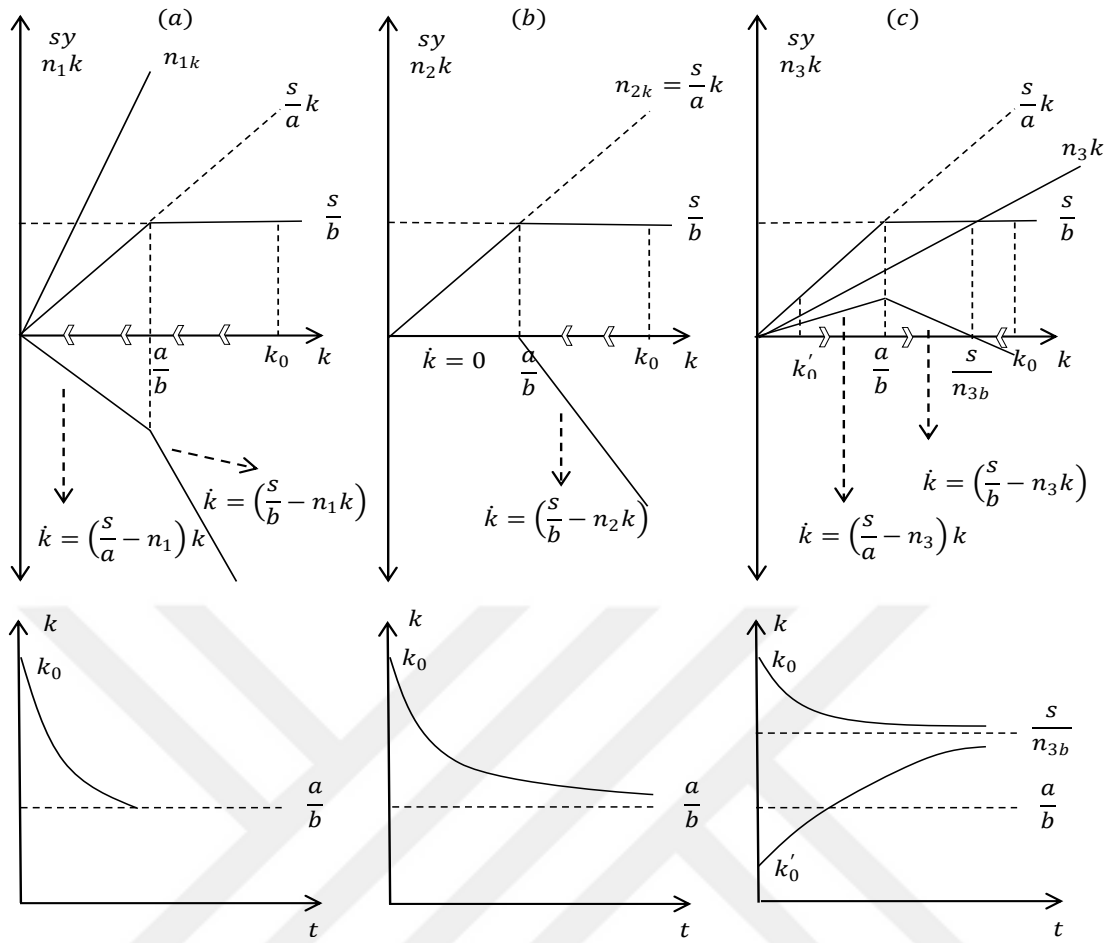
$$y = \min\left(\frac{k}{a}, \frac{1}{b}\right) \quad (2.23)$$

elde edilir. Bu ifade, sermaye birikim denkleminde yerine konursa aşağıdaki eşitliğe ulaşılır.³⁹

$$\dot{k} = s \min\left(\frac{k}{a}, \frac{1}{b}\right) - nk = \min\left(\frac{sk}{a}, \frac{s}{b}\right) - nk \quad (2.24)$$

Yukarıdaki denklem 3 farklı durum (a, b ve c) ortaya koyar: $n_1 > s/a$; $n_2 = s/a$ ve $n_3 < s/a$. Şekil 2.2 söz konusu bu üç farklı durumu resmetmektedir.

³⁹ Sermayenin yıpranma payı üç durum içinde ihmal edilmiştir.



Kaynak: de La Grandville (2009)

Şekil 2.2 Harrod-Domar

Şekil 2.2'ye göre, $n_1 > s/a$ (a durumu) olduğu durumda $\dot{k} = \min\left(\frac{sk}{a}, \frac{s}{b}\right) - nk < 0$ iken, $n_2 > s/a$ (b durumu) olduğu durumda $\dot{k} = \min\left(\frac{sk}{a}, \frac{s}{b}\right) - nk = 0$. Son olarak, $n_3 < s/a$ (c durumu) olduğu durumda $\dot{k} = \min\left(\frac{sk}{a}, \frac{s}{b}\right) - nk > 0$.

(a) durumunda k her zaman ve sonsuza kadar azalmaktadır. k değerinin sadece (b) ve (c) durumunda pozitif bir değere (dengeli büyüme süreci) yakınsayacağı açık şekilde görülmektedir.

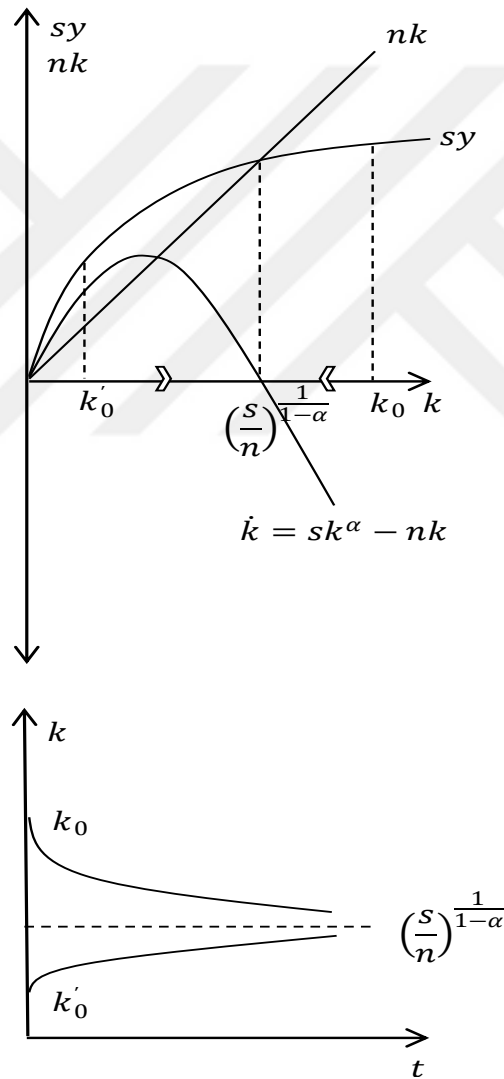
Üretim fonksiyonu, CD biçiminde olduğu varsayılırsa şu şekilde tanımlanabilir:

$$Y_t = F(K_t, L_t) = K^\alpha L^{1-\alpha} \quad (2.25)$$

CD üretim fonksiyonu ölçeğe göre sabit getiri (birinci dereceden türdeş olma) özelliği kullanılarak yeniden tanımlanır, ardından sermaye birikim denkleminde yerine konursa

$$\dot{k} = sk^\alpha - nk \quad (2.26)$$

elde edilir. Bu eşitliğe göre, k değeri azaldıkça, sermayenin marjinal verimliliği sonsuza gideceğinden, k^α eğrisi nk doğrusunun üstünde yer alacaktır. Bununla birlikte, $0 < \alpha < 1$ olduğundan, eğri doğruyu mutlaka kesecek ve nihai olarak bu doğrunun altında kalacaktır. Bu durum Şekil 2.3’de gösterilmiştir.



Kaynak: de La Grandville (2009)

Şekil 2.3 Cobb-Douglas

Şekil 2.3'e göre, ekonominin başlangıç kişi başına sermaye miktarının (k'_0) uzun dönem denge değerinden $\left(k_{ss} = \left(\frac{s}{n}\right)^{\frac{1}{1-\alpha}}\right)$ daha küçük olduğu varsayıldığında, $\dot{k} = sk^\alpha - nk > 0$ olduğundan, (k'_0) zaman içinde artmaktadır. Bu sermaye derinleşmesi (k_{ss}) noktasına kadar sürmekte, bu noktada ($\dot{k} = 0$) olduğundan, kişi başına sermaye miktarı artık sabit kalmakta, yani, nihai olarak, sermaye, çıktı ve nüfusun sabit hızlarda büyüdüğü (n) dengeli büyüme sürecine itilmektedir. Kişi başına sermaye miktarının (k_0) uzun dönem denge değerinden $\left(k_{ss} = \left(\frac{s}{n}\right)^{\frac{1}{1-\alpha}}\right)$ daha büyük olduğu durumda da aynı sonuç elde edilmektedir. Görüldüğü gibi, başlangıçtaki k ne olursa olsun ekonomi dengeli büyüme sürecine ulaşmakta, bu noktadan ayrıldığında, kararlılık koşulları ekonomiyi tekrar durağan durum dengesine getirmektedir ($\lim_{k \rightarrow 0} f'(k) = \infty$) ve ($\lim_{k \rightarrow \infty} f'(k) = 0$).

Solow (1956)'nın üçüncü örneğinde şu şekilde bir üretim fonksiyonu (üçüncü durum) tanımlanır:

$$Y_t = F(K_t, L_t) = (aK^p + (1-a)L^p)^{\frac{1}{p}} \quad (2.27)$$

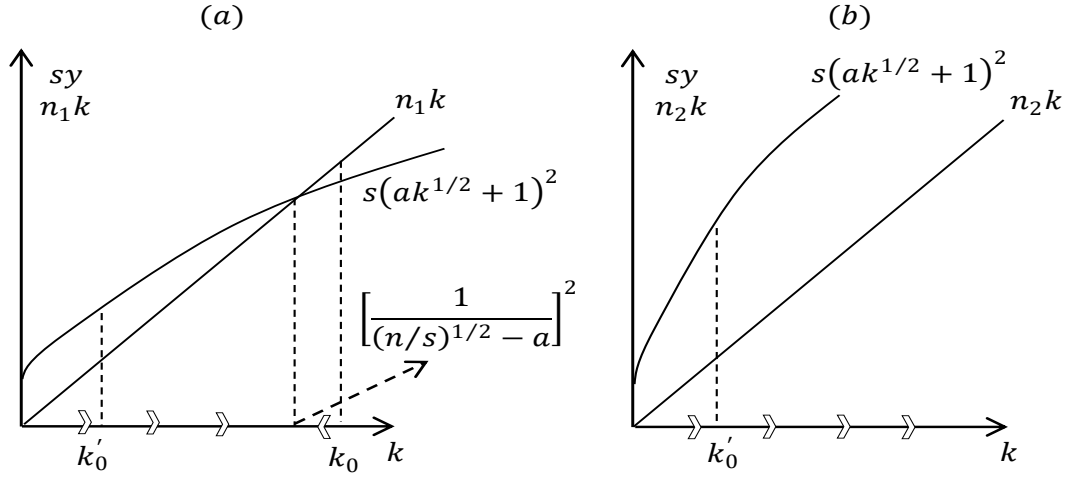
$p = \frac{1}{2}$ olarak sınırlandırılıp, ölçeğe göre sabit getiri özelliği kullanılırsa

$$y = \left(ak^{\frac{1}{2}} + 1\right)^2 \quad (2.28)$$

elde edilir. Bu ifade, sermaye birikim denkleminde yerine konursa aşağıdaki eşitliğe ulaşılır:

$$\dot{k} = s \left(ak^{\frac{1}{2}} + 1\right)^2 - nk \quad (2.29)$$

Yukarıdaki denklem 2 farklı durum (a ve b) ortaya koyar: $n_1 > s/a^2$; $n_2 \leq s/a^2$. Her iki durumda Şekil 2.4'te gösterilmiştir.



Kaynak: de La Grandville (2009)

Şekil 2.4. Üçüncü Durum

Şekil 2.4'e göre, (a) durumunda ($n_1 > s/a^2$) bir denge noktası mevcuttur ve CD durumunda ortaya çıkan durum (başlangıçta k ne olursa olsun ekonomi dengeli büyüme sürecine girmekte) burada da ortaya çıkmaktadır. Diğer yandan, (b) durumunda ($n_2 \leq s/a^2$) tasarruf oranı yeteri kadar yüksek olduğundan, bir denge söz konusu değildir ve ekonomi sonsuza kadar büyümektedir. Bunun nedeni, bu üretim fonksiyonu için $f'(k) = a^2 + ak^{-\frac{1}{2}}$ olması ve (HD ve CD üretim fonksiyonlarının aksine) sermaye sonsuza giderken, sermayenin marjinal verimliliğinin sıfıra değil sabit a^2 değerine gitmesidir ($\lim_{k \rightarrow \infty} f'(k) = a^2$).

Önemle vurgulamak gerekir ki, yukarıda sayılan hiçbir üretim fonksiyonunda - Harrod-Domar, Cobb-Douglas ve üçüncü durum- teknoloji parametresi (A) mevcut değildir, yani hiçbir modele teknoloji dâhil edilmemiştir. Bununla birlikte, HD üretim fonksiyonundan CD üretim fonksiyonuna, CD üretim fonksiyonundan üçüncü duruma geçildikçe, ekonominin görünümü sistematik olarak, teknoloji olmaksızın, gelişmektedir. Daha açık bir ifadeyle, HD durumunda, kişi başına sermaye, ya sonsuza doğru azalmakta ya da pozitif bir değere yakınsamakta iken, CD durumunda, sermaye, çıktı ve nüfusun sabit hızlarda büyüdüğü dengeli büyüme sürecine itilmektedir. Üçüncü durumda ise ekonomi ya CD üretim fonksiyonunda olduğu gibi dengeli büyüme sürecine girmekte ya da sonsuza kadar büyümektedir. Söz konusu sistematik ekonomik gelişimin nedeni teknoloji değilse, nedir? Bu gelişimi açıklayabilecek en önemli faktör ikame esnekliğidir. Nedeni açıktır: Solow (1956)'nın üçüncü durumu açıklamak için kullandığı üretim fonksiyonu, ikame esnekliğinin iki ile sınırlandırıldığı ve daha sonra ACMS (1961) tarafından geliştirilen CES

üretim fonksiyonudur. Dolayısıyla, ikame esnekliğinin sıfır olduğu HD durumundan, ikame esnekliğinin 1 olduğu CD durumuna; CD durumundan, ikame esnekliğinin (sadece bu örnek için) iki olduğu CES durumuna geçiş sırasında, her bir üretim fonksiyonu için farklılaşan tek bir parametre vardır: ikame esnekliği.

- Swan (1956) ve Pitchford (1960)

Y , K ve L 'nin t 'ye bağlı olduğu bir üretim fonksiyonu $Y_t = F(K_t, L_t)$ için aşağıdaki eşitlik elde edilir:

$$g_Y = e_K g_K + e_L g_L \quad (2.30)$$

g , indisinde yer alan değişkenin büyüme oranını, e_K ve e_L ise sırasıyla sermaye ve işgücünün çıktıya göre esnekliğini göstermektedir. $e_K = \gamma \left(\frac{Y}{K}\right)^\eta$ ve $e_L = \mu \left(\frac{Y}{L}\right)^\eta$ olarak tanımlanırsa,⁴⁰

$$g_Y = \gamma \left(\frac{Y}{K}\right)^\eta g_K + \mu \left(\frac{Y}{L}\right)^\eta g_L \quad (2.31)$$

elde edilir. Ölçeğe göre sabit getiri özelliği aşağıdaki eşitliği ortaya koyar

$$g_Y = \gamma \left(\frac{Y}{K}\right)^\eta g_K + \left[1 - \gamma \left(\frac{Y}{K}\right)^\eta\right] g_L \quad (2.32)$$

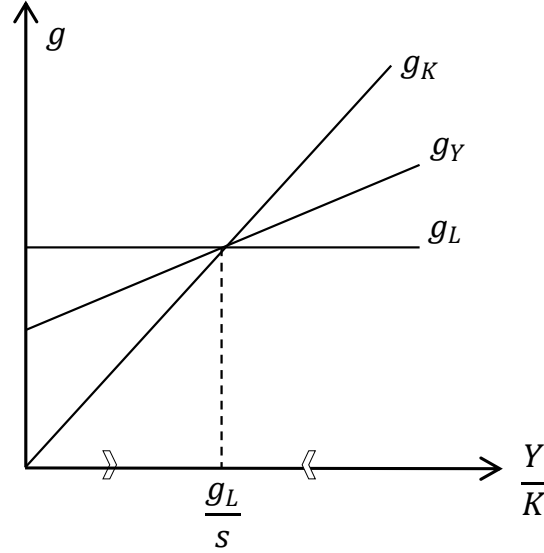
Swan (1956)'nın ekonomik büyüme modeli, ikame esnekliğinin her zaman 1'e eşit olduğu CD üretim fonksiyonu üzerine kuruludur. İkame esnekliğinin her zaman 1'e ($\sigma = 1$ iken $\eta = \frac{1-\sigma}{\sigma}$ eşitliği gereği $\eta = 0$) eşit olduğu varsayımı altında, Swan büyüme modelinin çözümü şu şekildedir:

$$g_Y = \gamma \left(\frac{Y}{K}\right)^0 g_K + \left[1 - \gamma \left(\frac{Y}{K}\right)^0\right] g_L \quad (2.33)$$

$$g_Y = \gamma g_K + \mu g_L \quad (2.34)$$

Bu denklemin grafiksel gösterimi Şekil 2.5'te yapılmıştır.

⁴⁰ Pitchford (1960) tarafından tanımlanan üretim fonksiyonu $Y = [\gamma K^{-\eta} + \mu L^{-\eta}]^{\frac{-1}{\eta}}$ şeklindedir. Bu üretim fonksiyonu için sermayenin çıktıya göre esnekliği şu şekildedir:
 $e_K = \frac{\partial Y}{\partial K} \frac{K}{Y} = \frac{-1}{\eta} (\gamma K^{-\eta} + \mu L^{-\eta})^{\frac{-1}{\eta}-1} \gamma K^{-\eta-1} (-\eta) \frac{K}{Y}$



Kaynak: Pitchford (1960)

Şekil 2.5. Swan (1956)

Şekil 2.5'te, sabit olduğu varsayılan işgücü büyüme oranı (g_L) yatay eksene paralel çizilirken, sermaye büyüme oranı ($g_K = s \frac{Y}{K}$), orijinden çıkan ve eğimi s olan bir düz bir çizgi şeklindedir. Ayrıca, $g_Y = g_K = g_L$ olduğu durumda $\frac{Y}{K} = \frac{g_L}{s}$ olduğundan, g_Y , g_K ve g_L arasında sağlanan denge, tasarruf oranı ne olursa olsun gelir büyümesinin sabit kalacağını göstermektedir. Bu denge noktasının solundaki her nokta için çıktı, sermayeden daha hızlı büyümekte ve çıktı-sermaye oranı yükselmekte iken, bu denge noktasının sağındaki her nokta için sermaye, çıktıdan daha hızlı büyümekte ve çıktı-sermaye oranı düşmektedir.

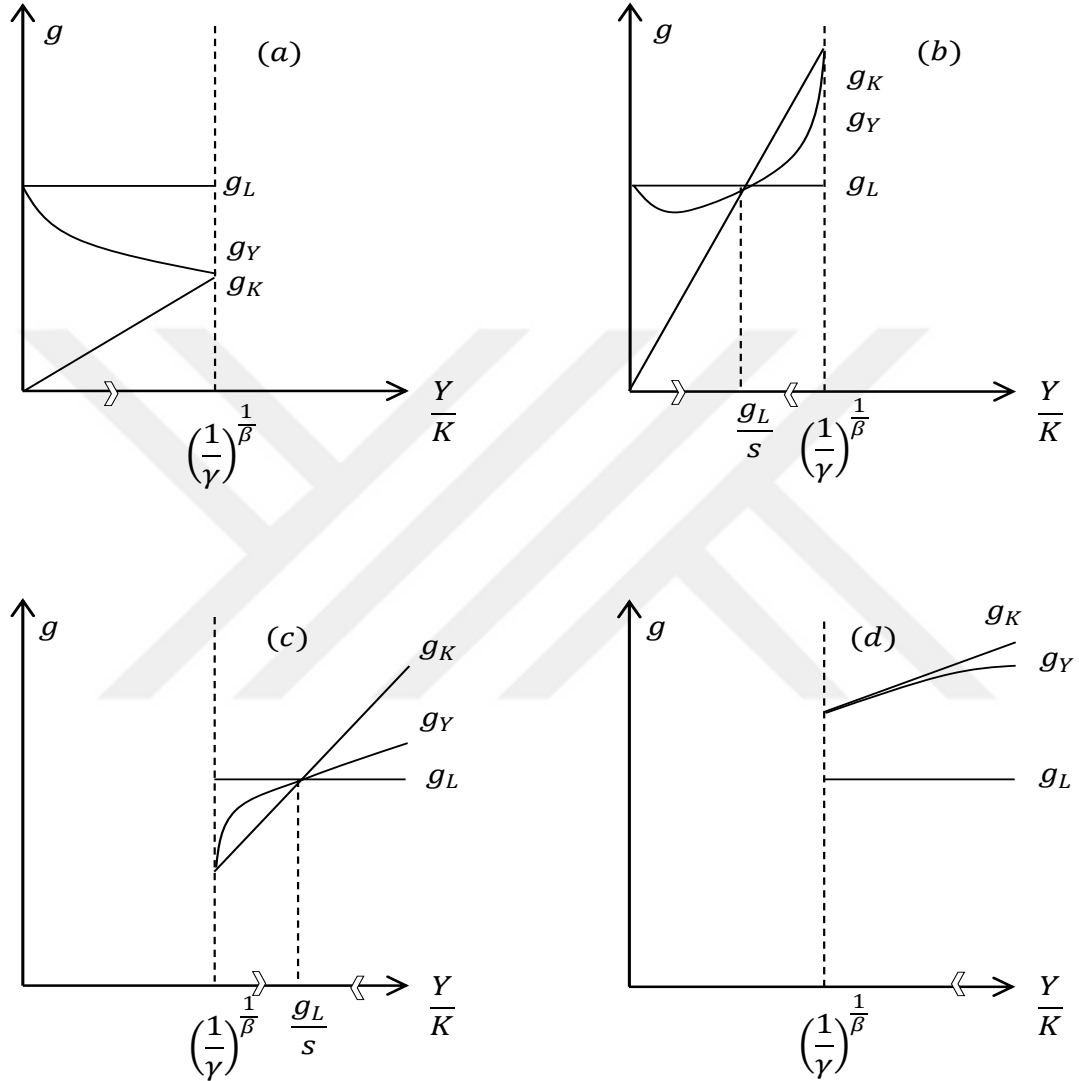
Dikkat edilecek olursa, Solow'un ikinci durumundan (CD) elde edilen sonuç ile Swan ekonomik büyüme modelinden elde edilen sonuç aynıdır. Aralarındaki temel fark şudur: Solow modeli, sermaye-işgücü oranına ($\frac{K}{L}$) odaklanırken, Swan modeli, çıktı-sermaye oranına ($\frac{Y}{K}$) odaklanmaktadır (Dimand ve Spencer, 2009: 118).

Pitchford (1960), Swan büyüme modelini, ikame esnekliğinin sıfır ile sonsuz arasında değiştiği üretim fonksiyonu kullanarak geliştirir ve gelir büyümesi ile tasarruf oranı arasındaki ilişkiyi daha geniş perspektiften değerlendirir.

$Y = [\gamma K^{-\eta} + \mu L^{-\eta}]^{\frac{-1}{\eta}}$ şeklinde tanımlanan üretim fonksiyonunu şu şekilde yeniden tanımlar:

$$\frac{Y}{K} = \left[\gamma + \mu \left(\frac{K}{L} \right)^\eta \right]^{-\frac{1}{\eta}} \quad (2.35)$$

Pitchford (1960) yukarıda tanımlanan üretim fonksiyonu için 4 farklı durum (a, b, c ve d) ortaya koyar.



Kaynak: Pitchford (1960)

Şekil 2.6. Pitchford (1960)

(a) ve (b) ikame esnekliğinin 1'den küçük olduğu durumu ($\sigma < 1$), (c) ve (d) ise 1'den büyük olduğu durumu ($\sigma > 1$) göstermektedir. Pitchford (1960)'a göre, 4 farklı durum arasında seçim yapmak oldukça güçtür. Bunun nedeni, g_L ile s arasındaki ilişkinin bilinmesine rağmen (genellikle $g_L < s$), γ ve σ (ikame esnekliğini 1 olarak varsayan CD üretim fonksiyonu varsayımı yapmadıkça) parametrelerinin değerleri hakkında hiçbir bilginin olmamasıdır.

(b) ve (c) durumlarında, Swan büyüme modelinde olduğu gibi, dengeli büyüme süreci ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle, bu iki durum için, denge noktasında, gelir büyümesinin tasarruf oranındaki değişimlerden etkilenmeyeceği öne sürülebilir. Aynı yorumu (a) ve (d) durumları için yapmak doğru değildir.

İkame esnekliğinin 1'den düşük olduğu fakat dengeli büyüme sürecinin ortaya çıkmadığı (a) durumunda, işgücü, sermaye stokundan daha hızlı büyümekte ve sermaye-işgücü $\left(\frac{K}{L}\right)$ oranı sürekli olarak düşmektedir. Bu nedenle, bu durum için (her iki üretim faktörü için), tam istihdamın sağlanması, sermaye yerine işgücünün daha fazla ikame edilmesine bağlıdır. (a) durumunda, sermaye ile işgücü arasındaki ikame ilişkisi zayıf olduğundan dolayı, gelirin büyüme oranı, işgücü büyüme oranından kalıcı olarak daha düşük olmaktadır.

İkame esnekliğinin 1'den büyük olduğu fakat dengeli büyüme sürecinin ortaya çıkmadığı (d) durumunda ise, (a) durumunun aksine, gelirin büyüme oranı, işgücünün büyüme oranından kalıcı olarak daha yüksek olmaktadır. Sermaye stokunun, işgücünden daha hızlı büyüdüğü (d) durumunda, sermaye-işgücü oranı sürekli olarak yükselmektedir. Sermaye-işgücü ikamesinin kolay olduğu bu durumda, sermaye, işgücü yerine daha fazla ikame edilmektedir. Söz konusu sermaye derinleşmesinin sonunda, nihai olarak, dengeli büyüme sürecinin ortaya çıkmamasının nedeni, sermaye-işgücü oranının, söz konusu dengeli sürece ulaşmadan, sonsuza gitmesidir.

(d) durumu, özetle, tasarruf oranının ve sermayeye ayrılan payın yüksek, işgücü büyüme oranının ise düşük olduğu durumu göstermektedir. Sermaye stokunun, işgücüne göre daha yüksek olduğu (d) durumunda, işgücünün çıktıya göre esnekliği sıfıra gitmektedir. Bu durumda, sermaye ile işgücü arasındaki ikame kolay olduğundan, işgücü büyüme oranındaki değişimler, çıktı büyümesinde sadece göz ardı edilebilir değişimlere neden olabilmektedir. Bununla birlikte, tasarruf oranındaki değişimlerin, Swan (1956) tarafından öngörüldüğünün aksine, bazı durumlarda, çıktı büyümesinde kalıcı artışlara neden olabileceğini de açık şekilde göstermektedir. Daha açık bir ifadeyle, ikame esnekliğinin birden büyük olduğu durumda, çıktı, tasarruf oranındaki artışlarla yükseltilebilir ve (c) durumundan (d) duruma geçiş yapılabilir.

- Nelson (1965) ve Nerlove (1967)

Nelson (1965) ikame esnekliği ile çıktı büyümesi arasındaki pozitif ilişkiyi, iki üretim faktörlü doğrusal-homojen Hicks-neutral üretim fonksiyonunu kullanarak gösterir.

$$Y_t = \varphi_t F(K_t, L_t) \quad (2.36)$$

Y , φ , K ve L 'nin t 'ye bağlı olduğu bir üretim fonksiyonu için, aşağıdaki eşitlik elde edilir:

$$\frac{dY}{dt} = \frac{\partial \varphi}{\partial t} F(K, L) + \varphi \frac{\partial F}{\partial K} \frac{\partial K}{\partial t} + \varphi \frac{\partial F}{\partial L} \frac{\partial L}{\partial t} \quad (2.37)$$

$$\frac{\partial F}{\partial K} \frac{K}{Y} = 1 - \alpha \text{ ve } \frac{\partial F}{\partial L} \frac{L}{Y} = \alpha \text{ olarak tanımlanırsa}^{41}$$

$$\frac{\dot{Y}}{Y} = \frac{\dot{\varphi}}{\varphi} + (1 - \alpha) \frac{\dot{K}}{K} + \alpha \frac{\dot{L}}{L} \quad (2.38)$$

$$g_Y = g_\varphi + g_K + \alpha(g_L - g_K) \quad (2.39)$$

elde edilir. g , indisinde yer alan değişkenin büyüme oranını göstermektedir. Sermaye, işgücü ve teknolojik gelişmenin sabit oranda büyüdüğü varsayımı altında her iki tarafın zamana göre türevi alınır

$$\frac{d}{dt}(g_Y) = \frac{d\alpha}{dt}(g_L - g_K) \quad (2.40)$$

İkame esnekliğinin ekonomik büyüme üzerindeki etkisini gösterebilmek için üretimin işgücüne göre esnekliği, tam rekabet varsayımı altında $\left(\frac{\partial Y}{\partial K} = r\right) \left(\frac{\partial Y}{\partial L} = w\right)$, ikame esnekliğinin bir fonksiyonu cinsinden yazılır.

$$\alpha = (1 - \alpha) \frac{w/r}{K/L} \quad (2.41)$$

Ardından, log-diferansiyeli alınır

$$\frac{d \ln \alpha}{dt} = \frac{d \ln(1-\alpha)}{dt} + \frac{d \ln(w/r)}{d \ln(K/L)} \frac{d \ln(K/L)}{dt} - \frac{d \ln(K/L)}{dt} \quad (2.42)$$

⁴¹ Bu çalışmada bu kısma kadar kullanılan notasyon (gösterim), Nelson (1965)'in aksine, $\frac{\partial F}{\partial K} \frac{K}{Y} = \alpha$ ve $\frac{\partial F}{\partial L} \frac{L}{Y} = 1 - \alpha$ şeklindedir. Nelson (1965) ve Nerlove (1967) ile tutarlı olması için, sadece bu bölüm için, bizde $\frac{\partial F}{\partial K} \frac{K}{Y} = 1 - \alpha$ ve $\frac{\partial F}{\partial L} \frac{L}{Y} = \alpha$ notasyonunu tercih edeceğiz.

$$\frac{d\alpha}{dt} \frac{1}{\alpha} = -\frac{1}{1-\alpha} \frac{d\alpha}{dt} + \frac{1}{\sigma} \left(\frac{\dot{K}}{K} - \frac{\dot{L}}{L} \right) - \left(\frac{\dot{K}}{K} - \frac{\dot{L}}{L} \right) \quad (2.43)$$

Gerekli matematiksel sadeleştirmeler yapıldığında

$$\frac{d\alpha}{dt} = \alpha(1-\alpha) \left(\frac{\sigma-1}{\sigma} \right) (g_L - g_K) \quad (2.44)$$

bulunur. $\frac{d}{dt}(g_Y) = \frac{d\alpha}{dt}(g_L - g_K)$ olduğuna göre,

$$\frac{d}{dt}(g_Y) = \alpha(1-\alpha) \left(\frac{\sigma-1}{\sigma} \right) (g_L - g_K)^2 \quad (2.45)$$

elde edilir. Buna göre, eğer $(g_L \neq g_K)$ ise, çıktı büyümesinin (i) pozitif ya da negatif olması, sırasıyla, ikame esnekliğinin 1'den büyük $(\sigma > 1)$ ya da 1'den küçük $(\sigma < 1)$ olmasına; (ii) büyüklüğü ise, işgücü büyüme oranı (g_L) ile sermaye büyüme oranı (g_K) arasındaki farka bağlıdır. (g_L) ile (g_K) birbirine yakınlaştıkça, sadece çıktının zaman içindeki değişimi azalmamakta, aynı zamanda ikame esnekliğinin çıktı büyümesi üzerindeki etkisi de düşmektedir.

Nelson (1965) yukarıda önerilen teorik ilişkiyi ABD ekonomisi için 1947-1960 dönemi için test etmektedir. Elde edilen sonuçlar, sermaye ve işgücünün büyüme oranları arasında 1947-1960 dönemi için büyük farklılıklar olmadığını, dolayısıyla, ikame esnekliğinin çıktı büyümesi üzerindeki etkisinin sınırlı olduğunu ortaya koymaktadır. Bu bulgu, Nelson (1965) ile Nerlove (1967) arasındaki tartışmanın temelini oluşturmaktadır. Nerlove (1967), uzun dönemde ya da sermayenin işgücüne göre daha hızlı büyüdüğü durumda, ikame esnekliğinin çıktı büyümesi üzerindeki sınırlı etkisinin ortadan kalkacağını, ikame esnekliğinin, çıktı büyümesi üzerinde önemli bir rol oynayabileceğini ampirik olarak ortaya koymaktadır.

▪ de La Grandville (1989)

Solow (1956)'da tanıtılan üçüncü durum, kişi başına gelirin sonsuza kadar büyümesini sağlayacak tasarruf oranı eşiğini (threshold) $n = s/a^2$ ortaya koyarken, de La Grandville (1989), Slutsky denklemi aracılığıyla, ikame esnekliği (σ) için bir eşik değeri ortaya koymakta ve ekonomik büyüme ile ikame esnekliği arasındaki ilişkiyi sistematik olarak analiz etmektedir. Ölçeğe göre sabit getiri özelliğini sağlayan CES üretim fonksiyonu aşağıdaki gibi tanımlanmış olsun.

$$Y = \left[(1 - a)K^{\sigma-1/\sigma} + aL^{\sigma-1/\sigma} \right]^{\sigma/\sigma-1} \quad (2.46)$$

$$y = f(k) = \left[(1 - a)k^{\sigma-1/\sigma} + a \right]^{\sigma/\sigma-1} \quad (2.47)$$

Yukarıdaki denklemde yer alan $1 - a = \eta$ olarak tanımlanıp, Solow' un sermaye birikim denklemine yerleştirilirse

$$\dot{k} = s \left[\eta k^{\sigma-1/\sigma} + a \right]^{\sigma/\sigma-1} - nk \quad (2.48)$$

elde edilir. Yukarıdaki denklemde yer alan η ve a, σ' nın bir fonksiyonudur.⁴² σ' nın eşik değerinin belirlenmesi için $f(k)$ nın birinci dereceden türevi alınır.

$$f'(k) = \left[\eta k^{\sigma-1/\sigma} + a \right]^{\frac{1}{\sigma-1}} \eta k^{\frac{-1}{\sigma}} = \left[\eta^{\sigma} + a\eta^{\sigma-1} k^{\frac{1-\sigma}{\sigma}} \right]^{\frac{1}{\sigma-1}} \quad (2.49)$$

$$\dot{k} = 0 \text{ ve } \sigma > 1 \text{ için } \lim_{k \rightarrow \infty} [sf'(k)] = n = s\eta^{\frac{\sigma}{\sigma-1}} \text{ olduğundan}$$

$$\frac{n}{s} = \eta^{\frac{\sigma}{\sigma-1}} \quad (2.50)$$

ifadesine ulaşılır. Her iki tarafın doğal logaritması alınıp, gerekli sadeleştirmeler yapılırsa

$$\sigma = \frac{1}{1 - \ln(\eta) / \ln\left(\frac{n}{s}\right)} \quad (2.51)$$

elde edilir. σ için elde edilen eşik değer eşitliğine göre, $\frac{d\sigma}{ds}$ ve $\frac{d\sigma}{dn}$ ifadeleri, sırasıyla, negatif ve pozitif işaretlidir. Diğer bir deyişle, ikame esnekliği, tasarruf oranının azalan, işgücü büyüme oranının ise, artan bir fonksiyonudur. de La Grandville (1989)'a göre, elde edilen bu sonucun ekonomik anlamı oldukça önemlidir: üretken sistemin verimlilik ölçüsü olarak ikame esnekliği, işgücü büyüme oranının arttığı ve tasarruf-yatırım oranının düştüğü durumda yüksek olacaktır. Ekonomik büyüme ile ikame esnekliği arasındaki söz konusu bu ilişki, Japonya'da ve Güney Asya ülkelerindeki büyümenin sadece yüksek tasarruf oranlarıyla değil, aynı zamanda yüksek ikame esnekliği ile de açıklanabileceğini ortaya koymaktadır.

⁴² η ve a nın, σ' nın bir fonksiyonu oluşu, Klump ve de La Grandville (2000)'nin tartışıldığı kısımda açıklanmıştır.

- Klump ve de La Grandville (2000)

de La Grandville (1989) tarafından ileri sürülen hipotez, Klump ve de La Grandville (2000) tarafından, normalize edilmiş CES üretim fonksiyonu ile desteklenmektedir. Normalize edilmiş CES üretim fonksiyonu, iki ekonominin sadece ikame esnekliği açısından farklılaştığı ve diğer değişkenlerin referans noktasındaki değerlerinin (baseline values) bilindiği durumu temsil etmekte, ikame esnekliğinin yüksek olduğu ekonomilerde, daha yüksek kişi başına gelir olacağını teorik olarak ispatlamaktadır.

Klump ve de La Grandville (2000) $[y = A[ak^\rho + (1 - a)]^{1/\rho}]$ CES üretim fonksiyonu için $(\rho = \sigma - 1/\sigma)$ üç farklı değişkene referans noktası değeri önermektedir: sermaye-işgücü oranı $(\bar{k})$; kişi başına gelir $(\bar{y} = f(\bar{k}))$; marjinal ikame oranı $(\bar{m} = \frac{f(\bar{k}) - \bar{k}f'(\bar{k})}{f'(\bar{k})})$.

Bu tanımlamalara göre⁴³

$$\bar{m} = \frac{1-a}{a} \bar{k}^{1-\rho} \quad (2.52)$$

$$\bar{y} = A [a\bar{k}^\rho + (1 - a)]^{1/\rho} \quad (2.53)$$

elde edilir. Bu durumda, ikame esnekliği (σ) , $\bar{k}$, $\bar{y}$ ve $\bar{m}$ parametrelerinin, a ve A ise σ 'nın bir fonksiyonudur.

$$a = \frac{\bar{k}^{1-\rho}}{\bar{k}^{1-\rho} + \bar{m}} = a(\sigma, \bar{k}, \bar{m}) \equiv a(\sigma) \quad (2.54)$$

$$A = \bar{y} \left(\frac{\bar{k}^{1-\rho} + \bar{m}}{\bar{k} + \bar{m}} \right)^{1/\rho} = A(\sigma, \bar{k}, \bar{m}, \bar{y}) \equiv A(\sigma) \quad (2.55)$$

a ve A , σ 'nın bir fonksiyonu ise, normalize edilmiş CES üretim fonksiyonu şu şekilde tanımlanır

$$y = f_\sigma(k) = A(\sigma)[a(\sigma)k^\rho + (1 - a(\sigma))]^{1/\rho} \quad (2.56)$$

⁴³ Bu kısımda yapılan derivasyonlar için bk. Ek 6. Daha detaylı bilgi için ayrıca bk. Klump ve de La Grandville (2000).

Normalize edilmiş CES üretim fonksiyonunu, sermayenin gelir içindeki payı (π) cinsinden tanımlamak, ikame esnekliği ile kişi başına gelir arasındaki ilişkiyi göstermek için daha elverişlidir.

$$\pi = \frac{k f'_\sigma(k)}{f_\sigma(k)} = \frac{a k^\rho}{a k^\rho + (1-a)} = a \left[\frac{A k}{f_\sigma(k)} \right]^\rho = \frac{k^\rho \bar{k}^{1-\rho}}{k^\rho \bar{k}^{1-\rho} + \bar{m}} \quad (2.57)$$

Bu eşitliğe göre, π , σ ve k 'ya bağlıdır. $k = \bar{k}$ olduğu durumda ise, her ikisine de bağlı değildir.

$$\bar{\pi} = a \left[\frac{A \bar{k}}{\bar{y}} \right]^\rho = \frac{\bar{k}}{\bar{k} + \bar{m}} \quad (2.58)$$

π ve $\bar{\pi}$ eşitlikleri kullanılarak, normalize edilmiş CES üretim fonksiyonu şu şekilde yeniden tanımlanır

$$y = f_\sigma(k) = \frac{\bar{y}}{\bar{k}} \left(\frac{\pi}{\bar{\pi}} \right)^{1/\rho} k \quad (2.59)$$

Klump ve de La Grandville (2000) tarafından, normalize edilmiş CES üretim fonksiyonu aracılığıyla ortaya konan birinci teorem şu şekilde ifade edilmektedir: CES üretim fonksiyonu ile tanımlanmış iki ekonomi, sadece ikame esnekliği bakımından farklılaşıyorsa, daha yüksek ikame esnekliğine sahip ekonomi, daha yüksek kişi başına gelir sahip olacaktır. Normalize edilmiş CES üretim fonksiyonu (kişi başına gelir) ile ikame esnekliği arasındaki ilişkiyi göstermek için $f_\sigma(k)$ 'nın, σ 'ya göre kısmi türevi alınır.

$$\frac{\partial f_\sigma(k)}{\partial \sigma} = \frac{\partial f_\sigma(k)}{\partial \rho} \frac{\partial \rho}{\partial \sigma} = \left(\frac{-1}{\sigma^2} \right) y \left(\frac{1}{\rho^2} \right) \left[\pi \ln \left(\frac{\pi}{\bar{\pi}} \right) + (1 - \pi) \ln \left(\frac{1-\pi}{1-\bar{\pi}} \right) \right] \quad (2.60)$$

$\left[\left(\frac{-1}{\sigma^2} \right) y \left(\frac{1}{\rho^2} \right) \right]$ ve $\left[\pi \ln \left(\frac{\pi}{\bar{\pi}} \right) + (1 - \pi) \ln \left(\frac{1-\pi}{1-\bar{\pi}} \right) \right]$ ifadeleri negatif işaretli olduğundan,⁴⁴ $k \neq \bar{k}$ için $\frac{\partial f_\sigma(k)}{\partial \sigma} > 0$. Diğer bir deyişle, kişi başına gelir ile ikame esnekliği arasındaki ilişki pozitif yönlüdür ve k , σ 'nın artan bir fonksiyonudur. Kişi başına gelir, k ve σ 'nın artan bir fonksiyonu olduğundan, ikame esnekliğinin yüksek olduğu ekonomiler, daha yüksek kişi başına gelire sahip olacaktır.

⁴⁴ Logaritmik fonksiyonların katı konkavlığı gereği, $x \neq 1$ için $\ln x < x - 1$. $\ln \left(\frac{\pi}{\bar{\pi}} \right) < \frac{\pi}{\bar{\pi}} - 1$ ve $\ln \left(\frac{1-\pi}{1-\bar{\pi}} \right) < \frac{1-\pi}{1-\bar{\pi}} - 1$ olduğuna göre, $\pi \ln \left(\frac{\pi}{\bar{\pi}} \right) + (1 - \pi) \ln \left(\frac{1-\pi}{1-\bar{\pi}} \right) < \pi \left(\frac{\pi}{\bar{\pi}} - 1 \right) + (1 - \pi) \left(\frac{1-\pi}{1-\bar{\pi}} - 1 \right) = 0$.

Normalize edilmiş CES üretim fonksiyonu, ayrıca, durağan durumdaki kişi başına gelirin de, ikame esnekliğinin bir fonksiyonu olduğunu, dolayısıyla, durağan durumdaki kişi başına gelirin, ikame esnekliğinin yüksek olduğu ekonomilerde yüksek olacağını teorik olarak ispatlamaktadır.

▪ Diğer Ampirik ve Teorik Çalışmalar

de La Grandville (1989) hipotezini (doğrudan) ampirik olarak test eden ve bu hipotezi doğrulayan iki önemli çalışma bulunmaktadır: Yuhn (1991) ve Mallick (2012). Yuhn (1991) söz konusu hipotezi ABD ve Güney Kore ekonomileri için ampirik olarak test eden ilk çalışmadır. Elde edilen sonuçlara göre, Güney Kore ekonomisinin, ABD ekonomisinden daha hızlı büyümesinin nedeni ikame esnekliğinin Güney Kore ekonomisi için daha yüksek olmasıdır. de La Grandville (1989) hipotezini yatay-kesit yöntemiyle analiz eden ilk çalışma ise Mallick (2012)'dir. 90 ülke için yapılan bu çalışmada da ikame esnekliği-ekonomik büyüme ilişkisi pozitif bulunmuştur. de La Grandville (1989) tarafından ortaya konan teorik ilişki, Cronin vd. (1997) tarafından telekomünikasyon ve sermaye arasındaki ikame ilişkisinin ölçülmesi içinde kullanılmıştır. Bu çalışmaya göre, ABD ekonomisi için telekomünikasyon ile sermaye arasındaki ikame esnekliği ilişkisi yüksektir ve ABD ekonomisi bu yolla kaynak tasarrufu yapmakta, bunun sonucu olarak da daha yüksek büyüme oranlarına ulaşmaktadır.

de La Grandville (1989) hipotezinin ortaya çıkışı ve bu hipotezin ampirik olarak Yuhn (1991) ve Cronin vd. (1997) tarafından desteklenmesi, ikame esnekliği-ekonomik büyüme ilişkinin başka çalışmalar tarafından farklı yöntem, dönem ve ülke sepetleri için test edilmesine yol açmıştır. Duffy ve Papageorgiou (2000) 82 ülkenin 1960-1987 dönemleri arası verilerini kullanarak CES üretim fonksiyonunu OLS ve NLLS ile panel veri yöntemini kullanarak tahmin etmektedir. OLS ve NLLS tahminleri, sermaye ile işgücü arasındaki ikame esnekliği ilişkisinin düşük gelirli ülkeler için daha tamamlayıcı, yüksek gelirli ülkeler için ise, daha ikameci olduğunu göstermektedir. Miyagiwa ve Papageorgiou (2007) dinamik çok sektörlü büyüme modeli için Duffy ve Papageorgiou (2000) ve Klump ve de La Grandville (2000)'den elde edilen sonucu doğrulamış, ikame esnekliği ile gelişmişlik seviyesi arasında pozitif ilişki olduğunu göstermiştir. Benzer bir sonuç, Karagiannis vd. (2005) ve Palivos ve Karagiannis (2010) tarafından da ortaya konmuştur. Palivos ve Karagiannis (2010) ikame esnekliğinin, teknoloji olmaksızın, içsel büyüme

sağlayabileceğini göstermiş, Duffy ve Papageorgiou (2000)'den elde edilen sonucu desteklemiştir.

Bununla birlikte, literatürdeki bütün çalışmalar yukarıda gösterilen teorik ve ampirik bulguları desteklememektedir. Miyagiwa ve Papageorgiou (2003) Klump ve de La Grandville (2000) hipotezinin Diamond modeli için geçerli olmadığını, ikame esnekliği-ekonomik büyüme ilişkisinin bazı durumlarda negatif olabileceğini teorik olarak ispatlamaktadır. Papageorgiou ve Saam (2008) üç faktörlü (sermaye, işgücü ve nitelikli işgücü) CES üretim fonksiyonu için negatif ikame esnekliği-ekonomik büyüme ilişkisi olduğunu ortaya koymaktadır. Benzer sonuçlar, Irmen (2011) ve Xue ve Yip (2012) tarafından da elde edilmiştir.

2.4. Tahmin Edilen Regresyonlar

İkinci bölümde tahmin edilen regresyonlar, birinci bölümde tahmin edilen regresyonlar (1.44), (1.54), (1.60) ve (1.64) ile (özü itibarıyla) aynıdır.⁴⁵ Fakat birinci bölüm, CD ve CES üretim fonksiyonlarının Solow büyüme modeli temelinde karşılaştırılmasını amaç edindiğinden, (1.44), (1.54), (1.60) ve (1.64) numaralı regresyonların hem kısıtlanmamış hem de kısıtlanmış biçimleri, birinci bölümde ayrı ayrı tahmin edilmektedir. İkinci bölümün amacı, birinci bölümden farklı olarak, ikame esnekliğinin yüksek ve düşük gelirli ülkelerdeki değeri ile ilgili olduğundan, bu bölümde sadece kısıtlanmış regresyonlar üzerinde durulacaktır. (1.44), (1.54), (1.60) ve (1.64) numaralı denklemlerin kısıtlanmış biçimleri şu şekildedir:⁴⁶

$$\ln\left(\frac{Y_i}{L_i}\right) = \ln(A_0) + gt + \frac{\alpha}{1-\alpha} \ln\left(\frac{s_{ik}}{n_i+g+\delta}\right) \quad (2.61)$$

$$\ln\left(\frac{Y_i}{L_i}\right) = \ln A(0) + gt \frac{\alpha}{1-\alpha-\eta} \ln\left(\frac{s_{ik}}{n_i+g+\delta}\right) + \frac{\eta}{1-\alpha-\eta} \ln\left(\frac{s_{ih}}{n_i+g+\delta}\right) \quad (2.62)$$

$$\ln\left(\frac{Y_i}{L_i}\right) = \ln A(0) + gt + \frac{\alpha}{1-\alpha} \ln\left(\frac{s_{ik}}{n_i+g+\delta}\right) + \frac{1}{2} \frac{\alpha}{(1-\alpha)^2} \left(\ln\left(\frac{s_{ik}}{n_i+g+\delta}\right)\right)^2 \frac{\sigma-1}{\sigma} \quad (2.63)$$

⁴⁵ (1.44), (1.54), (1.60) ve (1.64) numaralı denklemler birinci bölümde ayrıntılı şekilde türetildiklerinden dolayı, bu bölümde aynı işlemler tekrarlanmayacaktır.

⁴⁶ Daha önce belirtildiği üzere, bu çalışma, Duffy ve Papageorgiou (2000)'den, farklı regresyonların farklı ekonometrik yöntemle tahmin edilmesi yönüyle farklılaşmaktadır. Bu noktada, iki çalışma arasındaki farkın açık şekilde ortaya konması büyük önem taşımaktadır. Duffy ve Papageorgiou (2000) tarafından NLLS ve OLS ile panel veri yöntemiyle tahmin edilen regresyonlar sırasıyla şunlardır: $\ln Y_{it} = \ln A_0 + gt - \frac{v}{\rho} \ln[\delta K_{it}^{-\rho} + (1-\delta)L_{it}^{-\rho}] + \varepsilon_{it}$ ve $\ln y_{it} = \alpha + gt + \beta_1 \ln k_{it} + \beta_2 (\ln k_{it})^2 + \varepsilon_{it}$

$$\ln\left(\frac{Y_i}{L_i}\right) = \ln A(0) + gt + \frac{\alpha}{1-\alpha-\eta} \ln\left(\frac{s_{ik}}{n_i+g+\delta}\right) + \frac{\eta}{1-\alpha-\eta} \ln\left(\frac{s_{ih}}{n_i+g+\delta}\right) + \frac{1}{2} \frac{1}{(1-\alpha-\eta)^2} \frac{\sigma-1}{\sigma} \left\{ \alpha \left[\ln\left(\frac{s_{ik}}{n_i+g+\delta}\right) \right]^2 + \eta \left[\ln\left(\frac{s_{ih}}{n_i+g+\delta}\right) \right]^2 - \alpha\eta \left[\ln\left(\frac{s_{ik}}{s_{ih}}\right) \right]^2 \right\} \quad (2.64)$$

Önemle vurgulamak gerekir ki, bu bölümde sadece (2.63) ve (2.64) numaralı regresyonlar tahmin edilecektir. Bunun nedeni, daha önce vurgulandığı üzere, CD üretim fonksiyonunda ikame esnekliğinin her zaman 1'e eşit olması ve bunun bir sonucu olarak, (2.61) ve (2.62) numaralı regresyonlarda ikame esnekliği parametresinin yer almamasıdır.

2.5. Veri, Yöntem ve Ampirik Sonuçlar

İkinci bölümde kullanılan veri seti ve içeriği, birinci bölümde kullanılan veri seti ve içeriği ile aynıdır.⁴⁷ Bu bölümde de 2 farklı veri seti kullanılmaktadır: PWT 4.0 ve PWT 6.0. Birinci bölüm ile ikinci bölüm arasındaki en temel fark, toplam ülke sayısı ve ülkelerin sınıflandırılmasıdır. İkinci bölüm için PWT 4.0 106 (2.64 numaralı denklem için 105) ülkenin 1960-1985 dönemini kapsarken, PWT 6.0 90 ülkenin 1960-1995 dönemini kapsamaktadır. PWT 4.0 doğrudan MRW (1992: 434-436) çalışmasından alınmıştır. PWT 6.0 ise Bernanke ve Gurkaynak (2002: 18-19) çalışmasından derlenmiştir. Elde edilen ampirik sonuçların sağlamlık analizi PWT 7.1 ile gerçekleştirilmektedir. PWT 7.1 79 ülkenin 1960-2010 dönemini kapsamaktadır. Ampirik analizde kullanılan ülkeler Tablo 1.2'de rapor edilmektedir.

Katsayıların tahmini, birinci bölüm ile uyumlu olarak, yatay kesit yöntemiyle OLS ve NLLS⁴⁸ tahmincilerinin kullanımıyla gerçekleştirilmektedir. Birinci bölüm ile uyumun sağlanması oldukça önemlidir. Çünkü birinci bölümde, MRW (1992) ülke sınıflandırmasına göre, ikame esnekliğinin ülke grupları arasında farklılaştığı ortaya konmakta, fakat MRW (1992) ülke sınıflandırması gelir gruplarına göre yapılmadığından, bu farklılaşmanın ancak bir ön tespit niteliği taşıyabileceği vurgulanmaktadır. İkinci bölümde, bu farklılaşmanın gelir gruplarına, dolayısıyla da ekonomik büyümeye dayanıp dayanmadığı inceleneceğinden, ampirik analize ülkelerin gelir gruplarına göre sınıflandırılmasıyla başlanmaktadır.

⁴⁷ Kullanılan veri setlerinin içeriği hakkında daha detaylı bilgi için bk. Tablo 1.3 ve 1.4.

⁴⁸ OLS tahmininde kullanılan Stata kodları yazar tarafından oluşturulmuştur. Buna karşılık, NLLS tahmininde kullanılan R kodları Sun vd. (2011) çalışmasından alınmıştır. R kodlarının yer aldığı adrese (<http://qed.econ.queensu.ca/jae/2011-v26.4/sun-henderson-kumbhakar/>) 15 Eylül 2017 tarihinde erişilmiştir.

Ampirik analizde kullanılan ülkeler, Dünya Bankası (2017) ülke sınıflandırması dikkate alınarak, 4 farklı alt gruba bölünmüştür: düşük gelirli ülkeler (DG), alt orta gelirli ülkeler (AOG), üst orta gelirli ülkeler (UOG) ve yüksek gelirli ülkeler (YG). Düşük gelirli ülkeler grubu, kişi başına GSMH değeri 1005\$ ve altı olanlardan, alt orta gelirli ülkeler grubu, kişi başına GSMH değeri 1006\$ ile 3955\$ arasında olanlardan, üst orta gelirli ülkeler grubu, kişi başına GSMH değeri 3956\$ ile 12235\$ arasında olanlardan, yüksek gelirli ülkeler grubu ise, kişi başına GSMH değeri 12236\$ ve üstü olanlardan oluşmaktadır.

Ampirik analiz boyunca yapılacak ikinci işlem, (2.63) ve (2.64) numaralı denklemlerin her ülke grubu için ayrı ayrı tahmin edilmesi ve ikame esnekliği parametresinin, gelir sınıflandırmasına göre ayrılmış ülke grupları arasında farklılaşıp farklılaşmadığının analiz edilmesidir. Beklentimiz, düşük gelirli ülke grubundan yüksek gelirli ülke grubuna doğru geçildikçe, ikame esnekliği parametresinin değerinin yükselmesidir.

PWT 4.0 ve 6.0 kullanılarak yapılan tahminler Tablo 2.2 ve Tablo 2.3'te sunulmuştur. Tabloların üst paneli, (2.63) numaralı regresyonun, alt panel ise, (2.64) numaralı regresyonun tahmin sonuçlarını rapor etmektedir. 1, 2, 3 ve 4 numaralı sütunlar, sırasıyla, düşük gelirli, alt orta gelirli, üst orta gelirli ve yüksek gelirli ülke grupları için tahmin sonuçlarını sunmaktadır. 5 numaralı sütun, düşük ve alt orta gelirli ülke gruplarını birleştirmekte iken, 6 numaralı sütun, aynı işlemi üst orta gelirli ve yüksek gelirli ülke grupları için yapmaktadır. 7 numaralı sütun düşük, alt orta ve üst orta gelirli ülke gruplarının toplamından oluşmaktadır. Son olarak, tüm ülkelerin tahmin sonuçları 8 numaralı sütunda sunulmaktadır.

Tablo 2.2'de rapor edilen tahminler için en dikkat çekici sonuç, üst panelin 2, 5 ve 7 numaralı sütunlarında yer alırken, alt panelin 1 ve 2 numaralı sütunlarında yer almaktadır. Bu sütunlarda yer alan tüm ikame esnekliği parametreleri, (%5 veya %1 anlamlılık düzeyinde) hem istatistiki olarak anlamlıdır, hem de ikame esnekliğinin gelişmişlik düzeyine bağlı olduğunu gösteren ilk ampirik kanıtı sunmaktadır. Örneğin, (2.63) numaralı regresyonun tahmin sonuçlarına göre, ikame esnekliği parametresi alt orta gelirli ülke grubu için 0.5666 (üst panel sütun 2) iken, düşük ve alt orta gelirli ülkelerin birleşiminden oluşan grup için 0.6756'ya (üst panel sütun 3), düşük, alt orta ve üst orta gelirli ülkelerin birleşiminden oluşan grup için 0.8821'e yükselmektedir. (2.64) numaralı regresyonun tahmin sonuçlarına göre ise, ikame esnekliği parametresi, düşük gelirli ülke grubu için

1.2182 (alt panel sütun 1) iken, alt orta gelirli ülke grubu için 1.5219'a (alt panel sütun 2) yükselmektedir.

Tablo 2.3'te rapor edilen tahmin sonuçları ile Tablo 2.2'te rapor edilen tahmin sonuçları büyük ölçüde uyumludur ve ikame esnekliğinin gelir grupları ile pozitif ilişkisi olduğunu açık şekilde göstermektedir. Alt ve üst panelin 3-4 numaralı sütunlarında rapor edilen tahminlere göre, ikame esnekliği parametresi üst orta gelirli ülke grubu için sırasıyla 0.5764 (üst panel sütun 3) ve 0.5718 (alt panel sütun 3) iken, yüksek gelirli ülke grubu için sırasıyla 0.8283 (üst panel sütun 4) ve 0.8347' ye (alt panel sütun 4) yükselmektedir. (2.63) numaralı regresyonun 5 ve 7 numaralı sütunlarında rapor edilen tahminleri de benzer bir sonuç ortaya koymaktadır. İkame esnekliği parametresi, daha düşük kişi başına gelir grubundan, daha yüksek kişi başına gelir grubuna geçildikçe, giderek yükselmektedir (0.6757-1.1067). Ayrıca, tüm parametreler, %1 veya %10 anlamlılık düzeyinde istatistiki olarak anlamlıdır.

PWT 7.1 kullanılarak yapılan tahminler Tablo 2.4'te sunulmuştur. Tablo 2.4'te verilen sonuçlar Tablo 2.3 ve 2.2'te verilen sonuçlarla uyumludur ve ikame esnekliğinin yüksek ve düşük gelirli ülkeler arasında farklılaştığını, bu farklılaşmanın ekonomik gelişmişlik seviyesiyle yakından ilişkili olduğunu açık şekilde göstermektedir. Örneğin, (2.63) numaralı regresyonun tahmin sonuçlarına göre, ikame esnekliği parametresi düşük gelirli ülke grubu için 0.7339 (üst panel sütun 1) iken, üst orta gelirli ülke grubu için 0.7561 (üst panel sütun 3) rapor edilmektedir. Üst panelin 5 ve 6 numaralı sütunlarında rapor edilen parametre değerleri de (0.7880 ve 0.8735) elde edilen bulguyu doğrulamaktadır. Benzer şekilde, (2.64) numaralı regresyonunun tahmin sonuçlarına göre, ikame esnekliği, düşük gelirli ülke grubu için 0.6251 iken, üst orta gelirli ülke grubu için 0.7520 olarak sunulmaktadır.

Özetle, ampirik uygulama iki önemli sonuç ortaya koymaktadır: (i) ikame esnekliği, CD üretim fonksiyonu tarafından öngörüldüğü gibi, her zaman 1'e eşit değildir; (ii) ikame esnekliği, ülkelerin ekonomik gelişmişlik seviyesine bağlıdır ve yüksek gelirli ülkeler için 1'e yakın ya da 1'den yüksek iken, düşük gelirli ülkeler için 1'den küçüktür. Diğer bir ifadeyle, ikame esnekliği katsayısı, düşük gelirli ülkelere yüksek gelirli ülkelere geçildikçe sistematik yükselmektedir. Bunun anlamı şudur: sermaye ile işgücü arasındaki ikame ilişkisi yüksek gelirli ülkeler için daha ikameci iken, düşük gelirli ülkeler için daha tamamlayıcıdır.

2.6. Sonuç

İkame esnekliğinin yüksek ve düşük gelirli ülkeler arasında farklılaşıp farklılaşmadığını Solow büyüme modeli temelinde analiz eden ikinci bölüm altı alt bölümden oluşmaktadır. Giriş bölümünü izleyen ikinci alt bölüm, ikame esnekliğinin tanımı, özellikleri ve üretim fonksiyonları ile ilişkisini ortaya koymaktadır. Üçüncü alt bölüm, ikame esnekliği ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi teorik ve ampirik olarak analiz eden çalışmalara yer verirken, dördüncü alt bölüm, birinci bölümde türetilen regresyonları tanıtmaktadır. Son olarak, beşinci alt bölüm, ikame esnekliğinin yüksek ve düşük gelirli ülkeler arasında farklılaşıp farklılaşmadığını ampirik olarak test ederken, altıncı alt bölüm, elde edilen bulguları özetlemektedir.

İkinci bölümden elde edilen ampirik sonuçlar şu şekilde özetlenebilir: (i) ikame esnekliği, CD üretim fonksiyonu tarafından öngörüldüğü gibi, her zaman 1'e eşit değildir. Başka bir ifadeyle, Solow-CD tanımı girdi-çıktı ilişkisini karakterize etme konusunda yetersizdir ve yanlış belirlenmiş olabilir; (ii) ikame esnekliği, ülkelerin ekonomik gelişmişlik seviyesine bağlıdır ve yüksek gelirli ülkeler için 1'e yakın ya da 1'den yüksek iken, düşük gelirli ülkeler için 1'den küçüktür. Diğer bir ifadeyle, ikame esnekliği katsayısı, düşük gelirli ülkelere yüksek gelirli ülkelere geçildikçe sistematik olarak yükselmektedir. Bunun anlamı şudur: üretim faktörleri arasındaki ikame ilişkisi yüksek gelirli ülkeler için daha ikameci iken, düşük gelirli ülkeler için daha tamamlayıcıdır. Bu nedenle, yüksek gelirli ülkelere üretim faktörleri arasında geçiş yapmak düşük gelirli ülkelere göre daha kolay gerçekleşmekte, söz konusu ülkelere sermayenin azalan verimler yasasının işlemesi yavaşlatılabilmektedir.

Bu bağlamda, özellikle düşük gelirli ülkelerdeki ikame esnekliği değerinin yükseltilmesi için ikame esnekliğinin belirleyicilerinin neler olduğunun tespit edilmesi ve söz konusu bu belirleyicileri harekete geçirmek için izlenecek ekonomi politikalarının ortaya konması son derece önemlidir. Bu açıdan değerlendirildiğinde, söz konusu ülkelere politika yapıcılar, Yuhn (1991) tarafından Güney Kore ekonomisi için gösterildiği üzere piyasa bozucu politikalarla sermayenin fiyatının suni olarak ucuzlatarak, yenilikçi faaliyetler yaratma ve sürdürme kabiliyetiyle ortaya çıkan yeni üretim tekniklerini etkin şekilde kullanarak, kurumsal yapıda gerekli olan dönüşümleri tam ve eksiksiz şekilde yerine getirerek hem mikro hem de makro düzeydeki ikame esnekliklerini yükseltebilirler.

Ayrıca, ekonomik gelişmenin bir göstergesi olarak ikame esnekliğinin para ve finans sistemi ile yakından ilgili olduğu önemle vurgulanmalıdır. Paranın fonksiyonlarının – değişim aracı, değer ölçüsü- tam olarak yerine getirilmediği ve yüksek enflasyon oranlarının görüldüğü bir ekonomide üretim faktörleri etkin şekilde dağılmayacağından, bu ekonomide düşük ikame esnekliği ve ekonomik büyüme oranı görülecektir. Benzer şekilde, etkin şekilde çalışmayan bir finansal sistemde, sermaye dağılımındaki etkinliği bozup, piyasa belirsizliğini artıracığından düşük ikame esnekliği ve büyüme sonucuna neden olacaktır. Bu kapsamda, üretim faktörleri arasındaki ikame esnekliğini yükselterek, yüksek büyüme rakamları elde etmek isteyen ekonomilerin enflasyon ile ilgili belirsizlikleri asgari düzeye indirerek, finansal etkinliği sağlamaları gerektiği düşünülebilir.

Bu çalışmadan elde edilen ampirik bulgular, hem birinci bölümde elde edilen ampirik bulgularla, hem de de La Grandville (1989), Yuhn (1991), Duffy ve Papageorgiou (2000), Miyagiwa ve Papageorgiou (2007), Palivos ve Karagiannis (2010) ve Mallick (2012) ile uyumludur. Bununla birlikte, Miyagiwa ve Papageorgiou (2003), Papageorgiou ve Saam (2008), Irmen (2011) ve Xue ve Yip (2012) ile kesin olarak ters düşmektedir.

3. BÖLÜM

3. İKAME ESNEKLİĞİ VE YAKINSAMA

Üçüncü bölümün amacı ikame esnekliği parametresinde farklılaşmaya izin vermenin yakınsama parametresine olan etkisini karşılaştırmalı olarak test etmektir. Bu amaçla, Solow büyüme modelini CD ve CES üretim fonksiyonları altında iki farklı senaryo (temel ve beşerî sermayenin yer aldığı genişletilmiş) için çözüp, türetilen regresyonları yakınsama hipotezini test edecek şekilde düzenledikten sonra ampirik olarak yatay kesit yöntemiyle tahmin etmektedir. Elde edilen sonuçlar, ikame esnekliği parametresinde farklılaşmaya izin vermenin hem yakınsama hızı parametresine hem de modelin açıklama gücüne etkisi olduğunu göstermektedir.

3.1. Giriş

Yakınsama hipotezi ekonomik büyüme üzerine yapılmış ampirik çalışmaların büyük bir bölümünü kapsamakta ve neoklasik büyüme teorisinin sermayenin azalan verimler yasası varsayımının bir sonucu olarak ortaya çıkmaktadır. Söz konusu hipoteze göre, büyüme oranı ile başlangıç gelir düzeyi arasında negatif ilişki bulunmakta ve bununla uyumlu olarak, düşük gelirli ülkeler, yüksek gelirli ülkelere daha hızlı büyümektedir.⁴⁹

Neoklasik ekonomik büyüme modelinin temelleri Solow (1956) ve Swan (1956) tarafından atıldıktan sonra, ülkelerin durağan durumlarına hangi hızda ulaştıklarını analiz eden yakınsama çalışmaları, ilk olarak, Sato (1963), Sato (1966), Conlisk (1966), Atkinson (1969), Ramanathan (1973) ve Ramanathan (1975) tarafından yapılmıştır. Elde edilen

⁴⁹ Geleneksel ekonomik büyüme literatüründe iki farklı yakınsama türü tanımlanmaktadır: sigma (σ) yakınsaması (Quah, 1993) ve beta (β) yakınsaması (Barro ve Sala-i Martin, 1992; MRW, 1992; Sala-i Martin, 1994; Barro ve Sala-i Martin, 1995; Barro, 2015). β yakınsaması ikiye ayrılır: mutlak (absolute) β yakınsaması, koşullu (conditional) β yakınsaması. Eğer kişi başına reel gelirin dağılımı zaman içinde azalıyorsa, σ yakınsaması söz konusudur. Düşük gelirli ülkelerin yüksek gelirli ülkelere daha hızlı büyüyor olması ise, mutlak β yakınsamasına işaret etmektedir. Mutlak β yakınsamasına göre, ülkeler arasındaki tek farklılık başlangıç sermaye düzeyidir. Bununla birlikte, gerçek hayatta, ülkeler sadece başlangıç sermaye düzeyi açısından değil, teknolojik gelişim hızı, nüfus artış hızı, eğitim, sağlık vb. birçok faktör açısından farklılaşabilmektedir. Bu farklılaşmayı dikkate alan yakınsama türü koşullu β yakınsamasıdır (Sala-i Martin, 1996). Bu yakınsama türlerine ek olarak geliştirilen başka yakınsama türleri de bulunmaktadır: stokastik (zaman serisi analizi) yakınsama (Carlino ve Mills, 1993; Bernard ve Durlauf, 1996; Evans, 1996; Evans ve Karras, 1996; Li ve Papell, 1999), club yakınsaması (Durlauf ve Johnson, 1995; Phillips ve Sul, 2009) vb. Bu çalışma sadece β yakınsamasını konu edinmektedir. Bu yüzden, diğer yakınsama türleri bu çalışmanın kapsamı dışındadır. Yakınsamanın farklı tanımları için bkz. Barro ve Sala-i Martin, 1995; Galor, 1996; Bernard ve Durlauf, 1996; Temple, 1999; Islam, 2003; Durlauf ve Johnson, 2010: 16-23; Johnson ve Papageorgiou, 2017.

sonuçlar, ayarlama hızının (rate of adjustment) oldukça düşük⁵⁰ ve büyük ölçüde kullanılan modelin yapısına (teknolojinin büyümesi ve yapısı, ölçeğe göre getiri, sektör sayısı, ikame esnekliği vb.) bağlı olduğunu göstermiştir.

Yakınsama hipotezi, daha sonra, Baumol (1986), Abramovitz (1986), De Long (1988) ve Dowrick ve Nyugen (1989) tarafından test edilirken, son dönemlerde yapılan ve yakınsama hipotezinin ampirik olarak test edilmesini konu alan çalışmaların büyük bir kısmı MRW (1992)'i temel almaktadır.⁵¹ Bu çalışmalar,⁵² yakınsama literatürünün ilk çalışmaları ile uyumlu olarak, yakınsama hızının %2-3 (düşük)⁵³ arasında değiştiğini ortaya koymaktadır. Diğer bazı çalışmalar⁵⁴ ise, temel ölçüt alınan tahminlerin (%2-3) ekonometrik sebeplerden dolayı (ihmal edilmiş değişken, içsellik, ölçüm hataları, veri seti, dönem aralığı ve değişken seçimi vb.) yanlı (biased) olabileceğini, bu nedenle, farklı ekonometrik

⁵⁰ Sato (1963) bir denge noktasından diğer denge noktasına geçişin %90'ının 50 ile 150 yıl arasında tamamlanacağını öngörmektedir. Ramanathan (1975) tek sektörlü model için ayarlama hızının 22 ile 150 yıl arasında tamamlanacağını göstermekte, Sato (1963)'nin öngörüsüyle uyumlu bir sonuç elde etmektedir. Benzer sonuçlar Conlisk (1966), Sato (1966) ve Atkinson (1969) tarafından da elde edilmiştir. Daha ayrıntılı bilgi için bkz. Turnovsky, 2002.

⁵¹ MRW (1992) Solow büyüme modelinin teorik öngörülerini ampirik olarak test eden öncü çalışmadır. Çalışmasında türettiği regresyonların ampirik olarak test edilebilirliği, regresyonların içinde yer alan değişkenlerin Solow büyüme modelinden türetilmesi ve elde ettiği sonuçların ekonomik büyüme teorisinin öngörülerile uyumlu (fiziksel ve beşerî sermaye ve nüfus artış hızı) olması, çalışmayı yakınsama literatürünün referans çalışması haline getirmiştir. Barro ve Sala-i Martin (1992) literatürde referans alınan bir diğer çalışma olmasına rağmen, yakınsama regresyonunu Solow büyüme modelinden değil, Ramsey-Cass-Koopmans büyüme modelinden türetmektedir. Ocak 2018 itibarıyla, Google Akademik verilerine göre, MRW (1992)'nin aldığı atıf sayısı 16482 iken, Barro ve Sala-i Martin (1992)'nin aldığı atıf sayısı 7745'dir. MRW (1992) büyüme regresyonları için temel bir teorik bir çerçeve sunmuş olsa da, literatürdeki diğer yaygın kullanımın Barro (1991) tarafından ortaya konduğu unutulmamalıdır. Literatürdeki birçok çalışma yakınsama hipotezinin testi ya da ekonomik büyümenin belirleyicilerini analiz etmek için belirli bir amaca göre düzenlenmiş regresyonları (ad hoc regressions) kullanmaktadır. Literatürde "Barro regresyonları" olarak tanımlanan resmi olmayan büyüme regresyonlarının (informal growth regressions) kontrol değişkenleri yazar tarafından literatür araştırması sonucu belirlenmektedir (Durlauf ve Johnson, 1995; Temple, 1999: 123; Islam, 2003; Abreu vd., 2005: 395). Benzer regresyon yapısı daha önce Kormendi ve Meguire (1985) ve Grier ve Tullock (1989) tarafından kullanılmıştır. Literatürde kullanılan kontrol değişkenler hakkında daha detaylı bilgi için bkz. Levine ve Renelt (1992); Barro ve Sala-i Martin (1995); Sala-i Martin (1997); Durlauf vd. (2005:652-663).

⁵² Bkz. Barro ve Sala-i Martin (1992), Sala-i Martin (1994), Barro ve Sala-i Martin (1995), Sala-i Martin (1996), Barro (2015).

⁵³ Yakınsama hızının yıllık %2 olduğu bir ekonomide, durağan duruma geçişin %75'inin 70, %90'ının 115 yılda tamamlanacağı öngörülebilir (Sala-i Martin, 1994: 8). Barro (2015) %2'lik yakınsama hızını "yakınsamanın tunç kanunu" (iron law of convergence) olarak nitelendirmiştir. Abreu vd. (2005) %2'lik yakınsama hızının güvenilirliğini meta-analizi ile analiz etmiştir.

⁵⁴ Islam (1995) genişletilmiş Solow-CD regresyonunu panel veri yöntemiyle tahmin etmiş, yakınsama hızını OECD ekonomileri için %9 olarak bulmuştur. Caselli vd. (1996) GMM tahmincisini kullanarak yakınsama hızını %10 olarak tahmin etmiştir. Yakınsama hızı, Nonneman ve Vanhoudt (1996) tarafından %2.9; Murthy ve Chien (1997) tarafından %3.8; Ortigueira ve Santos (1997) tarafından %6-20 arasında, Temple (1998) tarafından %0.3-6.7 arasında tahmin edilmiştir. Benzer sonuçlar için bkz. Knight vd. (1993).

yöntemlerle daha yüksek yakınsama hızı tahmini (%3-10) elde edilebileceğini öngörmektedir.⁵⁵

Yakınsama literatürünün, üçüncü bölümün amacı bağlamında, ortaya koyduğu en önemli sonuç şu şekilde ifade edilebilir: yakınsama çalışmalarının büyük bir çoğunluğunun referans aldığı temel çalışma MRW (1992)' dir. MRW (1992) ve sonrası yapılan çalışmaların büyük bir kısmı ise, yakınsama hipotezinin ve yakınsama hipotezinden türetilmiş yeni kavramların (club yakınsaması vb.) sadece ampirik yanıyla ilgilenmiş, farklı yakınsama kavramlarını, farklı ekonometrik yöntem, veri seti, ülke sepeti ve zaman aralığı için yeniden tahmin ederek, farklı yakınsama hızı tahminleri elde etmiştir (Knight vd., 1993; Benhabib ve Spiegel, 1994; Durlauf ve Johnson, 1995; Islam, 1995; Tzanidakis ve Kirizidis, 1996; Caselli vd., 1996; Nonneman ve Vanhoudt, 1996; Sala-i Martin 1996; Murthy ve Chien, 1997; Rodriguez-Claire ve Klenow, 1997; Temple ve Johnson, 1998; Temple, 1998; Bernanke ve Gürkaynak, 2002; Hoeffler, 2002; Papageorgiou, 2002; Masanjala ve Papageorgiou, 2004; Ulaşan, 2011; Bayraktar-Sağlam ve Yetkiner, 2014; Barro, 2015).⁵⁶ Bu bağlamda, bu çalışmaların, elde edilen tahmin sonuçları ve referans alınan temel çalışma itibariyle, üretim fonksiyonu ve ikame esnekliği açısından, kısıtlayıcı olduğu ileri sürülebilir. Çünkü MRW (1992) tarafından türetilen regresyonlar (Solow modelinin temel ve beşeri sermaye ile genişletilmiş versiyonu) sadece CD üretim fonksiyonunu dikkate almakta, dolayısıyla da, ikame esnekliğinin, üstü kapalı olarak, farklı ülke grupları için (petrol üreticisi olmayan, orta düzeydeki ülkeler ve OCED) her zaman “bir” olacağını varsaymaktadır. Bu üstü kapalı varsayım ise, yakınsama regresyonlarının içinde sermayenin azalan verimler yasasının işlemlerini yavaşlatması sebebiyle yer alması gereken ikame esnekliği parametresinin modelden dışlanmasına, yakınsama hızına olan etkisinin bertaraf edilmesine neden olmaktadır. Üçüncü bölüm, yakınsama literatüründeki söz konusu bu eksikliğe katkı yapmayı amaçlamaktadır. Bunu yapmak için iki önemli çalışmayı referans almaktadır. İlk çalışma, literatürdeki birçok çalışmanın referans aldığı

⁵⁵ Yakınsama literatürü hakkında daha ayrıntılı bilgi için bkz. Temple (1999), Islam (2003) ve Durlauf vd. (2005).

⁵⁶ Yakınsama literatürünün ilk çalışmaları (Sato, 1963; Sato, 1966; Conlisk, 1966; Atkinson; 1969; Ramanathan, 1973; Ramanathan, 1975) yakınsama hipotezini, büyük ölçüde, modelin içinde yer alan parametreler (sermayenin gelir içindeki payı, teknolojinin büyüme hızı ve yapısı, ikame esnekliği vb.) açısından değerlendirirken, MRW (1992) ve sonrası yapılan çalışmaların büyük bir çoğunluğu ampirik kanıtların yeniden üretilmesine ve farklı yakınsama kavramlarının ortaya atılmasına odaklanmıştır. Yakınsamanın farklı tanımları ve ekonometrik yöntemleri için bkz. Barro ve Sala-i Martin, 1995; Galor, 1996; Bernard ve Durlauf, 1996; Temple, 1999; Islam, 2003; Durlauf ve Johnson, 2010: 16-23; Johnson ve Papageorgiou, 2017.

çalışmadır: MRW (1992). İkinci çalışma ise, temel ve genişletilmiş Solow modelini CES üretim fonksiyonu ile türeten Masanjala ve Papageorgiou (2004)'tür.

MRW (1992) tarafından türetilen regresyonlar her ne kadar Solow büyüme modelinden türetilmiş olsa da, Solow (1956)'nın uzun dönemli büyümeyi modellerken kullandığı iki üretim fonksiyonunu ihmal etmekte,⁵⁷ sadece CD üretim fonksiyonunu dikkate alarak bütün ülke grupları için ikame esnekliğinin her zaman “1” olacağını varsaymaktadır. Masanjala ve Papageorgiou (2004) ise, Solow büyüme modelini CES üretim fonksiyonu altında çözerek, MRW (1992)'ye ek olarak (temel ve genişletilmiş Solow-CD), iki regresyon (temel ve genişletilmiş CES) daha türetmekte, Durlauf ve Johnson (1995) ve Papageorgiou (2002)'de⁵⁸ olduğu gibi, veri sınıflandırma (data-sorting) tekniğiyle elde edilmiş farklı ülke sepetleri için parametre heterojenliğini analiz etmektedir. Dolayısıyla, türettiği regresyonları, özel olarak, ikame esnekliğindeki farklılaşmanın, yakınsama parametresine olan etkisini analiz etmek için değil, parametre heterojenliğini göstermek için kullanmaktadır. Bu bölümün amacı, MRW (1992)'nin Solow büyüme modeli temelinde sadece CD üretim fonksiyonunu kullanarak elde ettiği yakınsama parametrelerini, Masanjala ve Papageorgiou (2004)'de olduğu gibi, CES üretim fonksiyonunu dikkate alarak türetmek ve elde ettiği yakınsama parametresi tahmin sonuçlarını MRW (1992) (CD durumu) ile karşılaştırarak ikame esnekliğinde farklılaşmaya izin vermenin yakınsama parametresine ve modelin açıklama gücüne olan etkisini analiz etmektir.

İkame esnekliği-yakınsama hızı literatürüne ilk katkı Ramanathan (1973) tarafından yapılmıştır. Ramanathan (1973) iki sektörlü büyüme modeli için yakınsamanın %90'ının 2-6 yıl arasında, %99'unun 12 yıldan daha kısa sürede tamamlanacağını öngörmektedir. Elde edilen bu sonuç yakınsama literatürünün ilk çalışmaları (Sato, 1963; Sato, 1966; Conlisk, 1966; Atkinson, 1969) ile kesin olarak ters düşmektedir. Çünkü söz konusu dönemde gerçekleştirilen çalışmalar tek sektörlü olmaları sebebiyle daha uzun bir geçiş süreci öngörmekteydi. Bunun üzerine, Ramanathan (1975) tek ve iki sektörlü büyüme modeli için (üretimde sermaye ile işgücü arasındaki) ikame esnekliği parametresinin yakınsama hızını belirlemesindeki rolüne dikkat çekmiş, böylece, hem diğer çalışmalarla uyumlu olarak daha

⁵⁷ İkinci bölümde, Solow (1956)'nın uzun dönemli büyümeyi modellerken, üç farklı üretim fonksiyonunu dikkate aldığı belirtilmişti: Harrod-Domar, CD ve üçüncü durum. Üçüncü durum, ikame esnekliğinin 2 ile sınırlandırıldığı CES üretim fonksiyonu olarak değerlendirilebilir.

⁵⁸ Durlauf ve Johnson (1995) ve Papageorgiou (2002) farklı veri sınıflandırma (data-sorting) teknikleri kullanarak parametre heterojenliğini analiz etmektedir.

uzun bir yakınsama süreci elde etmiş, hem de ilk kez ikame esnekliği ile yakınsama hızı arasındaki ilişkiyi ortaya koymuştur. Bu çalışmaya göre, yakınsama hızı farklı parametre değerleri için (sermayenin gelir içindeki payı ve ikame esnekliği) büyük ölçüde farklılaşmaktadır. Tek ve iki sektörlü model için yakınsama süreci 4-150 yıl arasında tamamlanırken, ikame esnekliğinin “sıfır” olduğu durumda 4-6 yıl arasında tamamlanmaktadır. King ve Rebelo (1993) tüketimde zamanlar-arası ikame esnekliği (intertemporal substitution of consumption) ile yakınsama hızı arasındaki ilişkiyi analiz ederek, neoklasik büyüme modellerinin geçişsel dinamiklerini incelemiş, ikame esnekliği-yakınsama hızı ilişkisini tüketim açısından değerlendirmiştir. Bu çalışmaya göre, tüketimde zamanlar-arası ikame esnekliği azalırsa, geçişsel süreçte yavaşlamaktadır. İkame esnekliğinin “1” olduğu durumda, başlangıç çıktı düzeyi ile durağan durum çıktı düzeyi arasındaki açığın kapanması 5 yıl sürerken, ikame esnekliğinin azaldığı durumda bu açığın kapanması 18 yıla yükselmektedir. Turnovsky (2002) ikame esnekliği-yakınsama hızı ilişkisini hem üretim hem de tüketim açısından değerlendirerek tek sektörlü büyüme modeli için Ramanathan (1975) ve King Rebelo (1993) ile uyumlu sonuç elde etmiş, ikame esnekliği parametresindeki ufak değişimlerin yakınsama hızı parametresinde büyük değişimlere neden olabileceğini ortaya koymuştur. Bildiğimiz kadarıyla, söz konusu bu üç çalışma dışında (normalize edilmiş CES üretim fonksiyonu hariç)⁵⁹ doğrudan ikame esnekliği-yakınsama hızı ilişkisine vurgu yapan başka çalışma bulunmamaktadır. Ayrıca, önemle vurgulamak gerekir ki, söz konusu çalışmalarda MRW (1992) tarafından öngörülen ve Masanjala ve Papageorgiou (2004) tarafından CES üretim fonksiyonu ile geliştirilen regresyonlarla yapılmış bir tahmin mevcut değildir. Dolayısıyla, bu çalışma söz konusu ilişkiyi farklı bir yöntemle test ederek literatüre katkı niteliği kazanmaktadır.

Üçüncü bölümden elde edilen iki önemli sonuç bulunmaktadır. İlk olarak, CD üretim fonksiyonundan CES üretim fonksiyonuna geçiş yapmak, dolayısıyla da ikame esnekliğinde farklılaşmaya izin vermek, hem yakınsama parametresinde hem de yakınsama hızında bazı değişikliklere neden olmaktadır. Daha açık bir ifadeyle, ikame esnekliğinin her bir ülke

⁵⁹ İkinci bölümde de açık şekilde vurgulandığı üzere, ikame esnekliğinin önemine vurgu yapmak isteyen birçok çalışma, son dönemlerde, çoğunlukla, de La Grandville (1989) ve Klump ve de La Grandville (2000) tarafından geliştirilen normalize edilmiş CES üretim fonksiyonunu kullanmaktadır. Bu çalışma ikame esnekliği-yakınsama hızı ilişkisini ampirik olarak normalize edilmiş CES üretim fonksiyonu aracılığıyla göstermemektedir. Fakat teorik ilişkinin ortaya konması için söz konusu üretim fonksiyonuna, bazı durumlarda, başvurabilmektedir. İkame esnekliği-yakınsama hızı ilişkisinin analizi normalize edilmiş CES üretim fonksiyonu aracılığıyla Klump ve Preissler (2000) ve Xue ve Yip (2012) tarafından yapılmıştır. Söz konusu teorik çalışmalar hakkında detaylı bilgiye ikame esnekliği-yakınsama hızı ilişkisinin teorik olarak tartışıldığı bir alt bölümde yer verilmiştir.

grubu için düştüğü durumda, yakınsama parametresi, β , ve yakınsama hızı, v , sırasıyla düşmekte ve yükselmektedir. İkinci olarak, ikame esnekliğinde farklılaşmaya izin vermek koşullu yakınsama hipotezinin test edildiği regresyonun uyum gücünü önemli derecede artırmaktadır.

İkame esnekliği parametresindeki farklılaşmanın yakınsama parametresine olan etkisini karşılaştırmalı olarak test eden üçüncü bölüm beş alt bölümden oluşmaktadır. Giriş bölümünü izleyen ikinci alt bölüm, ikame esnekliği-yakınsama hızı ilişkisini teorik açıdan ele almakta, söz konusu ilişkiyi hem CD ve CES üretim fonksiyonları hem de normalize edilmiş CES üretim fonksiyonu açısından ortaya koymaktadır. Üçüncü alt bölüm, Solow büyüme modelini CD ve CES üretim fonksiyonları altında iki farklı senaryo (temel ve beşerî sermayenin yer aldığı genişletilmiş) için çözüp, elde edilen regresyonları koşulsuz ve koşullu β yakınsaması hipotezini test edecek şekilde yeniden düzenledikten sonra, dördüncü alt bölüm türetilen regresyonları tahmin edip, ikame esnekliği-yakınsama hızı ilişkisini ampirik olarak analiz etmektedir. Sonra olarak, beşinci alt bölüm elde edilen bulguları özetlemektedir.

3.2. İkame Esnekliği ve Yakınsama⁶⁰

Üretim fonksiyonu Harrod-neutral (emek tasarruf eden) CD formunda şu şekilde tanımlanabilir:⁶¹

$$Y_t = TK_t^\alpha (A_t L_t)^{1-\alpha} \quad (3.1)$$

Söz konusu üretim fonksiyonu etkin-işgücü birimi başına çıktı cinsinden, $\tilde{y} = \frac{Y}{AL}$, yeniden tanımlanıp, sermaye birikim denkleminde, $\tilde{k} = \frac{K}{AL}$, yerine konursa aşağıdaki eşitlik elde edilir:

⁶⁰ Bu alt bölümde yer alan tüm bilgiler ve daha fazlası için bk. Barro ve Sala-i Martin, 1995: 37; Sala-i Martin, 1996: 1026; Klump ve de La Grandville, 2000; Klump ve Preissler, 2000; Barro ve Sala-i Martin, 2004: 57-71; Xue and Yip, 2012.

⁶¹ Söz konusu üretim fonksiyonu Barro ve Sala-i Martin (1995, 2004) ve Sala-i Martin (1996) tarafından kullanılan Harrod-neutral (emek tasarruf eden) CD üretim fonksiyonudur. T teknoloji düzeyini, K sermaye stokunu, AL etkin işgücünü, α ise 0 ile 1 arasında yer alan sabit bir parametreyi göstermektedir. Emek tasarruf eden teknolojinin, A_t , büyüme hızı g 'dir ($A_t = A_0 e^{gt}$). Dikkat edilecek olursa, birinci bölümde tanıtılan CD üretim fonksiyonu ile, $Y = K^\alpha AL^{1-\alpha}$, bu bölümde tanıtılan CD üretim fonksiyonu arasında küçük bir farklılık söz konusudur. Bu bölümde tanıtılan CD üretim fonksiyonu, birinci bölümde tanıtılan CD üretim fonksiyonuna ilaveten bir parametre daha içermektedir: T . T ekonominin genel verimlilik düzeyini göstermekte ve burada ayrı bir öneme sahip olduğu için üretim fonksiyonuna eklenmektedir.

$$\dot{\tilde{k}} = s_k T \tilde{k}^\alpha - (n + g + \delta) \tilde{k} \quad (3.2)$$

Bulunan ifade büyüme formunda şu şekilde yazılır:

$$\frac{\dot{\tilde{k}}}{\tilde{k}} = s_k T \tilde{k}^{\alpha-1} - (n + g + \delta) \quad (3.3)$$

Yakınsama hızı⁶² $-v \equiv \frac{\partial(\dot{\tilde{k}}/\tilde{k})}{\partial(\ln \tilde{k})}$ ve durağan durumda $s_k T \tilde{k}_{ss}^{-(1-\alpha)} = (n + g + \delta)$

olduğuna göre, yakınsama hızının durağan durum etrafındaki (in the neighborhood of the steady state) değeri şu şekildedir:

$$v = (1 - \alpha)(n + g + \delta) \quad (3.4)$$

Elde edilen ifade, etkin-işgücü başına çıktının, $\tilde{y}$, durağan durum değerine, $\tilde{y}_{ss}$, hangi hızla ulaştığını göstermekte⁶³ ve iki önemli sonucu ortaya koymaktadır. İlk olarak, tasarruf oranı, s_k , yakınsama hızını, v , etkilememektedir. Çünkü CD üretim fonksiyonu altında, tasarruf oranının yakınsama hızına olan etkisini yok eden iki karşıt yönlü etki bulunmaktadır. Daha yüksek tasarruf oranı, yatırım kanalıyla yakınsama hızını yükseltirken; sermaye yoğunluğu kanalıyla, sermayenin ortalama ürününü azaltarak, yakınsama hızını düşürmektedir. İkinci olarak, v , ekonominin genel verimlilik düzeyinden bağımsızdır. Dolayısıyla, elde edilen eşitliğe göre, v , veri parametre değerleri için ($g=0.02$; $n=0.01$; $\delta=0.05$) sadece α tarafından belirlenmektedir.⁶⁴

$v = (1 - \alpha)(n + g + \delta)$ eşitliğine göre, fiziksel sermayenin gelir içindeki payı, α , yaklaşık olarak $1/3$ ise, veri parametre değerleri için ($g=0.02$; $n=0.01$; $\delta=0.05$) $v=0.056$ olarak hesaplanmakta ve $\tilde{y}$ ile $\tilde{y}_{ss}$ arasındaki açığın yarısının kapanması (the half life of convergence) yaklaşık olarak 12.5 yıl sürmektedir. Daha açık bir ifadeyle, eğer sermayenin gelir içindeki payı $1/3$ ise, neoklasik model görece olarak daha kısa bir geçiş süreci öngörmektedir. Bir önceki alt bölümde de tartışıldığı üzere, ampirik kanıtlar yakınsama

⁶² Yakınsama hızının hesaplanması konusunda daha fazla bilgi için bk. Ek 8 ve Barro ve Sala-i Martin, 2004: 57-78

⁶³ Örneğin, eğer $v=0.05$ ise $\tilde{y}$ ile $\tilde{y}_{ss}$ arasındaki açığın yüzde 5'i bir yılda kapanacaktır. Buna göre, $\tilde{y}$ ile $\tilde{y}_{ss}$ arasındaki açığın yarısının kapanması (the half-life of convergence) yaklaşık olarak 14 yılda [$\ln 2/v = 0.69/0.05$] tamamlanacaktır.

⁶⁴ Neoklasik yaklaşımda α parametresi 0 ile 1 arasında değer aldığından v her zaman 0'dan büyük olmaktadır. Diğer bir ifadeyle, neoklasik yaklaşım her zaman yakınsama öngörmektedir. $\alpha = 1$ iken, $v = 0$ olduğundan 1980'li yıllarda yapılan çalışmalarda yakınsamanın ortaya çıkmaması neoklasik yaklaşımın aleyhine, içsel büyüme modellerinin lehine bir sonuç olarak değerlendirilmiştir (Sala-i Martin, 1996: 1026). $\alpha = 1$ ve $v = 0$ durumu, Barro ve Sala-i Martin (2004: 65) tarafından AK üretim fonksiyonu kullanılarak gösterilmiştir.

hızının yaklaşık olarak %2 olduğunu göstermektedir. Bu eşitliğe göre, yakınsama hızının yaklaşık olarak %2 olması, sermayenin gelir içindeki payının 0.75 olmasına bağlıdır. 0.75 dar anlamdaki fiziksel sermayenin gelir içindeki payı için oldukça yüksektir. Fakat beşerî sermayenin de içinde olduğu geniş tanımlı sermaye için kabul edilebilirdir.

Beşerî sermayeyi içeren üretim fonksiyonu (Harrod-neutral) CD formunda şu şekilde yeniden tanımlanabilir:

$$Y_t = TK_t^\alpha H_t^\eta (A_t L_t)^{1-\alpha-\eta} \quad (3.5)$$

Söz konusu üretim fonksiyonu etkin-işgücü birimi başına çıktı cinsinden $\left[\tilde{y} = \frac{Y}{AL}\right]$ yeniden tanımlanıp, sermaye birikim denklemlerinde $\left[\tilde{k} = \frac{K}{AL}; \tilde{h} = \frac{H}{AL}\right]$ yerine konursa aşağıdaki eşitlikler elde edilir:⁶⁵

$$\dot{\tilde{k}} = s_k T \tilde{k}^\alpha \tilde{h}^\eta - (n + g + \delta) \tilde{k} \quad (3.6)$$

$$\dot{\tilde{h}} = s_h T \tilde{k}^\alpha \tilde{h}^\eta - (n + g + \delta) \tilde{h} \quad (3.7)$$

$$\dot{\tilde{k}} + \dot{\tilde{h}} = s T \tilde{k}^\alpha \tilde{h}^\eta - (n + g + \delta)(\tilde{k} + \tilde{h}) \quad (3.8)$$

(3.8) numaralı denklemde yer alan tasarruf oranı, s , fiziksel ve beşerî sermaye arasında marjinal getirilerine göre dağılacaktır. Bu yüzden, sağlaması gereken şart şu şekilde ifade edilebilir:⁶⁶

$$\alpha \frac{\tilde{y}}{\tilde{k}} - \delta = \eta \frac{\tilde{y}}{\tilde{h}} - \delta \quad (3.9)$$

$$\tilde{h} = \frac{\eta}{\alpha} \tilde{k} \quad (3.10)$$

(3.8) numaralı denklem, (3.10) numaralı denklemdeki bilgi kullanılarak yeniden tanımlanabilir:

⁶⁵ (3.6), (3.7) ve (3.8) numaralı denklemler için ortak varsayım, yıpranma payının hem fiziki sermaye hem de beşerî sermaye için aynı oranda olmasıdır.

⁶⁶ Piyasa mekanizmasında bir firmanın kâr denklemi şu şekilde yazılabilir: $\pi = F(K, L) - R_k K - wL$. Beşerî sermayeyi de içeren (emek tasarruf eden) CD üretim fonksiyonu için ise, kâr denklemi şu şekildedir: $\pi = TK_t^\alpha H_t^\eta (AL)^{1-\alpha-\eta} - R_k K - R_h H - wL$. Burada R_k ve R_h sırasıyla fiziksel ve beşerî sermayenin reel kiralama maliyetini, $R_k = R_h = r + \delta$, göstermektedir. Kâr denkleminin K ve L ' ye göre kısmi türevleri alınırsa, $R_k = \alpha \frac{\tilde{y}}{\tilde{k}}$ ve $R_h = \eta \frac{\tilde{y}}{\tilde{h}}$ elde edilir. Buna göre, firma fiziksel ve beşerî sermayeyi marjinal getirileri eşitlenene kadar kiralayacaktır.

$$\dot{\tilde{k}} = s\tilde{T}\tilde{k}^{\alpha+\eta} - (n + g + \delta)\tilde{k} \quad (3.11)$$

Bulunan ifade büyüme formunda şu şekilde yazılır:

$$\frac{\dot{\tilde{k}}}{\tilde{k}} = s\tilde{T}\tilde{k}^{\alpha+\eta-1} - (n + g + \delta) \quad (3.12)$$

$\tilde{T} \equiv \left(\frac{\eta^\eta \alpha^{1-\eta}}{\alpha+\eta}\right)$. Yakınsama hızı $-v \equiv \frac{\partial(\dot{\tilde{k}}/\tilde{k})}{\partial(\ln \tilde{k})}$ ve durağan durumda $s_k T \tilde{k}_{ss}^{-(1-\alpha-\eta)} = (n + g + \delta)$ olduğuna göre, yakınsama hızının durağan durum etrafındaki (in the neighborhood of the steady state) değeri şu şekildedir:

$$v = (1 - \alpha - \eta)(n + g + \delta) \quad (3.13)$$

(3.13) numaralı denklemde yer alan yakınsama hızı, (3.4) numaralı denklemde olduğu gibi, tasarruf oranı ve ekonominin genel verimlilik düzeyinden etkilenmemektedir. Fakat (3.4) numaralı denklemden farklı olarak, ampirik kanıtlarla daha uyumludur. Çünkü veri parametre değerleri için ($g=0.02$; $n=0.01$; $\delta=0.05$), v , hem α hem de η tarafından belirlenmektedir. Eğer fiziksel ve beşerî sermayenin gelir içindeki payı sırasıyla $1/3$ ve $2/5$ ise, $v=0.021$ olarak hesaplanmakta ve ampirik olarak kanıtlanan %2 yakınsama hızı ile daha uyumlu hale gelmektedir.

(3.4) ve (3.13) numaralı denklemler, tasarruf oranı ve ekonominin genel verimlilik düzeyinden etkilenmediği gibi ikame esnekliği parametresi bakımından da yoksundur. Her iki eşitlikte de açık şekilde görüldüğü üzere, ne (3.4) numaralı denklemde ne de (3.13) numaralı denklemde ikame esnekliği parametresi yer almamaktadır. Bunun nedeni, CD üretim fonksiyonu için ikame esnekliğinin her zaman “1” olarak varsayılmasıdır. Bu yüzden, benzer analizin CES üretim fonksiyonu içinde yapılması gerekmektedir.

CES üretim fonksiyonu için yakınsama hızının durağan durum etrafındaki değeri şu şekildedir:⁶⁷

⁶⁷ Bu bölümde tanımlanan CES üretim fonksiyonu şu şekildedir: $Y = T\{\alpha(bK)^\rho + (1 - \alpha)[(1 - b)AL]^\rho\}^{1/\rho}$. α ve b , 0 ile 1 arasında değişen parametrelerdir. $\rho \rightarrow -\infty$, K ve L ' nin payları b ve $(1 - b)$ ' ye yaklaşmaktadır. Söz konusu CES üretim fonksiyonu için $f(\tilde{k}) = T\{\alpha(b\tilde{k})^\rho + (1 - \alpha)[(1 - b)]^\rho\}^{1/\rho}$ olduğundan, sermayenin ortalama ürünü, $\frac{f(\tilde{k})}{\tilde{k}}$, dolayısıyla da, sermayenin büyüme oranı, $\frac{\dot{\tilde{k}}}{\tilde{k}}$, $\tilde{k}$ ' nin negatif fonksiyonudur. Bu yüzden, CES üretim fonksiyonu, CD üretim fonksiyonunda olduğu gibi, ikame esnekliğinin tüm değerleri için yakınsama öngörmektedir (Barro ve Sala-i Martin, 2004: 68).

$$v = -(n + g + \delta) \left[1 - \alpha \left(\frac{bsT}{n+g+\delta} \right)^\rho \right] \quad (3.14)$$

(3.14) numaralı denklemin ortaya koyduğu iki önemli sonuç bulunmaktadır. İlk olarak, (3.14) numaralı denklem $\rho = 0$ için (3.4) numaralı denkleme (CD durumu) dönüşmektedir. Diğer bir ifadeyle, tasarruf oranı ve ekonominin genel verimlilik düzeyinden etkilenmemektedir. Fakat $\rho \neq 0$ için, CD üretim fonksiyonundan farklı olarak, hem tasarruf oranından hem de ekonominin genel verimlilik düzeyinden etkilenmektedir. İkinci olarak, $\rho > 0$ (sermaye ile işgücü arasındaki ikame esnekliği yüksek) ve $\rho < 0$ (sermaye ile işgücü arasındaki ikame esnekliği düşük) için tasarruf oranı ve ekonominin genel verimlilik düzeyi ile birlikte sırasıyla azalmakta ve artmaktadır (Barro ve Sala-i Martin, 2004: 71). Özetle, yakınsama hızı, ikame esnekliğinin alacağı farklı değerler için değişmekte, yani farklılaşmaktadır. Bu nedenle, yakınsama hızının teorik açıdan doğru elde edilmesi ikame esnekliği parametresinin alacağı farklı değerlerin dikkate alınmasına bağlıdır.

İkame esnekliği ile yakınsama hızı arasındaki teorik ilişki normalize edilmiş CES üretim fonksiyonu kullanılarak da gösterilebilir. Normalize edilmiş CES üretim fonksiyonu ikinci bölümde şu şekilde tanımlanmıştır:⁶⁸

$$y = f_\sigma(k) = \frac{\bar{y}}{k} \left(\frac{\pi}{\pi} \right)^{1/\rho} k \quad (3.15)$$

Klump ve de La Grandville (2000) tarafından normalize edilmiş CES üretim fonksiyonu vasıtasıyla ortaya konan ikinci teorem⁶⁹ şu şekilde ifade edilmektedir: CES üretim fonksiyonu ile tanımlanmış iki ekonomi, sadece ikame esnekliği bakımından farklılaşıyorsa ve ikame esnekliği durağan durumun varlığını garanti altına alıyorsa, daha yüksek ikame esnekliğine sahip ekonomi, durağan durumda daha yüksek kişi başına gelire sahip olacaktır.

⁶⁸ Normalize edilmiş CES üretim fonksiyonu Barro ve Sala-i Martin (1995: 43-49) tarafından önerilen CES üretim fonksiyonuna, $Y = T\{\alpha(bK)^\rho + (1 - \alpha)[(1 - b)AL]^\rho\}^{1/\rho}$, alternatif olarak geliştirilmiştir (Klump ve de La Grandville, 2000: 287; Klump ve Preissler, 2000). Detaylı bilgi için bk. Ek 9 ve Klump ve de La Grandville (2000), Klump ve Preissler (2000).

⁶⁹ Klump ve de La Grandville (2000) tarafından ileri sürülen birinci teorem ikinci bölümde şu şekilde ifade edilmiştir: CES üretim fonksiyonu ile tanımlanmış iki ekonomi, sadece ikame esnekliği bakımından farklılaşıyorsa, daha yüksek ikame esnekliğine sahip ekonomi, daha yüksek kişi başına gelire sahip olacaktır. İkinci teoremin ispatı için bk. Ek 9 ve Klump ve de La Grandville (2000).

Klump ve Preissler (2000)⁷⁰ normalize edilmiş CES üretim fonksiyonu vasıtasıyla ortaya konan birinci ve ikinci teoremi kullanarak ikame esnekliği ile yakınsama hızı arasındaki ilişkiyi analiz etmektedir. Normalize edilmiş CES üretim fonksiyonu için yakınsama hızının durağan durum etrafındaki (in the neighborhood of the steady state) değeri şu şekildedir:

$$v = (n + \delta)(1 - \pi_{ss}) \quad (3.16)$$

(3.16) numaralı denkleme göre (π_{ss} , hem k_{ss} hem de σ' ya bağlı olduğundan), σ' nın v 'ye etkisi π_{ss} aracılığıyla gerçekleşmektedir. $\pi_{ss} = a \left[\frac{k_{ss}}{A y_{ss}} \right]^\rho$ ve $\bar{\pi} = a \left[\frac{\bar{k}}{A \bar{y}} \right]^\rho$ olduğuna göre $\frac{\pi_{ss}}{\bar{\pi}} = \left[\frac{\frac{k_{ss}}{y_{ss}}}{\frac{\bar{k}}{\bar{y}}} \right]^\rho$ ve $\ln \left(\frac{\pi_{ss}}{\bar{\pi}} \right) = \rho \ln \left[\frac{\frac{\bar{y}}{\bar{k}}}{\frac{y_{ss}}{k_{ss}}} \right]$ 'dir. Bu bilgiler kapsamında, ikame esnekliği ile yakınsama hızı arasındaki ilişki şu şekilde tespit edilebilir:

$$\frac{\partial v}{\partial \sigma} = -(n + \delta) \frac{\partial \pi_{ss}}{\partial \sigma} = -(n + \delta) \frac{1}{\sigma^2} \frac{1}{\rho} \pi_{ss} \ln \left(\frac{\pi_{ss}}{\bar{\pi}} \right) \quad (3.17)$$

$$\frac{\partial v}{\partial \sigma} = -(n + \delta) \frac{1}{\sigma^2} \pi_{ss} \ln \left(\frac{\bar{y}/\bar{k}}{y_{ss}/k_{ss}} \right) \quad (3.18)$$

(3.17) ve (3.18) numaralı denklem için üç farklı durum söz konusudur: (i) $\frac{\partial v}{\partial \sigma} > 0$; (ii) $\frac{\partial v}{\partial \sigma} < 0$ ve (iii) $\frac{\partial v}{\partial \sigma} = 0$. Birinci ve ikinci durum sırasıyla $k_{ss} < \bar{k}$ ve $k_{ss} > \bar{k}$ için geçerliken, üçüncü durum $k_{ss} = \bar{k}$ için geçerlidir. Buna göre, yüksek ikame esnekliği, yakınsama hızını sadece kişi başına sermayenin durağan durumdaki değerinin kişi başına sermayenin referans noktasındaki değerinden yüksek (düşük) olduğu durumda azaltacaktır (artıracaktır). Daha açık bir ifadeyle, eğer $k_{ss} < \bar{k}$ (kişi başına sermaye durağan durumda görece olarak az bulunuyorsa) ise, ikame esnekliğindeki artış, sermaye yerine işgücünün daha fazla ikame edilmesine imkân sağlayacak, işgücünün gelir içindeki payı artacağından (ya da sermayenin gelir içindeki payı, π , azalacağından) yakınsama hızı yükselecektir.

⁷⁰ Klump ve Preissler (2000) tarafından kullanılan CES üretim fonksiyonu, Klump ve de La Grandville (2000) tarafından kullanılan CES üretim fonksiyonu ile aynıdır. Fakat Klump ve de La Grandville (2000) sermaye birikim denkleminde aşınma payını dikkate almazken, $\dot{k} = s f_\sigma(k) - nk$, Klump ve Preissler (2000)' de tanımlanan sermaye birikim denkleminde, $\dot{k} = s f_\sigma(k) - (n + \delta)k$, aşınma payını içermektedir.

Benzer analiz Xue and Yip (2012) tarafından üç farklı büyüme modeli için (Solow, Ramsey-Cass-Koopmans, Diamond) ayrık zaman⁷¹ ve işgücü büyüme hızının ihmal edildiği durum için yapılmaktadır. Solow modeli için kullanılan sermaye birikim denklemi şu şekilde tanımlanmaktadır:

$$k_{t+1} = sy_t + (1 - \delta)k_t \quad (3.19)$$

Normalize edilmiş CES üretim fonksiyonu için $y_t = f(k_t, \sigma)$ ve $f'(k_t, \sigma) = \frac{\partial f'(k_t, \sigma)}{\partial k_t} = \pi(k_t, \sigma) \frac{f(k_t, \sigma)}{k_t}$ olduğuna göre, sermaye birikim denklemi, durağan durumdaki kişi başına sermaye etrafında şu şekilde doğrusallaştırılır:

$$\hat{k}_{t+1} = [sf'(k_{ss}, \sigma) + 1 - \delta]\hat{k}_t \quad (3.20)$$

$\hat{k}_t = k_t - k_{ss}$ ve $f'(k_{ss}, \sigma) = \left(\frac{y_{ss}}{k_{ss}}\right) \pi_{ss} = \left(\frac{\delta}{s}\right) \pi_{ss}$ olduğuna göre, durağan durumda aşağıdaki eşitlikler elde edilir:

$$\left(\frac{\pi}{\pi_{ss}}\right)^{\frac{\sigma}{\sigma-1}} = \frac{\delta \bar{k}}{s \bar{y}} \quad (3.21)$$

$$\frac{d\pi_{ss}}{d\sigma} = \frac{1}{\sigma^2} \pi_{ss} \ln \left(\frac{\bar{y}/\bar{k}}{y_{ss}/k_{ss}} \right) \quad (3.22)$$

Yakınsama hızı $v = \left| \frac{\hat{k}_{t+1}}{\hat{k}_t} - 1 \right| = \delta - sf'(k_{ss}, \sigma) = \delta[1 - \pi_{ss}(k_{ss}, \sigma)]$ olarak tanımlanırsa ikame esnekliğinin yakınsama hızına olan etkisi şu şekilde gösterilebilir:

$$\frac{dv}{d\sigma} = -s \frac{d}{d\sigma} [f'(k_{ss}, \sigma)] = -\delta \frac{d\pi_{ss}}{d\sigma} \quad (3.23)$$

(3.23) numaralı denkleme göre, yüksek ikame esnekliği yakınsama hızını azaltırken (eğer $k_{ss} > \bar{k}$); düşük ikame esnekliği yakınsama hızını artırmaktadır (eğer $k_{ss} < \bar{k}$).⁷² Elde edilen sonuç, Klump ve Preissler (2000)'den elde edilen sonuç ile aynıdır.

⁷¹ Xue ve Yip (2012) Solow, Ramsey-Cass-Koopmans ve Diamond modelleri arasında karşılaştırma yapmayı kolaylaştırmak için her üç büyüme modelini de ayrık zaman varsayımı altında çözmektedir. Bu çalışmanın bütün bölümlerinde çoğunlukla sürekli zaman varsayımı kullanıldığından, Solow modelinin ayrık zaman varsayımı altındaki çözümüne hiç değinilmemiştir. Solow modelinin ayrık zaman varsayımı altındaki çözümü için bk. Ek 10.

⁷² $k_{ss} = \bar{k}$ ise, $\frac{dv}{d\sigma} = 0$ olduğundan ikame esnekliğinin yakınsama hızına olan etkisi ortadan kalkmaktadır.

Özetle, CD üretim fonksiyonu varsayımı altında elde edilen yakınsama hızı parametresi teorik açıdan bazı kısıtlamalar içermektedir: yakınsama hızı parametresi hem tasarruf oranından hem de ekonominin genel verimlilik düzeyinden bağımsızdır. Aksine, CES üretim fonksiyonu varsayımı altında elde edilen yakınsama hızı parametresi $\rho \neq 0$ için, CD üretim fonksiyonundan farklı olarak, hem tasarruf oranından hem de ekonominin genel verimlilik düzeyinden etkilenmektedir. Ayrıca, ikame esnekliğinin alacağı farklı değerler için farklılaşmaktadır (Barro ve Sala-i Martin, 1995; Sala-i Martin, 1996; Barro ve Sala-i Martin, 2004). Normalize edilmiş CES üretim fonksiyonu açısından da benzer bir sonuç elde edilmektedir: yüksek ikame esnekliği yakınsama hızını azaltırken (eğer $k_{ss} > \bar{k}$); düşük ikame esnekliği yakınsama hızını artırmaktadır (eğer $k_{ss} < \bar{k}$) (Klump ve de La Grandville, 2000; Klump ve Preissler, 2000; Xue and Yip, 2012). Bu nedenle, CES üretim fonksiyonu varsayımı altında yapılan yakınsama hızı tahminleri büyük önem taşımaktadır.

3.3. Tahmin Edilen Regresyonlar

Bu bölümde tahmin edilen regresyonlar, birinci ve ikinci bölümde tahmin edilen regresyonlar (1.44), (1.54), (1.60), (1.64), (2.61), (2.62), (2.63) ve (2.64) ile (özü itibariyle) aynıdır.⁷³ Bununla birlikte, bu bölümün amacı, birinci ve ikinci bölümden farklı olarak, ikame esnekliğindeki farklılaşmanın yakınsama hızına ve modelin açıklama gücüne olan etkisini göstermek olduğundan (1.44), (1.54), (1.60) ve (1.64) numaralı regresyonların koşulsuz ve koşullu yakınsama hipotezlerini test edecek şekilde yeniden düzenlenmesi gerekmektedir. (1.44), (1.54), (1.60) ve (1.64) numaralı denklemlerin koşulsuz ve koşullu yakınsama hipotezlerini test edecek şekilde yeniden düzenlenmiş formları aşağıda verilmiştir:

$$\ln\left(\frac{Y}{L}\right)_{i,t} - \ln\left(\frac{Y}{L}\right)_{i,0} = \ln(A_0) - \beta \ln\left(\frac{Y}{L}\right)_{i,0} \quad (3.24)$$

$$\ln\left(\frac{Y}{L}\right)_{i,t} - \ln\left(\frac{Y}{L}\right)_{i,0} = \ln(A_0) - \beta \ln\left(\frac{Y}{L}\right)_{i,0} + \beta \frac{\alpha}{1-\alpha} \ln(s_{ik}) - \beta \frac{\alpha}{1-\alpha} \ln(n_i + g + \delta) \quad (3.25)$$

$$\begin{aligned} \ln\left(\frac{Y}{L}\right)_{i,t} - \ln\left(\frac{Y}{L}\right)_{i,0} = & \ln A(0) - \beta \ln\left(\frac{Y}{L}\right)_{i,0} - \beta \frac{\alpha+\eta}{1-\alpha-\eta} \ln(n_i + g + \delta) + \\ & \beta \frac{\alpha}{1-\alpha-\eta} \ln(s_{ik}) + \beta \frac{\eta}{1-\alpha-\eta} \ln(s_{ih}) \end{aligned} \quad (3.26)$$

⁷³ (1.44), (1.54), (1.60) ve (1.64) numaralı denklemler birinci bölümde ayrıntılı şekilde türetildiklerinden dolayı bu bölümde aynı işlemler tekrarlanmayacaktır.

$$\ln\left(\frac{Y}{L}\right)_{i,t} - \ln\left(\frac{Y}{L}\right)_{i,0} = \ln A(0) - \beta \ln\left(\frac{Y}{L}\right)_{i,0} + \beta \frac{\alpha}{1-\alpha} \ln(s_{ik}) - \beta \frac{\alpha}{1-\alpha} \ln(n_i + g + \delta) + \frac{1}{2} \beta \frac{\alpha}{(1-\alpha)^2} \frac{\sigma-1}{\sigma} \left(\ln\left(\frac{s_{ik}}{n_i + g + \delta}\right) \right)^2 \quad (3.27)$$

$$\ln\left(\frac{Y}{L}\right)_{i,t} - \ln\left(\frac{Y}{L}\right)_{i,0} = \ln A(0) - \beta \ln\left(\frac{Y}{L}\right)_{i,0} - \beta \frac{\alpha+\eta}{1-\alpha-\eta} \ln(n_i + g + \delta) + \beta \frac{\alpha}{1-\alpha-\eta} \ln(s_{ik}) + \beta \frac{\eta}{1-\alpha-\eta} \ln(s_{ih}) + \frac{1}{2} \beta \frac{1}{(1-\alpha-\eta)^2} \frac{\sigma-1}{\sigma} \left\{ \alpha \left[\ln\left(\frac{s_{ik}}{n_i + g + \delta}\right) \right]^2 + \eta \left[\ln\left(\frac{s_{ih}}{n_i + g + \delta}\right) \right]^2 - \alpha\eta \left[\ln\left(\frac{s_{ik}}{s_{ih}}\right) \right]^2 \right\} \quad (3.28)$$

Yukarıda yer alan her denklem için (3.24, 3.25, 3.26, 3.27 ve 3.28) $\beta = 1 - e^{-vt}$, dir. Ayrıca v , $\left(\frac{Y}{L}\right)_{i,0}$ ve $\left(\frac{Y}{L}\right)_{i,t} - \left(\frac{Y}{L}\right)_{i,0}$ sırasıyla yakınsama hızını, kişi başına gelirin başlangıç düzeyini ve kişi başına gelirin ortalama büyüme oranını göstermektedir. Önemle vurgulamak gerekir ki, (3.24) numaralı denklem koşulsuz yakınsama denklemini, (3.25), (3.26), (3.27) ve (3.28) numaralı denklemler ise sırasıyla temel ve genişletilmiş Solow-CD ve Solow-CES denklemlerinin koşullu β yakınsamasını test edecek şekilde yeniden düzenlemesiyle elde edilmiş yeni denklemlerini vermektedir. Bu bölümde ilk olarak koşulsuz β yakınsama hipotezinin testi için (3.24) numaralı denklem, ardından, koşullu β yakınsaması hipotezinin testi için (3.25), (3.26), (3.27) ve (3.28) numaralı denklemler tahmin edilecektir.

3.4. Veri, Yöntem ve Ampirik Sonuçlar

Üçüncü bölümde kullanılan veri seti ve içeriği, birinci ve ikinci bölümde kullanılan veri seti ve içeriği ile aynıdır.⁷⁴ Bu bölümde de 2 farklı veri seti kullanılmaktadır: PWT 4.0 ve PWT 6.0. Üçüncü bölüm için PWT 4.0 98 ülkenin 1960-1985 dönemini kapsarken, PWT 6.0 90 ülkenin 1960-1995 dönemini kapsamaktadır. PWT 4.0 doğrudan MRW (1992: 434-436) çalışmasından alınmıştır. PWT 6.0 ise Bernanke ve Gurkaynak (2002: 18-19) çalışmasından derlenmiştir. Elde edilen ampirik sonuçların sağlamlık analizi PWT 7.1 ile gerçekleştirilmektedir. PWT 7.1 79 ülkenin 1960-2010 dönemini kapsamaktadır. Birinci bölümde kullanılan ülkeler ile üçüncü bölümde kullanılan ülkeler aynıdır ve Tablo 1.2’de rapor edilmektedir.

⁷⁴ Kullanılan veri setlerinin içeriği hakkında daha detaylı bilgi için bk. Tablo 1.3 ve 1.4.

Katsayıların tahmini, birinci ve ikinci bölümle uyumlu olarak, yatay kesit yöntemiyle fakat sadece OLS⁷⁵ tahmincisinin kullanımıyla gerçekleştirilmektedir. Diğer bir ifadeyle, üçüncü bölüm için NLLS tahmincisi kullanılmamaktadır. Bunun nedeni şu şekilde açıklanabilir: yakınsama hızı parametresinin elde edilmesi için temel ve genişletilmiş Solow-CD ve Solow-CES regresyonlarının sadece kısıtlanmamış formlarının tahmin edilmesi yeterlidir.⁷⁶ Dolayısıyla, daha önceki bölümlerde sadece genişletilmiş Solow-CES denkleminin kısıtlanmış formunun tahmini için kullanılan NLLS tahmincisinin bu bölümde kullanılmasına gerek yoktur. Bununla birlikte, üçüncü bölümün konusu ikame esnekliği-yakınsama hızı ilişkisi olduğundan kısıtlanmış formlar aracılığıyla ikame esnekliği parametresinin de elde edilmesi gerekmektedir. Ancak, birinci bölümde kullanılan ülke sepeti ve zaman aralığı ile üçüncü bölümde kullanılan ülke sepeti ve zaman aralığı birbiriyle aynı olduğundan üçüncü bölüm için kısıtlanmış denklemlerin tahmini sadece birinci bölümün tekrarından ibaret olacaktır. Bu nedenle, üçüncü bölümde kısıtlanmış regresyonlar tahmin edilmeyecek, gerek duyulduğunda, birinci bölümde yer alan tahminlerle karşılaştırma yapılacaktır. Karşılaştırmanın sağlıklı şekilde yapılması için ise, diğer bölümlerde yapıldığı gibi, bu bölümde de MRW (1992) ülke sınıflandırması dikkate alınacaktır.

Ampirik analiz boyunca yapılacak ilk işlem (3.24) numaralı regresyonunun tahmini ile koşulsuz yakınsama hipotezinin test edilmesi ve elde edilen sonuçların MRW (1992) ile tutarlı olup olmadığının incelenmesidir. (3.25), (3.26), (3.27) ve (3.28) numaralı regresyonların tahmin edilerek koşullu yakınsama parametresi (β) ve (örtük olarak verilen) yakınsama hızının (v) elde edilmesi ampirik analiz boyunca yapılacak ikinci işlemdir. Bu kapsamda elde edilen parametre değerleri, CD üretim fonksiyonundan CES üretim fonksiyonuna geçiş yapmanın hem yakınsama parametresi ve hızında hem de modelin açıklama gücünde yaptığı değişiklikleri göstermek için kullanılacaktır. Aynı bulgular, üçüncü olarak, birinci bölümde elde edilen ikame esnekliği parametre değerleri ile karşılaştırılacak, ikame esnekliği ile yakınsama hızı arasındaki ilişkinin tespit edilmesi için kullanılacaktır. Önemle vurgulamak gerekir ki, bütün regresyonlar için koşulsuz ve koşullu yakınsamanın tespiti için kullanılacak iki ampirik kanıt bulunmaktadır: β katsayısının

⁷⁵ OLS tahmininde kullanılan Stata kodları yazar tarafından oluşturulmuştur.

⁷⁶ Kısıtlanmış regresyonların tahmini aracılığıyla da yakınsama hızı parametresi elde edilebilir. Fakat literatürde yer alan birçok çalışma kısıtlanmamış ile kısıtlanmış regresyonlar arasında yakınsama hızı tahmininin büyüklüğü açısından büyük farklılıklar olmadığını, elde edilen katsayının birbirine yakın olduğunu ortaya koymaktadır (MRW, 1992; Islam, 1995). Bu yüzden, üçüncü bölüm yakınsama hızının elde edilmesi için sadece kısıtlanmamış regresyonları tahmin etmektedir.

negatif ve istatistiki olarak anlamlı oluşu ile v parametresinin pozitif ve istatistiki olarak anlamlı oluşudur.

(3.24) numaralı regresyonun PWT 4.0 ve 6.0 kullanılarak yapılan tahminleri Tablo 3.1’de sunulmaktadır.⁷⁷ (1, 4 ve 7) ve (2, 5 ve 8) numaralı sütunlar sırasıyla (i) petrol üreticisi olmayan ve (ii) orta düzeydeki ülke grubu için tahmin sonuçlarını verirken, (3, 6 ve 9) numaralı sütunlar (iii) OECD ülke grubu için tahmin sonuçlarını vermektedir. PWT 4.0 kullanılarak yapılan tahmin sonuçlarına göre, üç yakınsama parametresinden (0.0943, -0.0042 ve -0.3411) sadece bir tanesi (OECD) istatistiki olarak anlamlı ve negatif işaretlidir. Dolayısıyla sadece OECD ülke grubu için koşulsuz yakınsama söz konusudur. Aynı tabloda (4, 5 ve 6) numaralı sütunlarda yer alan tahminlerde aynı sonucu ortaya koymaktadır. PWT 6.0 kullanılarak yapılan tahmin sonuçlarına göre, üç yakınsama parametresinden (0.1563, 0.0743 ve -0.4696) sadece bir tanesi (OECD) hem istatistiki olarak anlamlı hem de negatif işaretlidir. Dolayısıyla PWT 6.0’ya göre de, sadece OECD ülke grubu için koşulsuz yakınsama söz konusudur. Daha açık bir ifadeyle, sadece OECD grubu için fakir ülkelerin zengin ülkelere ortalama olarak daha hızlı büyüdüğü söylenebilir. Ayrıca, OECD ülke grubu için elde edilen yakınsama hızı parametresi, v , yakınsama parametresi, β , ile uyumlu olarak pozitif ve istatistiki olarak anlamlıdır. Yakınsama hızı, PWT 4.0 için yıllık %1.67 iken, PWT 6.0 için %1.81’dir. Elde edilen bu sonuç MRW (1992) (Tablo 3) ile uyumludur.

PWT 4.0 ve 6.0 kullanılarak yapılan koşullu yakınsama tahminleri Tablo 3.2 ve 3.3’de rapor edilmektedir. (1, 2 ve 3) ve (7, 8 ve 9) numaralı sütunlar sırasıyla (3.25) ve (3.26) numaralı regresyonlar için tahmin sonuçlarını gösterirken, (4, 5 ve 6) ve (10, 11 ve 12) numaralı sütunlar sırasıyla (3.27) ve (3.28) numaralı regresyonlar için tahmin sonuçlarını sunmaktadır. Tablo 3.2’ye göre, tüm regresyonlar için yakınsama parametresi, β , istatistiki olarak anlamlı ve negatif işaretlidir. Dolayısıyla, hem CD hem de CES altında Solow modeli regresyonları için koşullu yakınsama söz konusudur ve bu açıdan bakıldığında CD ve CES üretim fonksiyonları için bir farklılık söz konusu değildir. Bununla birlikte, β katsayısı, CD üretim fonksiyonundan CES üretim fonksiyonuna geçildikçe sistematik olarak düşmektedir. (3.25) ile (3.27) numaralı regresyonlar arasında karşılaştırma yapacak olursak, (i) petrol üreticisi olmayan ülke grubu için yakınsama parametresi (3.25) numaralı regresyon için -0.1409 iken, (3.27) numaralı regresyon için -0.3005’dir. Aynı durum (ii) orta düzey (-0.2278 ile -0.3685) ve (iii) OECD ülke grubu (-0.3499 ile -0.3859)

⁷⁷ Ampirik analiz sonuçları için bk. Ek 11.

için de geçerlidir. (3.26) ile (3.28) numaralı regresyonlar arasında β katsayısı açısından yapılan karşılaştırma da OECD ülke grubu hariç aynı sonucu ortaya koymaktadır. Bunlara ek olarak, yakınsama hızı da, v , yakınsama parametresi, β , ile uyumlu olarak, CD üretim fonksiyonundan CES üretim fonksiyonuna geçildikçe sistematik olarak yükselmektedir. Yakınsama hızı (3.25) numaralı regresyonun (i) petrol üretici olmayan ülke grubu için yıllık %0.61 iken, (3.27) numaralı regresyon için yıllık %1.43' e yükselmektedir. Aynı şekilde, (3.25) numaralı regresyonun yakınsama hızı (ii) orta düzeydeki ve (iii) OECD ülke grubu için yıllık sırasıyla %1.03 ve %1.72 iken, (3.27) numaralı regresyonun aynı ülke grupları için sırasıyla %1.84 ve %1.95'e yükselmektedir. (3.26) ile (3.28) numaralı regresyonların yakınsama hızı tahmin sonuçları karşılaştırması da OECD ülke grubu hariç hemen hemen aynı sonucu ortaya koymaktadır. Ayrıca, modelin açıklama ve uyum gücünü gösteren düzeltilmiş R^2 değeri CD üretim fonksiyonu altında, CES üretim fonksiyonu altında elde edilen değere göre her zaman daha düşüktür. (3.25) numaralı regresyon için elde edilen düzeltilmiş R^2 değerleri (i) petrol üreticisi olmayan, (ii) orta düzey ve (iii) OECD ülke grubu için sırasıyla 0.38, 0.35 ve 0.62 iken, (3.27) numaralı regresyon için 0.46, 0.43 ve 0.64'dür. Benzer şekilde, (3.26) numaralı regresyon için elde edilen düzeltilmiş R^2 değerleri (i) petrol üreticisi olmayan, (ii) orta düzey ve (iii) OECD ülke grubu için sırasıyla 0.46, 0.43 ve 0.65 iken, (3.28) numaralı regresyon için 0.48, 0.43 ve 0.67'dir.

Tablo 3.3'de rapor edilen sonuçlar Tablo 3.2'de rapor edilen sonuçları doğrulamaktadır. Daha açık bir ifadeyle, CD üretim fonksiyonundan CES üretim fonksiyonuna geçildikçe β ve v sistematik olarak sırasıyla azalmakta ve artmakta; modelin uyum gücü yükselmektedir.

Tablo 3.2 ve 3.3 için üzerinde durulması gereken bir diğer önemli husus Tablo 1.5 ve 1.6'nın alt panelinde yer alan ikame esnekliği parametreleri ile ilişkilendirilerek söylenebilir. Tablo 1.5 ve 1.6'ya göre, ikame esnekliği parametresi değeri (i) petrol üreticisi olmayan, (ii) orta düzey ve (iii) OECD ülke grubu için sürekli olarak azalmaktadır. Daha açık bir ifadeyle, ikame esnekliği, Tablo 1.5'te temel ve genişletilmiş Solow-CES regresyonları için sırasıyla 1.5425, 1.1668, 0.9048 ve 1.1894, 1.0745, 0.8663 olarak rapor edilirken; aynı regresyonlar için Tablo 1.6'da sırasıyla 1.3706, 1.2215, 0.8651 ve 1.2089, 1.0167, 0.6357 olarak sunulmaktadır. Buna karşılık, aynı ülke grupları için yakınsama hızı açısından sürekli bir yükseliş gerçekleşmektedir. Yakınsama hızı, Tablo 3.2'de temel ve genişletilmiş Solow-CES regresyonları için sırasıyla %1.43, %1.84, %1.95 ve %1.64,

%1.81, %1.72 olarak rapor edilirken, aynı regresyonlar için Tablo 3.3’de sırasıyla %1.61, %2.19, %2.30 ve %1.77, %2.21, %2.89 olarak sunulmaktadır. Diğer bir ifadeyle, aynı ülke grupları ve zaman aralığı için ikame esnekliği azalırken, yakınsama hızı giderek yükselmektedir. Bu durum şu şekilde açıklanabilir: ikame esnekliği azaldıkça, üretim faktörleri arasındaki ikame zorlaşmakta, sermayenin azalan verimler yasasının işlemesi hızlanarak, sermayenin azalan verimler yasası sonucu ortaya çıkan yakınsama hızının artmasına neden olmaktadır. Bu açıdan değerlendirildiğinde, teorik beklentinin ampirik kanıtlarla uyumlu olduğu ileri sürülebilir.

(3.24) numaralı regresyonun PWT 7.1 kullanılarak yapılan koşulsuz yakınsama tahminleri Tablo 3.1’de gösterilmiştir. Bu tabloya göre, üç yakınsama parametresinden (0.0648, -0.0230 ve -0.4627) sadece bir tanesi (OECD) istatistiki olarak anlamlı ve negatif işaretlidir. Ayrıca, OECD ülke grubu için elde edilen yakınsama hızı parametresi, v , yakınsama parametresi, β , ile uyumlu olarak pozitif ve istatistiki olarak anlamlıdır. Yakınsama hızı, PWT 7.1 için yıllık %1.24’dür. Dolayısıyla, elde edilen sonuç hem MRW (1992) (Tablo 3), hem de PWT 4.0 ve 6.0 ile uyumludur.

PWT 7.1 kullanılarak yapılan koşullu yakınsama tahminleri Tablo 3.4’de rapor edilmektedir. Tablo 3.4’e göre, PWT 4.0 ve 6.0 ile uyumlu olarak, (i) tüm regresyonlar için yakınsama parametresi, β , istatistiki olarak anlamlı ve negatif işaretlidir. Dolayısıyla, hem CD hem de CES altında Solow modeli regresyonları için koşullu yakınsama söz konusudur; (ii) β katsayısı, CD üretim fonksiyonundan CES üretim fonksiyonuna geçildikçe sistematik olarak düşmektedir (-0.1389 ile -0.2980; -0.2315 ile -0.2618; -0.4979 ile -0.5993 gibi); (iii) yakınsama hızı, v , yakınsama parametresi, β , ile uyumlu olarak, CD üretim fonksiyonundan CES üretim fonksiyonuna geçildikçe sistematik olarak yükselmektedir (%0.30 ile %0.71; %0.5 ile %0.6 gibi); (iv) CD üretim fonksiyonu altında elde edilen R^2 değeri, CES üretim fonksiyonu altında elde edilen R^2 değerine göre her zaman daha düşüktür; (v) aynı ülke grupları ve zaman aralığı için ikame esnekliği azalırken (Tablo 1.7), yakınsama hızı giderek yükselmektedir.

3.5. Sonuç

İkame esnekliği parametresindeki farklılaşmanın yakınsama parametresine olan etkisini karşılaştırmalı olarak test eden üçüncü bölüm beş alt bölümden oluşmaktadır. Giriş bölümünü izleyen ikinci alt bölüm, ikame esnekliği-yakınsama hızı ilişkisini teorik açıdan

ele almakta, söz konusu ilişkiyi hem CD ve CES üretim fonksiyonları hem de normalize edilmiş CES üretim fonksiyonu açısından ortaya koymaktadır. Üçüncü alt bölüm, Solow büyüme modelini CD ve CES üretim fonksiyonları altında iki farklı senaryo (temel ve beşerî sermayenin yer aldığı genişletilmiş) için çözüp, elde edilen regresyonları koşulsuz ve koşullu β yakınsaması hipotezini test edecek şekilde yeniden düzenledikten sonra, dördüncü alt bölüm türetilen regresyonları tahmin edip, ikame esnekliği-yakınsama hızı ilişkisini ampirik olarak analiz etmektedir. Sonra olarak, beşinci alt bölüm elde edilen bulguları özetlemektedir.

Çalışmadan elde edilen bulgular şu şekilde özetlenebilir: İlk olarak, CD üretim fonksiyonundan CES üretim fonksiyonuna geçiş yapılarak, ikame esnekliğinde farklılaşmaya izin verildiğinde, hem yakınsama parametresinde hem de yakınsama hızında bazı önemli değişimler ortaya çıkmaktadır. Daha açık bir ifadeyle, ikame esnekliğinin her bir ülke grubu için düştüğü durumda, yakınsama parametresi, β , ve bununla uyumlu olarak, yakınsama hızı, ν , sırasıyla düşmekte ve yükselmektedir. Yani aynı ülke grupları ve zaman aralığı için ikame esnekliği azalırken, yakınsama hızı giderek yükselmektedir. Söz konusu bulgunun teorik beklentilerle uyumlu olduğu düşünülmektedir. Çünkü ikame esnekliğinin düşmesi, üretim faktörleri arasındaki ikame ilişkisinin zayıfladığına, dolayısıyla da sermayenin azalan verimler yasasının daha hızlı işleyeceğine işaret etmektedir. Yakınsama süreci, sermayenin azalan verimler yasası varsayımının bir sonucu olarak ortaya çıktığına göre, sermayenin azalan verimler yasasının daha hızlı işlediği durumda, yakınsama sürecinin de daha hızlı işlemesi beklenen bir sonuçtur. İkinci olarak, ikame esnekliğinde farklılaşmaya izin vermek koşullu yakınsama hipotezinin test edildiği regresyonun uyum gücünü önemli derecede artırmaktadır. CD üretim fonksiyonu altında, PWT 4.0 ve 6.0 için sırasıyla 0.38-0.65 ve 0.48-0.75 arasında değişen düzeltilmiş R^2 değeri, CES üretim fonksiyonu altında PWT 4.0 ve 6.0 için sırasıyla 0.43-0.67 ve 0.59-0.78 arasında değişerek yükselmekte, modelin uyum gücünün CES üretim fonksiyonu altında daha da arttığını göstermektedir. Elde edilen sonuçlar PWT 7.1 ile desteklenmektedir.

Bu çalışmadan elde edilen ampirik bulgular iki açıdan oldukça önemlidir. İlk olarak, yakınsama hızı-ikame esnekliği ilişkisine vurgu yapan çalışmalara (Ramanathan, 1975; King ve Rebelo, 1993; Klump ve Preissler, 2000; Turnovsky, 2002; Xue ve Yip, 2012) güncel ampirik kanıt sağlamaktadır. İkinci olarak, yakınsama hızının belirlenmesinde sadece CD üretim fonksiyonunu dikkate alan -ve bunun uzantısı olarak, bütün yakınsama

regresyonlarında ikame esnekliğinin örtük olarak her zaman “1” olacağını varsayan-yakınsama literatürüne CES üretim fonksiyonunu tanıtması ve bunu kullanarak ikame esnekliğinde farklılaşmaya izin vermenin yakınsama hızına olan etkisini göstermesiyle literatürdeki önemli bir açığı kapatmaktadır.



4. TARTIŞMA VE SONUÇ

İkame esnekliğinin ekonomik büyümenin olası bir belirleyicisi olarak büyüme literatüründen uzun bir süre boyunca soyutlanmasının en önemli nedeni CES üretim fonksiyonunun ikame esnekliğinin sabit ve “1” varsayıldığı CD üretim fonksiyonunun cebirsel kullanım kolaylığına sahip olmamasıdır. Farklı değerler alabilen ikame esnekliği parametresi ihmalinin bu tez çalışmasının amacı bağlamında ortaya koyduğu üç önemli sonuç bulunmaktadır. İlk olarak, CD üretim fonksiyonu iktisat araştırmalarında fiili olarak kullanılan tek üretim fonksiyonu formu olmuştur. İkinci olarak, ülkeler arasındaki gelir farklılıklarının ikame esnekliği perspektifinde açıklanması engellenmiştir. Son olarak, yakınsama regresyonlarının içinde sermayenin azalan marjinal verimler yasasının işlemlerini yavaşlatması sebebiyle yer alması gereken ikame esnekliği parametresinin modelden dışlanmasına, yakınsama hızına olan etkisinin bertaraf edilmesine neden olmuştur.

Bu tez çalışması ikame esnekliğinin önemine yukarıda sayılan üç sonuç bağlamında -üretim fonksiyonları, ekonomik gelişmişlik düzeyi ve yakınsama hipotezi- ve Solow büyüme modeli temelinde vurgu yapmayı amaçlamaktadır. Bu amaçla, Solow büyüme modelini CD ve CES üretim fonksiyonları altında iki farklı senaryo (temel ve beşerî sermayenin yer aldığı genişletilmiş) için çözüp, türetilen regresyonları ampirik olarak yatay kesit yöntemiyle tahmin etmektedir.

Birinci bölümün amacı Solow büyüme modeli vasıtasıyla elde edilen ve ekonomik gelişmişlik düzey farklılıklarını açıklamakta kullanılan ampirik modelin CD ve CES üretim fonksiyonlarından hangisi tarafından daha iyi açıklandığını göstermektir. Bu bölümden elde edilen sonuçlar şu şekilde özetlenebilir: (i) CD tanımlı Solow büyüme modeli girdi-çıktı ilişkilerini yanlış karakterize etmiş olabilir ve açıklama gücü CES üretim fonksiyonu kullanılarak artırılabilir; (ii) ikame esnekliği, CD üretim fonksiyonu tarafından öngörüldüğünün aksine, birden farklı değerler alabilir ve ülke grupları arasında farklılaşabilir.

Birinci bölümden elde edilen sonucun iktisat araştırmaları için oldukça önemli olduğu ileri sürülebilir. Çünkü elde edilen bu sonuç bütün ülkelerin özdeş doğrusal CD üretim fonksiyonuna riayet ettiğini varsayan iktisat literatürü (Berndt, 1976; Judd, 1987; Trostel, 1993; Jones, 2003); ile kesin olarak ters düşerken, teorik ve ampirik açıdan CES üretim fonksiyonunun kullanımını öneren çalışmalara (ACMS, 1961; Klump ve de La

Grandville, 2000, Duffy ve Papageorgiou, 2000; Masanjala ve Papageorgiou, 2004; Acemoğlu, 2003; Antras, 2004, Klump vd., 2007; Cantore vd., 2015) güncel ampirik kanıt sağlamaktadır. Daha açık bir ifadeyle, iktisat araştırmalarının en çok tercih edilen üretim fonksiyonu olan CD tanımının Solow büyüme modelini açıklama konusunda CES üretim fonksiyonuna göre yetersiz kalması ve ikame esnekliğinin, CD tanımının aksine, ülke gruplarına göre farklı değerler alması CD üretim fonksiyonu üzerine kurulu diğer iktisat modellerini de sorgulanır hale getirmektedir. Bu bağlamda, CD tanımı üzerine kurulu iktisat modellerinin, CES tanımı altında yeniden modellenerek, bu modellerin teorik öngörülerinin ampirik yöntemlerle yeniden test edilmesi gereği iktisat literatürü için yeni bir araştırma alanı ortaya koymaktadır.

İkinci bölüm ikame esnekliğinin yüksek ve düşük gelirli ülkeler arasında farklılaşıp farklılaşmadığını incelemeyi amaçlamaktadır. Bu bölüm kapsamında elde edilen sonuçlar ikame esnekliğinin düşük gelirli ülkelere yüksek gelirli ülkelere doğru gidildikçe yükseldiğini, yüksek gelirli ülkeler için 1'e yakın ya da 1'den yüksek iken, düşük gelirli ülkeler için 1'den küçük olduğunu göstermektedir. Diğer bir deyişle, sermaye ile işgücü arasındaki ikame ilişkisi yüksek gelirli ülkeler için daha ikameci iken, düşük gelirli ülkeler için daha tamamlayıcıdır.

İkinci bölümden elde edilen bu bulgu, de La Grandville (1989), Yuhn (1991), Cronin vd. (1997), Duffy ve Papageorgiou (2000), Klump ve de La Grandville (2000), Karagiannis vd. (2005), Miyagiwa ve Papageorgiou (2007), Palivos ve Karagiannis (2010) ve Mallick (2012) ile uyumlu iken, Miyagiwa ve Papageorgiou (2003), Papageorgiou ve Saam (2008), Irmen (2011) ve Xue ve Yip (2012) tarafından elde edilen sonuçları doğrular nitelikte değildir. Bununla birlikte, iktisat araştırmaları bağlamında ortaya koyduğu önemli bir sonuç bulunmaktadır. İktisat literatüründe ekonomik büyümenin belirleyicilerinin analiz edildiği birçok çalışma bulunmaktadır. Söz konusu bu çalışmalar, tahmin edecekleri regresyonları oluştururken, -büyük ölçüde- Barro (1991) tarafından ortaya konan resmi olmayan büyüme regresyonlarını kullanmaktadır. Literatürde “Barro regresyonları” olarak tanımlanan belirli bir amaca göre düzenlenmiş regresyonların kontrol değişkenleri yazar tarafından literatür araştırması sonucu belirlenmektedir. Nüfus büyüme oranı, kamu harcamaları, eğitim harcamaları vb. bu kontrol değişkenlerden bazılarıdır. İkinci bölüm bağlamında ortaya konan ikame esnekliği-ekonomik büyüme ilişkisi, hem söz konusu bu kontrol değişkenlere bir yenisini eklemekte, hem de ekonomik büyüme literatürünün üzerinde en çok tartıştığı konuların başında gelen “ekonomik büyümenin belirleyicilerinin neler olduğu” sorusuna

teknoloji, beşeri sermaye, kamu harcamaları, dış ticaret, kurumsal yapı vb. dışında alternatif bir cevap vermektedir.

İkame esnekliği-ekonomik gelişmişlik seviyesi ilişkisini Solow ekonomik büyüme modeli temelinde ampirik açıdan ortaya koymak sadece iktisat araştırmaları için değil aynı zamanda yüksek ve düşük gelirli ülkeler arasındaki gelişmişlik farkının daha iyi analiz edilmesi hususunda muhtemel katkısından dolayı da oldukça önemlidir. Bu doğrultuda, özellikle düşük gelirli ülkelerdeki ikame esnekliği değerinin yükseltilmesi için ikame esnekliğinin belirleyicilerinin neler olduğunun tespit edilmesi ve söz konusu bu belirleyicileri harekete geçirmek için izlenecek ekonomi politikalarının ortaya konması zaruridir. Bu açıdan değerlendirildiğinde, söz konusu ülkelerdeki karar alıcılar Yuhn (1991) tarafından Güney Kore ekonomisi için gösterildiği üzere piyasa bozucu politikalarla sermayenin fiyatını yapay olarak ucuzlatarak, yenilikçi faaliyetler yaratma ve sürdürme kabiliyetiyle ortaya çıkan yeni üretim tekniklerini etkin şekilde kullanarak, kurumsal yapıda gerekli olan dönüşümleri tam ve eksiksiz şekilde yerine getirerek hem mikro hem de makro düzeydeki ikame esnekliklerini yükseltebilirler.

Ayrıca, ekonomik gelişmenin bir göstergesi olarak ikame esnekliğinin para ve finans sistemi ile yakından ilgili olduğu önemle vurgulanmalıdır. Paranın fonksiyonlarının – değişim aracı, değer ölçüsü- tam olarak yerine getirilmediği ve yüksek enflasyon oranlarının görüldüğü bir ekonomide üretim faktörleri etkin şekilde dağılmayacağından, bu ekonomide düşük ikame esnekliği ve ekonomik büyüme oranı görülecektir. Benzer şekilde, etkin şekilde çalışmayan bir finansal sistemde, sermaye dağılımındaki etkinliği bozup, piyasa belirsizliğini artıracığından düşük ikame esnekliği ve büyüme sonucuna neden olacaktır. Bu kapsamda, üretim faktörleri arasındaki ikame esnekliğini yükselterek, yüksek büyüme rakamları elde etmek isteyen ekonomilerin enflasyon ile ilgili belirsizlikleri asgari düzeye indirerek, finansal etkinliği sağlamaları gerektiği düşünülebilir.

Üçüncü bölümün amacı ikame esnekliği parametresinde farklılaşmaya izin vermenin yakınsama parametresine olan etkisini karşılaştırmalı olarak test etmektir. Elde edilen sonuçlar ikame esnekliğinin her bir ülke grubu için azaldığı durumda yakınsama hızının yükseldiğini ve ikame esnekliğinde farklılaşmaya izin vermenin koşullu yakınsama hipotezinin test edildiği regresyonun uyum gücünü önemli derece artırdığını göstermektedir. Bu bulgu, yakınsama hızı-ikame esnekliği ilişkisine vurgu yapan sınırlı sayıdaki çalışmaya

(Ramanathan, 1975; King ve Rebelo, 1993; Klump ve Preissler, 2000; Turnovsky, 2002; Xue ve Yip, 2012) güncel ampirik kanıt sağlamaktadır.

Bu bölümden elde edilen sonuçlar iki şekilde yorumlanabilir. İlk olarak, yakınsama hızının belirlenmesinde sadece CD üretim fonksiyonunu dikkate alan -ve bunun uzantısı olarak, bütün yakınsama regresyonlarında ikame esnekliğinin örtük olarak her zaman “1” olacağını varsayan- yakınsama literatürüne CES üretim fonksiyonunu tanıtmakta, ikame esnekliğinde farklılaşmaya izin vermenin yakınsama hızına olan etkisinin göstererek literatürdeki önemli bir açığı kapatmaktadır. Bu doğrultuda, sadece farklı ekonometrik yöntem, zaman aralığı ve ülke sepeti için yapılan yakınsama hızı tahminlerinin, CES tanımı altında yeniden yapılması doğru yakınsama hızı tahminlerinin elde edilmesi adına oldukça önemlidir. Söz konusu yeni tahminlerin Barro (2015) tarafından yakınsamanın tunç kanunu olarak nitelendirilen %2’lik yakınsama hızında istatistiki olarak anlamlı değişimlere neden olacağı açıktır.

İkinci olarak, aynı ülke grupları ve zaman aralığı için ikame esnekliğinin azalırken, yakınsama hızının giderek yükselmesinin teorik beklentilerle uyumlu olduğu ileri sürülebilir. Çünkü ikame esnekliğinin düşmesi, üretim faktörleri arasındaki ikame ilişkisinin zayıfladığına, dolayısıyla da sermayenin azalan verimler yasasının daha hızlı işleyeceğine işaret etmektedir. Yakınsama süreci, sermayenin azalan verimler yasası varsayımının bir sonucu olarak ortaya çıktığına göre, sermayenin azalan verimler yasasının daha hızlı işlediği durumda, yakınsama sürecinin de daha hızlı işlemesi beklenen bir sonuçtur.

Son olarak, tüm bölümler itibarıyla elde edilen ampirik bulgular elbette kusursuz değildir. Bu yüzden, çalışma kapsamında elde edilen bulguların farklı ekonometrik yöntemler ile test edilmesi oldukça önemlidir.

5. KAYNAKLAR

- Abramovitz, M. (1986). Catching up, forging ahead, and falling behind. *The Journal of Economic History*, 46(2), 385-406.
- Abreu, M., De Groot, H. L., & Florax, R. J. (2005). A meta analysis of β convergence: the legendary 2%. *Journal of Economic Surveys*, 19(3), 389-420.
- Acemoğlu, D. (2003). Labor and capital augmenting technical change. *Journal of the European Economic Association*, 1(1), 1-37.
- Acemoğlu, D. (2009). *Introduction to Modern Economic Growth*. New Jersey: Princeton University Press.
- Aghion, P., & Howitt, P. (2009). *The Economics of Growth*. Massachusetts: The MIT Press.
- Antras, P. (2004). Is the US aggregate production function Cobb-Douglas? New estimates of the elasticity of substitution. *Contributions in Macroeconomics*, 4(1), 1-34.
- Arrow, K. J., Chenery, H. B., Minhas, B. S., & Solow, R. M. (1961). Capital-labor substitution and economic efficiency. *The Review of Economics and Statistics*, 43(3), 225-250.
- Atkinson, A. B. (1969). The timescale of economic models: How long is the long run?. *The Review of Economic Studies*, 36(2), 137-152.
- Barro, R. J. (1991). Economic growth in a cross section of countries. *The Quarterly Journal of Economics*, 106(2), 407-443.
- Barro, R. J. (1997). *Macroeconomics* (5th ed.). Massachusetts: The MIT Press.
- Barro, R. J. (2010). *Intermediate Macro*. Ohio: South Western Cengage Learning.
- Barro, R. J. (2015). Convergence and modernisation. *The Economic Journal*, 125, 911-942.
- Barro, R. J., & Sala-i Martin, X. X. (1992). Convergence. *The Journal of Political Economy*, 100(2), 223-251.
- Barro, R. J., & Sala-i Martin, X. X. (1995). *Economic Growth*. New York: McGraw-Hill
- Barro, R. J., & Sala-i-Martin, X. X. (2004). *Economic Growth* (2nd ed.). Massachusetts: The MIT Press.
- Baumol, W. J. (1986). Productivity growth, convergence, and welfare: What the long-run data show. *The American Economic Review*, 76(5), 1072-1085.
- Bayraktar-Sağlam, B., & Yetkiner, H. (2014). A Romerian contribution to the empirics of economic growth. *Journal of Policy Modeling*, 36(2), 257-272.
- Benhabib, J., & Spiegel, M. M. (2000). The role of financial development in growth and investment. *Journal of Economic Growth*, 5(4), 341-360.

- Bernanke, B. S., and Gürkaynak, R. S. (2002). Is Growth Exogenous? Taking Mankiw, Romer and Weil seriously. Bernanke, B. S., and Rogoff, K., (Editors), in *NBER Macroeconomics Annual 16*, (11-57). Cambridge MA: MIT Press.
- Bernard, A. B., & Durlauf, S. N. (1996). Interpreting tests of the convergence hypothesis. *Journal of Econometrics*, 71(1-2), 161-173.
- Berndt, E. R. (1976). Reconciling alternative estimates of the elasticity of substitution. *The Review of Economics and Statistics*, 58(1), 59-68.
- Blanchard, O., & Johnson, D. R. (2013). *Macroeconomics* (6th ed.). Essex: Pearson.
- Bodkin, R. G., & Klein, L. R. (1967). Nonlinear estimation of aggregate production functions. *Review of Economics and Statistics*, 49(1), 28-44.
- Bolt, W., & van Els, P. J. A. (2000). Output and Inflation in the EU. *De Nederlandsche Bank Staff Report*, 44.
- Cantore, C., Levine, P., Pearlman, J., & Yang, B. (2015). CES technology and business cycle fluctuations. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 61, 133-151.
- Carlino, G. A., & Mills, L. O. (1993). Are U.S. regional incomes converging? A time series analysis. *Journal of Monetary Economics*, 32(2), 335-346.
- Caselli, F., Esquivel, G. & Lefort, F. (1996). Reopening the convergence debate: A new look at cross-country growth empirics. *Journal of Economic Growth*, 1(3), 363-389.
- Chiang, A. C. (1984). *Fundamental Methods of Mathematical Economics* (3rd ed.). Singapore: McGraw-Hill.
- Chirinko, R. S. (2008). σ : The long and short of it. *Journal of Macroeconomics*, 30(2), 671-686.
- Chirinko, R. S., & Mallick, D. (2011). The elasticity of derived demand, factor substitution and product demand: Corrections to Hicks' formula and Marshall's four rules. *Labour Economics*, 18(5), 708-711.
- Chirinko, R. S., & Mallick, D. (2014). The substitution elasticity, factor shares, long-run growth and the low-frequency panel model. *CESifo Working Paper*, 4895.
- Cobb, C. W., & Douglas, P. H. (1928). A theory of production. *American Economic Review*, 18(1), 139-165.
- Colander, D. C. (2010). *Macroeconomics* (8th ed.). New York: McGraw-Hill.
- Conlisk, J. (1966). Unemployment in a neoclassical growth model: the effect on speed of adjustment. *The Economic Journal*, 76(303), 550-566.
- Cronin, F. J., Colleran, E., & Gold, M. (1997). Telecommunications, factor substitution and economic growth. *Contemporary Economic Policy*, 15(3), 21-31.

- de La Grandville, O. (1989). In Quest of the Slutsky Diamond. *The American Economic Review*, 79(3), 468-481.
- de La Grandville, O. (2009). *Economic Growth A Unified Approach*. New York: Cambridge University Press.
- De Long, J. B. (1988). Productivity growth, convergence, and welfare: Comment. *The American Economic Review*, 78(5), 1138-1154.
- Dhrymes, P. J., & Zarembka, P. (1970). Elasticities of substitution for two-digit manufacturing industries: A correction. *The Review of Economics and Statistics*, 52(1), 115-117.
- Dimand, R. W., & Spencer, B. J. (2009). Trevor Swan and the neoclassical growth model. *History of Political Economy*, 41(annual suppl.), 107-126.
- Dowrick, S., & Nguyen, D. T. (1989). OECD comparative economic growth 1950-85: Catch-up and convergence. *The American Economic Review*, 79(5), 1010-1030.
- Duffy, J., & Papageorgiou, C. (2000). A cross-country empirical investigation of the aggregate production function specification. *Journal of Economic Growth*, 5(1), 87-120.
- Durlauf, S. N., & Johnson, P. A. (1995). Multiple regimes and cross country growth behaviour. *Journal of Applied Econometrics*, 10(4), 365-384.
- Durlauf, S. N., & Johnson, P. A. (2010). Convergence. Durlauf, S. N. & Blume, L. E. (Eds.), in *Economic Growth* (16-23). London: Macmillan.
- Durlauf, S. N., Johnson, P. A. & Temple, R. W. (2005). Growth Econometrics. Aghion, P., & Durlauf, S. N., (Eds.), in *Handbook of Economic Growth* (555-663). Amsterdam: Elsevier.
- Durlauf, S. N., Johnson, P. A. & Temple, R. W. (2005). Growth Econometrics. Aghion, P., & Durlauf, S. N., (Eds.), in *Handbook of Economic Growth* (555-663). Amsterdam: Elsevier.
- Dünya Bankası (2018). Dünya Bankası Kalkınma Göstergeleri. 01 Eylül 2018 tarihinde <http://databank.worldbank.org/data/reports.aspx?source=world-development-indicators> adresinden alınmıştır.
- Easterly, W., & Fischer, S. (1995). The Soviet economic decline. *The World Bank Economic Review*, 9(3), 341-371.
- Eisner, R., & Nadiri, M. I. (1968). Investment behavior and neo-classical theory. *The Review of Economics and Statistics*, 50(3), 369-382.
- Eriksson, C. (2013). *Economic Growth and the Environment*. Oxford: Oxford University Press.
- Evans, P. (1996). Using cross-country variances to evaluate growth theories. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 20(6-7), 1027-1049.

- Evans, P., & Karras, G. (1996). Do economies converge? Evidence from a panel of US states. *The Review of Economics and Statistics*, 78(3), 384-388.
- Galor, O. (1996). Convergence? Inferences from theoretical models. *The Economic Journal*, 106(437), 1056-1069.
- Gollin, D. (2002). Getting income shares right. *Journal of Political Economy*, 110(2), 458-474.
- Gollin, D. (2008). Labour's share of income. *Williams College Department of Economics*. 28.06.2018, <http://web.williams.edu/Economics/wp/gollinarticle-1.pdf>
- Grier, K. B., & Tullock, G. (1989). An empirical analysis of cross-national economic growth, 1951–1980. *Journal of Monetary Economics*, 24(2), 259-276.
- Guo, J. T., & Lansing, K. J. (2009). Capital-labor substitution and equilibrium indeterminacy. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 33(12), 1991-2000.
- Heston, A., Summers, R. & Aten, B. (2012, Kasım) Penn World Table Version 7.1 Center for International Comparisons of Production, Income and Prices at the University of Pennsylvania. 01 Eylül 2018 tarihinde <https://www.rug.nl/ggdc/productivity/pwt/pwt-releases/pwt-7.1> adresinden alınmıştır.
- Hoeffler, A. E. (2002). The augmented Solow model and the African growth debate. *Oxford Bulletin of Economics and statistics*, 64(2), 135-158.
- Inada, K. I. (1963). On a two-sector model of economic growth: Comments and a generalization. *The Review of Economic Studies*, 30(2), 119-127.
- Irmen, A. (2011). Steady-state growth and the elasticity of substitution. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 35(8), 1215-1228.
- Islam, N. (1995). Growth empirics: A panel data approach. *The Quarterly Journal of Economics*, 110(4), 1127-1170.
- Islam, N. (2003). What have we learnt from the convergence debate?. *Journal of Economic Surveys*, 17(3), 309-362.
- Johnson, P. and Papageorgiou, C. (2017). What remains of cross-country convergence?. *Chris Papageorgiou website*. 28.06.2018, <http://www.chrispapageorgiou.com/papers/convergence.pdf>
- Jones, C. I. (2003). Growth, capital shares, and a new perspective on production functions. *Berkeley University and NBER Department of Economics*. 28.06.2018, <https://web.stanford.edu/~chadj/alpha100.pdf>
- Jones, C. I., & Vollrath, D. (2013). *Introduction to Economic Growth* (3rd ed.). New York: W. W. Norton & Company.
- Journal of Applied Econometrics (2017, Eylül). Journal of Applied Econometrics Veri Arşivi. 15 Eylül 2017 tarihinde <http://qed.econ.queensu.ca/jae/2011-v26.4/sun-henderson-kumbhakar/> adresinden alınmıştır.

- Judd, K. L. (1987). The welfare cost of factor taxation in a perfect-foresight model. *Journal of Political Economy*, 95(4), 675-709.
- Kaldor, N. (1961). Capital Accumulation and Economic Growth. Hague, D. C., (Ed.), in *The Theory of Capital*. (172-222). London: Palgrave Macmillan.
- Kalt, J. P. (1978). Technological change and factor substitution in the United States: 1929-1967. *International Economic Review*, 19(3), 761-775.
- Karagiannis, G., Palivos, T., and Papageorgiou, C. (2005). Variable Elasticity of Substitution and Economic Growth: Theory and Evidence. Claude, D. and Kyrtsov, C., (Editors), in *New Trends in Macroeconomics*. (21-37). Berlin: Springer-Verlag.
- Kendrick, J. W., & Sato, R. (1963). Factor prices, productivity, and economic growth. *The American Economic Review*, 53(5), 974-1003.
- King, R. G., & Rebelo, S. T. (1993). Transitional dynamics and economic growth in the neoclassical model. *The American Economic Review*, 83(4), 908-931.
- Klenow, P. J., and Rodriguez-Clare, A. (1997). The neoclassical Revival in Growth Economics: Has it gone too far?. Bernanke, B. S., and Rotemberg, J., (Editors), in *NBER Macroeconomics Annual 12*, (73-114). Cambridge MA: MIT Press.
- Klenow, P. J., and Rodriguez-Clare, A. (1997). The neoclassical Revival in Growth Economics: Has it gone too far?. Bernanke, B. S., and Rotemberg, J., (Editors), in *NBER Macroeconomics Annual 12*, (73-114). Cambridge MA: MIT Press.
- Klump, R., & de La Grandville, O. (2000). Economic growth and the elasticity of substitution: Two theorems and some suggestions. *The American Economic Review*, 90(1), 282-291.
- Klump, R., & Preissler, H. (2000). CES production functions and economic growth. *The Scandinavian Journal of Economics*, 102(1), 41-56.
- Klump, R., McAdam, P., & Willman, A. (2004). Factor substitution and factor-augmenting technical progress in the US: A normalized supply-side system approach. *European Central Bank Working Paper Series*, 367, 1-61.
- Klump, R., McAdam, P., & Willman, A. (2007). Factor substitution and factor-augmenting technical progress in the United States: A normalized supply-side system approach. *The Review of Economics and Statistics*, 89(1), 183-192.
- Klump, R., McAdam, P., & Willman, A. (2011). The normalized CES production function theory and empirics. *European Central Bank Working Paper Series*, 1294, 1-50.
- Klump, R., McAdam, P., & Willman, A. (2012). The normalized CES production function: theory and empirics. *Journal of Economic Surveys*, 26(5), 769-799.
- Kmenta, J. (1967). On estimation of the CES production function. *International Economic Review*, 8(2), 180-189.

- Knight, M., Loayza, N., & Villanueva, D. (1993). Testing the neoclassical theory of economic growth: A panel data approach. *IMF Staff Papers*, 40(3), 512-541.
- Kormendi, R. C., & Meguire, P. G. (1985). Macroeconomic determinants of growth: cross-country evidence. *Journal of Monetary economics*, 16(2), 141-163.
- León-Ledesma, M. A., McAdam, P., & Willman, A. (2010). Identifying the elasticity of substitution with biased technical change. *The American Economic Review*, 100(4), 1330-1357.
- Levine, R., & Renelt, D. (1992). A sensitivity analysis of cross-country growth regressions. *The American Economic Review*, 82(4), 942-963.
- Li, Q., & Papell, D. (1999). Convergence of international output time series evidence for 16 OECD countries. *International Review of Economics and Finance*, 8(3), 267-280.
- Luoma, A., & Luoto, J. (2010). The aggregate production function of the Finnish economy in the twentieth century. *Southern Economic Journal*, 76(3), 723-737.
- Mallick, D. (2012). The role of the elasticity of substitution in economic growth: A cross-country investigation. *Labour Economics*, 19(5), 682-694.
- Mankiw, N. G. (2010). *Macroeconomics* (7th ed.). New York: Worth Publishers.
- Mankiw, N. G., Romer, D., & Weil, D. N. (1992). A contribution to the empirics of economic growth. *The Quarterly Journal of Economics*, 107(2), 407-437.
- Masanjala, W. H., & Papageorgiou, C. (2004). The Solow model with CES technology: nonlinearities and parameter heterogeneity. *Journal of Applied Econometrics*, 19(2), 171-201.
- Miller, E. (2008). An Assessment of CES and Cobb-Douglas Production Functions. *Congressional Budget Office*. 28.06.2018, https://www.cbo.gov/sites/default/files/110th-congress-2007-2008/workingpaper/2008-05_0.pdf
- Miyagiwa, K., & Papageorgiou, C. (2003). Elasticity of substitution and growth: Normalized CES in the Diamond model. *Economic Theory*, 21(1), 155-165.
- Miyagiwa, K., & Papageorgiou, C. (2007). Endogenous aggregate elasticity of substitution. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 31(9), 2899-2919.
- Murthy, N. V., & Chien, I. S. (1997). The empirics of economic growth for OECD countries: Some new findings. *Economics Letters*, 55(3), 425-429.
- Nelson, R. R. (1965). The CES production function and economic growth projections. *The Review of Economics and Statistics*, 47(3), 326-328.
- Nerlove, M. (1967). Recent Empirical Studies of the CES and Related Production Functions. Brown, M., (Editor), in *The Theory and Empirical Analysis of Production*, (55–122). New York: NBER.

- Nonneman, W., & Vanhoudt, P. (1996). A further augmentation of the Solow model and the empirics of economic growth for OECD countries. *The Quarterly Journal of Economics*, 111(3), 943-953.
- Novales, A. Fernandez, E., & Ruiz, J. (2009). *Economic Growth Theory and Numerical Solution Methods*. Heidelberg: Springer.
- Ortigueira, S., & Santos, M. S. (1997). On the speed of convergence in endogenous growth models. *The American Economic Review*, 87(3), 383-399.
- Palivos, T., & Karagiannis, G. (2010). The elasticity of substitution as an engine of growth. *Macroeconomic Dynamics*, 14(5), 617-628.
- Papageorgiou, C. (2002). Trade as a threshold variable for multiple regimes. *Economics Letters*, 77(1), 85-91.
- Papageorgiou, C., & Saam, M. (2008). Two-level CES production technology in the Solow and Diamond growth models. *The Scandinavian Journal of Economics*, 110(1), 119-143.
- Phillips, P. C. B., & Sul, D. (2009). Economic transition and growth. *Journal of Applied Econometrics*, 24(7), 1153-1185.
- Piketty, T. (2003). Income inequality in France, 1901–1998. *Journal of Political Economy*, 111(5), 1004-1042.
- Piketty, T., & Saez, E. (2003). Income inequality in the United States, 1913–1998. *The Quarterly Journal of Economics*, 118(1), 1-39.
- Pitchford, J. D. (1960). Growth and the elasticity of substitution. *Economic Record*, 36(76), 491–504.
- Ramanathan, R. (1973). Adjustment time in the two-sector growth model with fixed coefficients. *The Economic Journal*, 83(332), 1236-1244.
- Ramanathan, R. (1975). The Elasticity of substitution and the speed of convergence in growth models. *The Economic Journal*, 85(339), 612-613.
- Ripatti, A., & Vilminen, J. (2001). Declining labour share – evidence of a change in the underlying production technology?. *Bank of Finland Discussion Papers*, 10, 1-44.
- Romer, D. (2012). *Advanced Macroeconomics* (4th ed.). New York: McGraw-Hill.
- Romer, P. M. (1986). Increasing returns and long-run growth. *Journal of Political Economy*, 94(5), 1002-1037.
- Saam, M. (2008). Openness to trade as a determinant of the macroeconomic elasticity of substitution. *Journal of Macroeconomics*, 30(2), 691-702.
- Sala-i Martin, X. X. (1997). I just ran two million regressions. *The American Economic Review*, 87(2), 178-183.

- Sala-i-Martin, X. X. (1994). Cross-sectional regressions and the empirics of economic growth. *European Economic Review*, 38(3-4), 739-747.
- Sala-i-Martin, X. X. (1996). The classical approach to convergence analysis. *The Economic Journal*, 106(437), 1019-1036.
- Sato, K. (1966). On the adjustment time in neo-classical growth models. *The Review of Economic Studies*, 33(3), 263-268.
- Sato, R. (1963). Fiscal policy in a neo-classical growth model: An analysis of time required for equilibrating adjustment. *The Review of Economic Studies*, 30(1), 16-23.
- Solow, R. M. (1956). A contribution to the theory of economic growth. *The Quarterly Journal of Economics*, 70(1), 65-94.
- Solow, R. M. (1957). Technical change and the aggregate production function. *The Review of Economics and Statistics*, 39(3), 312-320.
- Solow, R. M. (1958). A skeptical note on the constancy of relative shares. *The American Economic Review*, 48(4), 618-631.
- Sun, K., Henderson, D. J & Kumbhakar, S. C. (2011). Biases in approximating log production. *Journal of Applied Econometrics*, 26(4), 708-714.
- Swan, T. W. (1956). Economic growth and capital accumulation. *Economic Record*, 32(2), 334-361.
- Temple, J. R. W. (1998). Robustness tests of the augmented Solow model. *Journal of Applied Econometrics*, 13(4), 361-375.
- Temple, J. R. W. (1999). The new growth evidence. *Journal of Economic Literature*, 37(1), 112-156.
- Temple, J. R. W., & Johnson, P. A. (1998). Social capability and economic growth. *The Quarterly Journal of Economics*, 113(3), 965-990.
- Trostel, P. A. (1993). The effect of taxation on human capital. *Journal of Political Economy*, 101(2), 327-350.
- Turnovsky, S. J. (2002). Intertemporal and intratemporal substitution, and the speed of convergence in the neoclassical growth model. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 26(9-10), 1765-1785.
- Turnovsky, S. J. (2008). The role of factor substitution in the theory of economic growth and income distribution: two examples. *Journal of Macroeconomics*, 30(2), 604-629.
- Tzanidakis, G., & Kirizidis, T. (1996). A test of a modern version of the Solow model. *Applied Economics Letters*, 3(9), 587-590.
- UNESCO İstatistik Enstitüsü (2018). Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri için Veriler. 01 Eylül 2018 tarihinde <http://data.uis.unesco.org/> adresinden alınmıştır.

- Uzawa, H. (1961). On a two-sector model of economic growth. *The Review of Economic Studies*, 29(1), 40-47.
- Weil, D. N. (2013). *Economic Growth* (3rd ed.). Essex: Pearson.
- Willman, A. (2002). Euro area production function and potential output: A supply-side system approach. *European Central Bank Working Paper Series*, 153, 1-53.
- Xue, J., & Yip, C. K. (2012). Factor substitution and economic growth: A unified approach. *Macroeconomic Dynamics*, 16(4), 625-656.
- Yeldan, E. (2011). *İktisadi Büyüme ve Bölüşüm Teorileri* (2. baskı). Ankara: Efil Yayınevi.
- Yuhn, K. H. (1991). Economic growth, technical change biases, and the elasticity of substitution: A test of the de La Grandville hypothesis. *The Review of Economics and Statistics*, 73(2), 340-346.



6. EKLER

Ek 1. Euler Teoremi

Euler Teoremine göre, üretimin tüm faktörleri $\lambda > 0$ ile çarpılırsa, toplam üretimde λ^m ile çarpılmış olur.

$$\lambda^m F(K, L) = F(\lambda K, \lambda L) \quad (\text{E.1.1})$$

$m = 1$ için yukarıda gösterilen üretim fonksiyonu birinci dereceden türdeştir. $\lambda K = x$ ve $\lambda L = y$ olarak tanımlanır, yukarıdaki eşitliğin λ' ya göre kısmi türevi alınırsa

$$m\lambda^{m-1}F(K, L) = \frac{\partial F}{\partial \lambda} \frac{\partial \lambda}{\partial x}(x, y) + \frac{\partial F}{\partial \lambda} \frac{\partial \lambda}{\partial y}(x, y) \quad (\text{E.1.2})$$

elde edilir. $m = 1$ ve $\lambda = 1$ için

$$1 = \frac{\partial F}{\partial K} \frac{K}{Y} + \frac{\partial F}{\partial L} \frac{L}{Y} \quad (\text{E.1.3})$$

eşitliğine ulaşılır. Bu eşitlik iki önemli sonuç ortaya koymaktadır: (i) sermayenin çıktıya göre esnekliği $\left(\frac{\partial F}{\partial K} \frac{K}{Y} = e_K\right)$ ile işgücünün çıktıya göre esnekliğinin $\left(\frac{\partial F}{\partial L} \frac{L}{Y} = e_L\right)$ toplamı bire eşittir. Dolayısıyla, $(1 - e_K = e_L)$ birinci dereceden türdeş bir üretim fonksiyonu için her zaman doğrudur; (ii) tam rekabet varsayımı altında $\left(\frac{\partial F}{\partial K} = MPK = r\right)$ ve $\left(\frac{\partial F}{\partial L} = MPL = w\right)$ olduğundan sermayenin çıktıya göre esnekliği (e_K) sermayenin gelir içindeki payına $\left(\frac{rK}{Y}\right)$, işgücünün çıktıya göre esnekliği (e_L) işgücünün gelir içindeki payına $\left(\frac{wL}{Y}\right)$ eşittir.

Ek 2. Taylor Teoremi ve Kmenta Yaklaşması

- Taylor Teoremi

Taylor teoremine göre, bir fonksiyon ($f(x)$) verildiğinde, bu fonksiyonun x^* noktasındaki ve aynı noktadaki türevlerinin değerlerini biliniyorsa, bu fonksiyon x^* noktası etrafında aşağıdaki gibi açılabilir

$$f(x) = f(x^*) + f'(x)|x^* \cdot (x - x^*) + f''(x)|x^* \cdot (x - x^*)^2 \left(\frac{1}{2!}\right) + f'''(x)|x^* \cdot (x - x^*)^3 \left(\frac{1}{3!}\right) + \dots + f^n(x)|x^* \cdot (x - x^*)^n \left(\frac{1}{n!}\right) + R_n \quad (\text{E.1.4})$$

R_n artık terimi göstermektedir. Artık terimin varlığı yukarıda gösterilen formülün $f(x)$ için kesin (hatasız) sonuç vermeyeceğini işaret etmektedir (Chiang, 1984: 254-260; Barro ve Sala-i-Martin, 2004: 621-622; Acemoğlu, 2009: 903-906).

- Kmenta Yaklaşması

CES üretim fonksiyonunu tahmin etmek için en uygun yöntem, doğrusal olmayan tahmin etme teknikleridir. Bunun nedeni, CES üretim fonksiyonunun parametreleri bakımından doğrusal olmamasıdır. Kmenta (1967) doğrusal olmayan tahmin etme tekniklerinden kaynaklanan karmaşıklıklardan kaçınmak için Taylor teoremini kullanır ve literatürde “Kmenta Yaklaşması” olarak anılan bir yöntem önerir. Böylelikle, CES üretim fonksiyonunu hem doğrusallaştırır hem de OLS tahmincisi ile tahmin edilmesine olanak sağlar (Duffy ve Papageorgiou, 2000: 102-103).

Kmenta (1967)’nin çalışmasında iki girdili CES üretim fonksiyonu aşağıdaki gibi tanımlanır:

$$y = \gamma [\alpha x_1^{-\rho} + (1 - \alpha)x_2^{-\rho}]^{-v/\rho} \quad (\text{E.1.5})$$

İlk olarak her iki tarafın doğal logaritması alınır

$$\ln y = \ln \gamma - \frac{v}{\rho} \ln(\alpha x_1^{-\rho} + (1 - \alpha)x_2^{-\rho}) \quad (\text{E.1.6})$$

Ardından, $f(\rho) = \ln(\alpha x_1^{-\rho} + (1 - \alpha)x_2^{-\rho})$ ve $A(\rho) = \alpha x_1^{-\rho} + (1 - \alpha)x_2^{-\rho}$ olarak tanımlanır ve $f(\rho)$ fonksiyonu $\rho = 0$ etrafında ikinci dereceden Taylor serisi kullanılarak şu şekilde formüle edilir

$$f(\rho) \approx f(0) + \frac{f'(0)}{1}(\rho) + \frac{f''(0)}{2}(\rho)^2 \quad (\text{E.1.7})$$

$f'(0)$ ve $f''(0)$ sırasıyla şu şekildedir:

$$f'(0) = -[\alpha \ln x_1 + (1 - \alpha) \ln x_2] \quad (\text{E.1.8})$$

$$f''(0) = \frac{[\alpha x_1^{-\rho} (\ln x_1)^2 + (1 - \alpha) x_2^{-\rho} (\ln x_2)^2] A(\rho) - [\alpha x_1^{-\rho} \ln x_1 + (1 - \alpha) x_2^{-\rho} \ln x_2] A'(\rho)}{A(\rho)^2} \quad (\text{E.1.9})$$

Gerekli matematiksel dönüşümler yapıldığında aşağıdaki regresyon elde edilir (Kmenta, 1967: 180):

$$\ln y = \ln \gamma + v \alpha \ln x_1 + v(1 - \alpha) \ln x_2 - \frac{\rho v}{2} \alpha(1 - \alpha) (\ln x_1 - \ln x_2)^2 + u_i \quad (\text{E.1.10})$$

Ek 3. Temel ve Genişletilmiş Solow-CES Regresyonları

- Temel Solow-CES Regresyonunun Türetilişi

Üretim fonksiyonunun (Harrod-neutral) CES formunda tanımlanmış olduğu varsayılırsa aşağıdaki üretim fonksiyonu elde edilir:

$$Y_t = \left[\alpha K_t^{\sigma-1/\sigma} + (1 - \alpha)(AL_t)^{\sigma-1/\sigma} \right]^{\sigma/\sigma-1} \quad (\text{E.1.11})$$

$\frac{\sigma-1}{\sigma} = \rho$ olarak tanımlanır, üretim fonksiyonunun etkin-işgücü birim başına cinsinden tanımlanması için, her iki tarafı AL^ρ ile bölünürse üretim fonksiyonu şu şekilde yeniden tanımlanabilir

$$\tilde{y} = (\alpha \tilde{k}^\rho + (1 - \alpha))^{1/\rho} \quad (\text{E.1.12})$$

Elde edilen üretim fonksiyonu etkin-işgücü birimi başına cinsinden tanımlanan sermaye birikim denklemine yerleştirilirse

$$\dot{\tilde{k}} = s_k \left[(\alpha \tilde{k}^\rho + (1 - \alpha))^{1/\rho} \right] - (n + g + \delta) \tilde{k} \quad (\text{E.1.13})$$

eşitliğine ulaşılır. $\dot{\tilde{k}}^* = 0$ durumu gösterildikten sonra durağan durumdaki etkin-işgücü birimi başına sermaye ve çıktı değerlerine ulaşılır.

$$\tilde{k}_{ss} = \left[\frac{(1-\alpha)}{\left[\frac{(n+g+\delta)}{s_k} \right]^\rho - \alpha} \right]^{\frac{1}{\rho}} \quad (\text{E.1.14})$$

$$\tilde{y}_{ss} = \left[\alpha \frac{(1-\alpha)}{\left[\frac{(n+g+\delta)}{s_k} \right]^\rho - \alpha} + (1 - \alpha) \right]^{1/\rho} = \left[\frac{1}{1-\alpha} - \frac{\alpha}{1-\alpha} \left(\frac{s_k}{n+g+\delta} \right)^\rho \right]^{-1/\rho} \quad (\text{E.1.15})$$

$z = \frac{-\alpha}{1-\alpha}$ olarak tanımlanır ve her iki tarafında logaritması alınırsa

$$\ln \tilde{y}_{ss} = \frac{\ln \left[(1-z) + z e^{\rho \ln \left(\frac{s_k}{n+g+\delta} \right)} \right]}{-\rho} \quad (\text{E.1.16})$$

elde edilir. $f(\rho) = \frac{\ln \left[(1-z) + ze^{\rho \ln \left(\frac{s_k}{n+g+\delta} \right)} \right]}{-\rho}$ olarak tanımlanırsa $\rho = 0$ ($\sigma =$

1) etrafında birinci dereceden Taylor serisi kullanılarak şu şekilde formüle edilir

$$f(\rho) \approx f(0) + \frac{f'(0)}{1}(\rho) \quad (\text{E.1.17})$$

$f(0)$ ve $f'(0)$ sırasıyla şu şekildedir.

$$f(0) = \frac{\ln(1-z+z)}{0} = \frac{\ln(1)}{0} = \frac{0}{0} = \text{tanımsız} \quad (\text{E.1.18})$$

$$f'(0) = - \left\{ \frac{\left\{ \frac{1}{1-z+z} \right\} \left\{ z \ln \left(\frac{s_k}{n+g+\delta} \right) \right\} 0 - \ln(1-z+z)}{\rho^2} \right\} = \frac{\ln(1)}{0} = \frac{0}{0} = \text{tanımsız} \quad (\text{E.1.19})$$

Eşitlikleri tanımsızlıktan kurtarmak için L'Hôpital's Kuralı uygulanır

$$[f(0)]_{L'Hop} = \frac{\left\{ \ln \left[(1-z) + ze^{\rho \ln \left(\frac{s_k}{n+g+\delta} \right)} \right] \right\}'}{\{-\rho\}'} = \frac{\left\{ \frac{1}{(1-z)+ze^{\rho \ln \left(\frac{s_k}{n+g+\delta} \right)}} \right\}' \left\{ z \ln \left(\frac{s_k}{n+g+\delta} \right) e^{\rho \ln \left(\frac{s_k}{n+g+\delta} \right)} \right\}}{-1} = -z \ln \left(\frac{s_k}{n+g+\delta} \right) \quad (\text{E.1.20})$$

$$\begin{aligned} [f'(\rho)]_{L'Hop} = & \frac{-1}{2\rho} \left\{ \frac{-z \ln \left(\frac{s_k}{n+g+\delta} \right) e^{\rho \ln \left(\frac{s_k}{n+g+\delta} \right)} \left\{ z \ln \left(\frac{s_k}{n+g+\delta} \right) e^{\rho \ln \left(\frac{s_k}{n+g+\delta} \right)} \right\}(\rho)}{\left[(1-z) + ze^{\rho \ln \left(\frac{s_k}{n+g+\delta} \right)} \right]^2} + \right. \\ & \left[\frac{1}{(1-z)+ze^{\rho \ln \left(\frac{s_k}{n+g+\delta} \right)}} \left\{ z \left(\ln \left(\frac{s_k}{n+g+\delta} \right) \right)^2 e^{\rho \ln \left(\frac{s_k}{n+g+\delta} \right)} \right\}(\rho) \right] + \\ & \left. \left[\left\{ \frac{1}{(1-z)+ze^{\rho \ln \left(\frac{s_k}{n+g+\delta} \right)}} \right\} \left\{ z \ln \left(\frac{s_k}{n+g+\delta} \right) e^{\rho \ln \left(\frac{s_k}{n+g+\delta} \right)} \right\} \right] - \left[\frac{z \ln \left(\frac{s_k}{n+g+\delta} \right) e^{\rho \ln \left(\frac{s_k}{n+g+\delta} \right)}}{(1-z)+ze^{\rho \ln \left(\frac{s_k}{n+g+\delta} \right)}} \right] \right\} \quad (\text{E.1.21}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} f'(\rho) = & \frac{-1}{2} \left\{ \frac{-z \ln \left(\frac{s_k}{n+g+\delta} \right) e^{\rho \ln \left(\frac{s_k}{n+g+\delta} \right)} \left\{ z \ln \left(\frac{s_k}{n+g+\delta} \right) e^{\rho \ln \left(\frac{s_k}{n+g+\delta} \right)} \right\}}{\left[(1-z) + ze^{\rho \ln \left(\frac{s_k}{n+g+\delta} \right)} \right]^2} + \right. \\ & \left[\frac{1}{(1-z)+ze^{\rho \ln \left(\frac{s_k}{n+g+\delta} \right)}} \left\{ z \left(\ln \left(\frac{s_k}{n+g+\delta} \right) \right)^2 e^{\rho \ln \left(\frac{s_k}{n+g+\delta} \right)} \right\} \right] + \\ & \left. \left[\left\{ \frac{1}{(1-z)+ze^{\rho \ln \left(\frac{s_k}{n+g+\delta} \right)}} \right\} \left\{ z \ln \left(\frac{s_k}{n+g+\delta} \right) e^{\rho \ln \left(\frac{s_k}{n+g+\delta} \right)} \right\} \right] - \left[\frac{z \ln \left(\frac{s_k}{n+g+\delta} \right) e^{\rho \ln \left(\frac{s_k}{n+g+\delta} \right)}}{(1-z)+ze^{\rho \ln \left(\frac{s_k}{n+g+\delta} \right)}} \right] \right\} \end{aligned}$$

$$\left[\frac{1}{(1-z)+ze^{\rho \ln\left(\frac{s_k}{n+g+\delta}\right)}} \left\{ z \left(\ln\left(\frac{s_k}{n+g+\delta}\right) \right)^2 e^{\rho \ln\left(\frac{s_k}{n+g+\delta}\right)} \right\} \right] +$$

$$\left[\left\{ \frac{1}{(1-z)+ze^{\rho \ln\left(\frac{s_k}{n+g+\delta}\right)}} \right\} \frac{\left\{ z \ln\left(\frac{s_k}{n+g+\delta}\right) e^{\rho \ln\left(\frac{s_k}{n+g+\delta}\right)} \right\}}{\rho} \right] - \left[\frac{z \ln\left(\frac{s_k}{n+g+\delta}\right) e^{\rho \ln\left(\frac{s_k}{n+g+\delta}\right)}}{(1-z)+ze^{\rho \ln\left(\frac{s_k}{n+g+\delta}\right)} \rho} \right] \quad (E.1.22)$$

$$f'(0) = \frac{-1}{2} \left\{ \left[\frac{-z^2 \left(\ln\left(\frac{s_k}{n+g+\delta}\right) \right)^2}{1-z+z} \right] + \left[\frac{1}{1-z+z} \frac{z \left(\ln\left(\frac{s_k}{n+g+\delta}\right) \right)^2}{1} \right] + [0] - [0] \right\} \quad (E.1.23)$$

Son olarak, $f(0)$ ve $f'(0)$ için bulunan değerler formülde yerine konur

$$f(\rho) \approx -z \ln\left(\frac{s_k}{n+\delta+x}\right) + \frac{z(z-1)}{2} \left(\ln\left(\frac{s_k}{n+g+\delta}\right) \right)^2 \rho \quad (E.1.24)$$

$$\ln\left(\frac{Y_i}{L_i}\right) = \ln A(0) + gt + \frac{\alpha}{1-\alpha} \ln\left(\frac{s_k}{n_i+g+\delta}\right) + \frac{1}{2} \frac{\alpha}{(1-\alpha)^2} \left(\ln\left(\frac{s_k}{n_i+g+\delta}\right) \right)^2 \frac{\sigma-1}{\sigma} \quad (E.1.25)$$

• Geniştirilmiş Solow-CES Regresyonunun Türetilişi

Beşerî sermayeyi içeren üretim fonksiyonunun (Harrod-neutral) CES formunda tanımlanmış olduğu varsayılırsa aşağıdaki üretim fonksiyonu elde edilir:

$$Y_t = \left[\alpha K_t^{\sigma-1/\sigma} + \eta H_t^{\sigma-1/\sigma} + (1-\alpha-\eta)(AL_t)^{\sigma-1/\sigma} \right]^{\sigma/\sigma-1} \quad (E.1.26)$$

$\frac{\sigma-1}{\sigma} = \rho$ olarak tanımlanır, üretim fonksiyonunun etkin-işgücü birim başına cinsinden tanımlanması için, her iki tarafı AL^ρ ile bölünürse üretim fonksiyonu şu şekilde yeniden tanımlanabilir

$$\tilde{y} = (\alpha \tilde{k}^\rho + \eta \tilde{h}^\rho + (1-\alpha-\eta))^\frac{1}{\rho} \quad (E.1.27)$$

Elde edilen üretim fonksiyonu etkin-işgücü birimi başına cinsinden tanımlanan birikim denklemlerine yerleştirilirse

$$\dot{\tilde{k}} = s_k (\alpha \tilde{k}^\rho + \eta \tilde{h}^\rho + (1-\alpha-\eta))^\frac{1}{\rho} - (n+g+\delta)\tilde{k} \quad (E.1.28)$$

$$\dot{\tilde{h}} = s_h(\alpha\tilde{k}^\rho + \eta\tilde{h}^\rho + (1 - \alpha - \eta))^\frac{1}{\rho} - (n + g + \delta)\tilde{h} \quad (\text{E.1.29})$$

eşitliklerine ulaşılır. $\dot{\tilde{k}}_{ss} = 0$ ve $\dot{\tilde{h}}_{ss} = 0$ olduğundan

$$\tilde{k}_{ss}^\rho = \frac{\eta\tilde{h}_{ss}^\rho + (1 - \alpha - \eta)}{\left(\frac{(n+g+\delta)^\rho}{s_k^\rho} - \alpha\right)} \quad (\text{E.1.30})$$

$$\tilde{h}_{ss}^\rho = \frac{\alpha\tilde{k}_{ss}^\rho + (1 - \alpha - \eta)}{\left(\frac{(n+g+\delta)^\rho}{s_h^\rho} - \eta\right)} \quad (\text{E.1.31})$$

elde edilir. Her iki eşitlik yeniden şu şekilde tanımlanabilir

$$\tilde{k}_{ss} = \left[\frac{\eta \left[\frac{\alpha\tilde{k}_{ss}^\rho + (1 - \alpha - \eta)}{\left(\frac{(n+g+\delta)^\rho}{s_h^\rho} - \eta\right)} \right] + (1 - \alpha - \eta)}{\left(\frac{(n+g+\delta)^\rho}{s_k^\rho} - \alpha\right)} \right]^\frac{1}{\rho} = \left[\frac{(1 - \alpha - \eta)}{\left[\left(\frac{(n+g+\delta)^\rho}{s_k} - \eta\left(\frac{s_h}{s_k}\right)^\rho - \alpha\right]\right]} \right]^\frac{1}{\rho} \quad (\text{E.1.32})$$

$$\tilde{h}_{ss} = \left[\frac{\alpha \left[\frac{\eta\tilde{h}_{ss}^\rho + (1 - \alpha - \eta)}{\left(\frac{(n+g+\delta)^\rho}{s_k^\rho} - \alpha\right)} \right] + (1 - \alpha - \eta)}{\left(\frac{(n+g+\delta)^\rho}{s_h^\rho} - \eta\right)} \right]^\frac{1}{\rho} = \left[\frac{(1 - \alpha - \eta)}{\left[\left(\frac{(n+g+\delta)^\rho}{s_h} - \alpha\left(\frac{s_k}{s_h}\right)^\rho - \eta\right]\right]} \right]^\frac{1}{\rho} \quad (\text{E.1.33})$$

$\tilde{k}_{ss}$ ve $\tilde{h}_{ss}$ değerleri etkin-işgücü birimi başına cinsinden tanımlanan üretim fonksiyonuna yerleştirilir

$$\tilde{y}_{ss} = \left(\alpha \frac{(1 - \alpha - \eta)}{\left[\left(\frac{(n+g+\delta)^\rho}{s_k} - \eta\left(\frac{s_h}{s_k}\right)^\rho - \alpha\right]\right]} + \eta \frac{(1 - \alpha - \eta)}{\left[\left(\frac{(n+g+\delta)^\rho}{s_h} - \alpha\left(\frac{s_k}{s_h}\right)^\rho - \eta\right]\right]} + (1 - \alpha - \eta) \right)^\frac{1}{\rho} \quad (\text{E.1.34})$$

Bu ifade $(1 - \alpha - \eta)$ parantezine alınıp, paydaları eşitlenir

$$\tilde{y}_{ss}^\rho = (1 - \alpha - \eta) \left(\frac{\alpha \left[\left(\frac{(n+g+\delta)^\rho}{s_h} - \alpha\left(\frac{s_k}{s_h}\right)^\rho - \eta\right) + \eta \left[\left(\frac{(n+g+\delta)^\rho}{s_k} - \eta\left(\frac{s_h}{s_k}\right)^\rho - \alpha\right] \right]}{\left[\left(\frac{(n+g+\delta)^\rho}{s_k} - \eta\left(\frac{s_h}{s_k}\right)^\rho - \alpha\right] \left[\left(\frac{(n+g+\delta)^\rho}{s_h} - \alpha\left(\frac{s_k}{s_h}\right)^\rho - \eta\right) \right]} + (1) \right) \quad (\text{E.1.35})$$

Ardından, pay ve paydada yer alan ifade açılır ve paydalar eşitlenir

$$\tilde{y}_{ss}^{\rho} = (1 - \alpha - \eta) \left(\frac{\begin{aligned} & \left[\alpha \left(\frac{n+g+\delta}{s_h} \right)^{\rho} - \alpha^2 \left(\frac{s_k}{s_h} \right)^{\rho} - \alpha \eta \right] + \\ & \left[\eta \left(\frac{n+g+\delta}{s_k} \right)^{\rho} - \eta^2 \left(\frac{s_h}{s_k} \right)^{\rho} - \alpha \eta \right] \\ & \left[\frac{(n+g+\delta)^{2\rho}}{(s_k s_h)^{\rho}} \right] - \left[2\alpha \frac{(n+g+\delta)^{\rho}}{(s_h)^{\rho}} \right] - \\ & \left[2\eta \frac{(n+g+\delta)^{\rho}}{(s_k)^{\rho}} \right] + [2\alpha\eta] + \left[\eta^2 \left(\frac{s_h}{s_k} \right)^{\rho} \right] + \left[\alpha^2 \left(\frac{s_k}{s_h} \right)^{\rho} \right] \end{aligned}}{\begin{aligned} & \left[\frac{(n+g+\delta)^{2\rho}}{(s_k s_h)^{\rho}} \right] - \left[2\alpha \frac{(n+g+\delta)^{\rho}}{(s_h)^{\rho}} \right] - \\ & \left[2\eta \frac{(n+g+\delta)^{\rho}}{(s_k)^{\rho}} \right] + [2\alpha\eta] + \left[\eta^2 \left(\frac{s_h}{s_k} \right)^{\rho} \right] + \left[\alpha^2 \left(\frac{s_k}{s_h} \right)^{\rho} \right] \end{aligned}} + (1) \right) \quad (E.1.36)$$

$$\tilde{y}_{ss}^{\rho} = (1 - \alpha - \eta) \left(\frac{\begin{aligned} & \left[\alpha \left(\frac{n+g+\delta}{s_h} \right)^{\rho} - \alpha^2 \left(\frac{s_k}{s_h} \right)^{\rho} - \alpha \eta \right] + \\ & \left[\eta \left(\frac{n+g+\delta}{s_k} \right)^{\rho} - \eta^2 \left(\frac{s_h}{s_k} \right)^{\rho} - \alpha \eta \right] \\ & + \left[\frac{(n+g+\delta)^{2\rho}}{(s_k s_h)^{\rho}} \right] - \left[2\alpha \frac{(n+g+\delta)^{\rho}}{(s_h)^{\rho}} \right] - \left[2\eta \frac{(n+g+\delta)^{\rho}}{(s_k)^{\rho}} \right] + \\ & [2\alpha\eta] + \left[\eta^2 \left(\frac{s_h}{s_k} \right)^{\rho} \right] + \left[\alpha^2 \left(\frac{s_k}{s_h} \right)^{\rho} \right] \end{aligned}}{\begin{aligned} & \left[\frac{(n+g+\delta)^{2\rho}}{(s_k s_h)^{\rho}} \right] - \left[2\alpha \frac{(n+g+\delta)^{\rho}}{(s_h)^{\rho}} \right] - \left[2\eta \frac{(n+g+\delta)^{\rho}}{(s_k)^{\rho}} \right] + \\ & [2\alpha\eta] + \left[\eta^2 \left(\frac{s_h}{s_k} \right)^{\rho} \right] + \left[\alpha^2 \left(\frac{s_k}{s_h} \right)^{\rho} \right] \end{aligned}} \right) \quad (E.1.37)$$

Gerekli matematiksel sadeleştirmeler yapılırsa

$$\tilde{y}_{ss}^{\rho} = \left(\frac{(1-\alpha-\eta)[(n+g+\delta)^{\rho}] \left[\left(\frac{n+g+\delta}{s_k s_h} \right)^{\rho} - \frac{\eta}{(s_k)^{\rho}} - \frac{\alpha}{(s_h)^{\rho}} \right]}{\left[\left(\frac{n+g+\delta}{s_k} \right)^{\rho} - \eta \left(\frac{s_h}{s_k} \right)^{\rho} - \alpha \right] \left[\left(\frac{n+g+\delta}{s_h} \right)^{\rho} - \alpha \left(\frac{s_k}{s_h} \right)^{\rho} - \eta \right]} \right) \quad (E.1.38)$$

elde edilir. $\tilde{y}_{ss}$ değerine ulaşmak için son olarak hem pay hem payda $s_k^{\rho} s_h^{\rho}$ ile çarpılır.

$$\tilde{y}_{ss}^{-\rho} = \left(\frac{(1-\alpha-\eta)[(n+g+\delta)^{\rho}] [(n+g+\delta)^{\rho} - \eta (s_h)^{\rho} - \alpha (s_k)^{\rho}]}{[(n+g+\delta)^{\rho} - \eta (s_h)^{\rho} - \alpha (s_k)^{\rho}] [(n+g+\delta)^{\rho} - \alpha (s_k)^{\rho} - \eta (s_h)^{\rho}]} \right) \quad (E.1.39)$$

$$\tilde{y}_{ss} = \left[\frac{1}{1-\alpha-\eta} - \frac{\alpha}{1-\alpha-\eta} \left(\frac{s_k}{n+g+\delta} \right)^{\rho} - \frac{\eta}{1-\alpha-\eta} \left(\frac{s_h}{n+g+\delta} \right)^{\rho} \right]^{-\frac{1}{\rho}} \quad (E.1.40)$$

$$z = \frac{1}{1-\alpha-\eta} \quad y = \frac{-\alpha}{1-\alpha-\eta} \quad \text{ve} \quad x = \frac{-\eta}{1-\alpha-\eta} \quad \text{olarak tanımlanırsa}$$

$$\tilde{y}_{ss} = \left[z + y \left(\frac{s_k}{n+g+\delta} \right)^{\rho} + x \left(\frac{s_h}{n+g+\delta} \right)^{\rho} \right]^{-\frac{1}{\rho}} \quad (E.1.41)$$

elde edilir. $ln\tilde{y}_{ss} = f(\rho) = \frac{ln\left[z+ye^{\rho ln(\frac{s_k}{n+g+\delta})}+xe^{\rho ln(\frac{s_h}{n+g+\delta})}\right]}{-\rho}$ ise, $\rho = 0$ ($\sigma =$

1) etrafında birinci dereceden Taylor serisi kullanılarak şu şekilde formüle edilir

$$f(\rho) \approx f(0) + \frac{f'(0)}{1}(\rho) \quad (E.1.42)$$

$f(0)$ ve $f'(0)$ sırasıyla şu şekildedir.

$$f(\rho) = \frac{ln\left[z+ye^{\rho ln(\frac{s_k}{n+g+\delta})}+xe^{\rho ln(\frac{s_h}{n+g+\delta})}\right]}{-\rho} \quad (E.1.43)$$

$$f(0) = \frac{ln[z+y+x]}{-0} = \frac{ln(1)}{0} = \frac{0}{0} = \text{tanımsız} \quad (E.1.44)$$

$$f'(\rho) = \frac{\left(\frac{ye^{\rho ln(\frac{s_k}{n+g+\delta})}ln(\frac{s_k}{n+g+\delta})+xe^{\rho ln(\frac{s_h}{n+g+\delta})}ln(\frac{s_h}{n+g+\delta})}{z+ye^{\rho ln(\frac{s_k}{n+g+\delta})}+xe^{\rho ln(\frac{s_h}{n+g+\delta})}}\right)(-\rho)-(-1)\left(ln\left[z+ye^{\rho ln(\frac{s_k}{n+g+\delta})}+xe^{\rho ln(\frac{s_h}{n+g+\delta})}\right]\right)}{(-\rho)^2} \quad (E.1.45)$$

$$f'(0) = \frac{0-(-1)ln(z+y+x)}{0^2} = \frac{ln(1)}{0} = \frac{0}{0} = \text{tanımsız} \quad (E.1.46)$$

Eşitlikleri tanımsızlıktan kurtarmak için L'Hôpital's Kuralı uygulanır.

$$f(\rho)_{L'Hopital} = \frac{\left(\frac{ye^{\rho ln(\frac{s_k}{n+g+\delta})}ln(\frac{s_k}{n+g+\delta})+xe^{\rho ln(\frac{s_h}{n+g+\delta})}ln(\frac{s_h}{n+g+\delta})}{z+ye^{\rho ln(\frac{s_k}{n+g+\delta})}+xe^{\rho ln(\frac{s_h}{n+g+\delta})}}\right)}{-1} \quad (E.1.47)$$

$$f(0)_{L'Hopital} = -yln\left(\frac{s_k}{n+g+\delta}\right) - xln\left(\frac{s_h}{n+g+\delta}\right) \quad (E.1.48)$$

$$f(0)_{L'Hopital} = \frac{\alpha}{1-\alpha-\eta}ln\left(\frac{s_k}{n+g+\delta}\right) + \frac{\eta}{1-\alpha-\eta}ln\left(\frac{s_h}{n+g+\delta}\right) \quad (E.1.49)$$

$$f'(\rho)_{L'Hopital} = \frac{\left(\frac{ye^{\rho ln(\frac{s_k}{n+g+\delta})}ln(\frac{s_k}{n+g+\delta})+xe^{\rho ln(\frac{s_h}{n+g+\delta})}ln(\frac{s_h}{n+g+\delta})}{z+ye^{\rho ln(\frac{s_k}{n+g+\delta})}+xe^{\rho ln(\frac{s_h}{n+g+\delta})}}\right)(-\rho)-(-1)\left(ln\left[z+ye^{\rho ln(\frac{s_k}{n+g+\delta})}+xe^{\rho ln(\frac{s_h}{n+g+\delta})}\right]\right)}{(-\rho)^2} \quad (E.1.50)$$

$$f(A) = \left(z + ye^{\rho \ln\left(\frac{s_k}{n+g+\delta}\right)} + xe^{\rho \ln\left(\frac{s_h}{n+g+\delta}\right)} \right)^{-1} \quad (E.1.51)$$

$$f(B) = \left(ye^{\rho \ln\left(\frac{s_k}{n+g+\delta}\right)} \ln\left(\frac{s_k}{n+g+\delta}\right) + xe^{\rho \ln\left(\frac{s_h}{n+g+\delta}\right)} \ln\left(\frac{s_h}{n+g+\delta}\right) \right) \quad (E.1.52)$$

$$f(C) = \rho \quad (E.1.53)$$

$$f(D) = \left(\ln \left[z + ye^{\rho \ln\left(\frac{s_k}{n+g+\delta}\right)} + xe^{\rho \ln\left(\frac{s_h}{n+g+\delta}\right)} \right] \right) \text{ olarak tanımlanırsa}$$

$$f'(\rho)_{L'Hopital} = \frac{-1}{2\rho} [f'(A)f(B)f(C) + f(A)f'(B)f(C) + f(A)f(B)f'(C) + f'(D)] \quad (E.1.54)$$

eşittir.

$$\begin{aligned} f'(\rho)_{L'Hopital} = & \frac{-1}{2\rho} \left[\left(\frac{(-1) \left(ye^{\rho \ln\left(\frac{s_k}{n+g+\delta}\right)} \ln\left(\frac{s_k}{n+g+\delta}\right) + xe^{\rho \ln\left(\frac{s_h}{n+g+\delta}\right)} \ln\left(\frac{s_h}{n+g+\delta}\right) \right)}{\left(z + ye^{\rho \ln\left(\frac{s_k}{n+g+\delta}\right)} + xe^{\rho \ln\left(\frac{s_h}{n+g+\delta}\right)} \right)^2} \right) f(B)f(C) + \left(ye^{\rho \ln\left(\frac{s_k}{n+g+\delta}\right)} \left[\ln\left(\frac{s_k}{n+g+\delta}\right) \right]^2 + \right. \right. \\ & \left. \left. xe^{\rho \ln\left(\frac{s_h}{n+g+\delta}\right)} \left[\ln\left(\frac{s_h}{n+g+\delta}\right) \right]^2 \right) f(A)f(C) + 1f(A)f(B) - \right. \\ & \left. \left(\frac{ye^{\rho \ln\left(\frac{s_k}{n+g+\delta}\right)} \ln\left(\frac{s_k}{n+g+\delta}\right) + xe^{\rho \ln\left(\frac{s_h}{n+g+\delta}\right)} \ln\left(\frac{s_h}{n+g+\delta}\right)}{z + ye^{\rho \ln\left(\frac{s_k}{n+g+\delta}\right)} + xe^{\rho \ln\left(\frac{s_h}{n+g+\delta}\right)} \right) \right] \end{aligned} \quad (E.1.55)$$

Gerekli matematiksel sadeleştirmeler yapıldıktan sonra aşağıdaki eşitlikler elde edilir:

$$f'(0)_{L'Hopital} = \frac{1}{2} \left[\left[\frac{\left(y \ln \left(\frac{s_k}{n+g+\delta} \right) + x \ln \left(\frac{s_h}{n+g+\delta} \right) \right)}{(z+y+x)^2} \right] \left[y \ln \left(\frac{s_k}{n+g+\delta} \right) + x \ln \left(\frac{s_h}{n+g+\delta} \right) \right] - \right. \\ \left. \left[y \left[\ln \left(\frac{s_k}{n+g+\delta} \right) \right]^2 + x \left[\ln \left(\frac{s_h}{n+g+\delta} \right) \right]^2 \right] [(z+y+x)^{-1}] \right] \quad (E.1.56)$$

$$f'(0)_{L'Hopital} = \frac{1}{2} \left[\frac{1}{(1-\alpha-\eta)^2} \left[\alpha \ln \left(\frac{s_k}{n+g+\delta} \right)^2 + \eta \ln \left(\frac{s_h}{n+g+\delta} \right)^2 - \alpha \eta \left(\ln \frac{s_k}{s_h} \right)^2 \right] \right] \quad (E.1.57)$$

Son olarak, $f(0)$ ve $f'(0)$ için bulunan değerler formülde yerine konur.

$$f(\rho) = \ln(y_{ss}) = \frac{\alpha}{1-\alpha-\eta} \ln \left(\frac{s_k}{n+g+\delta} \right) + \frac{\eta}{1-\alpha-\eta} \ln \left(\frac{s_h}{n+g+\delta} \right) \\ + \left[\frac{1}{2} \frac{\sigma-1}{\sigma} \frac{1}{(1-\alpha-\eta)^2} \left[\alpha \ln \left(\frac{s_k}{n+g+\delta} \right)^2 + \eta \ln \left(\frac{s_h}{n+g+\delta} \right)^2 - \alpha \eta \left(\ln \frac{s_k}{s_h} \right)^2 \right] \right] \quad (E.1.58)$$

$$\ln \left(\frac{Y_i}{L_i} \right) = \ln A(0) + gt - \frac{\alpha+\eta}{1-\alpha-\eta} \ln(n_i + g + \delta) + \frac{\alpha}{1-\alpha-\eta} \ln(s_{ik}) + \frac{\eta}{1-\alpha-\eta} \ln(s_{ih}) + \\ \frac{1}{2} \frac{1}{(1-\alpha-\eta)^2} \frac{\sigma-1}{\sigma} \left\{ \alpha \left[\ln \left(\frac{s_{ik}}{n_i+g+\delta} \right) \right]^2 + \eta \left[\ln \left(\frac{s_{ih}}{n_i+g+\delta} \right) \right]^2 - \alpha \eta \left[\ln \left(\frac{s_{ik}}{s_{ih}} \right) \right]^2 \right\} \quad (E.1.59)$$

Ek 4. Ampirik Analiz Sonuçları

Tablo 1.2. Ampirik Analizde Kullanılan Ülkeler

Petrol Üreticisi Olmayan Ülkeler			Orta Düzeydeki Ülkeler			OECD		
ABD ^{a, b, c}	Hollanda ^{a, b, c}	Norveç ^{a, b, c}	ABD ^{a, b, c}	Haiti ^a	Nikaragua ^{a, b, c}	ABD ^{a, b, c}	Hollanda ^{a, b, c}	Norveç ^{a, b, c}
Almanya ^a	Honduras ^{a, b, c}	Orta Afr. Cum. ^{a, b, c}	Almanya ^a	Hindistan ^{a, b, c}	Norveç ^{a, b, c}	Almanya ^a	İrlanda ^{a, b, c}	Portekiz ^{a, b, c}
Angola ^{a, b}	Hong Kong ^{a, b, c}	Pakistan ^{a, b, c}	Arjantin ^{a, b, c}	Hollanda ^{a, b, c}	Pakistan ^{a, b, c}	Avustralya ^{a, b}	İspanya ^{a, b, c}	Türkiye ^{a, b, c}
Arjantin ^{a, b, c}	İrlanda ^{a, b, c}	Panama ^{a, b, c}	Avustralya ^{a, b}	Honduras ^{a, b, c}	Panama ^{a, b, c}	Avusturya ^{a, b, c}	İsveç ^{a, b, c}	UK ^{a, b, c}
Avustralya ^{a, b}	İspanya ^{a, b, c}	Papua Yeni Gine ^{a, b}	Avusturya ^{a, b, c}	Hong Kong ^{a, b, c}	Paraguay ^{a, b, c}	Belçika ^{a, b, c}	İsviçre ^{a, b, c}	Yeni Zelanda ^{a, b, c}
Avusturya ^{a, b, c}	İsrail ^{a, b, c}	Paraguay ^{a, b, c}	Bangladeş ^{a, b, c}	İrlanda ^{a, b, c}	Peru ^{a, b, c}	Danimarka ^{a, b, c}	İtalya ^{a, b, c}	Yunanistan ^{a, b, c}
Bangladeş ^{a, b, c}	İsveç ^{a, b, c}	Peru ^{a, b, c}	Belçika ^{a, b, c}	İspanya ^{a, b, c}	Portekiz ^{a, b, c}	Finlandiya ^{a, b, c}	Japonya ^{a, b, c}	
Belçika ^{a, b, c}	İsviçre ^{a, b, c}	Portekiz ^{a, b, c}	Bolivya ^{a, b, c}	İsrail ^{a, b, c}	Senegal ^{a, b, c}	Fransa ^{a, b, c}	Kanada ^{a, b, c}	
Benin ^{a, b}	İtalya ^{a, b, c}	Ruanda ^{a, b, c}	Botsvana ^{a, b, c}	İsveç ^{a, b, c}	Singapur ^{a, b, c}			
Bolivya ^{a, b, c}	Jamaika ^{a, b, c}	Senegal ^{a, b, c}	Brezilya ^{a, b, c}	İsviçre ^{a, b, c}	Sri Lanka ^{a, b, c}			
Botsvana ^{a, b, c}	Japonya ^{a, b, c}	Sierra Leone ^a	Burma ^a	İtalya ^{a, b, c}	Suriye ^{a, b, c}			
Brezilya ^{a, b, c}	Kamerun ^{a, b, c}	Singapur ^{a, b, c}	Cezayir ^{a, b, c}	Jamaika ^{a, b, c}	Şili ^{a, b, c}			
Burkina Faso ^{a, b, c}	Kanada ^{a, b, c}	Somali ^a	Danimarka ^{a, b, c}	Japonya ^{a, b, c}	Tanzanya ^{a, b, c}			
Burma ^a	Kenya ^{a, b, c}	Sri Lanka ^{a, b, c}	Dominik Cum. ^{a, b, c}	Kamerun ^{a, b, c}	Tayland ^{a, b, c}			
Burundi ^{a, b, c}	Kolombiya ^{a, b, c}	Sudan ^a	Ekvator ^{a, b, c}	Kanada ^{a, b, c}	Trinidad Tobago ^{a, b}			
Cezayir ^{a, b, c}	Kongo Cum. ^{a, b}	Suriye ^{a, b, c}	El Salvador ^{a, b, c}	Kenya ^{a, b, c}	Tunus ^{a, b, c}			
Çad ^{a, c}	Kongo D. Cum. ^{a, b, c}	Şili ^{a, b, c}	Endonezya ^{a, b, c}	Kolombiya ^{a, b, c}	Türkiye ^{a, b, c}			
Danimarka ^{a, b, c}	Kore Cum. ^{a, b, c}	Tanzanya ^{a, b, c}	Etiyopya ^{a, b, c}	Kore Cum. ^{a, b, c}	UK ^{a, b, c}			
Dominik Cum. ^{a, b, c}	Kosta Rika ^{a, b, c}	Tayland ^{a, b, c}	Fas ^{a, b, c}	Kosta Rika ^{a, b, c}	Uruguay ^{a, b, c}			
Ekvator ^{a, b, c}	Liberya ^a	Togo ^{a, b}	Fildişi Sahili ^{a, b}	Madagaskar ^{a, b, c}	Ürdün ^{a, b, c}			
El Salvador ^{a, b, c}	Madagaskar ^{a, b, c}	Trinidad Tobago ^{a, b}	Filipinler ^{a, b}	Malavi ^{a, b, c}	Venezuela ^{a, b, c}			
Endonezya ^{a, b, c}	Malavi ^{a, b, c}	Tunus ^{a, b, c}	Finlandiya ^{a, b, c}	Malezya ^{a, b, c}	Yeni Zelanda ^{a, b, c}			
Etiyopya ^{a, b, c}	Malezya ^{a, b, c}	Türkiye ^{a, b, c}	Fransa ^{a, b, c}	Mali ^{a, b, c}	Yunanistan ^{a, b, c}			
Fas ^{a, b, c}	Mali ^{a, b, c}	Uganda ^{a, b}	Guatemala ^{a, b, c}	Meksika ^{a, b, c}	Zambiya ^{a, b}			
Fildişi Sahili ^{a, b}	Mauritius ^{a, b, c}	UK ^{a, b, c}	Güney Afrika ^{a, b, c}	Nijerya ^{a, b, c}	Zimbabve ^{a, b}			
Filipinler ^{a, b}	Meksika ^{a, b, c}	Uruguay ^{a, b, c}						
Finlandiya ^{a, b, c}	Mısır ^{a, b, c}	Ürdün ^{a, b, c}						
Fransa ^{a, b, c}	Moritanya ^{a, b, c}	Venezuela ^{a, b, c}						
Gana ^{a, b, c}	Mozambik ^{a, b, c}	Yeni Zelanda ^{a, b, c}						
Guatemala ^{a, b, c}	Nepal ^{a, b, c}	Yunanistan ^{a, b, c}						
Güney Afrika ^{a, b, c}	Nijer ^{a, b, c}	Zambiya ^{a, b}						
Haiti ^a	Nijerya ^{a, b, c}	Zimbabve ^{a, b}						
Hindistan ^{a, b, c}	Nikaragua ^{a, b, c}							

Not: ^a PWT 4.0 veri seti için (1.44), (1.54), (1.60), (1.64), (3.24), (3.25), (3.26), (3.27) ve (3.28) numaralı regresyonun tahmininde kullanılan ülkeleri; ^b PWT 6.0 veri seti için (1.44), (1.54), (1.60), (1.64), (3.24), (3.25), (3.26), (3.27) ve (3.28) numaralı regresyonun tahmininde kullanılan ülkeleri; ^c PWT 7.1 veri seti için (1.44), (1.54), (1.60), (1.64), (2.63), (2.64), (3.24), (3.25), (3.26), (3.27) ve (3.28) numaralı regresyonun tahmininde kullanılan ülkeleri göstermektedir.

Tablo 1.5. Tahmin Sonuçları (PWT 4.0)

Bağımlı Değişken: $\ln(1985 \text{ yılındaki çalışan başına çıktı})$												
Kısıtlanmamış Regresyon												
	Denklem (1.44) Temel Solow-CD			Denklem (1.60) Temel Solow-CES			Denklem (1.54) Genişletilmiş Solow-CD			Denklem (1.64) Genişletilmiş Solow-CES		
Sınıflandırma	(i) (1)	(ii) (2)	(iii) (3)	(i) (4)	(ii) (5)	(iii) (6)	(i) (7)	(ii) (8)	(iii) (9)	(i) (10)	(ii) (11)	(iii) (12)
Gözlem Sayısı	98	75	22	98	75	22	98	75	22	98	75	22
Sabit Terim	5.4299*** (1.5839)	5.3459*** (1.5431)	8.0206*** (2.5179)	6.6878*** (1.7764)	5.5210*** (1.8133)	5.8256* (3.2283)	6.8444*** (1.1774)	7.7913*** (1.1924)	8.6369*** (2.2143)	9.0584*** (1.3131)	8.7966*** (1.4674)	10.2422** (3.6224)
$\ln(s_{ik})$	1.4240*** (0.1431)	1.3176*** (0.1709)	0.4999 (0.4339)	1.0024*** (0.3111)	1.2383*** (0.4568)	5.2477 (4.4205)	0.6967*** (0.1328)	0.7004*** (0.1506)	0.2761 (0.3889)	1.1712** (0.4863)	0.7755 (0.6958)	-1.4914 (4.8911)
$\ln(n_i + g + \delta)$	-1.9898*** (0.5634)	-2.0172*** (0.5339)	-0.7419 (0.8522)	-1.0991 (0.8091)	-1.8771** (0.9213)	-5.0788 (4.1072)	-1.7452*** (0.4159)	-1.4998*** (0.4032)	-1.0755 (0.7560)	-1.0581* (0.5749)	-0.9526 (0.7138)	-2.5427 (3.9229)
$\ln(s_{ih})$	-	-	-	-	-	-	0.6545*** (0.0727)	0.7305*** (0.0952)	0.7676** (0.2933)	0.4814 (0.2954)	0.5487 (0.3725)	4.3853** (1.7466)
$[\ln(s_{ik}) - \ln(n_i + g + \delta)]^2$	-	-	-	0.3346 (0.2196)	0.0534 (0.2850)	-1.6437 (1.5231)	-	-	-	0.1113 (0.1712)	0.1573 (0.2378)	-0.3881 (1.5256)
$[\ln(s_{ih}) - \ln(n_i + g + \delta)]^2$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.2586*** (0.0753)	0.1117 (0.1294)	-0.9258 (1.1456)
$[\ln(s_{ik}) - \ln(s_{ih})]^2$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-0.2116** (0.1034)	-0.1168 (0.1524)	1.3818** (0.6252)
Std. Hata	0.69	0.61	0.38	0.68	0.61	0.38	0.51	0.45	0.33	0.47	0.46	0.31
Düzeltilmiş R^2	0.59	0.59	0.01	0.60	0.58	0.02	0.78	0.77	0.24	0.81	0.77	0.35
Kısıtlanmış Regresyon												
Sabit Terim	6.8724*** (0.1206)	7.0929*** (0.1456)	8.6244*** (0.5333)	6.9370*** (0.1246)	7.1683*** (0.1823)	5.5775* (2.7607)	7.8531*** (0.1400)	7.9662*** (0.1544)	8.7163*** (0.4662)	7.8749*** (0.1695)	7.9818*** (0.1799)	7.0211*** (1.7001)
α	0.5981*** (0.0201)	0.5886*** (0.0235)	0.3564** (0.1513)	0.4984*** (0.0763)	0.5327*** (0.0968)	0.8322*** (0.1108)	0.3082*** (0.0425)	0.2904*** (0.0481)	0.1379 (0.1472)	0.2395*** (0.0484)	0.2615*** (0.0697)	0.4610* (0.2443)
η	-	-	-	-	-	-	0.2743*** (0.0332)	0.3002*** (0.0400)	0.3746*** (0.1200)	0.3582*** (0.0512)	0.3243*** (0.0655)	0.3558** (0.1731)
σ	-	-	-	1.5425* (0.8336)	1.1668*** (0.3931)	0.9048*** (0.0494)	-	-	-	1.1894*** (0.0337)	1.0745*** (0.0695)	0.8663*** (0.0641)
Std. Hata	0.69	0.61	0.37	0.68	0.61	0.37	0.51	0.45	0.32	-	-	-
Düzeltilmiş R^2	0.59	0.59	0.06	0.60	0.58	0.07	0.78	0.77	0.28	-	-	-

Not: Parantez içinde verilen değerler katsayıların standart hatasını vermektedir. ***, ** ve * sırasıyla %1, %5 ve %10 düzeyindeki istatistiksel anlamlılığı ifade etmektedir. Denklem (1.64)'ün kısıtlanmış versiyonu NLLS ile tahmin edilirken, diğer tüm regresyonlar OLS ile tahmin edilmiştir.

Tablo 1.6. Tahmin Sonuçları (PWT 6.0)

Bağımlı Değişken: $\ln(1995 \text{ yılındaki çalışan başına çıktı})$												
Kısıtlanmamış Regresyon												
	Denklem (1.44) Temel Solow-CD			Denklem (1.60) Temel Solow-CES			Denklem (1.54) Genişletilmiş Solow-CD			Denklem (1.64) Genişletilmiş Solow-CES		
Sınıflandırma	(i) (1)	(ii) (2)	(iii) (3)	(i) (4)	(ii) (5)	(iii) (6)	(i) (7)	(ii) (8)	(iii) (9)	(i) (10)	(ii) (11)	(iii) (12)
Gözlem Sayısı	90	72	21	90	72	21	90	72	21	90	72	21
Sabit Terim	4.1561*** (1.3823)	4.5849*** (1.4427)	7.7930*** (2.3725)	5.3873*** (1.5645)	4.7561*** (1.6409)	7.5927*** (2.3701)	5.8123*** (1.1190)	7.9186*** (1.0736)	9.4824*** (1.9758)	8.6383*** (1.4189)	8.0545*** (1.3899)	11.8316*** (1.9559)
$\ln(s_{ik})$	1.0729*** (0.1021)	1.1053*** (0.1444)	0.3821 (0.3728)	0.9870*** (0.1141)	1.0692*** (0.2167)	2.7889 (2.2763)	0.5372*** (0.1096)	0.6038*** (0.1158)	0.0780 (0.3137)	0.8826*** (0.2166)	0.7307*** (0.2582)	-2.7815 (2.3018)
$\ln(n_i + g + \delta)$	-2.6594*** (0.4942)	-2.5364*** (0.4986)	-1.0695 (0.7495)	-2.0670*** (0.6102)	-2.4324*** (0.6832)	-2.9797 (1.9324)	-2.3495*** (0.3940)	-1.8144*** (0.3563)	-1.1873* (0.6038)	-1.3754*** (0.4900)	-1.4683*** (0.5013)	-0.6239 (2.3546)
$\ln(s_{ih})$	-	-	-	-	-	-	0.6473*** (0.0893)	0.8499*** (0.0981)	1.0566*** (0.3210)	0.5138** (0.2072)	0.4815** (0.2069)	3.6508** (1.4310)
$[\ln(s_{ik}) - \ln(n_i + g + \delta)]^2$	-	-	-	0.1786 (0.1098)	0.0376 (0.1677)	-0.8750 (0.8165)	-	-	-	0.1414 (0.0864)	0.1406 (0.1151)	0.6524 (1.2425)
$[\ln(s_{ih}) - \ln(n_i + g + \delta)]^2$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.2033** (0.0969)	-0.0759 (0.1435)	-2.2495* (1.2694)
$[\ln(s_{ik}) - \ln(s_{ih})]^2$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-0.2043** (0.0832)	-0.0962 (0.0988)	0.6210 (1.2010)
Std. Hata	0.61	0.59	0.30	0.60	0.59	0.30	0.48	0.41	0.24	0.46	0.40	0.21
Düzeltilmiş R^2	0.68	0.65	0.12	0.69	0.65	0.13	0.80	0.83	0.43	0.82	0.84	0.59
Kısıtlanmış Regresyon												
Sabit Terim	8.2439*** (0.0849)	8.1912*** (0.1163)	9.4849*** (0.3742)	8.1295*** (0.0908)	8.1918*** (0.1157)	7.9569*** (1.2166)	8.8431*** (0.1048)	8.8464*** (0.1046)	9.6128*** (0.2985)	8.7310*** (0.1178)	8.8390*** (0.1092)	9.7638*** (0.3411)
α	0.5494*** (0.0189)	0.5691*** (0.0224)	0.3611*** (0.1101)	0.5035*** (0.0282)	0.5175*** (0.0517)	0.7505*** (0.1166)	0.2681*** (0.0435)	0.2539*** (0.0392)	0.0417 (0.1159)	0.2343*** (0.0471)	0.2502*** (0.0424)	-0.0357 (0.1750)
η	-	-	-	-	-	-	0.2963*** (0.0398)	0.3482*** (0.0361)	0.4935*** (0.1134)	0.3546*** (0.0556)	0.3515*** (0.0423)	0.6942*** (0.0745)
σ	-	-	-	1.3706*** (0.2395)	1.2215*** (0.2794)	0.8651*** (0.0414)	-	-	-	1.2089*** (0.0438)	1.0167*** (0.0478)	0.6357*** (0.1588)
Std. Hata	0.63	0.61	0.30	0.61	0.60	0.30	0.50	0.41	0.24	-	-	-
Düzeltilmiş R^2	0.66	0.63	0.14	0.68	0.63	0.18	0.79	0.83	0.46	-	-	-

Not: Parantez içinde verilen değerler katsayıların standart hatasını vermektedir. ***, ** ve * sırasıyla %1, %5 ve %10 düzeyindeki istatistiksel anlamlılığı ifade etmektedir. Denklem (1.64)'ün kısıtlanmış versiyonu NLLS ile tahmin edilirken, diğer tüm regresyonlar OLS ile tahmin edilmiştir

Tablo 1.7. Tahmin Sonuçları (PWT 7.1)

Bağımlı Değişken: $\ln(2010 \text{ yılındaki çalışan başına çıktı})$												
Kısıtlanmamış Regresyon												
	Denklem (1.44) Temel Solow-CD			Denklem (1.60) Temel Solow-CES			Denklem (1.54) Genişletilmiş Solow-CD			Denklem (1.64) Genişletilmiş Solow-CES		
Sınıflandırma	(i) (1)	(ii) (2)	(iii) (3)	(i) (4)	(ii) (5)	(iii) (6)	(i) (7)	(ii) (8)	(iii) (9)	(i) (10)	(ii) (11)	(iii) (12)
Gözlem Sayısı	79	66	20	79	66	20	79	66	20	79	66	20
Sabit Terim	-3.4900 (2.1728)	-2.3648 (1.9472)	7.7455** (3.2785)	-4.9482** (2.2750)	-3.9285* (2.1192)	8.1690** (2.9309)	2.3895 (1.9118)	3.0850 (2.5021)	9.7365*** (3.1794)	0.8879 (2.3738)	0.9170 (2.2899)	10.3334*** (2.4715)
$\ln(s_{ik})$	1.2867*** (0.3079)	0.9521*** (0.3307)	0.4006 (0.4985)	3.7719*** (1.3602)	3.6280** (1.5796)	6.4102** (2.6348)	0.7361*** (0.2553)	0.7936*** (0.2924)	0.4869 (0.4613)	1.0514 (1.3901)	1.3475 (1.4162)	6.9524** (2.4107)
$\ln(n_i + g + \delta)$	-5.5581*** (0.7758)	-5.0189*** (0.6893)	-1.2747 (0.9670)	-8.196*** (1.6012)	-7.8223*** (1.7558)	-5.7535** (2.1191)	-4.5570*** (0.6280)	-4.3461*** (0.6235)	-1.1230 (0.8942)	-6.0018*** (1.4029)	-8.8625*** (1.7374)	-7.2104*** (1.8444)
$\ln(s_{ih})$	-	-	-	-	-	-	1.5677*** (0.2274)	1.5591*** (0.3503)	0.5993* (0.2987)	2.1405** (0.8545)	4.0165*** (1.1151)	1.9747 (1.7356)
$[\ln(s_{ik}) - \ln(n_i + g + \delta)]^2$	-	-	-	-1.2394* (0.6613)	-1.2860* (0.7428)	-2.2250** (0.9615)	-	-	-	-0.5176 (0.5463)	-1.2621* (0.66069)	-2.2019** (0.7794)
$[\ln(s_{ih}) - \ln(n_i + g + \delta)]^2$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-0.3119 (0.3764)	-2.5764*** (0.7363)	-2.1013 (1.2626)
$[\ln(s_{ik}) - \ln(s_{ih})]^2$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.3207 (0.3681)	1.0086** (0.4746)	-0.3234 (0.5837)
Std. Hata	0.94	0.82	0.30	0.93	0.81	0.26	0.74	0.72	0.27	0.75	0.66	0.21
Düzeltilmiş R^2	0.49	0.49	0.17	0.51	0.51	0.34	0.68	0.61	0.30	0.68	0.67	0.58
Kısıtlanmış Regresyon												
Sabit Terim	7.0945*** (0.3566)	7.5280*** (0.4018)	9.8816*** (0.3761)	6.2973*** (0.7524)	6.6427*** (0.9547)	6.9006*** (1.2687)	8.1245*** (0.2868)	8.0556*** (0.3187)	9.8263*** (0.3426)	8.1522*** (0.2543)	7.7423*** (0.4902)	7.8458*** (0.9387)
α	0.6649*** (0.0350)	0.6413*** (0.0439)	0.4007*** (0.1001)	0.7933*** (0.0672)	0.7871*** (0.0860)	0.8496*** (0.0466)	0.2511*** (0.0593)	0.2535*** (0.0625)	0.2369** (0.1102)	0.2209*** (0.0716)	0.3047*** (0.0851)	0.4588*** (0.1265)
η	-	-	-	-	-	-	0.4851*** (0.0541)	0.4999*** (0.0605)	0.2868** (0.1096)	0.5010*** (0.0659)	0.5286*** (0.0686)	0.3962*** (0.1203)
σ	-	-	-	0.9103*** (0.0150)	0.9053*** (0.0156)	0.9037*** (0.0236)	-	-	-	1.0954*** (0.0922)	0.8829*** (0.0158)	0.8804*** (0.0276)
Std. Hata	1.08	0.97	0.29	1.07	0.97	0.26	0.78	0.75	0.26	-	-	-
Düzeltilmiş R^2	0.34	0.29	0.20	0.34	0.29	0.37	0.65	0.58	0.34	-	-	-

Not: Parantez içinde verilen değerler katsayıların standart hatasını vermektedir. ***, ** ve * sırasıyla %1, %5 ve %10 düzeyindeki istatistiksel anlamlılığı ifade etmektedir. Denklem (1.64)'ün kısıtlanmış versiyonu NLLS ile tahmin edilirken, diğer tüm regresyonlar OLS ile tahmin edilmiştir.

Ek 5. CES Üretim Fonksiyonu ve Gelir Dağılımı

y ile w arasındaki ilişkiyi gösteren içbükey üssel fonksiyon aşağıdaki gibi tanımlanabilir:

$$y = a(y - ky')^\sigma \quad (\text{E.2.1})$$

$\left(\frac{y}{a}\right)^{1/\sigma} = (y - ky')$ ve $y' = \frac{dY}{dK} = \frac{dY}{dL} \frac{dL}{dK} = \frac{dy}{dk}$ olduğuna göre, $k \frac{dy}{dk} = y \left(1 - a^{\frac{-1}{\sigma}} y^{\frac{1}{\sigma}-1}\right)$ eşittir. $a^{\frac{-1}{\sigma}} = \alpha$ ve $\frac{1}{\sigma} - 1 = \rho$ olarak tanımlanırsa (α ve ρ , σ 'nın bir fonksiyonudur)

$$\frac{dk}{k} = \frac{dy}{y(1-\alpha y^\rho)} \quad (\text{E.2.2})$$

elde edilir. Eşitliğin sağ tarafında yer alan ifadede gerekli sadeleştirmeler yapıldığında ($dy = A; y = B; 1 - \alpha y^\rho = C$) $\left(\frac{A}{BC} = \frac{A}{B} + \frac{A(1-C)}{BC}\right)$

$$\frac{dk}{k} = \frac{dy}{y} + \frac{\alpha y^{\rho-1}}{1-\alpha y^\rho} dy \quad (\text{E.2.3})$$

eşitliğine ulaşılır. Her iki tarafın integrali alındığında aşağıdaki eşitliğe ulaşılır

$$\int \frac{dk}{k} = \int \frac{dy}{y} + \int \frac{\alpha y^{\rho-1}}{1-\alpha y^\rho} dy \quad (\text{E.2.4})$$

$$\ln k = \ln y - \frac{1}{\rho} \ln(1 - \alpha y^\rho) + \frac{1}{\rho} \ln \eta \quad (\text{E.2.5})$$

$\frac{1}{\rho} \ln \eta$ sabit terimi temsil etmektedir. Gerekli matematiksel işlemler yapıldığında

$$y = (\eta k^{-\rho} + \alpha)^{\frac{-1}{\rho}} \Rightarrow \left(\frac{Y}{L}\right)^{-\rho} = \left(\eta \left(\frac{K}{L}\right)^{-\rho} + \alpha\right) \quad (\text{E.2.6})$$

elde edilir. Son olarak eşitliğin her iki tarafı $L^{-\rho}$ çarpıldığında, CES üretim fonksiyonu, y ile w arasındaki söz konusu konkav üssel ilişkiden türetilmiş olur.

$$Y = [\eta K^{-\rho} + \alpha L^{-\rho}]^{\frac{-1}{\rho}} \quad (\text{E.2.7})$$

$$Y = \left[\eta K^{\sigma-1/\sigma} + \alpha L^{\sigma-1/\sigma}\right]^{\sigma/\sigma-1} \quad (\text{E.2.8})$$

Ek 6. Normalize Edilmiş CES Üretim Fonksiyonu ve Birinci Teorem

CES üretim fonksiyonu ve bu üretim fonksiyonu için tanımlanmış üç farklı değişkene ait referans noktası değerleri aşağıdaki gibi tanımlanmış olsun.

$$Y = A[ak^\rho + (1-a)L^\rho]^{1/\rho} \rightarrow \left(\rho = \frac{\sigma-1}{\sigma}\right) \quad (\text{E.2.9})$$

$$y = f(k) = A[ak^\rho + (1-a)]^{1/\rho} \quad (\text{E.2.10})$$

Sermaye-işgücü oranı: $(\bar{k})$

Kişi başına gelir: $(\bar{y} = f(\bar{k}))$

$$\text{Marjinal ikame oranı: } \left(\bar{m} = \frac{f(\bar{k}) - \bar{k}f'(\bar{k})}{f'(\bar{k})}\right)$$

Marjinal ikame oranı, tam rekabet varsayımı altında, $\frac{\partial Y/\partial L}{\partial Y/\partial K} = \frac{w}{r} = m$ ifadesine eşit olduğuna göre, $\bar{m} = \frac{1-a}{a}\bar{k}^{1-\rho}$ eşittir. Benzer şekilde, $y = f(k) = A[ak^\rho + (1-a)]^{1/\rho}$ olduğuna göre, $\bar{y} = f(\bar{k}) = A[a\bar{k}^\rho + (1-a)]^{1/\rho}$ eşittir.

$\bar{m} = \frac{1-a}{a}\bar{k}^{1-\rho}$ ve $\bar{y} = A[a\bar{k}^\rho + (1-a)]^{1/\rho}$ eşitlikleri kullanılarak, a ve A 'nın sadece σ 'nın bir fonksiyonu olduğu gösterilebilir.

$$\bar{m}a = (1-a)\bar{k}^{1-\rho} \quad (\text{E.2.11})$$

$$a = \frac{\bar{k}^{1-\rho}}{\bar{m} + \bar{k}^{1-\rho}} = a(\sigma, \bar{k}, \bar{m}) \equiv a(\sigma) \quad (\text{E.2.12})$$

$$A = \frac{\bar{y}}{[a\bar{k}^\rho + (1-a)]^{1/\rho}} = \frac{\bar{y}}{\left(\frac{\bar{k}^{1-\rho}}{\bar{m} + \bar{k}^{1-\rho}}\right)\bar{k}^\rho + (1-a)} = \frac{\bar{y}}{\left(\frac{\bar{k} + \bar{m}}{\bar{m} + \bar{k}^{1-\rho}}\right)^{1/\rho}} = \bar{y} \left(\frac{\bar{k}^{1-\rho} + \bar{m}}{\bar{k} + \bar{m}}\right)^{1/\rho} =$$

$$A(\sigma, \bar{k}, \bar{m}, \bar{y}) \equiv A(\sigma) \quad (\text{E.2.13})$$

Elde edilen bilgiler kapsamında normalize edilmiş CES üretim fonksiyonu şu şekilde tanımlanır

$$y = f_{\sigma}(k) = A(\sigma)[a(\sigma)k^{\rho} + (1 - a(\sigma))]^{1/\rho} \quad (\text{E.2.14})$$

Normalize edilmiş CES üretim fonksiyonu, sermayenin gelir içindeki payı (π) kullanılarak yeniden tanımlanabilir

$$\pi = \frac{k f'_{\sigma}(k)}{f_{\sigma}(k)} = \frac{A^{\frac{1}{\rho}}(ak^{\rho} + (1-a))^{\frac{1}{\rho}-1} ak^{\rho-1} \rho k}{A(ak^{\rho} + (1-a))^{\frac{1}{\rho}}} = \frac{ak^{\rho}}{ak^{\rho} + (1-a)} = \frac{ak^{\rho}}{\left(\frac{y}{A}\right)^{\rho}} = a \left[\frac{Ak}{f_{\sigma}(k)} \right]^{\rho} =$$

$$\left[\frac{Ak}{A(ak^{\rho} + (1-a))^{\frac{1}{\rho}}} \right]^{\rho} = \frac{k^{\rho}}{k^{\rho} + \frac{(1-a)}{a}} = \frac{k^{\rho}}{k^{\rho} + \bar{m}/\bar{k}^{1-\rho}} = \frac{k^{\rho} \bar{k}^{1-\rho}}{k^{\rho} \bar{k}^{1-\rho} + \bar{m}} = \pi(k, \sigma, \bar{k}, \bar{m}) = \pi(k, \sigma) \quad (\text{E.2.15})$$

Bu eşitliğe göre, π , σ ve k 'ya bağlıdır. $k = \bar{k}$ olduğu durumda ise, her ikisine de bağlı değildir.

$$\bar{\pi} = a \left[\frac{A\bar{k}}{\bar{y}} \right]^{\rho} = \frac{\bar{k}}{\bar{k} + \bar{m}} \quad (\text{E.2.16})$$

$\frac{\pi}{\bar{\pi}} = \frac{k^{\rho} \bar{k}^{1-\rho}}{k^{\rho} \bar{k}^{1-\rho} + \bar{m}} \frac{\bar{k} + \bar{m}}{\bar{k}}$ ve $\frac{1-\pi}{1-\bar{\pi}} = \frac{k^{\rho} \bar{k}^{1-\rho} + \bar{m}}{\bar{k} + \bar{m}}$ olduğuna göre, $\frac{\pi}{\bar{\pi}} \frac{1-\bar{\pi}}{1-\pi} = \left(\frac{k}{\bar{k}}\right)^{\rho}$ eşittir. Normalize edilmiş CES üretim fonksiyonunda A ve a 'yı yerine koyarsak

$$y = f_{\sigma}(k) = \bar{y} \left(\frac{\bar{k}^{1-\rho} + \bar{m}}{\bar{k} + \bar{m}} \right)^{1/\rho} \left[\frac{\bar{k}^{1-\rho}}{\bar{m} + \bar{k}^{1-\rho}} k^{\rho} + \left(1 - \frac{\bar{k}^{1-\rho}}{\bar{m} + \bar{k}^{1-\rho}} \right) \right]^{1/\rho} = \bar{y} \left(\frac{k^{\rho} \bar{k}^{1-\rho} + \bar{m}}{\bar{k} + \bar{m}} \right)^{1/\rho} \quad (\text{E.2.17})$$

elde edilir. $\frac{\pi}{\bar{\pi}}$ eşitliği kullanılarak, normalize edilmiş CES üretim fonksiyonu şu şekilde yeniden tanımlanır

$$y = f_{\sigma}(k) = \frac{\bar{y}}{\bar{k}} \left(\frac{\pi}{\bar{\pi}} \right)^{1/\rho} k \quad (\text{E.2.18})$$

Normalize edilmiş CES üretim fonksiyonu (kişi başına gelir) ile ikame esnekliği arasındaki ilişkiyi göstermek için π ve $f_{\sigma}(k)$ 'nın, σ 'ya göre kısmi türevi alınır.

$$\pi = \frac{k^{\rho} \bar{k}^{1-\rho}}{k^{\rho} \bar{k}^{1-\rho} + \bar{m}} = \frac{e^{\rho \ln k} \bar{k} e^{-\rho \ln \bar{k}}}{e^{\rho \ln k} \bar{k} e^{-\rho \ln \bar{k}} + \bar{m}} \text{ ve } \rho = \frac{\sigma-1}{\sigma} \text{ olduğuna göre}$$

$$\frac{\partial \pi}{\partial \sigma} = \frac{\partial \pi}{\partial \rho} \frac{\partial \rho}{\partial \sigma} =$$

$$\left[\frac{[(k^{\rho} \bar{k}^{1-\rho} \ln k) - (k^{\rho} \bar{k}^{1-\rho} \ln \bar{k})][k^{\rho} \bar{k}^{1-\rho} + \bar{m}]}{[k^{\rho} \bar{k}^{1-\rho} + \bar{m}]^2} - \frac{[(k^{\rho} \bar{k}^{1-\rho} \ln k) - (k^{\rho} \bar{k}^{1-\rho} \ln \bar{k})][k^{\rho} \bar{k}^{1-\rho}]}{[k^{\rho} \bar{k}^{1-\rho} + \bar{m}]^2} \right] \frac{1}{\sigma^2} =$$

$$\frac{k^\rho \bar{k}^{1-\rho} \bar{m}}{[k^\rho \bar{k}^{1-\rho} + \bar{m}]^2} \ln\left(\frac{k}{\bar{k}}\right) \frac{1}{\sigma^2} = \frac{1}{\sigma^2} \pi(1-\pi) \ln\left(\frac{k}{\bar{k}}\right)$$

(E.2.19)

elde edilir. Benzer şekilde, $y = f_\sigma(k) = \frac{\bar{y}}{\bar{k}} \left(\frac{\bar{\pi}}{\pi}\right)^{1/\rho} k = \frac{\bar{y}}{\bar{k}} k e^{1/\rho \ln(\frac{\bar{\pi}}{\pi})}$ olduğuna göre

$$\begin{aligned} \frac{\partial f_\sigma(k)}{\partial \sigma} &= \frac{\partial f_\sigma(k)}{\partial \rho} \frac{\partial \rho}{\partial \sigma} = \frac{\bar{y}}{\bar{k}} k e^{\frac{1}{\rho} \ln(\frac{\bar{\pi}}{\pi})} \left[\left(\frac{-1}{\rho^2} \right) \ln\left(\frac{\bar{\pi}}{\pi}\right) + \left(-\frac{\partial \pi / \partial \rho}{\pi} \right) \left(\frac{1}{\rho} \right) \right] \frac{1}{\sigma^2} = \\ &= \left(\frac{-1}{\sigma^2} \right) \frac{\bar{y}}{\bar{k}} k \left(\frac{\bar{\pi}}{\pi} \right)^{1/\rho} \left[\left(\frac{1}{\rho^2} \right) \ln\left(\frac{\bar{\pi}}{\pi}\right) + \frac{1}{\rho} \pi(1-\pi) \ln\left(\frac{k}{\bar{k}}\right) \frac{1}{\pi} \right] = \left(\frac{-1}{\sigma^2} \right) y \left(\frac{1}{\rho^2} \right) \left[\ln\left(\frac{\bar{\pi}}{\pi}\right) + (1-\pi) \ln\left(\frac{k}{\bar{k}}\right)^\rho \right] \\ &= \left(\frac{-1}{\sigma^2} \right) y \left(\frac{1}{\rho^2} \right) \left[\ln\left(\frac{\bar{\pi}}{\pi}\right) + (1-\pi) \ln\left(\frac{\pi}{\bar{\pi}} \frac{1-\bar{\pi}}{1-\pi}\right) \right] = \left(\frac{-1}{\sigma^2} \right) y \left(\frac{1}{\rho^2} \right) \left[\pi \ln\left(\frac{\bar{\pi}}{\pi}\right) + (1-\pi) \ln\left(\frac{1-\bar{\pi}}{1-\pi}\right) \right] \end{aligned} \quad (E.2.20)$$

elde edilir.

EK 7. Ampirik Analiz Sonuçları

Tablo 2.1. Ülke Sınıflandırması

Düşük Gelirli Ülkeler (DG) (27)		Alt Orta Gelirli Ülkeler (AOG) (31)		Üst Orta Gelirli Ülkeler (UOG) (27)		Yüksek Gelirli Ülkeler (YG) (40)	
Afganistan	Mali ^{a, b, c, d}	Angola ^{a, b, c, d}	Lesotho ^{a, b}	Arjantin ^{a, b, c, d}	Kolombiya ^{a, b, c, d}	ABD ^{a, b, c, d}	Japonya ^{a, b, c, d}
Benin ^{a, b, c, d}	Mozambik ^{a, b, c, d}	Bangladeş ^{a, b, c, d}	Mısır ^{a, b, c, d}	Botsvana ^{a, b, c, d}	Kosta Rika ^{a, b, c, d}	Almanya ^{a, b}	Kanada ^{a, b, c, d}
Burkina Faso ^{a, b, c, d}	Nepal ^{a, b, c, d}	Bolivya ^{a, b, c, d}	Moritanya ^{a, b, c, d}	Brezilya ^{a, b, c, d}	Malezya ^{a, b, c, d}	Avustralya ^{a, b, c, d}	Kıbrıs
Burundi ^{a, b, c, d}	Nijer ^{a, b, c, d}	Burma ^{a, b}	Nikaragua ^{a, b, c, d}	Cezayir ^{a, b, c, d}	Mauritius ^{a, b, c, d}	Avusturya ^{a, b, c, d}	Kore Cum. ^{a, b, c, d}
Çad ^{a, b}	Orta Afr. Cum. ^{a, b, c, d}	El Salvador ^{a, b, c, d}	Nijerya ^{a, b, c, d}	Çin	Meksika ^{a, b, c, d}	BAE	Kuveyt ^{a, b}
Etiyopya ^{a, b, c, d}	Ruanda ^{a, b, c, d}	Endonezya ^{a, b, c, d}	Pakistan ^{a, b, c, d}	Dominik Cum. ^{a, b, c, d}	Panama ^{a, b, c, d}	Bahreyn	Lüksemburg
Gambiya	Senegal ^{a, b, c, d}	Fas ^{a, b, c, d}	Papua Yeni Gine ^{a, b, c, d}	Ekvator ^{a, b, c, d}	Paraguay ^{a, b, c, d}	Barbados	Macaristan
Gine ^a	Sierra Leone ^{a, b}	Fildişi Sahili ^{a, b, c, d}	Sri Lanka ^{a, b, c, d}	Fiji	Peru ^{a, b, c, d}	Belçika ^{a, b, c, d}	Malta
Gine-Bissau	Somali ^{a, b}	Filipinler ^{a, b, c, d}	Sudan ^{a, b}	Gabon ^{a, b}	Romanya	Danimarka ^{a, b, c, d}	Norveç ^{a, b, c, d}
Haiti ^{a, b}	Tanzanya ^{a, b, c, d}	Gana ^{a, b, c, d}	Svaziland	Guyana	Surinam	Finlandiya ^{a, b, c, d}	Oman ^{a, b}
Kongo D. Cum. ^{a, b, c, d}	Togo ^{a, b, c, d}	Guatemala ^{a, b, c, d}	Suriye ^{a, b, c, d}	Güney Afrika ^{a, b, c, d}	Tayland ^{a, b, c, d}	Fransa ^{a, b, c, d}	Portekiz ^{a, b, c, d}
Liberya ^{a, b}	Uganda ^{a, b, c, d}	Honduras ^{a, b, c, d}	Tunus ^{a, b, c, d}	Iran	Türkiye ^{a, b, c, d}	Hollanda ^{a, b, c, d}	S. Arabistan ^{a, b}
Madagaskar ^{a, b, c, d}	Zimbabve ^{a, b, c, d}	Hindistan ^{a, b, c, d}	Ürdün ^{a, b, c, d}	Irak ^{a, b}	Venezuela ^{a, b, c, d}	Hong Kong ^{a, b, c, d}	Singapur ^{a, b, c, d}
Malavi ^{a, b, c, d}		Kamerun ^{a, b, c, d}	Yemen ^{a, b}	Jamaika ^{a, b, c, d}		İzlanda	Şili ^{a, b, c, d}
		Kenya ^{a, b, c, d}	Zambiya ^{a, b, c, d}			İrlanda ^{a, b, c, d}	Tayvan
		Kongo Cum. ^{a, b, c, d}				İspanya ^{a, b, c, d}	Trinidad Tobago ^{a, b, c, d}
						İsrail ^{a, b, c, d}	UK ^{a, b, c, d}
						İsveç ^{a, b, c, d}	Uruguay ^{a, b, c, d}
						İsviçre ^{a, b, c, d}	Yeni Zelanda ^{a, b, c, d}
						İtalya ^{a, b, c, d}	Yunanistan ^{a, b, c, d}

Not: ^a PWT 4.0 veri seti için (2.63) numaralı regresyonun tahmininde kullanılan ülkeleri; ^b PWT 4.0 veri seti için (2.64) numaralı regresyonların tahmininde kullanılan ülkeleri; ^c PWT 6.0 veri seti için (2.63) numaralı regresyonun tahmininde kullanılan ülkeleri; ^d PWT 6.0 veri seti için (2.64) numaralı regresyonunun tahmininde kullanılan ülkeleri göstermektedir.

Tablo 2.2. Tahmin Sonuçları (PWT 4.0)

Bağımlı Değişken: $\ln(1985 \text{ yılındaki çalışan başına çıktı})$								
Kısıtlanmış Regresyon								
Denklemler (2.63)								
Temel Solow-CES								
Sınıflandırma	DG (1)	AOG (2)	UOG (3)	YG (4)	DG/AOG (1)+(2)=(5)	UOG/YG (3)+(4)=(6)	DG/AOG/UOG (5)+(3)=(7)	Toplam (5)+(6)=(8)
Gözlem Sayısı	24	30	21	31	54	52	75	106
Sabit Terim	6.6273*** (0.0878)	7.349*** (0.1818)	8.7146*** (0.4276)	9.7839*** (0.2518)	6.9609*** (0.1049)	9.3271*** (0.2697)	6.9980*** (0.1187)	7.1225*** (0.1386)
α	0.2025 (0.1369)	0.4622*** (0.1568)	-12.0494 (188.9432)	8.9216 (30.0686)	0.4592*** (0.0842)	2.2156*** (0.7997)	0.5218*** (0.0746)	0.4242*** (0.1124)
σ	14.6348 (590.4674)	0.5666*** (0.1042)	0.0549 (0.7442)	-0.1388 (0.6049)	0.6756*** (0.1028)	-1.6584 (3.2707)	0.8821*** (0.1583)	3.0912 (7.3493)
Std. Hata	0.32	0.48	0.27	0.38	0.54	0.48	0.64	0.79
Düzeltilmiş R^2	0.11	0.02	-0.05	0.11	0.16	0.34	0.30	0.48
Denklemler (2.64)								
Genişletilmiş Solow-CES								
Gözlem Sayısı	23	30	21	31	53	52	74	105
Sabit Terim	7.0456*** (0.5441)	7.8873*** (0.2126)	8.7128*** (0.3691)	9.8301*** (0.1124)	7.6705*** (0.1776)	9.3889*** (0.2158)	7.7740*** (0.1670)	8.0842*** (0.2444)
α	0.1844* (0.0943)	0.0304 (0.1046)	-12.3857 (172.0700)	6.5948 (9.0000)	0.1616** (0.0644)	2.0760*** (0.7431)	0.2425*** (0.0581)	0.2078*** (0.0729)
η	0.1799 (0.2972)	0.4121*** (0.0957)	-0.0408 (0.1064)	0.0800 (0.1835)	0.3327*** (0.0649)	0.1423*** (0.0660)	0.2996*** (0.0599)	0.3709*** (0.0713)
σ	1.2182** (0.5278)	1.5219*** (0.1594)	0.0573 (0.6870)	-0.1993 (0.3664)	1.2036*** (0.0705)	-1.3340 (2.2310)	1.1281*** (0.0822)	1.1501*** (0.0414)

Not: Parantez içinde verilen değerler katsayıların standart hatasını vermektedir. ***, ** ve * sırasıyla %1, %5 ve %10 düzeyindeki istatistiksel anlamlılığı ifade etmektedir. Denklem (2.63) OLS ile tahmin edilirken, denklem (2.64) NLLS ile tahmin edilmiştir.

Tablo 2.3. Tahmin Sonuçları (PWT 6.0)

Bağımlı Değişken: $\ln(1995 \text{ yılındaki çalışan başına çıktı})$								
Kısıtlanmış Regresyon								
Denklemler (2.63)								
Temel Solow-CES								
Sınıflandırma	DG	AOG	UOG	YG	DG/AOG	UOG/YG	DG/AOG/UOG	Toplam
	(1)	(2)	(3)	(4)	(1)+(2)=(5)	(3)+(4)=(6)	(5)+(3)=(7)	(5)+(6)=(8)
Gözlem Sayısı	18	26	19	27	44	46	63	90
Sabit Terim	7.4922*** (0.1375)	8.3295*** (0.1184)	8.9638*** (0.4783)	8.8951*** (0.4476)	8.0478*** (0.1061)	8.9265*** (0.3535)	8.1520*** (0.1057)	8.1295*** (0.0908)
α	0.1340 (0.1288)	0.2665 (0.2661)	0.4194 (0.4702)	0.6191*** (0.1139)	0.2910*** (0.0824)	0.3097 (0.3502)	0.4441*** (0.0404)	0.5035 (0.0282)
σ	17.7922 (563.2866)	0.4742 (0.3711)	0.5764*** (0.1999)	0.8283*** (0.0220)	0.6757* (0.3408)	12.7621 (496.1897)	1.1067*** (0.2680)	1.3706*** (0.2395)
Std. Hata	0.45	0.48	0.31	0.25	0.58	0.40	0.62	0.61
Düzeltilmiş R^2	-0.07	-0.06	-0.11	0.37	0.14	0.53	0.37	0.68
Denklemler (2.64)								
Genişletilmiş Solow-CES								
Gözlem Sayısı	18	26	19	27	44	46	63	90
Sabit Terim	8.5095*** (0.4952)	8.6321*** (0.1358)	8.9715*** (0.4421)	8.6661*** (0.4052)	8.5353*** (0.1006)	9.0193*** (0.1653)	8.7070*** (0.1218)	8.7310*** (0.1178)
α	0.1132 (0.1171)	-0.0569 (0.2555)	0.4212 (0.3621)	0.5395*** (0.1433)	0.0943 (0.0815)	0.2364* (0.1190)	0.1906*** (0.0634)	0.2343*** (0.0471)
η	0.4800*** (0.1695)	0.3526*** (0.1222)	0.0614 (0.1818)	0.1594 (0.2267)	0.3493*** (0.0696)	0.2612*** (0.2612)	0.3257*** (0.0696)	0.3546*** (0.0556)
σ	1.3092*** (0.1145)	1.2007 (0.9516)	0.5718*** (0.1800)	0.8347*** (0.0164)	1.1296*** (0.1408)	1.3934 (1.2352)	1.0990*** (0.1256)	1.2089*** (0.0438)

Not: Parantez içinde verilen değerler katsayıların standart hatasını vermektedir. ***, ** ve * sırasıyla %1, %5 ve %10 düzeyindeki istatistiksel anlamlılığı ifade etmektedir. Denklem (2.63) OLS ile tahmin edilirken, denklem (2.64) NLLS ile tahmin edilmiştir.

Tablo 2.4. Tahmin Sonuçları (PWT 7.1)

Bağımlı Değişken: $\ln(2010 \text{ yılındaki çalışan başına çıktı})$								
Kısıtlanmış Regresyon								
Denklem (2.63)								
Temel Solow-CES								
Sınıflandırma	DG	AOG	UOG	YG	DG/AOG	UOG/YG	DG/AOG/UOG	Toplam
	(1)	(2)	(3)	(4)	(1)+(2)=(5)	(3)+(4)=(6)	(5)+(3)=(7)	(5)+(6)=(8)
Gözlem Sayısı	14	21	19	25	35	44	54	79
Sabit Terim	6.6303*** (0.3890)	8.2309*** (0.8836)	8.5782*** (0.5769)	12.8266*** (3.4791)	7.3664*** (0.6353)	7.7120*** (1.2561)	6.8571*** (0.6614)	6.2973*** (0.7524)
α	0.6486*** (0.1164)	0.1536 (1.4124)	0.6512*** (0.1315)	1.4701 (1.1650)	0.5120 (0.3470)	0.7743*** (0.1112)	0.7362*** (0.1007)	0.7933*** (0.0672)
σ	0.7339*** (0.0679)	1.3571 (22.7937)	0.7561*** (0.0761)	1.5263 (1.9738)	0.7880*** (0.1253)	0.8735*** (0.0362)	0.8510*** (0.0276)	0.9103*** (0.0150)
Std. Hata	0.35	0.72	0.27	0.36	0.77	0.66	0.89	1.07
Düzeltilmiş R^2	0.13	-0.09	0.06	-0.07	0.01	0.11	0.15	0.34
Denklem (2.64)								
Genişletilmiş Solow-CES								
Gözlem Sayısı	14	21	19	25	35	44	54	79
Sabit Terim	7.2452*** (0.3789)	8.2815*** (0.1921)	8.5987*** (0.8047)	12.7994*** (2.3702)	8.1644*** (0.1941)	-	8.3735*** (0.2076)	8.1522*** (0.2543)
α	0.4451*** (0.1487)	0.0599 (0.0547)	0.5392*** (0.2264)	1.4077* (0.8349)	0.0531 (0.0598)	-	0.1061 (0.0644)	0.2209*** (0.0716)
η	0.1626*** (0.0343)	0.5333*** (0.0857)	0.1558 (0.2978)	0.0508 (0.2265)	0.5669*** (0.0709)	-	0.5601*** (0.0735)	0.5010*** (0.0659)
σ	0.6251*** (0.1213)	1.1820 (0.7847)	0.7520*** (0.1077)	1.5381 (1.4160)	1.2727*** (0.1321)	-	1.1017*** (0.1468)	1.0954*** (0.0922)

Not: Parantez içinde verilen değerler katsayıların standart hatasını vermektedir. ***, ** ve * sırasıyla %1, %5 ve %10 düzeyindeki istatistiksel anlamlılığı ifade etmektedir. Denklem (2.63) OLS ile tahmin edilirken, denklem (2.64) NLLS ile tahmin edilmiştir.

Ek 8. Yakınsama Hızının Hesaplanması

Yakınsama hızı, v , sermaye stokundaki artışın büyüme oranını ne kadar azalttığını ölçmekte ve genel olarak şu şekilde hesaplanmaktadır:⁷⁸

$$-v \equiv \frac{\partial \left(\frac{\dot{\tilde{k}}}{\tilde{k}} \right)}{\partial \ln \tilde{k}} \quad (\text{E.3.1})$$

$\tilde{k} = \frac{K}{AL}$ olduğuna göre, sermaye birikim denklemi büyüme formunda şu şekilde yazılır:

$$\frac{\dot{\tilde{k}}}{\tilde{k}} = s \frac{f(k)}{k} - (n + g + \delta) \quad (\text{E.3.2})$$

(E.3.2) numaralı denklem CD üretim fonksiyonu, $Y = K^\alpha AL^{1-\alpha}$, varsayımı altında aşağıdaki forma dönüşür:

$$\frac{\dot{\tilde{k}}}{\tilde{k}} = s e^{-(1-\alpha)\ln \tilde{k}} - (n + g + \delta) \quad (\text{E.3.3})$$

$$-v \equiv \frac{\partial \left(\frac{\dot{\tilde{k}}}{\tilde{k}} \right)}{\partial \ln \tilde{k}} \text{ olduğuna göre}$$

$$v = (1 - \alpha) s \tilde{k}^{-(1-\alpha)} \quad (\text{E.3.4})$$

ulaşılır. Durağan durumda $s \tilde{k}^{-(1-\alpha)} = (n + g + \delta)$ olduğuna göre

$$v = (1 - \alpha)(n + g + \delta) \quad (\text{E.3.5})$$

elde edilir. Yakınsama hızı, alternatif olarak, (E.3.3) numaralı denklemin durağan durum etrafında logaritmik doğrusallaştırılmasıyla da hesaplanabilir. (E.3.3) numaralı denklemde yer alan, $\ln \tilde{k}$, birinci dereceden Taylor serileri kullanılarak $\ln(k_{ss})$ etrafında doğrusallaştırılırsa

⁷⁸ (E.3.1) numaralı denklemin sağ tarafında yer alan ifade, $\frac{\partial \left(\frac{\dot{\tilde{k}}}{\tilde{k}} \right)}{\partial \ln \tilde{k}}$, negatif işaretli olduğundan, v pozitiftir.

$$\frac{\dot{\tilde{k}}}{\tilde{k}} \cong \varphi[\ln(\tilde{k})] \cong \varphi[\ln(\tilde{k}_{ss})] + \varphi'[\ln(\tilde{k}_{ss})][\ln(\tilde{k}) - \ln(\tilde{k}_{ss})] \quad (\text{E.3.6})$$

$$\frac{\dot{\tilde{k}}}{\tilde{k}} \cong -v \ln\left(\frac{\tilde{k}}{\tilde{k}_{ss}}\right) \quad (\text{E.3.7})$$

elde edilir.



Ek 9. Normalize Edilmiş CES Üretim Fonksiyonu ve İkinci Teorem

Normalize edilmiş CES üretim fonksiyonu Klump ve de La Grandville tarafından şu şekilde tanımlanmaktadır:

$$y = f_{\sigma}(k) = \frac{\bar{y}}{\bar{k}} \left(\frac{\pi}{\pi} \right)^{1/\rho} k \quad (\text{E.3.8})$$

(E.3.8) numaralı denklem aşınmanın ihmal edildiği, $\delta = 0$, sermaye birikim denkleminde, $\dot{k} = sf_{\sigma}(k) - nk$, yerine konursa aşağıdaki denklem elde edilir:

$$\dot{k} = \left[s \frac{\bar{y}}{\bar{k}} \left(\frac{\pi}{\pi} \right)^{1/\rho} - n \right] k \quad (\text{E.3.9})$$

Durağan durumda $\dot{k}_{ss} = 0$ olduğundan, kişi başına sermayenin durağan durumdaki değeri aşağıdaki gibi tanımlanır:

$$n = \frac{sf_{\sigma}(k_{ss})}{k_{ss}} = \frac{sA[ak_{ss}^{\rho} + (1-a)]^{1/\rho}}{k_{ss}} \quad (\text{E.3.10})$$

$$k_{ss} = \left[\frac{1-a}{\left(\frac{n}{sA} \right)^{\rho} - a} \right]^{1/\rho} \quad (\text{E.3.11})$$

$A = \bar{y} \left[\frac{\bar{k}^{1-\rho} + \bar{m}}{\bar{k} + \bar{m}} \right]$ ve $a = \frac{\bar{k}^{1-\rho}}{\bar{k}^{1-\rho} + \bar{m}}$ olduğuna göre, sermayenin gelir içindeki payının durağan durumdaki değeri ise şu şekildedir:

$$\pi_{ss} = \frac{k_{ss} f'_{\sigma}(k_{ss})}{f_{\sigma}(k_{ss})} = a \left[\frac{Ak_{ss}}{f_{\sigma}(k_{ss})} \right]^{\rho} = \left(\frac{\bar{k}^{1-\rho}}{\bar{k} + \bar{m}} \right) \left(\frac{s\bar{y}}{n} \right)^{\rho} \quad (\text{E.3.12})$$

(E.3.12) numaralı denkleme göre, sermayenin gelir içindeki payının durağan durumdaki değeri, π_{ss} , ikame esnekliğinin, σ , bir fonksiyonudur ve kişi başına sermayenin

durağan durumdaki değerinin, $k_{ss} = \left[\frac{1-a}{\left(\frac{n}{sA} \right)^{\rho} - a} \right]^{1/\rho}$, yeniden tanımlanması için kullanılabilir.

$$A^{\rho} = \left(\frac{\pi_{ss}}{a} \right) \left(\frac{n}{s} \right)^{\rho} \text{ ve } \frac{1-a}{a} = \frac{\bar{m}}{\bar{k}^{1-\rho}} \text{ ve } \frac{1}{\pi} = \frac{\bar{k} + \bar{m}}{\bar{k}} \text{ olduğuna göre}$$

$$k_{ss} = \left[\left(\frac{1-a}{a} \right) \left(\frac{\pi_{ss}}{1-\pi_{ss}} \right) \right]^{1/\rho} = \left[\left(\frac{\bar{m}}{\bar{k}^{1-\rho}} \right) \left(\frac{\pi_{ss}}{1-\pi_{ss}} \right) \right]^{1/\rho} = \left[\left(\frac{1-\pi}{\pi} \right) \left(\frac{\pi_{ss}}{1-\pi_{ss}} \right) \right]^{1/\rho} \bar{k} \quad (\text{E.3.13})$$

elde edilir. Sermayenin gelir içindeki payının durağan durumdaki değeri ikame esnekliğinin bir fonksiyonu olduğu için iki parametre arasındaki ilişki kısmi türev alınarak kolaylıkla gösterilebilir.

$$\pi_{ss} = e^{\rho \ln\left(\frac{s\bar{y}}{nk}\right)} \left(\frac{\bar{k}}{\bar{k} + \bar{m}}\right) \quad (\text{E.3.14})$$

$$\frac{\partial \pi_{ss}}{\partial \sigma} = \frac{\partial \pi_{ss}}{\partial \rho} \frac{\partial \rho}{\partial \sigma} = \frac{\partial \pi_{ss}}{\partial \rho} \frac{1}{\sigma^2} = \frac{1}{\sigma^2} \pi_{ss} \left[\ln\left(\frac{s\bar{y}}{nk}\right) \right]^\rho \frac{1}{\rho} = \frac{1}{\sigma^2} \frac{1}{\rho} \pi_{ss} \ln\left(\frac{\pi_{ss}}{\bar{\pi}}\right) \quad (\text{E.3.15})$$

İkame esnekliği ile kişi başına sermayenin durağan durumdaki değeri arasındaki ilişkinin ispatı içinde aynı yol takip edilebilir. $k_{ss} = \bar{k} e^{\frac{1}{\rho} \ln\left(\frac{1-\bar{\pi}}{\bar{\pi}} \frac{\pi_{ss}}{1-\pi_{ss}}\right)}$ ve $\frac{\partial k_{ss}}{\partial \sigma} = \frac{\partial k_{ss}}{\partial \rho} \frac{\partial \rho}{\partial \sigma} = \frac{\partial k_{ss}}{\partial \rho} \frac{1}{\sigma^2}$ olduğuna göre

$$\begin{aligned} \frac{\partial k_{ss}}{\partial \sigma} = & \bar{k} \left(\frac{-1}{\sigma^2}\right) \left(\frac{1}{\rho^2}\right) \left(\frac{1-\bar{\pi}}{\bar{\pi}} \frac{\pi_{ss}}{1-\pi_{ss}}\right) \ln\left(\frac{1-\bar{\pi}}{\bar{\pi}} \frac{\pi_{ss}}{1-\pi_{ss}}\right) + \bar{k} \left(\frac{1}{\rho}\right) \left(\frac{1-\bar{\pi}}{\bar{\pi}} \frac{\pi_{ss}}{1-\pi_{ss}}\right)^{1/\rho-1} \left(\frac{1-\bar{\pi}}{\bar{\pi}}\right) \left(\frac{\partial \pi_{ss}}{\partial \sigma}\right) \left(\frac{1}{(1-\pi_{ss})^2}\right) \end{aligned} \quad (\text{E.3.16})$$

$$\frac{\partial k_{ss}}{\partial \sigma} = \left(\frac{-1}{\sigma^2}\right) \left(\frac{1}{\rho^2}\right) k_{ss} \left[\ln\left(\frac{1-\bar{\pi}}{1-\pi_{ss}}\right) + \ln\left(\frac{\pi_{ss}}{\bar{\pi}}\right) - \ln\left(\frac{\pi_{ss}}{\bar{\pi}}\right) \left(\frac{1}{1-\pi_{ss}}\right) \right] \quad (\text{E.3.17})$$

$$\frac{\partial k_{ss}}{\partial \sigma} = \left(\frac{-1}{\sigma^2}\right) \left(\frac{1}{\rho^2}\right) \left(\frac{k_{ss}}{1-\pi_{ss}}\right) \left[\ln\left(\frac{1-\bar{\pi}}{1-\pi_{ss}}\right) (1-\pi_{ss}) - \pi_{ss} \ln\left(\frac{\pi_{ss}}{\bar{\pi}}\right) \right] \quad (\text{E.3.18})$$

$$\frac{\partial k_{ss}}{\partial \sigma} = \left[\frac{-1}{\sigma^2} \frac{1}{\rho^2} \frac{k_{ss}}{1-\pi_{ss}} \right] \left[\pi_{ss} \ln\left(\frac{\bar{\pi}}{\pi_{ss}}\right) + (1-\pi_{ss}) \ln\left(\frac{1-\bar{\pi}}{1-\pi_{ss}}\right) \right] \quad (\text{E.3.19})$$

elde edilir. (E.3.19) numaralı denkleme göre, kişi başına gelir ile ikame esnekliği arasında pozitif ilişki bulunmaktadır.⁷⁹ Diğer bir deyişle, durağan durumdaki kişi başına sermaye, k_{ss} , ikame esnekliğinin, σ , artan bir fonksiyonudur.

⁷⁹ (E.3.19) numaralı denklemde yer alan birinci ifade, $\frac{-1}{\sigma^2} \frac{1}{\rho^2} \frac{k_{ss}}{1-\pi_{ss}}$, mutlaka negatiftir. Bu nedenle, $\frac{\partial k_{ss}}{\partial \sigma} > 0$ olması ikinci ifadenin, $\pi_{ss} \ln\left(\frac{\bar{\pi}}{\pi_{ss}}\right) + (1-\pi_{ss}) \ln\left(\frac{1-\bar{\pi}}{1-\pi_{ss}}\right)$, negatif olmasına bağlıdır. Logaritmik fonksiyonların katı konkavlığı gereği, $x \neq 1$ için $\ln x < x - 1$. $\ln\left(\frac{\bar{\pi}}{\pi_{ss}}\right) < \frac{\bar{\pi}}{\pi_{ss}} - 1$ ve $\ln\left(\frac{1-\bar{\pi}}{1-\pi_{ss}}\right) < \frac{1-\bar{\pi}}{1-\pi_{ss}} - 1$ olduğuna göre, $\pi_{ss} \ln\left(\frac{\bar{\pi}}{\pi_{ss}}\right) + (1-\pi_{ss}) \ln\left(\frac{1-\bar{\pi}}{1-\pi_{ss}}\right) < \bar{\pi} - \pi_{ss} + 1 - \bar{\pi} - (1-\pi_{ss}) = 0$.

Ek 10. Ayırık Zaman Varsayımı Altında Solow Büyüme Modeli

Sermaye birikim denklemi ayırık zaman varsayımı altında şu şekilde tanımlanır:

$$K_{t+1} - K_t = sY_t - \delta K_t \quad (\text{E.3.20})$$

(E.3.20) numaralı denklemde yer alan K_{t+1} ve K_t , sırasıyla $t + 1$ ve t dönemindeki sermaye stoku miktarını göstermektedir. Üretim fonksiyonu, $Y_t = F(K_t, L_t)$, işgücünün büyüme hızı, $L_{t+1} - L_t = nL_t$, ise sermaye birikim denklemi aşağıdaki forma dönüşür:

$$\frac{K_{t+1}}{L_{t+1}} - \frac{K_t}{L_t} = s \frac{F(K_t, L_t)}{L_t} - \delta \frac{K_t}{L_t} \quad (\text{E.3.21})$$

$L_t = \frac{L_{t+1}}{1+n}$ olduğuna göre, sermaye birikim denklemi kişi başına cinsinden aşağıdaki gibi elde edilir:

$$(1 + n)k_{t+1} - k_t = sf(k_t) - \delta k_t \quad (\text{E.3.22})$$

Cobb-Douglass üretim fonksiyonu, $Y_t = K_t^\alpha L_t^{1-\alpha}$, varsayımı altında durağan durumda kişi başına sermaye şu şekilde elde edilir:

$$(1 + n)k_{ss} - k_{ss} = sk_{ss}^\alpha - \delta k_{ss} \quad (\text{E.3.23})$$

$$k_{ss} = \left(\frac{s}{n+\delta} \right)^{\frac{1}{1-\alpha}} \quad (\text{E.3.24})$$

Ek 11. Ampirik Analiz Sonuçları

Tablo 3.1. Koşulsuz Yakınsama Tahmin Sonuçları (PWT 4.0 6.0 ve 7.1)

Kısıtlanmamış Regresyon									
Denklem (3.24)									
Bağımlı Değişken	ln(1985 – 1960 yılındaki çalışan başına çıktı)			ln(1995 – 1960 yılındaki çalışan başına çıktı)			ln(2010 – 1960 yılındaki çalışan başına çıktı)		
Veri Seti	PWT 4.0			PWT 6.0			PWT 9.0		
Sınıflandırma	(i) (1)	(ii) (2)	(iii) (3)	(i) (4)	(ii) (5)	(iii) (6)	(i) (7)	(ii) (8)	(iii) (9)
Gözlem Sayısı	98	75	22	90	72	21	79	66	20
Sabit Terim	-0.2666 (0.3796)	0.5875 (0.4329)	3.6863*** (0.6849)	-0.7936 (0.6524)	-0.0028 (0.7213)	5.2891*** (0.9750)	0.3204 (0.5899)	1.2037* (0.6667)	5.5932*** (1.0217)
β	0.0943* (0.0496)	-0.0042 (0.0548)	-0.3411*** (0.0785)	0.1563** (0.0773)	0.0743 (0.0839)	-0.4696*** (0.1040)	0.0648 (0.0699)	-0.0230 (0.0771)	-0.4627*** (0.1061)
Std. Hata	0.44	0.41	0.18	0.58	0.55	0.22	0.66	0.63	0.21
Düzeltilmiş R^2	0.03	-0.01	0.46	0.03	-0.00	0.49	-0.001	-0.01	0.49
ν	-0.0036* (0.0018)	0.0002 (0.0022)	0.0167*** (0.0048)	-0.0041** (0.0019)	-0.0020 (0.0022)	0.0181*** (0.0056)	-0.0013 (0.0013)	0.0006 (0.0016)	0.0124*** (0.0039)

Note: Parantez içinde verilen değerler katsayıların standart hatasını vermektedir. ***, ** ve * sırasıyla %1, %5 ve %10 düzeyindeki istatistiksel anlamlılığı ifade etmektedir.

Tablo 3.2. Koşullu Yakınsama Tahmin Sonuçları (PWT 4.0)

Bağımlı Değişken: $\ln(1985 - 1960 \text{ yılındaki çalışan başına çıktı})$												
Kısıtlanmamış Regresyon												
	Denklem (3.25) Temel Solow-CD			Denklem (3.27) Temel Solow-CES			Denklem (3.26) Genişletilmiş Solow-CD			Denklem (3.28) Genişletilmiş Solow-CES		
Sınıflandırma	(i) (1)	(ii) (2)	(iii) (3)	(i) (4)	(ii) (5)	(iii) (6)	(i) (7)	(ii) (8)	(iii) (9)	(i) (10)	(ii) (11)	(iii) (12)
Gözlem Sayısı	98	75	22	98	75	22	98	75	22	98	75	22
Sabit Terim	1.9194** (0.8337)	2.2497** (0.8547)	2.1404* (1.1807)	3.4760*** (0.9522)	3.8409*** (1.0779)	3.1035** (1.3914)	3.0215*** (0.8275)	3.709*** (0.9088)	2.7554** (1.2010)	4.0340*** (1.0142)	3.8208*** (1.1162)	4.5964** (1.8464)
β	-0.1409*** (0.0520)	-0.2278*** (0.0573)	-0.3499*** (0.0657)	-0.3005*** (0.0629)	-0.3685*** (0.0687)	-0.3859*** (0.0751)	-0.2884*** (0.0616)	-0.3660*** (0.0674)	-0.3977*** (0.0702)	-0.3362*** (0.0640)	-0.3636*** (0.0687)	-0.3495*** (0.0874)
$\ln(s_{ik})$	0.6472*** (0.0867)	0.6459*** (0.1039)	0.3901** (0.1761)	0.3961** (0.1582)	0.4869** (0.2417)	-0.6559 (1.8682)	0.5237*** (0.0869)	0.5376*** (0.1023)	0.3318* (1.1734)	0.9064*** (0.3310)	1.1199** (0.4655)	-2.8213 (2.2801)
$\ln(n_i + x + \delta)$	-0.3023 (0.3044)	-0.4575 (0.3074)	-0.7662** (0.3452)	-0.2512 (0.3908)	-0.4595 (0.4698)	0.0372 (1.7307)	-0.5057* (0.2886)	-0.5450* (0.2884)	-0.8634** (0.3377)	-0.4153 (0.3950)	-0.6070 (0.4775)	1.9685 (1.9212)
$\ln(s_{ih})$	-	-	-	0.2385*** (0.0600)	0.2740*** (0.0824)	0.2267 (0.1482)	0.2311*** (0.0595)	0.2705*** (0.0804)	0.2277 (0.1450)	0.0942 (0.2039)	-0.0744 (0.2574)	0.5525 (0.9611)
$[\ln(s_{ik}) - \ln(n_i + x + \delta)]^2$	-	-	-	0.1035 (0.1071)	0.0335 (0.1448)	0.3413 (0.6428)	-	-	-	-0.0022 (0.1167)	-0.0790 (0.1606)	1.1394 (0.7381)
$[\ln(s_{ih}) - \ln(n_i + x + \delta)]^2$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.1202** (0.0528)	0.1131 (0.0863)	-0.9651* (0.5324)
$[\ln(s_{ik}) - \ln(s_{ih})]^2$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-0.1220* (0.0707)	-0.1622 (0.1018)	-0.0375 (0.3475)
Std. Hata	0.35	0.33	0.15	0.33	0.31	0.15	0.33	0.30	0.14	0.32	0.31	0.14
Düzeltilmiş R^2	0.38	0.35	0.62	0.46	0.43	0.64	0.46	0.43	0.65	0.48	0.43	0.67
ν	0.0061** (0.0024)	0.0103*** (0.0030)	0.0172*** (0.0040)	0.0143*** (0.0036)	0.0184*** (0.0044)	0.0195*** (0.0049)	0.0136*** (0.0034)	0.0182*** (0.0043)	0.0203*** (0.0047)	0.0164*** (0.0039)	0.0181*** (0.0043)	0.0172*** (0.0054)

Not: Parantez içinde verilen değerler katsayıların standart hatasını vermektedir. ***, ** ve * sırasıyla %1, %5 ve %10 düzeyindeki istatistiksel anlamlılığı ifade etmektedir.

Tablo 3.3. Koşullu Yakınsama Tahmin Sonuçları (PWT 6.0)

Bağımlı Değişken: $\ln(1995 - 1960 \text{ yılındaki çalışan başına çıktı})$												
Kısıtlanmamış Regresyon												
	Denklem (3.25) Temel Solow-CD			Denklem (3.27) Temel Solow-CES			Denklem (3.26) Genişletilmiş Solow-CD			Denklem (3.28) Genişletilmiş Solow-CES		
Sınıflandırma	(i) (1)	(ii) (2)	(iii) (3)	(i) (4)	(ii) (5)	(iii) (6)	(i) (7)	(ii) (8)	(iii) (9)	(i) (10)	(ii) (11)	(iii) (12)
Gözlem Sayısı	90	72	21	90	72	21	90	72	21	90	72	21
Sabit Terim	1.8225* (0.9914)	2.3796** (1.0091)	3.2178** (1.4424)	0.4860*** (1.0647)	5.7457*** (1.1472)	4.5437** (1.5970)	3.2539*** (0.9800)	5.1737*** (1.0487)	4.5945*** (1.5496)	5.3961*** (1.2616)	5.1635*** (1.2836)	6.8218*** (1.7884)
β	-0.2498*** (0.0775)	-0.2718*** (0.0805)	-0.4704*** (0.0785)	-0.4313*** (0.0814)	-0.5346*** (0.0882)	-0.5531*** (0.0884)	-0.4280*** (0.0840)	-0.5344*** (0.0885)	-0.5508*** (0.0858)	-0.4609*** (0.0828)	-0.5390*** (0.0862)	-0.6361*** (0.0871)
$\ln(s_{ik})$	0.6938*** (0.0811)	0.7776*** (0.1045)	0.4344** (0.2002)	0.4145*** (0.0923)	0.4767*** (0.1384)	0.7930 (1.2423)	0.5002*** (0.0888)	0.5952*** (0.0982)	0.3036 (0.2010)	0.6737*** (0.1799)	0.6583*** (0.2167)	-1.2387 (1.6041)
$\ln(n_i + x + \delta)$	-0.8494** (0.3914)	-0.7735* (0.3905)	-0.9605** (0.4025)	-0.5374 (0.4210)	-0.6423 (0.4382)	-1.4072 (1.0337)	-1.1153*** (0.3666)	-0.9765*** (0.3413)	-1.0247** (0.3792)	-0.4075 (0.4270)	-0.6875 (0.4446)	-0.9703 (1.5990)
$\ln(s_{ih})$	-	-	-	0.3459*** (0.0823)	0.5178*** (0.1052)	0.4075 (0.2454)	0.3428*** (0.0850)	0.5095*** (0.1054)	0.4269* (0.2342)	0.2496 (0.1740)	0.1783 (0.1824)	2.1671* (1.0334)
$[\ln(s_{ik}) - \ln(n_i + x + \delta)]^2$	-	-	-	0.1761** (0.0689)	0.1186 (0.0980)	-0.1760 (0.4405)	-	-	-	0.1559** (0.0706)	0.1418 (0.0964)	0.2461 (0.8482)
$[\ln(s_{ih}) - \ln(n_i + x + \delta)]^2$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.1009 (0.0807)	-0.1110 (0.1204)	-1.1887 (0.8975)
$[\ln(s_{ik}) - \ln(s_{ih})]^2$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-0.1189* (0.0692)	-0.0641 (0.0830)	0.4901 (0.8151)
Std. Hata	0.42	0.40	0.16	0.38	0.34	0.16	0.39	0.35	0.15	0.38	0.34	0.14
Düzeltilmiş R^2	0.48	0.47	0.71	0.59	0.61	0.73	0.56	0.60	0.75	0.59	0.63	0.78
ν	0.0082*** (0.0030)	0.0091*** (0.0032)	0.0182*** (0.0042)	0.0161*** (0.0041)	0.0219*** (0.0054)	0.0230*** (0.0056)	0.0160*** (0.0042)	0.0218*** (0.0054)	0.0229*** (0.0055)	0.0177*** (0.0044)	0.0221*** (0.0053)	0.0289*** (0.0068)

Not: Parantez içinde verilen değerler katsayıların standart hatasını vermektedir. ***, ** ve * sırasıyla %1, %5 ve %10 düzeyindeki istatistiksel anlamlılığı ifade etmektedir.

Tablo 3.4. Koşullu Yakınsama Tahmin Sonuçları (PWT 7.1)

Bağımlı Değişken: $\ln(2010 - 1960 \text{ yılındaki çalışan başına çıktı})$												
Kısıtlanmamış Regresyon												
	Denklem (3.25) Temel Solow-CD			Denklem (3.27) Temel Solow-CES			Denklem (3.26) Genişletilmiş Solow-CD			Denklem (3.28) Genişletilmiş Solow-CES		
Sınıflandırma	(i) (1)	(ii) (2)	(iii) (3)	(i) (4)	(ii) (5)	(iii) (6)	(i) (7)	(ii) (8)	(iii) (9)	(i) (10)	(ii) (11)	(iii) (12)
Gözlem Sayısı	79	66	20	79	66	20	79	66	20	79	66	20
Sabit Terim	-1.7192 (1.3743)	-1.0684 (1.2872)	2.8677 (2.0855)	-0.3172 (1.6285)	-1.6164 (1.8284)	4.6461* (2.6300)	0.1098 (1.5034)	-0.6942 (1.6763)	3.0938 (2.5020)	-2.5411 (1.8205)	-3.0271* (1.8157)	4.4944 (2.6256)
β	-0.1389* (0.0794)	-0.2315*** (0.0839)	-0.4973*** (0.0861)	-0.2980*** (0.0978)	-0.2618** (0.1072)	-0.5993*** (0.1181)	-0.2934*** (0.0972)	-0.2549** (0.1075)	-0.5068*** (0.1038)	-0.2515** (0.0973)	-0.3367*** (0.1060)	-0.6104*** (0.1217)
$\ln(s_{ik})$	0.7288*** (0.2001)	0.7442*** (0.2185)	0.2432 (0.2917)	1.2225 (0.8766)	2.0440* (1.0790)	3.2450 (2.0525)	0.6279*** (0.1969)	0.7385*** (0.2206)	0.2520 (0.3050)	0.5755 (1.0355)	1.2861 (1.1035)	4.3034* (2.0198)
$\ln(n_i + x + \delta)$	-1.8442*** (0.5955)	-1.9333*** (0.5644)	-1.2049** (0.5637)	-2.7983** (1.1071)	-3.3836*** (1.2776)	-3.3694* (1.5786)	-2.1452*** (0.5860)	-1.9762*** (0.5814)	-1.1960* (0.5837)	-3.2919*** (1.1010)	-5.4929*** (1.4568)	-3.8273* (1.7617)
$\ln(s_{ih})$	-	-	-	0.5526** (0.2247)	0.0750 (0.3365)	0.1749 (0.2375)	0.5724** (0.2221)	0.1183 (0.3361)	0.0403 (0.2277)	0.8148 (0.6583)	1.9916** (0.9271)	-0.3563 (1.5132)
$[\ln(s_{ik}) - \ln(n_i + x + \delta)]^2$	-	-	-	-0.2916 (0.4188)	-0.6244 (0.5053)	-1.0902 (0.7399)	-	-	-	-0.3057 (0.4072)	-0.9741* (0.5167)	-1.0630 (0.6938)
$[\ln(s_{ih}) - \ln(n_i + x + \delta)]^2$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-0.7204** (0.2849)	-1.6059*** (0.5943)	-0.7121 (1.0581)
$[\ln(s_{ik}) - \ln(s_{ih})]^2$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.2852 (0.2738)	0.7206* (0.3727)	-0.6870 (0.4604)
Std. Hata	0.59	0.54	1.73	0.57	0.54	0.17	0.57	0.55	0.18	0.56	0.52	0.16
Düzeltilmiş R^2	0.20	0.24	0.67	0.25	0.24	0.67	0.26	0.23	0.65	0.30	0.30	0.71
ν	0.0030* (0.0018)	0.0053** (0.0022)	0.0138*** (0.0034)	0.0071** (0.0028)	0.0061** (0.0029)	0.0183*** (0.0059)	0.0069** (0.0028)	0.0059** (0.0029)	0.0141*** (0.0042)	0.0058** (0.0026)	0.0082** (0.0032)	0.0189*** (0.0062)

Not: Parantez içinde verilen değerler katsayıların standart hatasını vermektedir. ***, ** ve * sırasıyla %1, %5 ve %10 düzeyindeki istatistiksel anlamlılığı ifade etmektedir.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı : Sedat ALATAŞ
Doğum Yeri ve Tarihi : Balıkesir / 15.07.1989

Eğitim Durumu

Lisans Öğrenimi : Anadolu Üniversitesi / İİBF / İktisat
Lisansüstü Öğrenimi : Adnan Menderes Üniversitesi / Sosyal Bilimler Enstitüsü /
İktisat ABD / Yüksek Lisans
Bildiği Yabancı Diller : İngilizce

İş Deneyimi

Araştırma Görevlisi : (2012-Devam Etmekte) Adnan Menderes Üniversitesi Nazilli
İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Nazilli \ Aydın

İletişim

e-posta Adresi : sedat.alatas@adu.edu.tr
Tarih : 28.12.2018