

VERİMLİLİĞİN KONJONKTÜREL DALGALANMALAR
ÜZERİNE ETKİSİNİN ANALİZİ

Levent ERDOĞAN

(Doktora Tezi)

Eskişehir-2002

**VERİMLİLİĞİN KONJONKTÜREL DALGALANMALAR ÜZERİNE
ETKİSİNİN ANALİZİ**

Levent ERDOĞAN

DOKTORA TEZİ

İktisat Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. C. Necat BERBEROĞLU

Eskişehir

Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü

Kasım 2002

DOKTORA TEZ ÖZÜ

VERİMLİLİĞİN KONJONKTÜREL DALGALANMALAR ÜZERİNE ETKİSİNİN ANALİZİ

Levent Erdoğan

İktisat Anabilim Dalı

Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kasım 2002

Danışman: Prof. Dr. C. Necat Berberoğlu

Verimlilik ülkelerin ve toplumların ekonomik refah düzeylerini belirlemede önemli bir rol oynar. Bir çok iktisatçı verimlilik ve konjontür arasında eş yönlü bir ilişki olduğunu varsayar. Bu nedenle, bu çalışmada öncelikle emek ve toplam faktör verimliliği ayrıntılı olarak ele alınmıştır ve aynı zamanda verimliliğin devrevi hareketi, nelerin belirlediği ve ekonomik faaliyetlerle ilişkisi açıklanmaya çalışılmıştır. Verimlilik ve konjontürel dalgalanmalar arasındaki ilişki, ekonomik dalgalanmaların tek nedeni olarak teknoloji şoklarını ele alan Reel Konjontür Teorisi çerçevesinde incelenmiştir. Çalışmada eşbütünleşik VAR (VECM) yaklaşımı kullanılarak teknoloji şoklarının konjontürel dalgalanmalarla uyumlu hareket ettiği sonucuna ulaşılmıştır. Elde edilen ekonometrik sonuçlar çıktıdaki bir şokun, konjontürel dalgalanmaların en baskın unsuru olduğunu ortaya koymaktadır.

ABSTRACT

Productivity plays crucial role in determining economic welfare of nations and societies. Most of economists assumes that there is a comovement between productivity and business cycle. For this reason, in this study it is firstly tried to explain broad overview of labor and total factor productivity concepts and also provide cyclical behavior of productivity, its determinants and its relationship with economic activity. In order to find out the relationship between productivity and business cycle, it is examined the hypothesis of Real Business Cycle (RBC) that assumes productivity shocks is the only basic source of economic fluctuations. In this study, the effects of technology shocks on business cycles are examined employing Cointegrated VAR (VECM) methodology. Econometric results seem to support that a shock to output is the dominant source of business cycle fluctuations.

JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI

Levent ERDOĞAN'ın “**Verimliliğin Konjonktürel Dalgalanmalar Üzerine Etkisinin Analizi**” başlıklı tezi **30 Aralık 2002** tarihinde, aşağıdaki jüri tarafından Lisansüstü Eğitim Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca, **İktisat (İktisat Politikası)** Anabilim Dalında Doktora tezi olarak değerlendirilerek kabul edilmiştir.

İmza

Üye (Tez Danışmanı) : **Prof.Dr.C.Necat BERBEROĞLU**
Üye : **Prof.Dr.İlker PARASIZ**
Üye : **Prof.Dr.Musa ŞENEL**
Üye : **Prof.Dr.İlyas ŞIKLAR**
Üye : **Prof.Dr.Kemal YILDIRIM**

Prof.Dr.Nurhan AYDIN
Anadolu Üniversitesi
Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürü

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZ.....	ii
ABSTRACT	iii
JURİ VE ENSTİTÜ ONAYI	iv
ÖZGEÇMİŞ.....	v
GİRİŞ.....	1

BİRİNCİ BÖLÜM

VERİMLİLİK VE VERİMLİLİĞİN BELİRLENMESİ

1. VERİMLİLİK KAVRAMI	3
2. VERİMLİLİKTE DEĞİŞMEYE NEDEN OLAN FAKTÖRLER	6
3. VERİMLİLİĞİN HESAPLANMASI	9
3.1. Kısmi Faktör Verimliliğinin Belirlenmesi.....	11
3.2. Toplam Faktör Verimliliğinin Belirlenmesi.....	13
3.2.1. Toplam Faktör Verimliliğinin Belirlenmesine Yönelik Yaklaşımlar..	13
3.2.1.1. Solow'un Büyüme Modeli Yaklaşımı	13
3.2.1.1.1. Toplam Faktör Verimliliğinin Primal Yaklaşımla Belirlenmesi.....	21
3.2.1.1.2. Toplam Faktör Verimliliğinin Dual Yaklaşımla Belirlenmesi.....	23
3.2.1.1.3. Toplam Faktör Verimliliği ve Markup İlişkisinin Belirlenmesi.....	24

3.2.1.2. İndeks Sayıları Yaklaşımı.....	26
3.2.1.2.1. Verimliliğin Ekonomik Yaklaşımla Belirlenmesi.....	29
3.2.1.2.2. Verimlilikte Değişme ve Maliyet Fonksiyonları İlişkisinin Belirlenmesi.....	35
3.2.1.3. Verimliliğin Aksiyomatik Yaklaşımla Belirlenmesi.....	37
3.2.1.4. Tam İndeks Sayıları Yaklaşımı.....	39
3.2.1.5. Sürekli Zaman (Continuos Time) Yaklaşımı.....	40
3.2.1.6. Verimliliğin Refah Yaklaşımıyla Belirlenmesi.....	42
3.2.1.6.1. Tam Verimlilik Etkisi.....	46
3.2.1.6.2. Tam Verimlilik Etkisi.....	47
3.2.1.6.3. Tam Verimlilik Etkisi.....	47
3.2.1.7. Malmquist İndeksi Yaklaşımı.....	47

İKİNCİ BÖLÜM

VERİMLİLİK VE KONJONKTÜR İLİŞKİSİ

1. KONJONKTÜR.....	53
2. EKONOMİK DEĞİŞKENLER VE KONJONKTÜR İLİŞKİSİ.....	54
3. VERİMLİLİK VE KONJONKTÜR İLİŞKİSİ	55
3.1. Verimlilik ve Konjonktür İlişkisini Açıklamaya Yönelik Yaklaşımlar.....	56
3.1.1. Keynesyen Yaklaşım	58
3.1.2. Reel Konjonktür Yaklaşımı	59
3.1.3. Emek Kullanımı (Labor Hoarding) Yaklaşımı	60
3.1.4. Ölçeğe Göre Artan Getiri Yaklaşımı.....	62
3.1.5. Dışsalılık Yaklaşımı.....	64
3.2. Verimlilik Şoklarının Belirlenmesine Yönelik Alternatif Yaklaşımlar.....	65
3.2.1. VAR Yaklaşımı.....	66
3.2.1.1. Neoklasik Model Çerçevesinde R. King, C.I. Plosser, J.H. Stock ve M.W. Watson Yaklaşımı.....	66
3.2.1.1.1. VAR Yaklaşımıyla Modelin Tahmin Yönteminin Belirlenmesi.....	70
3.2.1.2. Neoklasik Model Çerçevesinde J.Gali'nin Yaklaşımı.....	71
3.2.1.2.1. VAR Yaklaşımıyla Modelin Tahmin Yönteminin Belirlenmesi.....	78
3.2.2. Üretim Fonksiyonu Yaklaşımı.....	80
3.2.2.1. Üretim Fonksiyonu Yaklaşımının Bütüncül Olarak İfade Edilmesi.....	89
3.2.2.1.1. Firma Düzeyinde Verimlilik Artışının Belirlenmesi.....	89
3.2.2.1.2. Ekonominin Geneli İçin Verimlilik Artışının Belirlenmesi.....	93

3.2.2.1.3. Ölçeğe Göre Artan Getiriler ve Eksik Rekabet Durumunda Toplam Verimlilik Artışının Belirlenmesi.....	100
--	------------

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

VAR YAKLAŞIMI İLE TEKNOLOJİ ŞOKLARININ ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ: TÜRKİYE UYGULAMASI

1. MODELİN VARSAYIMLARI.....	103
2. KULLANILAN DEĞİŞKENLER.....	105
3. TAHMİN YÖNTEMİ.....	105
4. TAHMİN SONUÇLARI VE DEĞERLENDİRİLMESİ.....	107
5. AMPİRİK SONUÇLAR.....	112
SONUÇ.....	115
KAYNAKÇA.....	117

Bu çalışmanın temel amacı, ekonomik dalgalanmaları verimlilikte şoklarıyla açıklamaya çalışan Reel Konjoktür yaklaşımının öne sürdüğü hipotezinin, Türkiye ekonomisinde 1987-2001 döneminde ortaya çıkan dalgalanmaların nedenlerini açıklayıp açıklamadığı araştırılacaktır. Çalışmada öncelikle teknolojik değişmeyi ölçmekte yaygın olarak kullanılan üretim fonksiyonu yaklaşımı ve diğer yaklaşımlar incelenecektir. Daha sonra, ortaya konan hipoteze ilişkin teorik altyapı verilerek ve buna bağlı olarak Türkiye için verilerin bu hipotezi destekleyip desteklemediği eşbütünleşik VAR (VECM) yöntemiyle tahmin edilecektir.

Çalışmanın birinci bölümünde verimlilik kavramı, verimlilik ve verimlilikteki değişmeyi hesaplamakta kullanılan yöntemlerden kısmi ve toplam faktör verimliliği kavramları ele alınacaktır. Bu kavramlar; İndeks sayıları yaklaşımı, Solow tarafından geliştirilen üretim fonksiyonu yaklaşımı, Refah yaklaşımı vb. gibi yaklaşımlarla açıklanmaya çalışılacaktır.

İkinci bölümde, verimlilik ve konjoktür ilişkisini açıklamaya çalışan yaklaşımlar ele alınacaktır. Konjoktür kavramı tanıtıldıktan sonra, emek verimliliği ve konjoktürle ilişkisinin yönünü açıklayan yaklaşımlar incelenerek, verimlilik ve konjoktür ilişkisini teknolojik değişmeye bağlı olarak açıklamaya çalışan teoriler üzerinde durulacaktır.

Son bölümde, eşbütünleşik VAR (VECM) metodolojisi kullanılarak ekonomide ortaya çıkan şokların etkileri belirlenecek ve elde edilen tahmin sonuçlarının ne anlama geldiği ortaya konacaktır.

BİRİNCİ BÖLÜM

VERİMLİLİK VE VERİMLİLİĞİN BELİRLENMESİ

1. VERİMLİLİK KAVRAMI

Verimlilik, üretim sürecinde kullanılan girdi ile üretim miktarı arasındaki ilişkiyi ifade eden bir kavramdır. Teknik olarak ifade edilirse, verimlilik çıktının girdiye oranı şeklinde tanımlanır. Eğer üretimde tek girdi ve tek çıktı yer alıyorsa, verimlilik bir birim girdi ile ne kadar üretimde bulunabileceğini gösterir. Bu bağlamda, verimlilik oranı sayısal birimlerle ifade edilebilir ve bu oran etkinliğin olduğu kadar verimliliğin ölçüsü olarak da değerlendirilebilir¹. Bununla beraber, ekonomide çok sayıda girdi ve çıktı olması durumunda, çıktı ve girdilerin bu unsurlarından farklı olarak değer veya maliyet ağırlıkları kullanılarak verimlilik için genel bir bütüncüllük oluşturulabilir. Bu tür sonuçlar sayısal oranları ifade etmekten daha çok, ekonomik sonuçları gösterir. Yani, girdi ve çıktının fiyatı ya da maliyeti değiştiğinde, verimlilik oranının değişebileceği anlamına gelir².

Bir ekonominin mal ve hizmet üretme gücü olarak da tanımlanabilen verimlilik, bu yönüyle toplumların ekonomik yaşam düzeyinin temel belirleyicilerinden birisi

¹A. Özlem Önder ve Aykut Lenger, "Productivity in Turkish Manufacturing Industry: A Comparative Analysis On the Selected Provinces", (Ankara: ODTÜ Ekonomik Araştırmalar Merkezi (ERC), Working Paper No. 00/12, 2000), s.4.

² J.R.Norsworthy ve S.L.Jang, "Contributions to Economic Analysis, , Emprical Measurement and Analysis of Productivity and Technological Change", (North-Holland: Elsevier Science Publishers b.v. 1992), s.9-10.

olarak kabul edilir. Bu bağlamda, verimlilikteki değişimler ekonomideki makroekonomik değişkenler üzerinde önemli bir gösterge olarak kabul edilmektedir.³ Teknoloji ya da üretim tekniği ise verimlilikle yakından ilişkili olmasına rağmen, fiziksel bir kavramdır: Üretim teknolojisi belirli bir kalitede çıktı üretilmesinde rol oynayan girdilerde tam bir uzmanlaşmadır. Daha geniş anlamıyla teknoloji düzeyi; üretim süreci, ürünün kendisi, yönetim organizasyonu, pazarlama ve satış sonrası servisi ilgili bilgi ve deneyimlerin toplamı ya da stoku olarak tanımlanabilir. Bu stoktaki artış ise teknolojik ilerleme olarak adlandırılır⁴. Tanımından da anlaşılacağı üzere verimlilik iktisat biliminin temel ilgi alanlarından birisi olan kıt kaynaklarla en çok üretimin nasıl gerçekleştirileceği sorunuyla ilgilenir. Başka bir ifadeyle, verimlilik refah düzeyini arttırmak isteyen ülkelerin, toplumların veya ekonomik birimlerin kaynaklarını en iyi şekilde kullanarak üretimini arttırması için gerekli koşullardan birisidir.

Yukarıda tanım olarak verilen verimlilik kavramları, ekonomik performansın ölçülmesinde tek başına yeterli değildir. Çünkü bir ekonomide üretim artışından ve dolayısıyla verimlilikteki değişmeden bahsedilebilmesi için, karşılaştırma yapılması gereklidir. Ayrıca, verimlilik değişimleri ekonomide teknolojik gelişme, fiziksel ve beşeri sermaye birikimi, girişimcilik, kurumsal düzenlemeler vb. gibi çok sayıdaki faktörün hem sonucu hem de nedenidir. Başka bir deyişle, verimlilik ekonomideki bir çok değişimden etkilenen ama aynı zamanda bu değişimlerin kaynağı olabilen "sentez" değişkendir. Bu özelliği gereği genel sayılabilecek tanımların dışında verimliliğe ilişkin ortak tanım ve analiz geliştirmekte güçlükler çıkmaktadır. Ancak, üretim potansiyeli üzerinde önemli etkiler oluşturan verimlilik değişimleri, ekonominin uzun dönem performansındaki değişimin izlenebileceği temel değişkenlerden biridir. Bu nedenle, verimlilik analizlerinin karşılaştırma yapılabilir bir temele sahip olması ve bu amaca hizmet edecek uygun indekslerin kullanılması gereklidir⁵.

³ M. Kemal Biçerli, **Çalışma Ekonomisi**, (İstanbul: Beta Yayınları, Ekim 2000), s.383.

⁴ Aykut Kibritçioğlu, **İktisadi Büyümenin Belirleyicileri ve Yeni Büyüme Modellerinde Beşeri Sermayenin Yeri**, (Ankara: AÜ Siyasal Bilgiler Fakültesi Dergisi, Cilt 53, No. 1-4, Ocak-Aralık 1999), s.5.

⁵ Ahmet Haşim Köse, **Büyüme ve Verimlilik**, (Ankara: Milli Produktivite Merkezi Yayınları: 471, 1992), s. 3-4.

Ekonomi biliminin en eski kavramlarından birisi olarak kabul edilen verimlilik bugünkü kullanımına en yakın olabilecek anlamda ilk defa 16. yüzyılda Georg Bauer "De re Metallica" isimli kitabında kullanmıştır. Daha sonra, 17. yüzyılın sonları ile 18. yüzyılın başlarında etkili olmuş olan Fizyokratların üretime ilişkin kavramları ön plana çıkarmasıyla birlikte, verimlilik kavramından söz edilmeye başlanmıştır. Bu dönemde Sir William Petty "işbölümü-verimlilik" ilişkisinden söz ederken, François Quesnay katma değer in işçilik dışında kalan bölümünden oluşan "net ürün" kavramını ortaya atmıştır. Modern iktisat biliminin öncülerinden olan Adam Smith ve David Ricardo ile onların eserlerinden de yararlanarak Marksist okulu kuran Karl Marx'da verimlilik kavramını yoğun olarak tartışmışlardır. 20. yüzyıla gelindiğinde Neoklasik iktisadın önemli bir yer verdiği "marjinal verimlilik" kavramı ile bu yoğunluk sürmüştür, 20. yüzyılın ortalarında kalkınma olgusunun önem kazanmasıyla birlikte verimlilik tartışmasına yeni boyutlar eklenmiştir. 1950'lerin sonlarına doğru verimlilik ölçümü konusunda yeni yaklaşımlar ortaya çıkmıştır. Bu yaklaşımları geliştirenler: Alfred Marshall, William Stanley Jevons, John Bates Clark, Charles W. Cobb ve Paul H. Douglas, Robert M. Solow, E.F. Denison, John Kendrick, D.W. Jorgenson, Zvi Griliches 19. yüzyıl sonlarından bugüne kadar verimlilik alanında önemli çalışmalar yapan isimler arasında yer almışlardır.

1960'lı yıllardan 1970'li yıllara kadar dünyada verimlilikte hızlı bir artış yaşanmasına rağmen, 1970'lerin ilk yarısında ortaya çıkarak dünya ekonomisini etkileyen petrol krizi, çevreyi koruma yasaları, çıktının kompozisyonundaki değişimler vb. gibi nedenlerden dolayı verimlilikteki artış yavaşlamış ve teknolojik değişimin katkıları önemli ölçüde azalmıştır. 1980'lere gelindiğinde ise arz yönlü yaklaşımın önem kazanmaya başlamasıyla birlikte devrevi hareketler ile verimlilik düzeyininin ilişkilendirildiği çalışmalar literatürde önemli yer tutmuştur. Richard R. Nelson, Martin Neil Baily, J.R. Norsworthy, Michel J. Harper, Kent Kuntze, Frank Wolter, Assar Lindbeck, Diaz Alejandro ve Peter K. K. Clark bu tür çalışmalara önemli katkıda bulunmuş iktisatçılar arasında yer almışlardır. Bununla birlikte, bir yandan, bilimsel çalışmaların gelişimi, öte yandan değişik dönemlerdeki farklı ekonomik ve toplumsal sorunlar, verimliliğin tanımı ya da bu tanımdaki vurgu noktalarını değiştirmiştir. Sözelimi, 20. yüzyılın başlarında "çıktı ve bu çıktıyı elde etmek için kullanılan araçlar

arasındaki ilişki" olarak tanımlanan kavram, yüzyılın ortalarında "çıktının üretim faktörlerinden birine bölünmesiyle elde edilen oran" biçiminde tanımlanmış; dolayısıyla, emeğin dışında sermaye, enerji, hammadde vb. gibi faktörlerin verimliliklerinin hesaplanması gündeme gelmiştir. 1960'lı yıllarda ise, "toplam faktör verimliliği" ve "kısmi verimlilik" kavramları sıkça tartışılmaya başlanmıştır⁶.

2. VERİMLİLİKTE DEĞİŞMEYE NEDEN OLAN FAKTÖRLER

Verimlilikteki değişimler ister firma ve endüstri düzeyinde isterse de ekonomi düzeyinde önemli etkilere ve sonuçlara neden olabilmektedir. Verimlilikteki değişimleri ve nedenlerini açıklamaya çalışan bir çok iktisatçı farklı nedenlerle sınıflandırmalar yapmışlardır. E.D. Domar, verimlilikteki değişimlerin nedenlerini şu şekilde özetlemiştir: Dar anlamda, makine ve teçhizat icat edilmesi gibi teknolojik ilerlemelerin varlığı, ölçek ekonomileri, dışsal ekonomiler, iş gücünün kalitesi, eğitim ve sağlık şartlarının iyileştirilmesi, daha iyi yönetim, ürün çeşidinin artırılması şeklinde sınıflandırma yapmıştır.

J.A. Schumpeter, yeni bir ürünün piyasaya sürülmesi, üretimde yeni yöntemlerin kullanılması, yeni piyasaların açılması, yeni hammadde kaynaklarının bulunması, endüstrideki piyasa yapısının değişmesi gibi faktörlerin verimlilikte değişmeye yol açacağını öne sürmüştür.

E.F. Denison ise verimlilikteki değişimleri; teknoloji ve örgüt yapısındaki değişimler ile sermaye ve emeğin niteliğindeki değişimleri içeren bilgi düzeyindeki ilerlemelere bağlamıştır⁷.

Yukarıda genel hatlarıyla belirtilen sınıflandırmalara bağlı olarak verimlilikte değişmeye neden olan faktörler aşağıdaki gibi sınıflandırılabilir. Bunlar:

⁶ 25. Yıl Milli Prodüktivite Merkezi, (Ankara: Yeniçağ Basın Yayın San. ve Tic. Ltd. Şti., 1990), s.15-17.

⁷ Chia-Sheng Wu, *Productivity and Wage Structure in Taiwan's Manufacturing Sector (1966-1979)*, (Michigan: UMI Dissertation Information Service, University Microfilms International, 1990), s.25-26.

- Sermayenin kalitesi ve araştırma- geliştirme (AR-GE) faaliyetleri
- Ölçek ekonomileri ve piyasa yapısı
- Emeğin Niteliği (Kalitesi)
- Kamu düzenlemelerinin etkisi
- Teknoloji düzeyi, doğal kaynak bolluğu ve sermaye yoğunluğu
- Örgütlenme yapısı ve önderlik
- Sosyo-ekonomik yapı.

Araştırma ve geliştirme (AR-GE) çalışmaları yenilik ve buluşların temel kaynaklarından birisidir. Üretimde yeni teknolojilerin kullanılması, girdi maliyetlerinin ve üretim olanaklarının değişmesine neden olur. Bu da üretimde kullanılan tekniklerin değişmesine paralel olarak çıktı miktarının artmasına yol açar.

Firmanın üretim ölçeğinin büyük olması durumunda, çoğunlukla verimlilik artışlar ortaya çıkar. Bu artışa bağlı olarak, firma piyasada fiyat, maliyet ve kalite yönünden avantaj sağlayabilmektedir.

Teknoloji düzeyi verimliliği etkileyen önemli etkenlerden birisidir. Günümüzde gelişmiş ülkelerinde yüksek verimlilik düzeyine ulaşmalarının nedenlerinden birisi, gelişmiş teknolojiyle donatılmış olmalarıdır. Yüksek teknolojileri üreten ve uygulayan gelişmiş ülkelerin verimlilik düzeyleri, öteki ülkelerdeki verimlilik düzeylerine göre oldukça yüksektir. Buna rağmen, az gelişmiş ya da gelişmekte olan ülkeler çok zor da olsa, yüksek teknoloji transfer ettikleri ve bu teknolojinin maliyetini ödeyebilecek ölçüde tasarruf yapabildikleri görülmüştür. Bu konudaki en büyük ikilem, ücretlerin düzeyine bağlı olarak ortaya çıkmaktadır. Az gelişmiş ülkelerde ücret düzeylerinin çok düşük olması, yüksek teknolojilerin çekiciliğini ortadan kaldırmakta ve onları bir çekim alanı olmaktan çıkarmaktadır. Çünkü yüksek teknoloji, işgücünün yerine makineleri çalıştırmayı gerektirmektedir. Ancak, makineler pahalı, işgücü de ucuz olunca makineden işgücüne kayan tercihler nedeniyle daha çok işçi çalıştırmak, daha çok makine çalıştırmaya göre daha cazip hale gelir. Öte yandan, bu ülkeler tercihlerini makinelerden yana değiştirebilmek için yüksek ücret politikaları uygularsa, bu kez de enflasyon ya da sermaye birikiminde yavaşlama gibi sorunlarla karşılaşılabilir.

Yüksek verimliliği etkileyen diğer bir faktör de emeğin kalitesidir. İnsanlarda yarattığı yabancılaşma sorununa çok dikkat çekilmiş olmasına karşın, uzmanlaşma ile birlikte verimlilikteki yükselmelerin yan yana gittiği gerçeğini göz önünden uzaklaştırmamak gerekir. Dolayısıyla yüksek verimlilik, nasıl yüksek refah düzeylerine ulaşmanın bir aracı ise, uzmanlaşma da, yüksek verimlilik düzeylerine ulaşmanın bir aracıdır.

Verimliliğin artırılması için hükümet, meslek ve araştırma kuruluşları, sendikalar ve işveren teşekkülleri arasında sıkı bir işbirliği zorunludur. Hükümet politikaları verimliliği artırma amaçlarını destekleyici yönde olmalıdır. Bunun en iyi yolu ise tam çalışmayı sağlayacak bir ekonomik ortam yaratılmasından ve elde edilecek yararların işveren ile işçi arasında adil biçimde paylaşılmasını sağlamaktan geçer. Verimliliği artırma konusunda hükümetin bir görevi de yeterli bir ulaştırma düzeni, sosyal hizmetler, eğitim ve öğrenim imkanları sağlamak, araştırma ve geliştirme birimleri kurmak, toplumun verimliliğini artırma gereğini benimsemesine yol açacak politikalar üretmektir. Gerek işletme düzeyinde, gerek ulusal düzeyde iyi bir işçi-işveren ilişkileri düzeninin sağlanması önemlidir. Verimliliği artırma, savurganlığı önleme alanında hükümetin, yöneticilerin ve sendikaların sorumlulukları birbirleri ile iç içe girmiş durumdadır. Bu yüzden hiç biri, ötekinin desteği olmadan ileri adımlar atamaz.

Örgütlenme düzeyi, verimlilikteki değişimleri etkileyen faktörlerden birisidir. Burada geçen örgüt kavramı, üretim amacıyla bir araya getirilmiş ve bu amaç doğrultusunda yönlendirilmiş insanlar ve donanım birliği olarak tanımlanabilir. Örgütlenmenin üretime ve dolayısıyla da verimliliğe bir katkısı olup olmadığını saptayabilmek için uygulanacak olan yöntem, öteki etkenler değişmezken örgütlenme biçimini değiştirmek ve eski ile yeni örgütlenmenin sonuçlarını karşılaştırmaktır. Sonuçlar arasında anlamlı ölçüde bir fark varsa, bu, ancak örgütlenme ile açıklanabilir. Teknoloji düzeyi değiştirilmesi en güç olan etkenlerden biridir. Emeğin kalitesini iyileştirmek de zor olmakla birlikte eğitim yoluyla ve deneyimlerin artırılmasıyla gerçekleştirilebilecek olan bir durumdur. Örgütlenme yapısını değiştirmek ve eski yapının üstüne yeni yapılar yerleştirmek ise göreceli olarak daha kolaydır. Burada

ortaya çıkan zorluk, yeni yapıyı örgütün içinde yer alan bireylere benimsetebilmektir ki, bu da örgüt önderliğinin ikna yeteneğine bağlı bir olgudur.

Son olarak, verimlilik düzeyi; oluşumunu tarihsel sürece borçlu olan, alışkanlıklarla yüklü ve gelişebilmesi için gerekli ivmeyi tarihsel süreçten ödünç alan sosyo-ekonomik yapı tarafından belirlenmektedir. Toplumsal açılım yaratıcı nitelikteki yeniliklere direnç gösterme ve onları daha doğar doğmaz reddetme özelliğiyle kendisini belli eden bu sosyoekonomik yapı çok yavaş değişmektedir. Aykırılığı, farklılığı ve yeniliği dirençle karşılayan sosyo-ekonomik yapının ne ölçüde güçlü olduğunu belgeleyebilmek için verilebilecek en iyi örneklerden biri matbaadır. İlk olarak 1466 yılında ortaya konulmuş olmasına karşın Osmanlı toplumuna ancak 1727'de benimsetilebilen matbaanın serüveni, hattatlarda içselleştirilmiş olan alışkanlıkların (ki bunlar sosyo-ekonomik yapının bir parçasıdır) aykırılığa, farklılığa ve yeniliğe nasıl direndiğini ve onları nasıl bir tepkiyle reddettiğini kanıtlar⁸.

3. VERİMLİLİĞİN BELİRLENMESİ

Ekonomide tüm birimleri ilgilendiren verimlilik kavramı, mikro düzeyde öncelikli olarak firmaları ilgilendirmektedir. Firmalar, verimliliği üretim sürecinde kullandıkları işgücü, sermaye, hammadde, arazi, bina, makine vb. gibi faktörleri ne derece etkin kullandıklarını belirleyen bir gösterge olarak ele alınmaktadırlar.

Verimliliğin belirlenmesinde toplam faktör verimliliği ve kısmi faktör verimliliği yaklaşımları yaygın olarak kullanılmaktadır. Toplam faktör verimliliği belirlenirken, paydada üretim sırasında harcanan toplam üretim faktörlerinin ve girdilerin fiziki miktarları yer alacaktır. Öte yandan, kısmi verimlilik ölçümü yapıldığında payda da sermaye miktarı yer alıyorsa, bulunacak değer sermayenin verimliliğini, emek miktarı yer alıyorsa emeğin verimliliğini gösterir.

⁸ <http://www.mpm.org.tr>, "Verimlilik Nedir?" (2002)

Mikro düzeydeki analizlerde geleneksel üretim faktörlerinin yanı sıra ara girdiler için de tanımlanabilen kısmi verimlilik indeksleri, makro düzeydeki analizlerde sermaye ve emek girdileri için düzenlenmektedir. Her biri kendine özgü içerik ve kullanıma sahip olmasına karşın, uygulamalarda en çok kullanılanlar emek ve sermayeye ait olanlardır. Emek ve sermaye verimliliklerinin nitelik açısından gösterdiği en önemli fark, emek verimlilik düzeyinin nadiren düşmesi ve uzun dönemde pozitif değerler almasına karşın, sermaye verimliliğinin ya küçük pozitif değerler ya da konjonktürün daralma dönemlerinde çok yüksek negatif değerler aldığıdır. Bu fark, üretim ve emeğin akım, sermayenin ise stok değişken olmasından kaynaklanmaktadır.

Kısmi verimlilik indeksleri girdilerin verimlilik düzeylerini ve değişimin yönünü ortaya koymakla birlikte, değişimin nedenleri hakkında bilgi vermez. Diğer bir deyişle, üretim çok sayıda etken tarafından etkilenebilmesine karşın, kısmi verimlilik indeksleri diğer koşulların değişmediği varsayımıyla yapılır.

Verimlilikteki artışların bir ekonominin üretim potansiyeli üzerindeki etkileri düşünüldüğünde; ekonominin bütünü için etkinlikteki değişimi doğru ve tam olarak öngörülebilmemizi sağlayacak ölçüm gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Ekonominin etkinliğindeki değişimin ölçülmesinde, üretimde kullanılan tüm faktörlerin bileşik verimlilik değişimleri hesaplanarak giderilir. Bu değişimler ölçmek için toplam faktör verimliliği kullanılır ve bileşik girdi birimi veya tek tek girdilerin ağırlıklı ortalaması olarak tanımlanabilir. Üretim üzerinde etkili olan ve niceliksel hale getirilebilen tüm faktörlerin içerildiği bir analiz çerçevesi sağlayan toplam faktör verimliliği, verimlilik düzeyini ve değişimin yönünü sağlayabildiği gibi, değişimin nedenlerine ilişkin değerlendirme yapılmasına da olanak tanımaktadır⁹.

Yukarıda yapılan açıklamalara bağlı olarak, verimlilik hesaplamalarında yaygın olarak kullanılan kısmi faktör verimliliği ve toplam faktör verimliliği kavramları tanımlanacaktır.

⁹ Köse, a.g.e., s. 4-6.

3.1. Kısmi Faktör Verimliliğinin Belirlenmesi

Kısmi faktör verimliliğinin belirlenmesinde üretim fonksiyonu ve indeks sayıları yöntemi kullanılacaktır.

Kısmi verimlilik hesaplamalarında en yaygın olarak kullanılan toplam çıktının çalışılan işgücü miktarına ya da çalışılan işgücü saatine bölünmesi ile elde edilen işgücü (emek) verimliliğidir. Bunun yanısıra, aynı yöntem kullanılarak çıktının üretimde kullanılan sermaye miktarına bölünmesi ile elde edilen sermaye verimliliğinin hesaplanabilmesi mümkündür. Kısmi verimlilik olarak kabul edilen bu iki ölçü üretim faktörlerinin ortalama verimliliklerini ölçmektedir. Üretim miktarını Y , emeği L ve sermayeyi K notasyonları ile ifade edersek; işgücü ve sermaye verimlilikleri Cobb-Douglas üretim fonksiyonundan hareketle aşağıdaki gibi hesaplanabilir¹⁰.

Ölçeğe göre sabit getiri ve tam rekabet varsayımı altında Cobb-Douglas üretim fonksiyonu;

$$Y_t = A_t K_t^\beta L_t^{1-\beta} \quad (1)$$

şeklinde tanımlanır. (1) nolu eşitlikte, A sabit bir katsayıdır. Buna göre çıktının emek girdisine oranı şeklinde tanımlanan emek verimliliği aşağıdaki gibi hesaplanabilir:

$$\frac{Y_t}{L_t} = \frac{A_t K_t^\beta L_t^{1-\beta}}{L_t} = A_t \left(\frac{K_t}{L_t} \right)^\beta \quad (2)$$

(2) nolu eşitlikte, emek verimliliği çok faktörlü verimliliğe ve sermaye-emek oranına bağlıdır. (2) nolu eşitlik, girdilerin etkin kullanımına bağlı olarak emeğin ne kadar verimli olacağını ifade eder. Ayrıca, sermaye emek oranı ne kadar büyürse emeğin o kadar verimli olacağını gösterir. Bu azalan verimlerin başka bir gösterimidir.

¹⁰ Ahmet Gökdere ve Diğerleri, *İktisadın İlkeleri*, (Ankara: Alkım Kitapçılık Yayıncılık, 1996), s.682.

Emeğe göre sermayenin miktarı artıkcça sermaye daha bol ancak daha az verimli olur. Diğer yandan, emek oransal olarak daha kıt ancak daha çok verimli olur¹¹.

Aynı şekilde, kısmi faktör verimliliği sermaye için hesaplanabilir. Buna göre:

$$\frac{Y_t}{K_t} = \frac{A_t K_t^\beta L_t^{1-\beta}}{K_t} = A_t \left(\frac{L_t}{K_t} \right)^{1-\beta} \quad (3)$$

(3) nolu eşitlik sermayenin verimliliği çokfaktörlü verimliliğe ve emek-sermaye oranına bağlıdır. Eşitlik girdilerin etkin kullanımına bağlı olarak, sermayenin ne kadar verimli olacağını ifade eder. (2) ve (3) nolu eşitliklerde sermaye ve emek verimliliklerinin zamana göre değişimlerinin hesaplanabilmesi için “t” notasyonu indis olarak yazılmıştır. Sabit bir katsayı olarak ifade edilen “A” notasyonu ise teknoloji düzeyini göstermektedir. Eşitliklerde zamana yer verilmesi durumunda, bu katsayıdaki değişme teknolojik değişme olarak yorumlanır ve üretim fonksiyonunun kaymasına neden olur.

Kısmi verimliliği hesaplamakta kullanılacak diğer bir yöntemde indeks sayıları yöntemidir. Bu yöntemde verimlilik tüm faktör girdileri için hesaplama yapılmıyorsa, her bir girdi ve çıktı için ağırlıklı indeks oluştururken kolaylık sağlar. Bu durumda verimlilik indeksi, girdi ve çıktı için oluşturulan fiyat ölçülerinin oranı olarak yazılır. Bu yöntemde göre

$$PY = V = V' = P'Y' \quad (4)$$

olacaktır. (4) nolu eşitlikte Y ve P notasyonları çıktının fiyat indekslerini, Y' ve P' notasyonları ise girdinin fiyat indekslerini göstermektedir. V ve V' ise çıktı ve girdi için değer indekslerini ifade eder. (4) nolu eşitliği verimlilik; çıktı fiyat indekslerinin girdi fiyat indekslerine oranı şeklinde ya da sadece değer indeksleri

¹¹ Alan J. Auerbach ve Laurence J. Kotlikoff, **Macroeconomics: An Integrated Approach**, (Ohio: South-Western College Publishing, 1995), s. 25-26.

biçiminde yazmak suretiyle hesaplanabilir. Sonuç olarak, bu yöntemle kısmi faktör verimliliği (Π)

$$\Pi = \frac{Y}{Y'} = \frac{V/P}{V'/P'} \quad (5)$$

şeklinde hesaplanabilir¹².

3.2. Toplam Faktör Verimliliğinin Belirlenmesi

Toplam faktör verimliliği üretimde kullanılan tüm faktörlerin çıktı üzerindeki etkisini ölçmekte yaygın olarak kullanılan yöntemlerden birisidir. Bu bölümde toplam faktör verimliliği, temelde üretim fonksiyonu ve indeks sayılarını kapsayan yaklaşımlar çerçevesinde incelenecektir.

3.2.1. Toplam Faktör Verimliliğinin Belirlenmesine Yönelik Yaklaşımlar

Toplam faktör verimliliğinin belirlenmesinde Solow'un büyüme modeli yaklaşımı ve indeks sayıları yaklaşımının analiz araçları çerçevesinde açıklamalar yapılacaktır.

3.2.1.1. Solow'un Büyüme Modeli Yaklaşımı

Harrod ve Domar'ın büyüme modeli, Neo-klasik yaklaşımın özel bir durumu olan sabit emek sermaye oranını içerdiği için eleştirilmektedir. Bu bağlamda, Tobin, Swan ve Solow üretim sürecinde emek ve sermayenin birbirini ikame edebilecekleri varsayımından hareketle Neo-klasik olarak nitelenen büyüme modellerini geliştirmişlerdir. Bu modele Neo-klasik denmesinin nedeni tam rekabet koşullarını, üretim faktörlerine marjinal verimliliklerine göre ödeme yapıldığı varsayımını, tam istihdamı ve değişen bir sermaye çıktı oranını kabul etmeleridir. Ayrıca Neo-klasik büyüme modellerinde üretim fonksiyonlarında azalan marjinal verimlilik ve ölçeğe göre

¹² Irving H. Siegel, "Output, Input and Productivity", National Bureau of Economic Research, (Newyork:Volume 25, Princeton University Press, 1961), s.26-28.

sabit getiri varsayımı yapılmaktadır¹³. 1956 yılında Robert M. Solow tarafından geliştirilen Neoklasik büyüme modeli:

- Nüfusun ve teknolojinin değişmediği
- Çıktının emek ve sermayeye bağlı olarak değiştiği
- Ölçeğe göre sabit getiri
- Tam rekabet koşullarının geçerli olduğu

varsayımlarına dayanmaktadır¹⁴. Bu temel varsayımlar altında veri bir teknoloji düzeyinde üretimde kullanılan girdiler ve bu girdilerle üretilebilecek maksimum ürün miktarı arasındaki ilişki aşağıdaki gibi yazılabilir.

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

Yukarıdaki eşitlikte Y çıktı miktarını, K ve L sırasıyla sermaye ve emek miktarlarını göstermektedir. Yukarıdaki varsayımlar altında üretim fonksiyonu fark denklemi şeklinde ifade edilirse,

$$\frac{\Delta TFP}{TFP} = \frac{\Delta L}{L} - \alpha \frac{\Delta K}{K} \quad (2)$$

şekline dönüşür. Yukarıdaki (2) nolu denklem yeniden düzenlenirse,

$$\frac{\Delta TFP}{TFP} = \frac{\Delta Y}{Y} - \alpha \frac{\Delta K}{K} - \beta \frac{\Delta L}{L} \quad (3)$$

$$\frac{\Delta TFP}{TFP} = \left(\frac{\Delta Y}{Y} - \frac{\Delta L}{L} \right) - \alpha \left(\frac{\Delta K}{K} - \frac{\Delta L}{L} \right) \quad (4)$$

¹³ İlker Parasız, **Modern Büyüme Teorileri Dinamik Makro Ekonomiye Giriş**, (Bursa: Ezgi Kitabevi Yayınları, 1. Baskı, 1997), s.83.

¹⁴ Charles İ. Jones, **İktisadi Büyüme Giriş** (Çev. Sanlı Ateş ve İsmail Tuncer), (İstanbul: Literatür Yayıncılık, 2001), s.19.

$$\frac{\Delta TFP}{TFP} = \frac{\Delta Y}{Y} - \alpha \frac{\Delta L}{L} - \beta \frac{\Delta K}{K} \quad (5)$$

şeklinde ifade edilebilir. Bu yöntemde, toplam faktör verimliliğindeki artış oranı, emeğin verimliliğindeki artış oranı, sermayeye göre çıktının esnekliği ve sermaye yoğunluğu tarafından belirlenmektedir¹⁵. Üretim fonksiyonu faktörlerin marjinal verimliliklerine, faktörlerarası marjinal ikame oranı ve ikame esnekliğine, faktör yoğunluğuna, üretim etkinliğine ve ölçeğe göre getiriye bağlı olarak değişim gösterir. (1) nolu eşitlikteki üretim fonksiyonunda karşılaşılan en önemli sorunlardan birisi, kişi başına düşen üretim miktarındaki değişimin ne kadarının sermaye birikiminden ne kadarının ise teknolojik değişmeden kaynaklandığının belirlenmesidir. Bu sorun, farklı özelliklere sahip teknolojik gelişmenin üretim üzerindeki etkisi düşünüldüğünde teknolojik gelişmenin sınıflandırılmasını gerekli kılar. Teknolojik gelişme temelde içerilmiş ve içerilmemiş teknolojik değişme olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. İçerilmemiş teknolojik değişme, zamanın geçmesi ile ortaya çıkar ve maliyeti yoktur. Bu durumda, içerilmemiş teknolojik değişme sadece yönetim ve örgütlenme alanındaki iyileşmeler sonucu üretim artışının olması sonucu ortaya çıkmaktadır. Yatırımlardan ve dolayısıyla sermaye stokundan soyutlanmıştır. Bu tür teknolojik gelişmenin hangi faktörden daha fazla tasarruf sağladığı sözkonusu olduğunda nötr ve yönelimli teknolojik gelişme konusu gündeme gelmektedir¹⁶. Bu nedenle, Solow geliştirdiği modelde nötr teknolojik değişme üzerinde yoğunlaşmıştır. Nötr teknolojik değişme sermaye kullanımlı ve emek kullanımlı olmasına bağlı olarak tanımlanmıştır. Bu tanımlamaya bağlı olarak nötr teknolojik değişme üç şekilde açıklanabilir. Bunlar; Hicks-nötr, Harrod-nötr, Solow-nötr. Hicks veri sermaye emek oranında marjinal verimliliklerinde bir değişme yoksa, teknolojik yeniliklerin nötr olduğunu ortaya koymuş ve buna bağlı olarak üretim fonksiyonunu aşağıdaki gibi ifade etmiştir.

$$Y = F(K, L; t) = A(t)F(K, L) \quad (6)$$

¹⁵ N. Gregory Mankiw, *Macroeconomics*, (Newyork: Worth Publishers, 1992), s.114-115.

¹⁶ İdil Turunç, *Çeşitli Üretim Fonksiyonu Yaklaşımlarıyla Teknolojik Değişmenin Ölçülmesi ve Verimlilik*, (Ankara: Milli Produktivite Yayınları: 343, 1986), s. 13-14.

şeklinde olacaktır. Harrod ise veri sermaye çıktı oranında nispi girdi payları KF_K/LF_L değişmeden kalıyorsa yenilikler Harrod nötral olarak değerlendirilebilir. Buna göre üretim fonksiyonu

$$Y = F(K, LA(t)) \quad (7)$$

olur. (7) nolu eşitlikteki $A(t)$ teknoloji indeksidir ve $\dot{A}(t) \geq 0$ dır. Üretim fonksiyonunun bu şekilde yazılması emek yönelimli teknolojik ilerleme olarak adlandırılır çünkü emek stoğundaki bir artışla beraber çıktı da artar. Son olarak, Solow veri emek çıktı oranında nispi girdi paylarını LF_L/KF_K değiştirmeden bırakan yenilikler, Solow nötral olarak değerlendirilmiştir. Buna bağlı olarak üretim fonksiyonu şu şekilde olacaktır.

$$Y = F(K, LB(t)) \quad (8)$$

(8) nolu eşitlikte $B(t)$ teknoloji indeksidir ve $\dot{B}(t) \leq 0$ dır. Teknolojik ilerleme sermaye stoğundaki artışa bağlı olarak üretimi artırır. Üretim fonksiyonunun bu şekilde yazılması sermaye yönelimli olduğu şeklinde tanımlanır¹⁷.

Solow, büyüme modeli yaklaşımında verimlilikteki değişimleri ve zamana bağlı olarak girdilerdeki değişimle çıktıdaki değişimleri ayırma yöntemini kullanmıştır. Yukarıdaki belirlemelere bağlı olarak, teknolojik değişimin nötr olması ya da üretimdeki kaymalar tüm marjinal ikame oranlarını değiştirmeden bırakması durumuna göre, üretim fonksiyonu aşağıdaki yazılabilir.

$$Y_i = A_i F(K_i, H_i) \quad (9)$$

Yukarıda (9)nolu fonksiyonda Y_i çıktı miktarını, A_i Hicks-nötral verimliliği, H_i sermaye yönelimli emek girdisini ve K_i sermayeyi göstermektedir. L_i şeklinde ifade

¹⁷ Robert J. Barro ve Xavier Sala-I-Martin, **Economic Growth**, (Newyork: McGraw-Hill International Editions, 1995), s.32-33.

edilen emek girdisinin her ülke için homojen olduğunu ve her bir emeğin a_i yıl kadar eğitim almış olduğu varsayılmaktadır. Buna göre sermaye yönelimli emek;

$$H_i = e^{\phi(a_i)} L_i \quad (10)$$

olacaktır. Yukarıdaki eşitlikteki emeğin aynı düzeyde ve nitelikte eğitim almış olduğunu varsayarsak, bu durumda $\phi(a_i)=0$ olacaktır. Buna göre Solow tarafından geliştirilen üretim fonksiyonu aşağıdaki şekilde yeniden düzenlenebilir.

$$Y = F(K, L; t) \quad (11)$$

(11) eşitlikte "t" notasyonu zamanı göstermektedir. Solow açık bir şekilde teknik değişmeye olanak vermesi açısından üretim fonksiyonunda ya da F fonksiyonunda zamana yer vermiştir¹⁸.

Yukarıda teorik çatısı oluşturulan üretim fonksiyonunda indeks sayıları yöntemi ve milli gelir özdeşliğinin analiz araçları kullanılarak bir birim girdi başına çıktı ya da toplam faktör verimliliği hesaplanabilir. Milli gelir özdeşliğinde toplam faktör verimliliği gelir akım şemasının zımnı kısmıdır. Bu yöntemde, tüketicilere satılan mal ve hizmetlerin miktarı (q_t) ve fiyatı (p_t) mal piyasasında belirlenir. Bu malların toplam değeri $p_t q_t$ dir. Bu ifade üreticilerin elde ettikleri gelir ve tüketicilerin harcamalarına eşittir. Faktör piyasaları girdi miktarını (emek ve sermaye), aynı zamanda sırasıyla bu girdilerin fiyatlarını belirler. Bu girdilere yapılan ödemeler tüketicilerin brüt gelirleri ve üreticilerin maliyetidir. Bu iki piyasa üretici açısından gelir ve maliyet eşitliği ve tüketici açısından ise brüt gelir ve harcama şeklinde birbirleriyle ilişkilidir. Bu ilişki temel gayri safi yurtiçi hasıla (GSYİH) özdeşliğini verir. Yani:

$$p_t q_t = w_t L_t + r_t K_t \quad (12)$$

¹⁸ Robert E. Hall ve Charles I. Jones, "The Productivity of Nations", National Bureau of Economic Research, (Newyork: Working Paper 5812, Kasım 1996), s.4-6.

(12) nolu eşitlik emek, sermaye ve teknoloji gibi kıt kaynaklarla oluşturulan ekonominin bütçe kısıtıdır. Bununla beraber, cari fiyatlarla gayri safi yurtiçi hasıla (GSYİH) ekonomik iyileşmenin genel bir ölçümüdür. Ekonomik birimlerin gelir akım şeması tüketilen mal ve hizmet temeli üzerine kurulur. Bu mallara yapılan harcama miktarına göre oluşturulmaz. $p_t q_t = w_t L_t + r_t K_t$ özdeşlikle belirlenen piyasa faaliyet hacmi sadece fiyatların artış ve düşüşüne göre değişebildiği için ekonomik iyileşmenin ölçülmesinde bir gösterge olarak kullanılmaz. Özdeşlik şeklinde ekonomik aktivite miktarını ölçmek için gerekli olan şey, fiyat düzeyinin sabit tutulmasıdır. Bu amaçla, $p_t q_t = w_t L_t + r_t K_t$ özdeşliği cari girdi ve çıktı değerini baz yılı fiyatlarını kullanılarak yeniden yazılabilir.

(12) nolu eşitlikte, her iki tarafın da birbirine eşit olduğu sabit fiyat özdeşliğinin oluşturulması yanıtıcı sonuçlar verebilmektedir. Eğer çıktının sabit parasal değeri herhangi bir yıldaki sabit girdi değerine eşit olursa, veri girdi miktarıyla daha fazla çıktı elde edilmesine olanak sağlayan verimlilikte bir artış olursa bir sonraki yıl eşitlik sabit olmayacaktır. Bu sorunu gidermek için, eşitliğin her iki tarafını sabit değerlerle eşitliğe getirmek için ölçek faktörünün kullanılması gereklidir. Bu durumda sabit fiyat özdeşliği aşağıdaki gibi yazılabilir.

$$p_0 q_t = S_t [w_0 L_t + r_0 K_t] \quad (13)$$

eşitlikte ölçek faktörü (S_t) başlangıç yılını (0) olarak alırsak, bir sonraki dönem (1) e eşittir ama bu sermaye ve emeğin verimliliğindeki değişmelere bağlı olarak zaman içinde değişir. Bu durumda $p_0 q_t = S_t [w_0 L_t + r_0 K_t]$ özdeşliği $[w_0 L_0 + r_0 K_0]$ ya bölünürse, ölçek faktörü çıktının bir birim toplam faktör girdisine oranı olacaktır.

$$\frac{S_t}{S_0} = \frac{\frac{q_t}{q_0}}{\frac{w_0 L_t + r_0 K_t}{w_0 L_0 + r_0 K_0}} \quad (14)$$

(14) nolu eşitlikte ilk defa 1956 yılında Abramovitz tarafından öne sürülen indeks formülü verimlilik literatüründe yaygın olarak kullanılmaktadır. Bununla

beraber, Laspayres indeksinin ikame meyli tüketici fiyat indeksi analizi olarak bilinmektedir. İkame eğilimi; nispi fiyatlar değiştiğinde birimler (üreticiler veya tüketiciler vs.) daha ucuz mallarla ikame ettiğinde ortaya çıkar. Bu problem bileşik (zincirleme) Laspayres indeksi kullanıldığında azaltılabilir. Hem Kendrick hem de Denison ikame eğilimini belirlemek için sabit ağırlık yöntemini kullanmalarına rağmen, zincirleme indeks yöntemini desteklemektedir.

Bu yöntemle belirlenen toplam faktör verimliliğinde problem S_t oranının yorumunda ortaya çıkmaktadır. Yukarıda gösterilen temel hesaplama özdeşlikleri hem üretici hem de tüketici açısından ele alınabilir. Verimlilikle ilgili yapılan çalışmalarda genellikle üretici açısından yorum tercih edilir. Çünkü S_t nin anlamıyla ilgili tartışmalar, üretim fonksiyonunun açıklanmasında gerekli bir unsurdur. Bununla beraber, tüketicinin refahı arka planda tutulmuştur. Literatürde S_t , yeniliklerin refah faydasının göstergesi olarak gözönüne alınmaktadır.

Yukarıda ele alınan yaklaşımı, ölçeğe göre sabit getirinin ve Hicks nötral değişme parametresinin olduğu bütüncül üretim fonksiyonunu ele alan Solow'un büyüme modelinde yeniden ele alalım. Üretim fonksiyonu aşağıdaki şekilde tanımlanan bir fonksiyon olsun;

$$Y_t = A_t F(K_t, L_t) \quad (15)$$

Bu formülasyonda, Hicksiyan A_t terimi veri sermaye ve emek düzeyinde üretim fonksiyonundaki kaymayı ölçer. Bu parametre çoğu zaman "teknolojik değişme" olarak yorumlanır.

Üretim fonksiyonu bu şekilde yazıldığında, Hicksiyan A_t , çıktının bir birim girdiye oranı olan S_t ile ilişkilidir. Üretim fonksiyonundaki bu koşul nispi Hicksiyan etkinliği (A_t/A_0) belirtmek için payda Y_t/Y_0 oranı paydada ise üretim fonksiyonunun faktör birikim oranı $F(K_t, L_t)/F(K_0, L_0)$ şeklinde yeniden düzenlenebilir. A_t ve S_t indeksleri bazı özel durumlarda özdeştir ama A_t toplam faktör verimliliği için daha

genel bir göstergedir. İndeks sayısı teorisi genellikle Laspayres ikame meyline (S_t) bağlıdır.

Solow parametrik olmayan indeks sayıları yaklaşımını kullanarak (A_t) teknolojik değişmeyi ölçme sorunu üzerinde durmuştur. Solow'un çözümü üretim fonksiyonunun toplam fark denklemi temeli üzerine kurulmuştur:

$$\frac{\dot{Y}_t}{Y_t} = \frac{\partial Y}{\partial K} \frac{K_t}{Y_t} \frac{\dot{K}_t}{K_t} + \frac{\partial Y}{\partial L} \frac{L_t}{Y_t} \frac{\dot{L}_t}{L_t} + \frac{\dot{A}_t}{A_t} \quad (16)$$

Bu ifadenin sol tarafında reel çıktıdaki büyüme sermaye ve emeğin büyüme oranlarını göstermektedir. Eşitliğin ilk tarafı $\frac{\partial Y}{\partial K} \frac{K_t}{Y_t} \frac{\dot{K}_t}{K_t}$ ve $\frac{\partial Y}{\partial L} \frac{L_t}{Y_t} \frac{\dot{L}_t}{L_t}$ üretim fonksiyonu üzerindeki hareketi, ikinci tarafı $\frac{\dot{A}_t}{A_t}$ ise fonksiyondaki kaymayı göstermektedir.

Eşitlikteki çıktı esneklikleri, her girdiye marjinal ürün değeri ödeneceği biçiminde yorumlanabilir¹⁹. Bu homojenlik varsayımının bir sonucudur²⁰. Euler teoremine bağlı olarak

$$\frac{\partial Y}{\partial K} = \frac{r_t}{p_t} \quad \frac{\partial Y}{\partial L} = \frac{w_t}{p_t} \quad (17)$$

elde edilir. Bu durumda, (17) nolu eşitlik, nispi fiyatlar (emeğin ve sermayenin fiyatı) uygun marjinal ürünle ikame edilebileceğini ifade eder. Bu gözlemlenemeyen çıktı

¹⁹ Charles Hulten, "Total Factor Productivity: A Short Biography", National Bureau of Economic Research, (Newyork: Working Paper 7471, 2000), s. 4-12.

²⁰ Eğer $Y = F(K, L)$ doğrusal olarak homojense, Euler teoremine göre $K \frac{\partial Y}{\partial K} + L \frac{\partial Y}{\partial L} = Y$ şeklinde ifade edilebilir. Bu teoremin ispatı:

$$K \frac{\partial Y}{\partial K} + L \frac{\partial Y}{\partial L} = K\phi'(k) + L[\phi(k) - k\phi'(k)] = K\phi'(k) + L\phi(k) - K\phi'(k) \quad [k \equiv K/L]$$

$$= L\phi(k) = Y$$

olacaktır. Yukarıdaki ispatta homojenlik K ve L'nin tüm değerleri için geçerli olduğundan, bu özdeşlik eşitlik olarak da yazılabilir. Bu özellik, doğrusal olarak homojen fonksiyonun değerinin, girdilerin düzeyi ne olursa olsun, her bir bağımsız değişken ile bu değişkene göre birinci derece türevin çarpımından oluşan terimlerin toplamı olarak ifade edilebileceğini gösterir.

esneklikleri gözlemlenebilir gelir paylarına dönüşür. (s_k ve s_l) Toplam fark denklemi

$\frac{\dot{Y}_t}{Y_t} = \frac{\partial Y}{\partial K} \frac{K_t}{Y_t} \frac{\dot{K}_t}{K_t} + \frac{\partial Y}{\partial L} \frac{L_t}{Y_t} \frac{\dot{L}_t}{L_t} + \frac{\dot{A}_t}{A_t}$ aşağıda gösterilen Solow artığına dönüşür.

$$\omega_t = \frac{\dot{Y}_t}{Y_t} - s^{K_t} \frac{\dot{K}_t}{K_t} - s^{L_t} \frac{\dot{L}_t}{L_t} = \frac{\dot{A}_t}{A_t} \quad (18)$$

ω_t çıktıdaki artığın büyüme oranı girdideki artışlarla açıklanamaz. Bu artışlar sadece indeks sayısı fiyat ve miktarlardan hareketle doğrudan hesaplanabilir. Solow'un analizinin temel sonucu teoride "artık" Hicksiyan etkinlik parametresine eşittir. Ekonometrik uygulamalarda elde edilen artık, yenilik ve teknik etkiler, ölçüm hataları, çıkartılan değişkenler, bütüncül sapma, modelin yanlış belirlenmesi bölümleri içermektedir²¹.

3.2.1.1.1. Toplam Faktör Verimliliğinin Primal Yaklaşım ile Belirlenmesi

Günümüzde işletme, iktisat ve muhasebe dallarını yakından ilgilendiren konulardan birisi olan doğrusal programlama; kaynakların optimal dağılımının, kaynakların seçenekli dağılımının, optimal üretim bileşeminin, en uygun karın ve en az maliyetin belirlenmesinde kullanılmaktadır. Doğrusal programlama çözümünün ilişkili olduğu ikiz problemi vardır²². Doğrusal programlama problemi primal ya da asıl olarak adlandırılırken, ikizine dual veya ikilik denilmektedir. Problemlerin birbirine olan ilişkisi gözönüne alındığında hangi problemin primal hangisinin dual olarak alınacağı farketmez çünkü birinin optimal çözümü aynı zamanda ötekinin optimal çözümüdür. Doğrusal programlama modellerinde dualite kavramının kullanılması; dual problemin çözümünün primale göre daha az hesaplama işlemi gerektirmesi ve önemli ekonomik yorumlara olanak sağlaması nedeniyle yaygın kullanım alanına sahiptir²³. Bu çerçevede

²¹ Edwin Burmeister ve A. Rodney Dobell, *Mathematical Theories of Economic Growth*, (İngiltere: Gregg Revivals, 1993), s.16-17.

²² Ahmet Öztürk, *Yöneylem Araştırması*, (Bursa: Ekin Kitabevi yayınları, Genişletilmiş 5. Baskı, 1997), s.23.

²³ Öztürk, a.g.e. , s.127.

toplam faktör verimliliğinin hesaplamasında da kullanılabilen doğrusal programlamada dual yöntem hesaplanmadan önce, modelin primal olarak nasıl hesaplandığı gösterilecektir. Daha sonra, toplam faktör verimliliğine ilişkin çözümlene dual yöntemle yapılacaktır.

Toplam faktör verimliliğinin belirlenmesinde büyüme modeli yaklaşımı özellikle Solow, Denison, Kendrick ve Jorgensen ve Griliches tarafından yapılmıştır. Teknolojik değişimin ölçüsü olarak Solow artığını ya da diğer bir deyişle toplam faktör verimliliğini hesaplamakta kullanacağımız asıl ya da primal üretim fonksiyonu denklemi

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

şeklinde gösterelim. Eşitlikte, çıktıdaki artış oranı faktör birikimi ve teknolojik ilerleme gibi bölümlere ayrılabilir. Yukarıdaki fonksiyonun zamana göre farkını alır, Y ye böler ve katsayıları yeniden düzenlersek,

$$\dot{Y}/Y = g + \left(\frac{F_K K}{Y}\right) \left(\dot{K}/K\right) + \left(\frac{F_L L}{Y}\right) \left(\dot{L}/L\right) \quad (2)$$

F_K ve F_L sosyal marjinal ürünleri ve g ise teknolojik değişmeye bağlı büyümeyi göstermektedir. Yani,

$$g_t \equiv \left(\frac{F_A A}{Y}\right) \left(\dot{A}/A\right) \quad (3)$$

Eğer teknoloji Hicks-nötr olarak alınır, yani $Y = F(A, K, L) = A\tilde{F}(K, L)$ ve $g = \dot{A}/A$. Teknolojik değişme oranı $g = \dot{A}/A$ (2) nolu eşitliğin eşitliğin artık olarak hesaplanmasını olanaklı kılar.

$$g = \dot{Y}/Y - \left(\frac{F_K K}{Y}\right) \left(\dot{K}/K\right) - \left(\frac{F_L L}{Y}\right) \left(\dot{L}/L\right) \quad (4)$$

Yukarıdaki eşitlikte teknolojik değişmeye ilişkin tahmin yapabilmemiz için marjinal ürünlerin yani F_K ve F_L değerlerinin bilinmesi gerekir. Bu nedenle, marjinal ürünlerin gözlemlenebilen faktör fiyatlarıyla hesaplanabileceğini varsayıyoruz. Eğer üretim faktörlerine marjinal ürünleri kadar ödeme yapılırsa, bu durumda $F_K = w$ ve $F_L = r$ ye eşit olacaktır. Buna göre, teknolojik ilerlemenin primal yöntemle tahmin edilen eşitliği aşağıdaki şekilde yeniden düzenlenebilir.

$$\hat{g} = \dot{Y}/Y - s_K \left(\dot{K}/K \right) - s_L \left(\dot{L}/L \right) \quad (5)$$

olacaktır. Eşitlikte, $s_K \equiv \frac{rK}{Y}$ ve $s_L \equiv \frac{wL}{Y}$ toplam çıktıda her bir faktöre ödenen payları göstermektedir. \hat{g} değeri ise Solow artığını ya da toplam faktör verimliliğindeki artışı tanımlamaktadır²⁴.

3.2.1.1.2. Toplam Faktör Verimliliğinin Dual Yaklaşım ile Belirlenmesi

1998 yılında Hsieh tarafından kullanılan büyüme modeli, faktör fiyatlarındaki artış oranları kullanılarak dual yaklaşımla Solow artığını ya da toplam faktör verimliliği hesaplanır. Dual yaklaşımla Solow artığı çıktı ve faktör gelirleri arasındaki eşitlikten elde edilir. Bu eşitlik aşağıdaki gibi yazılabilir.

$$Y = wL + rK \quad (1)$$

Eşitlikte Y çıktıyı, L ve K sırasıyla emek ve sermayeyi, w emeğin aldığı ücreti, r sermayenin kiralama bedelini göstermektedir. Değişimleri görmek için eşitliğin her iki tarafının zamana göre farklarını alır ve Y 'ye bölersek,

²⁴ Robert J. Barro, "Notes on Growth Accounting", National Bureau of Economic Research, (Newyork: Working Paper 6654, Temmuz 1998), 2-4.

$$\dot{Y}/Y = s_K \left(\dot{r}/r + \dot{K}/K \right) + s_L \left(\dot{w}/w + \dot{L}/L \right) \quad (2)$$

yukarıdaki denklemde s_K ve s_L faktör gelir paylarını göstermektedir. Faktör miktarlarındaki artışları eşitliğin diğer tarafına atarsak, toplam faktör verimliliğindeki artış oranını aşağıdaki gibi buluruz.

$$g = \dot{Y}/Y - s_K \left(\dot{K}/K \right) - s_L \left(\dot{L}/L \right) = s_K \dot{r}/r + s_L \dot{w}/w \quad (3)$$

Eşitliğin sağ tarafı dual yaklaşımla toplam faktör verimliliğini ifade eder. Dual yaklaşım primal yaklaşımın aksine, faktör fiyatlarındaki değişmeyi göz önüne alır. Ancak, toplam faktör verimliliğindeki artışın tahmin edilmesinde primal yaklaşımdaki gibi faktör gelir payları (s_K ve s_L) kullanılır²⁵.

3.2.1.1.3. Toplam Faktör Verimliliği ve Markup İlişkisinin Belirlenmesi

Ölçeğe göre sabit getiri ve tam rekabet şartlarının geçerli olması durumunda, primal Solow artığı (SR) markupla ilişkilendirilebilir.

$$SR = \Delta q - \alpha \Delta l - (1 - \alpha) \Delta k = (\mu - 1) \alpha (\Delta l - \Delta k) + \theta \quad (1)$$

küçük harfle gösterilen notasyonlar doğal logaritmaları ve Δ birinci derece farkları gösterir. q , l ve k sırasıyla reel katma değeri, emek ve sermaye girdilerini, α katma değerde emeğin payını ve θ ise Hicks nötral teknolojik gelişmeyi göstermektedir. Sabit markup varsayarsak, (1) nolu eşitliğin duali fiyat temelli verimlilik ölçümüyle elde edilir. Buna göre dual Solow artığı (DSR);

$$DSR = \alpha \Delta w - (1 - \alpha) \Delta r = (\mu - 1) \alpha (\Delta w - \Delta r) + \theta \quad (2)$$

²⁵ Barro, a.g.e., s.6-7.

w ve r ücret oranı ve sermayenin kiralama bedelinin doğal logaritmalarıdır. (1) ve (2) nolu eşitlik tam rekabet şartları altında $\mu = 1$ olduğu için teknolojik gelişme oranını verir.

W. Roeger buna önemli bir bakış açısı geliştirerek, dual Solow artığından primal Solow artığını elde etmiştir. Bulunan sonucun nominal şartlarda Solow artığının ifadesi olarak yorumlanabileceğini öne sürmüştür. Nominal Solow artığı (NSR) markup, emeğin payı, emek sermaye maliyetindeki artış oranının fonksiyonudur:

$$NSR = \Delta(p+q) - \alpha\Delta(w+l) - (1-\alpha)\Delta(r+k) = (\mu-1)\alpha[\Delta(w+l) - \Delta(r+k)] \quad (3)$$

Roeger eşitliği, verimlilik artığı ve markup arasındaki ilişkiyi gözönüne almaksızın, (3) nolu eşitlik katma değer ve toplam maliyetler arasındaki payın tanımından elde edilebilir.

$$\frac{PQ}{WL+RK} = \frac{\mu}{\lambda} \quad (4)$$

denklemden Q, L ve K reel katma değeri, emek ve sermaye girdilerini, P, W ve R ise onlara ödenen fiyatlarını göstermektedir. λ katsayısı ölçeğe göre getiri derecesinin indeksidir (yani AC/MC yi). Yukarıdaki denklemden markup oranını ve ölçeğe göre getiri derecesini sabit varsayalım. Buna göre denklemin farkını alır ve PQ ya bölersek

$$\Delta(p+q) = \frac{\mu}{\lambda}\alpha\Delta(w+l) + \left(1 - \frac{\mu}{\lambda}\right)\Delta(r+k) \quad (5)$$

olur. (5) nolu eşitlikte ölçeğe göre getiriyle ilgili ayrıca bir varsayım yapılmazsa, nominal solow artığı

$$NSR = \left(\frac{\mu}{\lambda} - 1\right)\alpha[\Delta(w+l) - \Delta(r+k)] \quad (6)$$

şeklinde olacaktır²⁶.

3.2.1.2. İndeks Sayıları Yaklaşımı

İndeks belirli bir kolektif olayın aldığı değerlerde zaman süresince veya mekan içinde meydana gelen değişimleri göstermek amacıyla hesaplanan oransal bir ölçü şeklinde tanımlanmaktadır. Tanımda önemli olan noktalardan biri indeksin oransal değişimlerin ölçüsü olması, diğeri ise indeksin zaman ve mekan serileri için hesaplanabilmesidir. İndeks ilk olarak fiyatlar için düzenlenmiştir. Böylece, indeksler fiyatlar genel düzeyini ve dolayısıyla paranın satın alma gücünü ölçmekte kullanılmıştır. Günümüzde ise indeksler çok yaygın bir kullanım alanına sahiptir. Özellikle ekonomik sorunların incelenmesinde; üretim, tüketim, dış ticaret, para ve kredi, ücret, ticari faaliyet ve fiyat hareketlerinin analiz ve yorumu için çeşitli indeksler düzenlenmektedir²⁷. İndeksleri şu şekilde sınıflandırmak mümkündür; mekan ve zaman indeksleri, sabit ve değişken esaslı indeksleri, basit ve bileşik indeksler.

Aynı zamanda verimlilik ölçümlerinin oluşturulmasında kullanılabilen indeksler, kısmi faktör verimliliği ve toplam faktör verimliliğinin ölçülmesinde kullanılabilir. Bu indekslerin hesaplanmasında üretim fonksiyonları kullanılmaktadır. Kısmi verimlilik indeksleri ortalama emek verimliliklerine bağlı olarak oluşturulmaktadır²⁸. Verimlilik indeksi çıktının artış indeksinin girdideki artış indeksine oranı olarak tanımlanabilir. Tanımdaki çıktı üretim sektöründeki toplam miktarları ve girdi ise iki dönemden fazla aynı üretim sektöründe kullanılan tüm girdilerin toplam miktarlarını ifade etmektedir.

Her hesaplama döneminde üretim sektörünün M kadar çıktı ürettiğini ve N kadar girdi kullandığını varsayalım. $m = 1, \dots, M$ için y_m^t kadar t döneminde üretilen m

²⁶ Joaquim Oliveira Martins ve Stefano Scarpetta, "The Levels and Cyclical Behaviour of Mark-ups Across Countries and Market Structures", OECD Economics Department Working Paper, (Paris: Working Papers No.213 Mayıs 1999), s.5-7.

²⁷ Özer Serper, *Uygulamalı İstatistik I*, (Bursa: Ezgi Kitabevi, Genişletilmiş 4. Baskı, 2000), s.185-190.

²⁸ Turunç, a.g.e. , s.16-17.

çıktısının miktarını ve $n=1, \dots, N$ için X_n^t kadar t döneminde kullanılan n girdisinin miktarını göstermektedir.

Toplam çıktıdaki artış indeksini hesaplayacak olursak, t-1 döneminden t dönemine kadar $m=1, \dots, M$ için y_m^t/y_m^{t-1} nin tek tek çıktı artış oranlarının bütüncülleştirilmesi gerekir. $m=1, \dots, M$ için p_m^t ve p_m^{t-1} çıktı fiyatları ya da çıktı gelir payları aşağıdaki gibi tanımlanabilir.

$$s_m^t = p_m^t y_m^t / \sum_{i=1}^m p_i^t y_i^t ; m=1, \dots, M \quad (1)$$

Bu formül tek tek çıktı artış oranlarını ağırlıklandırmada kullanılır ve t döneminde m çıktısının ortalama satış fiyatı p_m^t dir.

Bütüncül girdi artış indeksini hesaplamak için, $n=1, \dots, N$ için x_n^t/x_n^{t-1} nin tek tek girdi artış oranlarının bütüncülleştirilmesi gerekir. Girdi fiyatları (w_n^t) ya da girdi maliyet payları tek tek girdi artış oranlarının ağırlıklandırılmasında kullanılır. (w_n^t), n girdisinin toplam maliyetinin t döneminde kullanılan n girdisinin toplam miktarına (x_n^t) bölünmesiyle elde edilir.

Ekonomide çok sayıda çıktı ve çok sayıda girdi olduğunu gözönüne alırsak, toplam faktör verimliliğini hesaplarken toplam çıktı ve toplam girdi miktarlarının ilave edilmesi gereklidir. Farklı türlerdeki bu verilerin ilave edilmesi kolay değildir.

İndeks sayıları formülü, bütüncül çıktıdaki artış oranını hesaplamakta kullanılır. Çıktı miktar indeksi oluşturulurken, iki dönemi kapsayan fiyat ve miktar vektörlerinin fonksiyonu şeklinde yazılır. Bu vektörler şu şekilde ifade edilebilir: Her iki dönem için ($t=0,1$), fiyat vektörü $p^t = (p_1^t, \dots, p_M^t)$ ve çıktı vektörü $y^t = (y_1^t, \dots, y_M^t)$ olacaktır. Bu alanda en yaygın kullanılan miktar indeksleri Laspeyres, Paasche, Fisher (1922) ve Törnqvist (1936) indeksleridir. Bunlar sırasıyla aşağıdaki gibi yazılabilir.

$$Y_L(p^0, p^1, y^0, y^1) \equiv p^0 y^1 / p^0 y^0 = \sum_{m=1}^M s_m^0 (y_m^1 / y_m^0) \quad (2)$$

$$Y_P(p^0, p^1, y^0, y^1) \equiv p^1 y^1 / p^1 y^0 = \left[\sum_{m=1}^M s_m^1 (y_m^1 / y_m^0)^{-1} \right]^{-1} \quad (3)$$

$$Y_F(p^0, p^1, y^0, y^1) \equiv [Y_L(p^0, p^1, y^0, y^1) Y_P(p^0, p^1, y^0, y^1)]^{0,5} \quad (4)$$

$$Y_T(p^0, p^1, y^0, y^1) \equiv \prod_{m=1}^M (y_m^1 / y_m^0)^{0,5(s_m^0 + s_m^1)} \quad (5)$$

Yukarıdaki denklemlerde t dönemindeki çıktı payları (s_m^t) , $s_m^t = p_m^t y_m^t / \sum_{i=1}^m p_i^t y_i^t$ şeklinde ifade edilmiştir. p^0 ve y^1 vektörleri ise $p^0 y^1 \equiv \sum_{m=1}^M p_m^0 y_m^1$ şeklinde gösterilmektedir. Girdi indeksleri de Laspeyres, Paasche, Fisher ve Törnqvist şeklinde oluşturulabilir. Buna göre,

$$I_L(w^0, w^1, x^0, x^1) \equiv w^0 x^1 / w^0 x^0 = \sum_{n=1}^N s_n^0 (y_n^1 / y_n^0) \quad (6)$$

$$I_P(w^0, w^1, x^0, x^1) \equiv w^1 x^1 / w^1 x^0 = \left[\sum_{n=1}^N s_n^1 (y_n^1 / y_n^0)^{-1} \right]^{-1} \quad (7)$$

$$I_F(w^0, w^1, x^0, x^1) \equiv [I_L(w^0, w^1, x^0, x^1) I_P(w^0, w^1, x^0, x^1)]^{0,5} \quad (8)$$

$$I_T(w^0, w^1, x^0, x^1) \equiv \prod_{n=1}^N (y_n^1 / y_n^0)^{0,5(s_n^0 + s_n^1)} \quad (9)$$

şeklinde olacaktır. Yukarıdaki indekslerde t dönemi için n girdilerinin maliyet payları $s_n^t = w_n^t x_n^t / \sum_{i=1}^N w_i^t x_i^t$ şeklinde tanımlanmaktadır. Yukarıdaki çıktı ve girdi indekslerine bağlı olarak verimlilik indeksi, çıktı indekslerinin girdi indekslerine oranı şeklinde yazılabilir. Bu indeksler, çıktının girdiye oranı şeklinde yazılırsa toplam faktör

verimliliğinin elde edilmesini sağlar. Diğer bir ifadeyle, toplam faktör verimliliği $Q(p^0, p^1, y^0, y^1) / I(w^0, w^1, x^0, x^1)$ oranı şeklinde yazılabilir.²⁹

Yukarıda oluşturulan çıktı ve girdi indekslerinden hangisinin daha kullanışlı olduğunu yönelik çok sayıda yaklaşım geliştirilmiştir. Bu yaklaşımlardan en yaygın olarak ekonomik ve aksiyomatik yaklaşım yaklaşım kullanılmaktadır. Ekonomik yaklaşım indeks sayıları yaklaşımında üretim fonksiyonunu kullanır. Ayrıca üreticilerin fiyat alıcı ve kar maksimizasyoncu davrandıkları varsayılır. Aksiyomatik yaklaşım ise, en uygun özelliği sağlayan indeks sayılarının formülasyonu ile ilgilidir. Şimdi sırasıyla bu yaklaşımlar ele alınacaktır.

3.2.1.2.1. Verimliliğin Ekonomik Yaklaşım ile Belirlenmesi

Bu yaklaşımda öncelikle toplam faktör verimliliği belirlenecek ve maliyet fonksiyonuyla ilişkisi ele alınacaktır.

Tek girdi ve tek çıktı durumunda verimliliğin belirlenebilmesi için, başlangıç dönemi (0) ve bir sonraki dönemde (1) üretilen y^0 ve y^1 çıktı miktarlarına ve aynı şekilde x^0 ve x^1 girdi miktarları gereklidir. 0 zamanı başlangıç olarak alınacaktır. Aynı zamanda $t=0,1$ olduğu t dönemi için toplam maliyet TC^t ve toplam hasılatın TR^t tanımlanması gereklidir. t döneminde çıktının bir biriminin ortalama satış fiyatı p^t ve t döneminde girdinin bir biriminin ortalama maliyeti $t=0,1$ için w^t dir. Yukarıdaki notasyonları kullanarak,

$$TR^t = p^t y^t \quad t = 0,1 \quad (1)$$

$$TC^t = w^t x^t \quad t = 0,1 \quad (2)$$

(0) döneminden (1) dönemine giderken toplam faktör verimliliğindeki değişme,

²⁹ Erwin Diewert ve Denis Lawrence, "Measuring New Zeland's Productivity", Diewert Enterprise Ltd, (Yeni Zelanda; Treasury Working Paper 99/5, Mart 1999), s.7-9.

$$TFP(1) \equiv \left[\frac{y^1}{y^0} \right] / \left[\frac{x^1}{x^0} \right] \quad (3)$$

Çıktının artış oranı y^1/y^0 0 dan 1 dönemine kadar çıktının miktar indeksi olarak yorumlanabilir. Aynı şekilde girdinin artış oranı x^1/x^0 0 dan 1 dönemine kadar girdinin miktar indeksi olarak yorumlanabilir. Buna göre TFP yi indekslerin birbirine oranı olarak değerlendirilebilir.

Alternatif bir yöntem olarak, tek bir girdi ve tek bir çıktı üreten firmanın verimliliğini teknik katsayılardaki değişme olarak hesaplayabiliriz. t döneminde firmanın girdi çıktı katsayısı

$$a^t \equiv y^t/x^t \quad t = 0,1 \quad (4)$$

Toplam faktör verimliliği ile ilgili olarak yaptığımız bu tanımlama girdi çıktı katsayıları olarak da ifade edilebilir.

$$TFP(2) \equiv a^1/a^0 \quad (5)$$

Eğer a^1, a^0 dan daha büyükse, yani 0 dönemine göre 1 döneminde bir birim girdi başına daha çok çıktı üretiliyorsa, bu durumda $TFP > 1$ olacaktır ve firma verimlilikte bir artışla karşı karşıyadır. Tam tersi durumun gerçekleşmesi halinde, firmanın verimliğinde bir azalma olduğu söylenir.

Yukarıdaki 3, 4 ve 5 nolu eşitlikleri kullandığımızda, tek girdili üretim modeli $TFP(1)$ ile $TFP(2)$ nin aynı sonucu verdiğini aşağıdaki gibi gösterilebilir. Yani,

$$TFP(2) \equiv a^1/a^0 = \left[\frac{y^1}{x^1} \right] / \left[\frac{y^0}{x^0} \right] = \left[\frac{y^1}{y^0} \right] / \left[\frac{x^1}{x^0} \right] \equiv TFP(1) \quad (6)$$

Verimliliği tanımlamakta kullanacağımız üçüncü yöntem ise

$$TFP(3) \equiv \left[\frac{TR^1}{TR^0} \right] / \left[\frac{P^1}{P^0} \right] / \left[\frac{TC^1}{TC^0} \right] / \left[\frac{w^1}{w^0} \right] \quad (7)$$

olarak yazılabilir. (7) nolu eşitlikte, toplam faktör verimliliğini reel olarak ifade edebilmek için toplam gelir çıktı fiyat indeksine ve toplam maliyet girdi fiyat indeksine bölünmüştür. 1 nolu eşitlik kullanılarak toplam gelir aşağıdaki gibi düzenlenirse

$$(TR^1/TR^0) / (P^1/P^0) = (P^1 y^1 / P^0 y^0) / (P^1/P^0) = y^1/y^0 \quad (8)$$

olur. Aynı şekilde 2 nolu eşitlikten hareketle toplam maliyet düzenlenirse

$$(TC^1/TC^0) / (w^1/w^0) = (w^1 x^1 / w^0 x^0) / (w^1/w^0) = x^1/x^0 \quad (9)$$

elde edilir. Tek girdili ve tek çıktılı modelde, 8 nolu eşitlik indirgenmiş gelir oranının çıktıdaki artış oranına, 9 nolu eşitlik de indirgenmiş maliyet oranının girdideki artış oranına eşit olacaktır. Sonuç olarak, 7 nolu eşitlik 3 nolu eşitlikle aynıdır ve 6 nolu eşitliği de kullanarak,

$$TFP(1) = TFP(2) = TFP(3) \quad (10)$$

sonucuna ulaşılır. Verimlilikteki değişmeyi ölçmekte kullanacağımız diğer bir yöntem de, Jorgenson ve Griliches tarafından geliştirilen yöntemin genelleştirilmiş halidir. Dördüncü yöntemi açıklayabilmek amacıyla, firmanın t dönemi kar miktarının (m^t) açıklanması gerekir. Bu yöntemde göre toplam faktör verimliliği, t dönemi kar miktarının toplam gelir ve toplam maliyetle ilişkilendirilerek ifade edilir. Bu durumda,

$$1 + m^t = TR^t / TC^t \quad t = 0,1 \quad (11)$$

olacaktır. (11) nolu eşitlikte, eğer m^t sıfırsa, firmanın gelir ve maliyeti eşittir ve ekonomik karlar sıfırdır. Eğer m^t pozitifse, daha büyük m^t firmanın karlarının daha da büyümesine yol açar. Sonuç olarak bu yöntemle belirlediğimiz toplam faktör verimliliğini yeniden düzenlersek,

$$TFP(4) = \left[\frac{1+m^t}{1+m^0} \right] \left[\frac{w^1/w^0}{p^1/p^0} \right] \quad (12)$$

elde edilir. (12) nolu eşitlikte $\left(\frac{1+m^t}{1+m^0} \right)$ yi kaldırmak için (11) nolu eşitlik kullanılırsa,

$$TFP(4) = TFP(3) \quad (13)$$

olur. (10) nolu eşitliği kullanılarak, $TFP(4) = TFP(3) = TFP(2) = TFP(1)$ sonucu elde edilir. Bu eşitlikler sadece tek çıktılı ve tek girdili modelde sağlanır.

Verimliliğin (12) nolu denklemlerle tanımlanması verimlilik kazancının önemini göstermede kullanılır. Verimlilikteki iyileşmeler, kar marjlarındaki artışlar, çıktı fiyatlarındaki azalışlar ya da girdi fiyatlarındaki artışlardan kaynaklanır. (12) nolu eşitlik, aynı şekilde toplam faktör verimliliği ve artan karlılık arasındaki ilişkiyi de gösterir. (12) nolu eşitlik yeniden düzenlenirse,

$$\left[\frac{1+m^1}{1+m^0} \right] = [TFP(4)] \left[\frac{p^1/p^0}{w^1/w^0} \right] \quad (14)$$

elde edilir. (14) nolu eşitlikte kar marjlarındaki artış oranı, çıktı fiyatındaki artış oranının girdi fiyatındaki artış oranına bölünüp TFP ile çarpımına eşittir. 0 ve 1 döneminde kar marjları ya da üretimde ölçüğe göre sabit getiriler sıfır olursa, $\left[\frac{w^1/w^0}{p^1/p^0} \right]$ oranı toplam faktör verimliliğinin ($TFP(4)$) azalmasına neden olur.

Burada ayrıca teknik değişme ve toplam faktör verimliliği arasındaki fark belirlenebilir. t dönemindeki üretim fonksiyonu $y = f^t(x)$ biçiminde tanımlanmış olsun. Ayrıca 0 ve 1 dönemindeki çıktılar da (y^0) ve (y^1) , girdiler de (x^0) ve (x^1) olarak

tanımlansın. Buna göre üretim fonksiyonunu her iki dönem için aşağıdaki gibi yazabiliriz:

$$y^0 = f^0(x^0) \quad (15)$$

$$y^1 = f^1(x^1) \quad (16)$$

bu durumda her iki dönem içinde üretimin teknik olarak etkin olduğunu varsayıyoruz. Teknik değişmeyi 0 döneminden 1 dönemine üretim fonksiyonundaki kaymaların bir ölçümü olarak tanımlanabilir³⁰.

Yukarıda tek girdi ve tek çıktı için elde edilen toplam faktör verimliliği, birden fazla girdi ve çıktı için aşağıdaki gibi elde edilir. Çok sayıda girdi ve çıktı için üretim fonksiyonunun aşağıdaki gibi ifade edildiğini varsayalım.

$$y_t = f^t(y_2, y_3, \dots, y_M, x_1, x_2, \dots, x_N) \quad t = 0, 1 \quad (17)$$

Yukarıdaki fonksiyon t döneminde firmanın üretebileceği y_t çıktısının maksimum miktarını göstermektedir. t döneminde birden fazla çıktı üretilmesi durumunda bunu $\tilde{y}^t \equiv [y_2^t, y_3^t, \dots, y_M^t]$ vektörleri ve yine aynı dönemde N sayıda girdi kullanılması durumunda $\tilde{x}^t \equiv [x_2^t, x_3^t, \dots, x_N^t]$ vektörleri biçiminde varsayabiliriz. Bu varsayımın göre, 0 ve 1 dönemlerindeki birden fazla girdi ve çıktı için üretim fonksiyonları f^0 ve f^1 şeklinde yazılabilir.

$$y_1^0 = f^0(\tilde{y}^0, x^0) = f^0(y_2^0, y_3^0, \dots, y_M^0, x_1^0, \dots, x_N^0) \text{ ve } y_1^1 = f^1(\tilde{y}^1, x^1) \quad (18)$$

başlangıç dönemi (0) M sayıdaki çıktı için indeks (α^0) aşağıdaki gibi elde edilir.

$$y_1^1/\alpha^0 = f^0(\tilde{y}^1/\alpha^0, x^0) = f^0(y_2^1/\alpha^0, \dots, y_M^1/\alpha^0, x_1^0, \dots, x_N^0) \quad (19)$$

³⁰ Erwin Diewert ve Denis Lawrence, a.g.e., s164-167.

bir sonraki dönem için (1) ise indeks (α^1)

$$\alpha^1 y_1^0 = f^1(\alpha^1 \tilde{y}^0, x^1) = f^1(\alpha^1 y_2^0, \dots, \alpha^1 y_M^0, x_1^1, \dots, x_N^1) \quad (20)$$

şeklinde yazılır. Yukarıdaki indekslere bağlı olarak her iki dönemin simetrik ortalamalarını alarak bütüncül çıktıdaki artış oranını olarak ifade edebiliriz.

$$\alpha \equiv [\alpha^0 \alpha^1]^{1/2} \quad (21)$$

benzer şekilde girdi indeksleri elde edilir. Buna göre, başlangıç dönemi (0) N sayıdaki girdi için indeks (β^0) aşağıdaki gibi elde edilir.

$$y^1/\beta^0 = f^0(y_1^1/\beta^0, \dots, y_M^1/\beta^0, x_1^0, \dots, x_N^0) \quad (22)$$

bir sonraki dönem için (1) ise indeks (β^1)

$$\beta^1 y^0 = f^0(\beta^1 y_1^0, \dots, \beta^1 y_M^0, x_1^1, \dots, x_N^1) \quad (23)$$

şeklinde yazılır. Yukarıdaki indekslere bağlı olarak her iki dönemin simetrik ortalamalarını alarak bütüncül girdideki artış oranını olarak ifade edebiliriz.

$$\beta \equiv [\beta^0 \beta^1]^{1/2} \quad (24)$$

benzer şekilde girdi indeksleri elde edilir. Toplam faktör verimliliği çok sayıda girdi ve çıktı olması durumuna göre aşağıdaki şekilde yazılır. Çıktı ve girdi için oluşturulan indeksleri birbirine oranladığımızda, toplam faktör verimliliği özdeşlik olarak yazarsak

$$TFP \equiv \frac{\alpha}{\beta} \quad (24)$$

şeklinde olacaktır³¹.

3.2.1.2.2. Verimlilik Değişme ve Maliyet Fonksiyonları İlişkisinin Belirlenmesi

Verimlilikteki değişmeyi tahmin etmekte maliyet fonksiyonlarının kullanılması daha önce belirttiğimiz üretim fonksiyonu teknikleri üzerinde ilave varsayımların yapılmasını kapsar. Firmanın bir bölümünde rekabetçi maliyet minimizasyonu olması varsayımdır. Bununla beraber, maliyet fonksiyonlarının kullanımı çok daha doğru bir teknoloji tahmininin yapılmasında üretim fonksiyonunda bir avantaj sağlar.

t dönemi için kullanılan üretim fonksiyonu t dönemi $m = 1, 2, \dots, M$ için m çıktısının miktarının minimum maliyeti olarak tanımlanan maliyet fonksiyonu ve üretim fonksiyonu kısıtı tarafından belirlenen t dönemi teknolojisi ve firmanın karşı karşıya bulunduğu veri girdi fiyatlarıdır.

Burada, 0 ve 1 dönemindeki maliyet fonksiyonlarının bilindiğini varsayılacak ve bu durumda iki maliyet fonksiyonu yardımıyla verimlilik indekslerini, çıktıları ve girdilerini ele alınacaktır.

$t = 0, 1$ için t dönemindeki çıktı vektörleri $y^t = [y_1^t, \dots, y_M^t]$, $t = 0, 1$ için t dönemindeki girdi vektörleri $x^t = [x_1^t, \dots, x_N^t]$, $t = 0, 1$ için t dönemindeki girdi fiyatı vektörleri $w^t = [w_1^t, \dots, w_M^t]$ olarak belirlenmiştir. w^t ve x^t vektörlerinin çarpımı

$$w^t x^t = \sum_{n=1}^N w_n^t x_n^t \quad (1)$$

şeklinde tanımlanmıştır.

0 ve 1 dönemi için firmanın maliyet minimizasyonu davrandığını varsayıyoruz. Ayrıca, t döneminde gözlemlenen maliyetin $(w^t x^t)$ t dönemi çıktı vektörü (y^t) ve girdi

³¹ Erwin Diewert ve Denis Lawrence, a.g.e., s170-174..

vektörü (w^t) değerlendirilen maliyet fonksiyonuna (c^t) eşit olduğunu varsayıyoruz. Yani,

$$w^t x^t \equiv c^t(y^t, w^t) \quad t = 0,1 \quad (2)$$

Yeni çıktı indeksleri tanımlanmadan önce, t dönemi maliyet fonksiyonunun $c^t(y, w)$ $t = 0,1$ için $c^t(y^t, w^t)$ noktasında y vektörünün bölümlerinde türevi alınabildiğini varsayalım. Bu varsayıma göre, t dönemi için i. marjinal maliyet mc_i^t aşağıdaki gibi tanımlanabilir.

$$mc_i^t \equiv \partial c^t(y^t, w^t) / \partial y_i \quad i = 1,2,\dots,N; t = 0,1 \quad (3)$$

t dönemi için marjinal maliyet vektörlerini $mc^t \equiv [mc_1^t, mc_2^t, \dots, mc_N^t]$ şeklinde tanımlansın. γ^0 ve γ^1 çıktı indekslerini tanımlayabilmek için ağırlıklı vektörler olarak mc^0 ve mc^1 marjinal maliyet vektörlerini kullanabiliriz.

$$\gamma^0 \equiv mc^0 y^1 / mc^0 y^0 \quad \text{ve} \quad \gamma^1 \equiv mc^1 y^1 / mc^1 y^0 \quad (4)$$

Eğer her dönemde fiyat alıcı kar maksimizasyoncu bir davranış varsa, firmanın karşı karşıya bulunduğu çıktı vektörlerinin t döneminde $p^t \equiv [p_1^t, \dots, p_M^t]$ de $t = 0,1$ için γ^1 maksimum $\{p^t y - c(y, w^t)\}$ çözümlenecektir. t döneminde kar maksimizasyonu için birinci derece türev koşulları $t = 0,1$ için $p^t = mc^t$ olacaktır. Kar maksimizasyon davranışı altında, $\gamma^0 = p^0 y^1 / p^0 y^0$ (Laspeyres çıktı indeksi) ve $\gamma^1 = p^1 y^1 / p^1 y^0$ (Paasche çıktı indeksi) dir. Bununla beraber, ölçeğe göre artan getiri ve firmaların monopolcü davranabilecekleri varsayımından dolayı, kar maksimizasyoncu varsayımının yapılması gerekli değildir³².

³² Diewert ve Lawrence, a.g.e. , s.174-176.

3.2.1.3. Verimliliğin Aksiyomatik Yaklaşımına Berirlenmesi

Tek girdili ve tek çıktılı modelde toplam faktör verimliliği $TFP(1) \equiv \left[\frac{y^1}{y^0} \right] / \left[\frac{x^1}{x^0} \right]$ şeklinde tanımlanmıştır. Birden fazla girdi ve çıktı olan bir modelde ise, çıktı oranı çıktı miktar indeksi (Y) olarak ve girdi oranı girdi miktar indeksi (Y^*) olarak ifade edilecektir.

Çıktı miktar indeksini ele aldığımızda iki dönem için çıktı miktarı ve çıktı fiyatının bir fonksiyonu olarak tanımlanır. Elde edilen bu aralığı korumak için, t dönemi için çıktı fiyatlarını (p^t), çıktı miktarlarını da (y^t) sembolüyle gösterelim. Bu durumda, $t = 0,1$ için $p^t \equiv (p_1^t, p_2^t, \dots, p_M^t)$ ve $y^t \equiv (y_1^t, y_2^t, \dots, y_M^t)$ olacaktır. Aynı şekilde t dönemi için girdi fiyatlarını (w^t) ve girdi miktarlarını (x^t) olarak gösterirsek $t = 0,1$ için

$$w^t \equiv (w_1^t, w_2^t, \dots, w_N^t) \text{ ve } x^t \equiv (x_1^t, x_2^t, \dots, x_N^t) \quad (1)$$

olacaktır.

Böylece, 0 ile 1 dönemi arasındaki çıktı miktar indeksini $Y(p^0, p^1, y^0, y^1)$ fonksiyonu şeklinde gösterebiliriz. Benzer şekilde, (0) ile (1) dönemi arasındaki girdi miktar indeksini $Y^*(p^0, p^1, y^0, y^1)$ fonksiyonu şeklinde gösterebiliriz.

Miktar indeksinin fonksiyonel ifade edilen indeksler 1871 yılında Laspeyres ve 1874 yılında Paasche tarafından geliştirilmiştir. Bu indeksler günümüzde yaygın olarak kullanılmaktadır. (0) ile (1) dönemi aralığında Laspeyres çıktı miktar indeksleri aşağıdaki gibi tanımlanabilir:

$$Y_L(p^0, p^1, y^0, y^1) \equiv \frac{\sum_{i=1}^M p_i^0 y_i^1}{\sum_{j=1}^M p_j^0 y_j^0} = p^0 y^1 / p^0 y^0 \quad (2)$$

(0) ile (1) dönemi Paasche çıktı miktar indeksleri aşağıdaki gibi tanımlanabilir:

$$Y_P(p^0, p^1, y^0, y^1) \equiv \frac{\sum_{i=1}^M p_i^1 y_i^1}{\sum_{j=1}^M p_j^1 y_j^0} = p^1 y^1 / p^1 y^0 \quad (3)$$

Benzer şekilde Laspeyres ve Paasche girdi miktar indekslerini 0 ve 1 aralıkları için yazabiliriz. 0 ile 1 dönemi arasındaki girdi miktar indeksini sırasıyla $Y_L^*(w^0, w^1, x^0, x^1)$ ve $Y_P^*(w^0, w^1, x^0, x^1)$ fonksiyonu şeklinde gösterebiliriz. Buna göre, 0 ve 1 aralığında Laspeyres girdi miktar indeksleri aşağıdaki gibi tanımlanabilir:

$$Y_L^*(w^0, w^1, x^0, x^1) \equiv \frac{\sum_{i=1}^M w_i^0 x_i^1}{\sum_{j=1}^M w_j^0 x_j^0} = w^0 x^1 / w^0 x^0 \quad (4)$$

(0) ile (1) dönemi için Paasche girdi miktar indeksleri aşağıdaki gibi tanımlanabilir:

$$Y_P^*(w^0, w^1, x^0, x^1) \equiv \frac{\sum_{i=1}^M w_i^1 x_i^1}{\sum_{j=1}^M w_j^1 x_j^0} = w^1 x^1 / w^1 x^0 \quad (5)$$

verimlilik indekslerinde yaygın olarak kullanılan diğer bir indekste Fisher'in ideal miktar indeksi (Y_F) dir. Bu indeks Laspeyres ve Paasche miktar indekslerinin çarpımının kareköküne eşittir;

$$Y_F(p^0, p^1, y^0, y^1) \equiv [Y_L(p^0, p^1, y^0, y^1) Y_P(p^0, p^1, y^0, y^1)]^{1/2} \quad (6)$$

olacaktır. Çok sık kullanılan başka bir indekste 1936 yılında Törnqvist tarafından geliştirilen miktar indeksi (Y_T) dir.

$$\ln Y_T(p^0, p^1, y^0, y^1) \equiv (1/2) \left[\left(\sum_{i=1}^M p_m^0 y_m^0 / p^0 y^0 + p_m^1 y_m^1 / p^1 y^1 \right) \right] \ln(y_m^1 / y_m^0) \quad (7)$$

olarak hesaplamıştır. Translog miktar indeksi olarak bilinen bu indeks Jorgenson ve Nishimizu tarafından literatüre aktarılmıştır. Bu indeks aynı zamanda Jorgenson ve Griliches tarafından kesikli zaman yaklaşımına sürekli zaman Divisia indeksinde

kullanıldığı için Divisia indeksi olarak da bilinir³³. Yukarıda belirlenen indekslere yardımınıyla toplam faktör verimliliği aşağıdaki gibi yazılır.

$$TFP = Y(p^0, p^1, y^0, y^1) / Y^*(w^0, w^1, x^0, x^1) \quad (8)$$

yukarıdaki eşitlik aynı şekilde diğer indeksler içinde yazılabilir.

3.2.1.4. Tam İndeks Sayıları Yaklaşımı

Tam indeks sayıları yaklaşımı, Caves, Christensen ve Diewert tarafından belirli hipotezler altında aşağıdaki eşitliklerin geçerli olduğu ortaya konmuştur:

$$\alpha = Y_T(p^0, p^1, y^0, y^1) \quad (1)$$

$$\beta = Y_T^*(w^0, w^1, x^0, x^1) \quad (2)$$

$Y_T(p^0, p^1, y^0, y^1)$ Törnqvist çıktı miktar indeksini ve $Y_T^*(w^0, w^1, x^0, x^1)$ translog girdi indeksini göstermektedir. $y^t \equiv [y_1^t, \dots, y_M^t]$ ve $x^t \equiv [x_1^t, \dots, x_N^t]$ sırasıyla çıktı ve girdi vektörlerini, $p^t \equiv [p_1^t, \dots, p_M^t]$ ve $w^t \equiv [w_1^t, \dots, w_M^t]$ $t = 0, 1$ için firmanın sırasıyla çıktı ve girdi fiyat vektörlerini göstermektedir.

α ve β eşitliklerini kullanarak TFP(1) toplam faktör verimliliğini hesaplayabiliriz.

$$\alpha/\beta = Y_T(p^0, p^1, y^0, y^1) / Y_T^*(w^0, w^1, x^0, x^1) \quad (3)$$

(3) nolu eşitlik (0) ve (1) aralığında gözlemlenebilen girdi ve çıktı fiyat ve miktarlarının bilgisinden hesaplanabilir. 0 ve 1 aralığında teknolojiyi ifade eden (f^0) ve (f^1) üretim fonksiyonlarının bilinmesi gerekli değildir³⁴. Yukarıdaki denklemlerle ilgili varsayımları kısaca özetlersek:

³³ Diewert ve Lawrence, a.g.e., s.180-181.

³⁴ Diewert ve Lawrence, a.g.e., s.188.

- i) Üreticilerin bir kısmının fiyat alıcı gelir maksimizasyoncusu olarak davrandıklarını
- ii) Fiyat alıcı maliyet minimizasyoncusu olarak davrandıklarını
- iii) Translog teknoloji olduğu varsayılmaktadır.

3.2.1.5. Sürekli Zaman (Continuous Time) Yaklaşımı

Firmanın M kadar çıktı ürettiğini ve N kadar girdi kullandığı varsayalım. t döneminde m çıktısının fiyatı ve miktarı $m=1,2,\dots,M$ için $p_m(t)$ ve $y_m(t)$ ile gösterilmiştir. Aynı şekilde, t döneminde n çıktısının fiyatı ve miktarı $n=1,2,\dots,N$ için $w_n(t)$ ve $x_n(t)$ ile gösterilmiştir. Şu ana kadar ele aldığımız kesit zaman analizinde fiyat ve miktar verilerini $t=0$ ve $t=1$ için tanımlanmıştı. Divisia'nın toplam girdi ve çıktı belirlenmesinde, $p_m(t), y_m(t), w_n(t)$ ve $x_n(t)$ 0 ile bir arasındaki tüm t değerleri için tanımlanmıştır. Buna göre $0 \leq t \leq 1$ için t değerlerine bağlı olarak sürekli olduğunu söyleyebiliriz. Ayrıca, fiyat ve miktar fonksiyonlarının $0 \leq t \leq 1$ için zamana göre türevi alınabileceğini söyleyebiliriz.

t dönemi için gelir ve maliyet fonksiyonlarını aşağıdaki gibi tanımlarsak;

$$TR(t) = \sum_{m=1}^M p_m(t) y_m(t) \quad (1)$$

$$TC(t) = \sum_{n=1}^M w_n(t) x_n(t) \quad (2)$$

$TR(t)$ eşitliğinin zamana göre türevini alıp kendisine ye bölersek

$$TR'(t)/TR(t) = \left[\sum_{m=1}^M p_m'(t) y_m(t) + \sum_{m=1}^M p_m(t) y_m'(t) \right] / TR(t) \quad (3)$$

$$TR'(t)/TR(t) = \left[\left[\sum_{m=1}^M [p'_m(t)y_m(t)]p_m(t)y_m(t) \right] / TR(t) \right] \sum_{m=1}^M [y'_m(t)/y_m(t)]p_m(t)y_m(t)/TR(t) \quad (4)$$

$$TR'(t)/TR(t) = \sum_{m=1}^M [p'_m(t)p_m(t)s_m^R(t)] + \sum_{m=1}^M [y'_m(t)/y_m(t)]s_m^R(t) \quad (5)$$

$s_m^R(t) = p_m(t)y_m(t)/TR(t)$ $m = 1, 2, \dots, M$ için t dönemindeki m çıktısını aldığı gelir payıdır ve eşitliğin sol tarafı da t dönemindeki gelirdeki değişme oranıdır. Yukarıdaki eşitliğin sağ tarafındaki ilk terim Divisia ve çıktı fiyatlarındaki artış oranının ağırlıklandırılmış toplamının gelirden aldığı payıdır ve matematiksel olarak aşağıdaki gibi ifade edilir.

$$p'(t)/p(t) = \sum_{m=1}^M [p'(t)/p(t)]s_m^R(t) \quad (6)$$

Yukarıdaki eşitliği $\sum_{m=1}^M [p'_m(t)p_m(t)s_m^R(t)] + \sum_{m=1}^M [y'_m(t)/y_m(t)]s_m^R(t)$ eşitliğinde yerine koyarsak,

$$TR'(t)/TR(t) = p'(t)/p(t) + Y'(t)/Y(t) \quad (7)$$

yukarıdaki eşitlik t dönemindeki gelir artışının toplam çıktı fiyatındaki artışla toplam çıktı miktarındaki artış toplamına eşit olduğunu ifade eder.

$$TC'(t)/TC(t) = \left[\sum_{n=1}^N w'_n(t)x_n(t) + \sum_{m=1}^M w'_m(t)w_m(t) \right] / TC(t) \quad (8)$$

$$TC'(t)/TC(t) = \sum_{n=1}^N [w'_n(t)p_n(t)s_n^R(t)] + \sum_{m=1}^M [y'_m(t)/y_m(t)]s_m^R(t) \quad (9)$$

Jorgenson ve Griliches t döneminde Divisia toplam faktör verimliliği indeksini, t dönemindeki Divisia çıktı indeksindeki artış oranından t dönemindeki Divisia girdi indeksindeki artış oranının çıkartılması olarak tanımlamıştır. Yani,

$$TFP(t) = [Y'(t)/Y(t)] - [X'(t)/X(t)] \quad (10)$$

şeklinde ifade etmiştir. Yukarıdaki eşitliğe bağlı olarak Divisia verimliliği $t=0$, $M=1$ ve $N=1$ olması durumuna göre tanımlanmıştır³⁵.

3.2.1.6. Verimliliğin Refah Yaklaşımıyla Belirlenmesi

Refah yaklaşımı ile verimliliğin belirlenmesinde, indeks sayıları teoreminin analiz araçları kullanılacaktır. Bu yaklaşımda, tüm çıktının tüketim mallarına ayrıldığı ve tüketim mallarının tamamının kullanıldığı varsayılmaktadır. Ayrıca, reel gelirin hesaplamasında, fayda fonksiyonundan hareket edilmektedir. Buna göre fayda fonksiyonu

$$U_t = U(C_{1t}, C_{2t}, \dots, C_{nt}) \quad (1)$$

şeklinde yazılır. (1) nolu eşitlikte (C_{it}) terimi, t döneminde tüketim mal ve hizmetler akımını ve (i) terimi $(i=1, \dots, n)$ ise ekonomide (n) tane mal olduğunu göstermektedir. Fayda fonksiyonu (U) için herhangi bir varsayım yapılmamakta ancak fayda fonksiyonunun homotetik olduğunu varsayılmaktadır³⁶. Bu varsayım, fayda fonksiyonunun her bir bölümünün ağırlıklı ortalamalarındaki artış biçiminde ifade edilmesini mümkün kılar. Bu çerçevede reel gelirdeki değişimler Divisia indeksler biçiminde oluşturulabilir.

Her bir malın temel üretim faktörler tarafından üretildiğini varsayarak basitleştirme yapmak uygun olacaktır. Böylece (1) nolu ifadede yer alan (C_{it}) terimi $C_{it} = F_i(S_{it})$ şeklinde yazılabilir. Burada (F_i) , i endüstrisindeki üretim fonksiyonunun ölçeğe göre sabit getirisini, (S_{it}) ise i endüstrisindeki girdilerin indeksini göstermektedir. Eğer i sektöründeki toplam faktör verimliliği (A_{it}) ise, üretim fonksiyonu aşağıdaki gibi yazılabilir;

³⁵ Diewert ve Lawrence, a.g.e. , s.191-194.

³⁶ Homotetik bir fonksiyon $H = h[F(a,b)]$ ve $h'(F) \neq 0$ biçiminde, $[F(a,b)]$ nin n.dereceden türdeş olduğu bileşik bir fonksiyon olarak tanımlanmaktadır.

$$C_{it} = A_{it}S_{it} \quad (2)$$

Burada ekonominin tam rekabet koşullarında olduğu, tüm faktörlerin marjinal ürünlerine göre fiyatlandırıldığı ve tüm mallarını marjinal maliyetlerine göre fiyatlandırıldığı varsayılmaktadır. Diğer bir varsayım da, hanehalklarının aynı fayda fonksiyonu ve gelire sahip olduğudur.

Ayrıca, üç tane basitleştirici normallik varsayımı yapıyoruz. İlki, her hanehalkının bir birim bileşik girdi (s) sunmaktadır. İkincisi, bileşik girdinin (s) fiyatının tek olması için normalleştirme yapılmıştır. İlk iki normalleştirme sonucunda, her hanehalkının bir birim gelire sahip olduğu söylenebilir. Son varsayım da, bileşik girdinin başlangıç fiyatı ve verimlilik düzeyinin bire eşit olmasıdır.

Bu varsayımlar altında, her bir malın fiyatı aşağıdaki gibidir;

$$P_{it} = 1/A_{it} \quad (3)$$

Bütçe kısıtına bağlı olarak fayda fonksiyonunun maksimize edilmesinden elde edilen harcama fonksiyonunu (V) aşağıdaki gibidir:

$$E_t = V(P_{1t}, P_{2t}, \dots, P_{nt}, U_t) \quad (4)$$

(4) nolu eşitlikte E_t harcamayı gösterir. Yukarıda bahsedilen normalleştirmeler sonucu hanehalkının gelirinin 1'e eşit olması nedeniyle, (4) nolu ifadede gelir terimi görülmemektedir. (4) nolu eşitliği zamana bağlı olarak fark denklemini şeklinde yazalım:

$$dE_t/dt = (\partial V/\partial P_{1t})(dP_{1t}/dt) + (\partial V/\partial P_{2t})(dP_{2t}/dt) + \dots + (\partial V/\partial P_{nt})(dP_{nt}/dt) \quad (5)$$

(5) nolu eşitlikte harcama fonksiyonunun özelliklerini kullanarak aşağıdaki fonksiyonu elde edilebilir.

$$dE_t/dt = C_{1t}(dP_{1t}/dt) + C_{2t}(dP_{2t}/dt) + \dots + C_{nt}(dP_{nt}/dt) \quad (6)$$

(6) nolu denklemi E_t ye böler ve eşitliğin sağ tarafındaki her terimi P_{it} ile böler ve çarparsak,

$$[dE_t/dt]/E_t = C_{1t}P_{1t} [(dP_{1t}/dt)P_{1t}]/E_t + C_{2t}P_{2t} [(dP_{2t}/dt)P_{2t}]/E_t + \dots + C_{nt}P_{nt} [(dP_{nt}/dt)P_{nt}]/E_t \quad (7)$$

ya da

$$g(E_t) = -[\sigma_{1t}g(A_{1t}) + \sigma_{2t}g(A_{2t}) + \dots + \sigma_{nt}g(A_{nt})] \quad (8)$$

elde edilir. (8) nolu eşitlikte $\sigma_{it} = C_{it}P_{it}/E_t$ denklemi t döneminde toplam nominal harcamadaki (i) malının payını göstermektedir.

Bu noktada, farklı endüstrilerdeki toplam faktör verimliliğindeki değişmeler sonucu ortaya çıkan reel gelir artışları hesaplanabilir. Reel gelir (R_t) şeklinde tanımlanırsa, zamana bağlı olarak reel gelirdeki artış R_t deki artış, $g(R_t) = \Delta R_t/R_{t-1}$ şeklinde tanımlanabilir. (8) nolu homotetik olarak sabit faydaya ulaşmak için harcamalardaki değişimin gelirdeki değişimlerle karşılanması gereklidir. Bu durumda, (8) nolu eşitlikte tüketimdeki fiili paylar, verimlilik düzeyleri ve fiyatlarla ulaşılabilecek reel gelirdeki artış aşağıdaki gibi yazılabilir.

$$g(R_t) = \sigma_{1t}g(A_{1t}) + \sigma_{2t}g(A_{2t}) + \dots + \sigma_{nt}g(A_{nt}) \quad (9)$$

(9) nolu eşitlikteki reel gelirdeki ya da reel çıktıdaki artış oranı, sektör düzeyindeki verimlilik artışının bileşik indeksidir. Bu indeksteki ağırlıklar, her bir malın toplam nominal tüketimden aldığı nominal paylardır.

Sonuç olarak, farklı sektörler için elde edilen bileşik verimlilik indeksindeki artış oranı, verimlilik artışının ideal ölçüsüdür. Bu formül halihazırda kullanılan fiyat ve çıktılardaki eşsiz (superlative) indeksleri oluşturmakta kullanılan indekslerle benzerlik

gösterir. Refah yaklaşımında kullanılan indeksler, verimlilik artışının bileşik indeksleri olarak bilinmektedir.

Bütüncül çıktıyı (X_t), bileşik girdileri (S_t) ve toplam faktör verimliliğini ($A_t = X_t/S_t$) olarak yazalım. Bunlar ekonominin geneli için çıktı, girdi ve verimlilik indeksleri (zincirleme indeksleri) olmaktadır. Yukarıdaki açıklamalara bağlı olarak toplam faktör verimliliği

$$\begin{aligned}
 A_t &= X_t/S_t = \left(\sum_i X_{it} \right) / \left(\sum_j S_{jt} \right) \\
 &= \sum_i \left[\left(X_{it}/S_{it} \right) \left(S_{it} / \sum_j S_{jt} \right) \right] \\
 A_t &= \sum_i A_{it} w_{it} \quad (10)
 \end{aligned}$$

şeklinde gösterilir. (w_{it}), i endüstrisindeki toplam girdilerin payını göstermektedir. Tam rekabet ve ölçeğe göre sabit getiri durumunda, girdilerin payı aynı zamanda nominal çıktıların payıdır.

(10) nolu eşitlikten elde edilen sonuca göre, toplam faktör verimliliğindeki değişme aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$\begin{aligned}
 \Delta A_t &= \sum_i A_{it} w_{it} - \sum_i A_{it-1} w_{it-1} \\
 &= \sum_i A_{it} w_{it} - \sum_i A_{it-1} w_{it} + \sum_i A_{it-1} w_{it} - \sum_i A_{it-1} w_{it-1} \\
 \Delta A_t &= \sum_i w_{it} \Delta A_{it} + \sum_i A_{it-1} \Delta w_{it} \quad (11)
 \end{aligned}$$

(11) nolu eşitliğin her iki tarafını A_{t-1} e bölersek,

$$\Delta A_t/A_{t-1} = \sum_i w_{it} (\Delta A_{it}/A_{it-1}) (A_{it-1}/A_{t-1}) + \sum_i (A_{it-1}/A_{t-1}) \Delta w_{it} \quad (12)$$

yazılabilir ve nispi verimlilikleri $R_{it} = A_{it}/A_t$ şeklinde tanımlayabiliriz. Bu durumda,

$$\Delta A_t/A_{t-1} = \sum_i w_{it} (\Delta A_{it}/A_{it-1}) R_{it-1} + \sum_i (A_{it-1}/A_{t-1}) \Delta w_{it} \quad (13)$$

olacaktır. Buna göre $s_{it} = w_{it} R_{it-1} = S_{it}/S_t (A_{it-1}/A_{t-1}) = (S_{it}/S_t) (X_{it-1}/X_{t-1}) / S_{it-1}/S_{t-1}$ şeklinde yazılabilir. Sürekli zaman serileri (continuous time series) ve küçük zaman aralıkları, $s_{it} \cong X_{it}/X_t = \sigma_{it}$ kullanıldığında;

$$g(A_t) = \sum_i s_{it} g(A_{it}) + \sum_i R_{it-1} \Delta w_{it} \quad (14)$$

elde edilir. Yukarıdaki eşitlik bütüncül (toplam) verimlilik artışındaki trendin yorumlanmasında kullanılabilir. Bu eşitlik, toplam verimlilikteki artışın üç bölüme ayrılabilceğini göstermektedir: ilk terim, tam (sabit ağırlıklı) verimliliği (sabit baz yılı harcama ağırlıkları ya da çıktı ağırlıklarını ifade eder), ikinci terim cari nominal çıktı ağırlıkları ve baz yılı ağırlıkları arasındaki farkı, üçüncü terim ise farklı sektörlerdeki nispi verimlilik düzeyleri ve değişen ağırlıklar arasındaki ilişkiyi gösterir. Bu üç terim sırasıyla, "Tam verimlilik etkisi", "Baumol etkisi" ve "Denison etkisi" olarak adlandırılmaktadır.

3.2.1.6.1. Tam Verimlilik Etkisi

(14) nolu eşitliğin sağ tarafındaki ilk terim farklı sektörlerdeki verimlilikteki artış oranlarının sabit ağırlıklı ortalamasıdır. Daha açık bir ifadeyle, ilk terimde yer alan endüstrinin baz yılı nominal çıktı oranları, ağırlıklandırılmış (bileşik indeksler) farklı endüstrilerin büyüme oranlarının toplamıdır. Tam verimlilik etkisini yorumlamanın diğer bir yolu da, eğer endüstrilerdeki çıktı bileşimlerinde değişme yoksa, bu etki verimlilik etkisi olarak yorumlanır.

3.2.1.6.2. Baumol Etkisi

Baumol etkisi olarak da bilinen ikinci terim, zaman içinde farklı endüstrilerin değişen çıktı ağırlıklarını ve verimlilik artışı arasındaki farkların açıklanmasına olanak tanır. Bu etki, nispeten daha yavaş çıktı artışına sahip endüstrilerde, verimlilik artışının daha yavaş olduğu şeklinde yorumlanır.

3.2.1.6.3. Denison Etkisi

(14) nolu eşitlikteki üçüncü terim, toplam verimlilik üzerindeki değişen istihdam paylarının etkisini ortaya koyar. Burada, her iki endüstride de verimlilik artış oranları aynı ise, bu artış daha düşük verimlilik düzeyine sahip olan endüstrilerden daha yüksek verimlilik düzeyine sahip endüstrilere doğru hareket edilmesi sonucunu doğuracaktır. Denison bu etkinin toplam verimlilik artışı için önemli bir etken olduğunu göstermiştir. Denison etkisi nispi verimlilik düzeyleri tarafından ağırlıklandırılmış farklı endüstrilerin çıktı paylarındaki değişimin toplamı olarak ifade edilmektedir³⁷.

3.2.1.7. Malmquist İndeksi Yaklaşımı

1953 yılında Malmquist tüketim analizinde kullanılmak üzere bir miktar indeksi önermiştir. Malmquist indeksleri olarak adlandırılan bu indeksler üretim analizinde girdi, çıktı ya da verimlilik indeksleri oluşturmakta kullanılabilir.

Malmquist indeksinin bazı faydalı özellikleri vardır. Bu indekslerin oluşturulmasında girdi ve çıktı fiyatlarına ihtiyaç duyulmaz. Ayrıca maliyet minimizasyonu ya da kar maksimizasyonu gibi davranışsal varsayımlara da gerek yoktur. Hesaplaması kolaydır. Belirli şartlar altında eşsiz (superlative) Törnqvist (1936) ve Fisher (1922) indeksleriyle ilişkilendirilebilir.

³⁷ William D. Nordhaus, "An Alternative Way of Measuring Productivity Growth", National Bureau of Economic Research, (Newyork: Working Paper Series 8095, 2001), s.3-14.

Malmquist verimlilik indeksinin en önemli özelliği indeksin bölümler ayrılabilmesidir. Bu ayırım ilk defa *Färe*, Grosskopf, Lindgren ve Roos (FGLR) tarafından Malmquist indeksinin geometrik ortalama formülasyonu kullanılarak yapılmıştır. 1995 yılında *Färe* Malmquist toplam faktör verimliliği indeksini iki kısma ayırdı: Bu ayırım teknik değişme ve etkinlikteki değişme şeklindedir. Teknik değişme daha sonra çıktı ve girdi yönelimli teknik değişme olarak ikiye ayırmıştır. Gerçekte bu yönelimler faktör gelir dağılımında etkilidir ve politika göstergeleri bu yönelimlerle uyumlaştırılabilir. Bu nedenle teknik değişmeyi çıktı ve girdi yönelimli bölümlere ayırarak belirlemek ve ampirik olarak ölçmek önemlidir³⁸.

1995 yılında *Färe*, Grosskopf ve Lee Malmquist indeksini verimliliği ölçmekte kullanmışlardır. Burada, teknik değişmeyi yönelim ve büyüklük katsayısı olarak iki bölüme ayırmışlar ve yönelimin ne yönde olacağını belirlemeye çalışmışlardır. Buna göre verimlilik indeksleri aşağıdaki gibi oluşturulmuştur.

$x^t = (x_1^t, \dots, x_N^t) \in R_+^N$ ve $y^t = (y_1^t, \dots, y_M^t) \in R_+^M$ $t = 1, \dots, T$ iken t dönemindeki girdi ve çıktı vektörlerini göstermektedir. Buna göre üretim teknolojisinin fonksiyonunun grafiği uygun tüm girdi ve çıktıların kümesidir.

$$GR^t = \left\{ (x^t, y^t) : x^t \text{ ile } y^t \text{ üretilebilir} \right\} \quad t = 1, \dots, T \quad (1)$$

Çıktı kümesi (1) nolu ifadeye bağlı olarak aşağıdaki gibi yazılabilir.

$$P^t(x^t) = \{y^t = (y^t, x^t) \in GR^t\} \quad t = 1, \dots, T \quad (2)$$

Çıktı kümesi herhangi bir t dönemindeki x^t den üretilebilen y^t lerden oluşur. Bu çıktı kümesinin kapalı, sınırlı ve dışbükey olduğu varsayılmaktadır. Shephard'ın

³⁸ R. Fare, E. Grifell-Tatje, S. Grosskopf ve C.A.K. Lovell, "Biased Technical Change and the Malmquist Productivity Index", <http://econwpa.wustl.edu/eprints/mic/papers/9508/9508002.abs>, (Ağustos 1995), s.1-2.

çıktı uzaklığı fonksiyonuna (distance function) bağlı olarak üretim teknolojisinin fonksiyonel gösterimi aşağıdaki gibidir.

$$D_0^t(x^t, y^t) = \inf \{ \theta : (y^t / \theta) \in P^t(x^t) \} \quad t = 1, \dots, T \quad (3)$$

Yukarıda belirtilen özelliklerinin yanısıra çıktı uzaklığı fonksiyonu kapalı, sınırlı ve dışbükey olduğu varsayımı $D_0^t(x^t, y^t) \leq 1$ eşitsizliğini sağlar. $D_0^t(x^t, y^t) = 1$ sadece ve sadece $y^t \in P^t(x^t) = \{y^t : y^t \in P^t(x^t), \theta y^t \notin P^t(x^t), \theta > 1\}$ olması durumunda geçerlidir. Shephard'ın çıktı uzaklığı fonksiyonu çıktı yönelimli teknik etkinliği ölçmekte çift taraflı olarak kullanılabilir. Bu durumda belli bir dönem için çıktı uzaklığı fonksiyonu $D_0^t(x^t, y^t)$ olarak yazılabileceği gibi, takip eden dönemler için çıktı uzaklığı fonksiyonları $D_0^t(x^{t+1}, y^{t+1})$ ve $D_0^{t+1}(x^t, y^t)$ şeklinde yazılabilir. Bu şekilde tanımlanan fonksiyonlar, çıktı yönelimli Malmquist verimlilik indekslerinin tanımlanmasını ve bölümlere ayrılmasını kullanılmasını mümkün kılar³⁹. Ayrıca, indekslerin oluşturulmasında ölçeğe göre sabit getiri varsayımı yapılmaktadır. Buna göre indeksler aşağıdaki gibi ifade edilebilir:

Tanım 1: t dönemi çıktı yönelimli Malmquist verimlilik indeksi

$$M_0^t(x^t, y^t, x^{t+1}, y^{t+1}) = D_0^t(x^{t+1}, y^{t+1}) / D_0^t(x^t, y^t)$$

$M_0^t(x^t, y^t, x^{t+1}, y^{t+1})$ indeksinde t dönemi teknolojisini referans olarak alarak (x^{t+1}, y^{t+1}) ve (x^t, y^t) nin karşılaştırma yapılmasına olanak sağlar. $D_0^t(x^t, y^t) \leq 1$ olmasına rağmen, t+1 dönemi teknolojisine t döneminde ulaşılması mümkün olmadığı için $D_0^t(x^{t+1}, y^{t+1}) > 1$ olması mümkündür. Böylece, verimlilikteki değişmeye bağlı olarak $M_0^t(x^t, y^t, x^{t+1}, y^{t+1})$ nin değerinin birden küçük, büyük ve bire eşit olmasına bağlı olarak, t ve t+1 dönemleri arasındaki değeri pozitif, sıfır ya da negatif olacaktır.

³⁹ R. Fare ve Shawna Grosskopf, "Productivity and Technical Change: The Case of Taiwan", <http://econwpa.wustl.edu/eprints/ge/papers/9509/9509001.abs>, (Eylül 1995), s.2-3.

Ayrıştırma 1: Yukarıda verilen tanıma bağlı olarak t dönemi çıktı yönelimli Malmquist verimlilik indeksi aşağıdaki gibi bölümlere ayrılabilir.

$$M_0^t(x^t, y^t, x^{t+1}, y^{t+1}) = \Delta TE(x^t, y^t, x^{t+1}, y^{t+1}) \Delta T^t(x^t, y^t, x^{t+1}, y^{t+1})$$

$$M_0^t(x^t, y^t, x^{t+1}, y^{t+1}) = \frac{D_0^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_0^t(x^t, y^t)} \frac{D_0^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}$$

Burada ΔTE teknik etkinlikteki değişmeyi, ΔT^t teknik değişmeyi göstermektedir.

Tanım 2: t dönemi çıktı yönelimli Malmquist verimlilik indeksi

$$M_0^{t+1}(x^t, y^t, x^{t+1}, y^{t+1}) = D_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1}) / D_0^{t+1}(x^t, y^t)$$

$M_0^{t+1}(x^t, y^t, x^{t+1}, y^{t+1})$ indeksinde t+1 dönemi teknolojisini referans olarak alarak (x^{t+1}, y^{t+1}) ve (x^t, y^t) nin karşılaştırma yapılmasına olanak sağlar. $D_0^{t+1}(x^t, y^t) \leq 1$ olmasına rağmen, t dönemi teknolojisine t+1 dönemde ulaşılması mümkün olmadığı için $D_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1}) > 1$ olması mümkündür.

Ayrıştırma 2: Yukarıda verilen tanıma bağlı olarak t+1 dönemi çıktı yönelimli Malmquist verimlilik indeksi aşağıdaki gibi bölümlere ayrılabilir.

$$M_0^{t+1}(x^t, y^t, x^{t+1}, y^{t+1}) = \Delta TE(x^t, y^t, x^{t+1}, y^{t+1}) \Delta T^{t+1}(x^t, y^t, x^{t+1}, y^{t+1})$$

$$M_0^{t+1}(x^t, y^t, x^{t+1}, y^{t+1}) = \frac{D_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_0^t(x^t, y^t)} \frac{D_0^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_0^{t+1}(x^t, y^t)}$$

Burada ΔTE teknik etkinlikteki değişmeyi, ΔT^{t+1} teknik değişmeyi göstermektedir.

Yukarıdaki her iki indeks eğer çıktı uzaklığı fonksiyonu aşağıdaki gibi tanımlanırsa aynı sonucu verir.

$$D_0^\tau(x^\tau, y^\tau) = A(\tau) \hat{D}_0(x^\tau, y^\tau) \quad \tau = t, t+1$$

Tanım 3: Bir sonraki dönemin çıktı yönelimli Malmquist verimlilik indeksinin geometrik ortalaması aşağıdaki gibi tanımlanmaktadır.

$$M_0^G(x^t, y^t, x^{t+1}, y^{t+1}) = \left[M_0^t(x^t, y^t, x^{t+1}, y^{t+1}) M_0^{t+1}(x^t, y^t, x^{t+1}, y^{t+1}) \right]^{1/2}$$

$$M_0^G(x^t, y^t, x^{t+1}, y^{t+1}) = \left[\frac{D_0^t(x^{t+1}, y^{t+1}) D_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_0^t(x^t, y^t) D_0^{t+1}(x^t, y^t)} \right]^{1/2}$$

Verimlilikteki değişme $M_0^G(x^t, y^t, x^{t+1}, y^{t+1})$ değerinin birden büyük, küçük ve bire eşit olmasına bağlı olarak t ve t+1 dönemleri arasında pozitif, negatif veya sıfır olur.

Ayrıştırma 3: Bir sonraki dönemin çıktı yönelimli Malmquist verimlilik indeksinin geometrik ortalaması aşağıdaki gibi bölümlere ayrılabilir.

$$M_0^G(x^t, y^t, x^{t+1}, y^{t+1}) = \Delta TE(x^t, y^t, x^{t+1}, y^{t+1}) \Delta T^G(x^t, y^t, x^{t+1}, y^{t+1})$$

$$M_0^G(x^t, y^t, x^{t+1}, y^{t+1}) = \frac{D_0^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_0^t(x^t, y^t)} \left[\frac{D_0^t(x^{t+1}, y^{t+1}) D_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_0^t(x^t, y^t) D_0^{t+1}(x^t, y^t)} \right]^{1/2}$$

Yukarıda açıklanan teknik etkinlikteki değişmeyi gösteren indeksler aynı olmakla beraber, teknik değişme indeksleri farklılık gösterir⁴⁰. Yönelim indeksleri, çıktı ve girdi indekslerinin ayrılmasını sağlar. Yukarıda yapılan ölçeğe göre sabit getiri varsayımı çıktı uzaklığı fonksiyonu girdi uzaklığı fonksiyonuyla ilişkilendirilebilir.

$$D_i^t(x^t, y^t) = \sup \left\{ \theta : D_i(x^t/\theta, y^t) \leq 1 \right\} \quad t = 1, \dots, T \quad (4)$$

⁴⁰ Teknik değişme indeksi $\Delta T^G(x^t, y^t, x^{t+1}, y^{t+1}) = \Delta(x^t, y^t) B(x^t, y^t, x^{t+1}, y^{t+1})$ şeklinde gösterilir. Eşitliğin sağ tarafındaki ilk terim teknik değişmenin büyüklüğünü, ikinci terim ise t ve t+1 dönemleri için teknik değişmenin yönelimini (bias) ölçmekte kullanılır.

Sadece ve sadece ölçüğe göre sabit getiri varsayımıyla, $D_i^t(y^t, x^t) \geq 1$ eşitsizliği sağlanır ve $D_i^t(y^t, x^t) = [D_0(x^t, y^t)]^{-1}$ dir. bu durumda girdi yönelimli indeksler aşağıdaki gibi yazılır.

$$IB\Delta T^t(x^t, y^t, x^{t+1}) = \left[\frac{D_i^t(y^t, x^t) D_i^{t+1}(y^t, x^{t+1})}{D_i^{t+1}(y^t, x^t) D_i^t(y^t, x^{t+1})} \right]^{1/2}$$

Yukarıda açıklanan Malmquist verimlilik indeksleri, verimlilikteki değişmelerin bölümlere ayrılmasını ve yönelimin belirlenmesini sağladığı için yaygın olarak kullanılmaktadır⁴¹.

⁴¹ R. Fare, E. Grifell-Tatje, S. Grosskopf ve C.A.K. Lovell, a.g.e., s.4-12.

İKİNCİ BÖLÜM

VERİMLİLİK VE KONJONKTÜR İLİŞKİSİNİ AÇIKLAMAYA YÖNELİK YAKLAŞIMLAR

1. KONJONKTÜR

Konjonktür ekonomide trend etrafında çıktı ve istihdamda tekrarlanan değişimler şeklinde tanımlanabilir. Konjonktür dönemi bir çok ekonomik faaliyetle aynı zamanda gerçekleşen genişleme, onu izleyen genel durgunluk ve daralma ve bir sonraki konjonktürün genişleme dönemiyle birleşen canlanma döneminden oluşur.

Konjonktürel dalgalanmalar ve nedenleri, günümüzde farklı düşünce ekolleri arasında halen tartışılan önemli konular arasında yer almaktadır. Bu tartışmanın nedenlerinden birisi, özellikle 1970 ve 1980'li yıllarda ortaya çıkan durgunluk ve yüksek enflasyon sorunlarına Keynesyen iktisadın çözüm üretmekte yetersiz kalması gösterilebilir. Bu yıllarda klasik teoriye dayanan Yeni Klasik ve Keynesyen teoriye dayanan Yeni Keynesyen düşünce okulları bu tartışmalarda ön plana çıkmaktadır. Yeni Keynesyenler uzun dönemde Monetarizmi ve Rasyonel beklendişler yaklaşımını kabul etmektedirler. Ancak, asimetrik bilgi, fiyat ve ücret yapışkanlıkları nedeniyle piyasaların temizlenmediğini savunurlar. Bu yaklaşımda eksik rekabet ve piyasa başarısızları önemlidir, hatta konjonktürel dalgalanmaların nedeni olarak piyasa

başarısızlıklarını göstermektedirler⁴². Yeni Klasik İktisat, konjonktür dalgalanmaları konusunu çarpan kavramı ve parasal şok araçlarını kullanarak açıklamaya çalışır. Yeni Klasik İktisatçıların ortak kullandıkları tek bir konjonktür teorisi yoktur. Dalgalanmaların kaynağı olarak, bazı iktisatçılar reel şokları, bazıları ise parasal şokları göstermektedirler. Konjonktürel dalgalanmaları açıklamak amacıyla geliştirilen Yeni Klasik modeller ikiye ayrılır. Bu modellerden birinci nesil modeller denilen ilki, eksik bilgiye dayanan modellerdir. İkinci modeller ise Reel Konjonktür Teorisidir. Reel Konjonktür Teorileri tam bilgi varsayar ve çıktı ve istihdamdaki dalgalanmalar reel şoklarla ilişkilendirilir. Teknolojik değişim konjonktürel dalgalanmaların gerisindeki en önemli etkidir. Reel Konjonktür Teorisi analizinin temel çerçevesi verimlilik şokları ile geliştirilen Neoklasik sermaye birikimi modelidir. Bu çalışmaların tümünün ortak noktası ise konjonktürel dalgalanmaları rekabetçi denge olarak tanımlamalarıdır. Yeni Klasik düşünceye göre para politikası, Paracı ve Keynesçilerin aksine ne kısa ne de uzun dönem değişkenler üzerinde etki yaratmaz yani para nötrdür. Buna benzer bir şekilde, Keynes'in belirttiğinin aksine, maliye politikaları da çıktı ve istihdamı etkilemez. Bununla birlikte Yeni Klasik İktisatçılar, Keynesyen ve Paracı iktisatçılardan bazı konularda önemli farklılıklar gösterirler. Bunlar arasında en önemlisi, Yeni Klasiklerin konjonktür dalgalanmalarını açıklarken denge teorilerini kullanırlar⁴³.

Çalışmanın bu bölümünde konjonktürel dalgalanmaları verimlilik ya da teknoloji şokları çerçevesinde açıklamaya çalışan teoriler üzerinde durulacaktır. Konjonktürel dalgalanmaların ekonomideki değişkenlerle ilişkisi ele alındıktan sonra, konjonktürel dalgalanmalar ve verimlilik arasındaki ilişkinin yönünü ele alan teoriler açıklanacaktır.

2. EKONOMİK DEĞİŞKENLER VE KONJONKTÜR İLİŞKİSİ

Konjonktür ile ilgili yapılan tartışmaların neden ve sonuçlarının daha iyi anlaşılabilmesi için ekonomideki değişkenlerin toplam ekonomik faaliyetlere oranla ne

⁴² Kemal Yıldırım ve Doğan Karaman, **Makroekonomi**, (Eskişehir: Eğitim, Sağlık ve Bilimsel Araştırma Çalışmaları Vakfı, Yayın No: 145, İkinci Basım, 2001), s. 11.

⁴³ Mustafa Özer, **Modern Konjonktür Teorileri**, (Eskişehir: Anadolu Üniversitesi İktisat Fakültesi Yayınları No:1; No: 1030, 1998), s.39-41.

yönde değiştiğinin belirlenmesi önemlidir. Ekonomik değişkenlerin konjonktürel davranışlarının iki temel özelliği vardır. Bunlardan ilki, ekonomideki değişkenler toplam ekonomik faaliyetle aynı yönde değişiyor ise, bu değişkenlere "procyclical" değişken denir. "Procyclical" değişkenler ekonominin genişleme dönemlerinde artma, daralma dönemlerinde ise azalma eğilimindedir. Eğer ekonomik değişkenler toplam ekonomik faaliyetle ters yönde hareket ediyorsa, bu değişkenlere "countercyclical" değişken denir. "Countercyclical" değişkenler ekonominin genişleme dönemlerinde azalma, daralma dönemlerinde ise artma eğilimindedir. Eğer değişkenler konjonktür döneminde artış veya azalış yönünde herhangi bir yapı göstermiyorsa, bu değişkenlere "acyclical" değişken denir.⁴⁴ İkincisi ise, değişkenlerin dip ve zirve noktalarının, konjonktürün dönme noktalarına oranla örtüşüp örtüşmediğine göre sınıflandırılabilir. Şöyleki;Eğer değişkenin dönme noktaları konjonktürden önce çıkıyorsa o değişkene öncü değişken denir. Eğer değişkenin dönme noktaları konjonktürle aynı zamanda çıkıyorsa o değişkene konjonktüre uyan değişken denir. Eğer değişkenin dönme noktaları konjonktürün dönme noktalarından sonra ortaya çıkıyorsa o değişkene gecikmeli değişken denir.⁴⁵

3. VERİMLİLİK VE KONJONKTÜR İLİŞKİSİ

Verimliliğin konjonktürel dalgalanmayla aynı yönde ya da paralel bir seyir izlediği varsayılmaktadır. Hem emek verimliliği hem de toplam faktör verimliliğinin, ekonominin canlanma dönemlerinde arttığı, ekonominin daralma dönemlerinde ise azaldığı varsayılmaktadır. Bu bölümde, ekonomide önemli tartışma alanlarından birisi olan verimlilik ve konjonktür arasındaki bu ilişkiyi ele alan yaklaşımlar analiz edilmeye çalışılacaktır. Ayrıca, Var yaklaşımı ve üretim fonksiyonu yaklaşımları ele alınacaktır.

⁴⁴ Mustafa Özer, a.g.e, s.13-14.

⁴⁵ İlyas Şıklar ve Diğerleri, **İktisat Teorisi**, (Eskişehir: Açık Öğretim Fakültesi Yayınları, 1998), s.512-513.

3.1. Verimlilik ve Konjonktür İlişisini Açıklamaya Yönelik Yaklaşımlar

Son yıllarda verimlilikteki dalgalanmalar ve çıktıdaki dalgalanmaların nedenleri üzerinde çok sayıda çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalarda iktisatçılar daha çok makroekonominin ilgi alanlarından birisi olan büyüme ve refah konusunda ve uzun dönem ortalama verimlilikteki artış oranı üzerinde yoğunlaştılar. Bu çalışmalar sonucu verimlilikteki dalgalanmalar konjonktürel hareketlerin önemli bir parçası olarak ekonomi literatüründeki yerini almıştır. Yapılan çalışmalarda, ortalama verimlilik artışının toplumun nihai talebini karşılamak için yapılan mal ve hizmet üretimlerinin, bu üretimi gerçekleştirmekte kullanılan girdilerden daha hızlı arttığı ve pozitif olduğunu sonucuna ulaşılmıştır. Buna ilaveten, verimlilikteki artışların sürekli dalgalanma gösterdiği ve bu dalgalanmaların konjonktürel hareketlerle paralellik arzettiği (procyclical) ortaya konmuştur.

Bu bölümde emek verimliliğinin konjonktürel ilişkisini ele alan yaklaşımlardan önemli gördüklerimiz incelenecektir. Bu ilişkilerde, ortalama verimliliğin ekonominin canlanma dönemlerinde artma, ekonominin daralma dönemlerinde ise azalma eğiliminde olduğu varsayılmaktadır. Keynesyen teoriye bu varsayımın aksine, üretim faktörlerinin azalan marjinal verimler yasasına bağlı olarak emek verimliliğinin konjonktürel aynı yönde hareket etmediğini ortaya atmışlardır. Ancak, daha sonraları emek verimliliğinin konjonktürel aynı yönde hareket ettiğini ispatlamaya yönelik pek çok teori geliştirilmiştir.

Emek verimliliği ve konjonktür ilişkisini ele alan yaklaşımlar aşağıda belirtilen teorik yapı çerçevesinde ele alınacaktır. Buna göre,

$$Y_{it} = A_{it} F(u_{it} K_{it}, e_{it} L_{it}) Y_t^v \quad (1)$$

biçiminde tanımlanan bir üretim fonksiyonuyla karşı karşıya olduğumuzu varsayalım. Burada, Y_{it} firmanın reel çıktısını, A_{it} teknoloji düzeyini, K_{it} sermaye stoğunu, u_{it} sermayenin kullanım oranını, L_{it} çalışılan toplam saatleri ve e_{it} işe harcanan çabayı ve

Y_t endüstrinin toplam çıktısını göstermektedir. u_{it} ve e_{it} katsayıları $v \geq 0$ iken $[0,1]$ aralığındadır.

Baily, Bartelsman ve Haltiwanger (1996) tarafından yapılan çalışmada, her bir firmanın sabit fiyat esnekliğine sahip bir talep eğrisiyle karşı karşıya olduğu varsayılmaktadır. Buna göre firmanın ters talep fonksiyonu

$$P_{it} = D_{it} \eta_{it} Y_{it}^{-\mu} \quad (2)$$

şeklinde yazılabilir. P_{it} firmanın ürettiği malın fiyatını, D_{it} talepteki kendine has özelliği sağlayan parametreyi, η_{it} tüm firmaları etkileyen bir şoku, μ ise hem rekabetçi ($\mu = 1$) hem de eksik rekabeti ($\mu < 1$) sağlayan sabiti göstermektedir. Teknolojinin aşağıdaki önermeye bağlı olarak değiştiği varsayılmaktadır:

$$A_{it} = (1 - \rho)A_0 + \rho A_{it-1} + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

(3) nolu eşitlikte ε_{it} , stokastik teknoloji şokunu göstermektedir. ρ ise, 0 ile 1 arasında değerler alabilen sabit bir katsayıdır.

Verimliliğin konjonktürle paralel bir seyir izlediği varsayımı, çıktının devrevi ölçümü (y_t) ve emek verimliliği (x_t) arasında bir korelasyon olmasını sağlar. $\text{corr}(x_t, y_t) > 0$ olduğunda, emek verimliliği konjonktürle aynı yönde seyir izler. Aksi durumda, çıktı ile girdi arasındaki ilişki ya da korelasyon $\text{corr}(x_t, y_t) < 0$ olduğunda, emek verimliliği konjonktürle aksi yönde seyir izler.

Yukarıda oluşturulan basit üretim fonksiyonu modelinde, emek verimliliğindeki devrevi dalgalanmalar arz ve talep şoklarına bağlı olarak ekonomik dalgalanmalara yol açar. Sonuç olarak, talep ya da arz şoklarına bağlı olarak emek verimliliğinin konjonktürel dalgalanmayla ne yönde hareket ettiği, diğer bir ifadeyle $d(Y_{it}/L_{it})/dz_{it}$ nin

işaretinin yönü ve ekonominin yapısıyla ilgili yapılan varsayımlar altında $corr(x_t, y_t)$ korelasyonuna olan etkileri ele alınacaktır⁴⁶.

3.1.1. Keynesyen Yaklaşım

Keynesyen yaklaşımda emek verimliliğindeki dalgalanmalar arz ve özellikle talep şoklarına bağlı olarak dalgalanmalara yol açar. Keynesyenler verimlilikle konjonktür hareketlerinin birbiriyle aksi yönde hareket ettikleri (countercyclical) önermesini yapmışlardır.

Yukarıda ifade edilen önermeye ilişkin aşağıdaki varsayımları göz önüne alalım. Hiçbir dışsal etkinin olmadığı, firmanın sermayenin ve emeğin tamamının kullandığı varsayalım. Bu varsayım $v=0$, $u_{it}=1$ ve $e_{it}=1$ olması sonucunu doğurur. Aynı zamanda teknolojinin sabit olduğu varsayılmaktadır (ε_{it})=0. Bu durumda (1) nolu eşitlikte gösterilen üretim fonksiyonu $Y_{it} = A_i F(K_{it}, L_{it})$ haline dönüşür. Devrevilik talep şoklarından (η_{it}) kaynaklanmaktadır. Buna göre, emek verimliliğinin talep şoklarına tepkisi aşağıdaki gibi oluşur:

$$\frac{d(Y_{it}/L_{it})}{d\eta_{it}} = \frac{d(L_{it})}{d\eta_{it}} \left(\frac{L_{it} F_{it}^l - F_{it}}{L_{it}^2} \right) \leq 0 \quad (4)$$

Eşitlikte F_{it}^l emeğin marjinal verimini, $L_{it} F_{it}^l$ ise dengede emeğe yapılan ödemeği göstermektedir. (4) nolu eşitlikten elde edilen sonuç genellikle negatiftir. Çünkü eşitliğin sağ tarafındaki ilk terim pozitif, ikincisi ise negatiftir.⁴⁷

⁴⁶ Lucas Navarro ve Raimundo Soto, "Procyclical Productivity: Evidence From An Emerging Economy", Central Bank of Chile Working Papers No: 109, Şili, Ekim 2001, s.2-3.

⁴⁷ Eşitlikte Cobb-Douglas Üretim fonksiyonunu $Y_{it} = K_{it}^\alpha L_{it}^{1-\alpha}$ gözönüne alınmıştır. Yukarıdaki eşitliğin

türevi $\frac{d(Y_{it}/L_{it})}{d\eta_{it}} = \frac{d(L_{it})}{d\eta_{it}} \left(\frac{(\alpha-1)F_{it}^l}{L_{it}^2} \right) < 0$ sonucunu verir.

Bu varsayımlar altında, Keynesyen ya da geleneksel modelde, emek verimliliği konjonktürle aksi yönde hareket eder. Bu modelde firmalar üretim teknolojilerini değiştirmezler ve böylece kısa dönemde talep şokları marjinal verimlilik eğrisi üzerinde harekete neden olur.

Emek verimliliğiyle ilgili yapılan çalışmalar Keynesyen teoriyi desteklememektedir. Eğer ekonomiyi bu model yönlendiriyor olsaydı, verimliliğin konjonktürle paralel seyir izlediği varsayımıyla çelişkili olacaktır. Çünkü, bu azalan marjinal verimler kanunu ile çelişen bir özellik göstermektedir⁴⁸.

3.1.2. Reel Konjonktür Yaklaşımı

Robert Lucas tarafından geliştirilen bu teoriye göre ekonomi tam rekabette iken bile eksik bilgi dalgalanmalarına yol açar. R.E. Lucas'ın konjonktür dalgalanmalarını eksik bilgiye dayandırması pek tatminkar bulunmamaktadır. Öyle ki uzun bir dönemi içeren bir konjonktür modeli için daha da yetersiz görülmektedir. Bu durum karşısında Yeni Klasik iktisatçılar piyasaların temiz olduğu varsayımına dayanan alternatif bir konjonktür teorisi geliştirmişlerdir. Reel Konjonktür teorisi olarak adlandırılan bu teoriyi F.E. Kyland ve E.C. Prescott gibi iktisatçılar geliştirmişlerdir. Bu teoriye göre uzun dönem için yapılan varsayımlar kısa dönem için de geçerlidir ve ekonomide klasik dikotomi sözkonusudur F.E. Kyland, ekonomide konjonktürel dalgalanmaların nedeni olarak emek girdisindeki ve teknolojideki değişmelere bağlamaktadır⁴⁹.

F.E. Kyland ve E.C. Prescott (1982) tarafından geliştirilen bu yaklaşıma göre, (1) nolu eşitlikte yer alan katsayıların değeriyle ilgili varsayımlar yapılmamakta ama ekonomideki devreviliğin nedeni olarak teknoloji şokları (ε_{it}) ele alınmaktadır. Bu varsayımlar altında, ortalama emek verimliliği konjonktürle aynı yönde hareket eder. Çünkü,

⁴⁸ Lucas Navarro ve Raimundo Soto, a.g.e. ,s.3-4.

⁴⁹ İlker Parasız, **Makroekonomi Teori ve Politika**, (Bursa: Ezgi Kitabevi Yayınları, 7. Baskı, Ocak 1998), s.242.

$$\frac{d(Y_{it}/L_{it})}{d\varepsilon_{it}} = \frac{\partial Y_{it}}{\partial A_{it}} \frac{\partial A_{it}}{\partial \varepsilon_{it}} \frac{Y_{it}}{L_{it}} > 0 \quad (5)$$

olacaktır. F.E. Kydland ve E.C. Prescott tarafından ortaya konulan reel konjktür teorisyenlerine göre ekonomideki dalgalanmaların nedeni arz şoklarının varlığıdır. T.F. Cooley (1998) kurduğu modelin istihdam, parasal dengeler, ihracat ve çıktıyı içeren makroekonomik değişkenlerdeki dalgalanmaların büyük bir kısmını açıklamakta kullanılabileceğini söylemiştir. Bernanke ve Parkinson ise bu teoriyi durgunluğu teknolojiye tekrar bir gözleme gerek olduğu temelinde eleştirmişlerdir⁵⁰.

3.1.3. Emek Kullanımı (Labor Hoarding) Yaklaşımı

Emek kullanımı hipotezi emek girdisi ve emek girdisinin verimli bir şekilde kullanılmasının ölçümü ile ilişkilidir. Bu hipotezi açıklamak için

$$Y_{it} = A_{it} F(u_{it} K_{it}, e_{it} L_{it}, M_{it} N_{it} R_{it}) Y_t^\nu \quad (6)$$

biçiminde tanımlanan bir üretim fonksiyonuyla karşı karşı olduğumuzu varsayalım. Burada, Y_{it} firmanın reel çıktısını, A_{it} teknoloji düzeyini, K_{it} sermaye stoğunu, u_{it} sermayenin kullanım oranını, L_{it} çalışılan toplam saatleri ve e_{it} işe harcanan çabayı ve Y_t endüstrinin toplam çıktısını göstermektedir. M_{it} beşeri sermayeyi, N_{it} yeni işe alımları ve R_{it} işten çıkarmaları göstermektedir.

Bu hipoteze göre (6) nolu eşitlikte konjktürle aynı yönde hareket eden verimliliği araştırmakta kullanacağımız yöntem, uzun dönemde teknoloji ve talepteki artış oranları farklı olan ama benzer konjktürel şoklara aynı tepkiyi veren firmaların davranışları analiz edilecektir. Her bir firmanın sabit fiyat esnekliğine sahip bir talep eğrisiyle karşı karşıya olduğu varsayılmaktadır. Buna göre ters talep fonksiyonu

$$P_{it} = D_{it} \eta_{it} Y_{it}^{-\mu} \quad (7)$$

⁵⁰ Lucas Navarro ve Raimundo Soto, *a.g.e.*, s.4.

şeklinde yazılabilir. P_{it} firmanın ürettiği malın fiyatını, D_{it} talepteki kendine has özelliği sağlayan parametre, η_{it} tüm firmaları etkileyen bir şok, μ hem rekabetçi ($\mu = 1$) hem de eksik rekabeti ($\mu < 1$) sağlayan sabiti göstermektedir. ($\mu = 0$) olması durumunda firmaların fiyat alıcı olduğu söylenebilir. Talep ve teknolojinin sırasıyla aşağıdaki denklemlere bağlı olarak değiştiği varsayılmaktadır. Şöyleki;

$$D_{it} = (1 + g_i^P) D_{it-1} \quad (8)$$

$$A_{it} = (1 + g_i^A) A_{it-1} \quad (9)$$

olacaktır. (8) ve (9) nolu eşitliklerde g_i^P ve g_i^A sırasıyla talepteki ve teknolojiadaki artışı göstermektedir. (6) nolu eşitlikte denklemin yapısı gereği teknoloji şokları emek verimliliğinin konjonktürle aynı yönde hareket etmesine neden olur. (7) nolu eşitlik talep şoklarının konjonktürel dalgalanmalara neden olduğunu ve buna bağlı olarak emek verimliliğinin konjonktürle aynı yönde hareket ettiğinin göstermektedir.

Yukarıdaki açıklamalar çerçevesinde, dışsal etkilerin olmadığı ($v = 0$) ve sermayenin tamamının kullanıldığı ($u_{it} = 1$) ama emeğin iki bölümden oluştuğunu söyleyebiliriz: Üretime harcanan zaman (q_{it}) ve bakım ve eğitime harcanan zaman (m_{it}). Bu durumda, emek $L_{it} = q_{it} + m_{it}$ şeklinde olacaktır. (m_{it}), sermaye stoğuna katkı sağladığını veya emek sermayesini üretiyor gibi düşünülebilir, üretim fonksiyonunda yeni bir faktör olarak ya da sermaye girdisi ölçümüne ilave edilebilir. Üretim fonksiyonundan $m_{it} > 0$ ve $e_{it} < 1$ olduğunda $q_{it} = e_{it} L_{it}$ olacaktır. Bu varsayımlar altında, emek kullanımı için bir boşluk vardır. Kısa dönemde emekteki değişmelerin katı olmasına bağlı olarak, firmalar eğitim ve bakım gibi üretken olmayan faaliyetleri yeniden düzenler ve çalışılan saatleri buna göre ayarlar. Böylece, üretim fonksiyonumuz $Y_{it} = A_{it} F(K_{it}, e_{it} L_{it})$ olarak düşünülür ve talep şokuna bağlı olarak ortalama emek verimliliğinin tepkisi

$$\frac{d(Y_{it}/L_{it})}{d\eta_{it}} = \frac{\partial(q_{it} + m_{it})}{\partial\eta_{it}} \left(\frac{(q_{it} + m_{it})F_{it}^l - F_{it}}{(q_{it} + m_{it})^2} \right) \leq 0 \quad (10)$$

olacaktır. Bu durumda, emek verimliliği m_{it} yeterince büyükse konjunktürle aynı yönde hareket edecektir. Çalışma zamanının değişmesini kattığımızda, talep şokuna istihdamın tepkisi standart modelde açıkladığımızdan daha küçük olacaktır. Cobb-Douglas üretim fonksiyonunun olduğu özel bir durumda, talep şokuna emek verimliliğinin tepkisi:

$$\frac{d(Y_{it}/L_{it})}{d\eta_{it}} = \frac{\partial(q_{it} + m_{it})}{\partial\eta_{it}} \left(\frac{(\alpha - 1)F_{it}^l + \alpha(m_{it}/q_{it})F_{it}}{(q_{it} + m_{it})^2} \right) = \frac{\partial(q_{it} + m_{it})}{\partial\eta_{it}} \left(\frac{(\alpha e_{it} - 1)F_{it}}{(q_{it} + m_{it})^2} \right) \quad (11)$$

(11) nolu eşitliğin sağ tarafında paydaki $\alpha(m_{it}/q_{it})$ katsayısı konjunktürle aynı yönde seyreden verimlilik olması durumunu sağlayan $(\alpha - 1)F_{it}^l$ katsayısından daha büyüktür. Bu emeğin daha fazla oranda üretim dışı faaliyetlerde (eğitim) kullanılması, konjunktürle aynı yönde hareket eden verimlilikle karşılaşma olasılığının daha fazla olacağı anlamına gelir. Çünkü, emeğin eğitime harcanan zamanın artırılması, emeğin verimliliğinin artmasına neden olur⁵¹.

3.1.4. Ölçeğe Göre Artan Getiri Yaklaşımı

Ölçeğe göre artan getiri yaklaşımı çerçevesinde, firmanın

$$Y_{it} = A_{it}F(u_{it}K_{it}, e_{it}L_{it}, M_{it}N_{it}, R_{it})Y_t^v \quad (12)$$

biçiminde tanımlanan bir üretim fonksiyonuyla karşı karşı olduğumuzu varsayılmaktadır. Burada, Y_{it} firmanın reel çıktısını, A_{it} teknoloji düzeyini, K_{it} sermaye stoğunu, u_{it} sermayenin kullanım oranını, L_{it} çalışılan toplam saatleri ve e_{it} iş

⁵¹ Martin N. Baily, Eric J. Bartelsman ve John Haltiwanger, "Labor Productivity: Structural Change and Cyclical Dynamics", National Bureau of Economic Research, Working Paper 5503, Newyork, Mart 1996, s.9-11.

harcanan çabayı ve Y_t endüstrinin toplam çıktısını göstermektedir. Öte yandan, M_{it} beşeri sermayeyi, N_{it} yeni işe alımları ve R_{it} işten çıkarmaları ifade etmektedir.

Her bir firmanın sabit fiyat esnekliğine sahip bir talep eğrisiyle karşı karşıya olduğunu varsayılmakta ve talep (ters talep) fonksiyonu

$$P_{it} = D_{it} \eta_{it} Y_{it}^{-\mu} \quad (13)$$

şeklinde gösterilmektedir. P_{it} firmanın ürettiği malın fiyatını, D_{it} talepteki kendine has özelliği sağlayan parametreyi, η_{it} tüm firmaları etkileyen bir şoku, μ hem rekabetçi ($\mu = 1$) hem de eksik rekabeti ($\mu < 1$) sağlayan sabiti göstermektedir. Talep ve teknolojinin aşağıdaki duruma bağlı olacağını varsayıyoruz.

$$D_{it} = (1 + g_i^P) D_{it-1} \quad (14)$$

$$A_{it} = (1 + g_i^A) A_{it-1} \quad (15)$$

Çıktı emek kullanımı ve dışsal etkiler olmadan türetilir ($v = 0$, $e_{it} = 1$) ama üretim fonksiyonu ölçeğe göre artan getiriye sahiptir. Böyle bir durumda, firmaların oransal olarak etkin girdi kullanımını değiştirecekleri beklenebilir. Daha sonra, sermaye kullanım oranlarının emek talebiyle doğrusal bir ilişkiye sahip olduğu varsayılır, böylece $u_{it} K_{it} = N L_{it}$ olur. Üretim fonksiyonu $Y_{it} = A_{it} F(\phi L_{it}, L_{it})$ olur ve talep şokuna emek verimliliğinin etkisi konjonktürle aynı yönde hareket eder⁵².

$$\frac{d(Y_{it}/L_{it})}{d\eta_{it}} = \frac{\partial L_{it}}{\partial \eta_{it}} \left(\frac{L_{it} (dF_{it}/dL_{it}) - F_{it}}{L_{it}^2} \right) > 0 \quad (16)$$

⁵² Üretim fonksiyonunun Cobb-Douglas şeklinde olması durumunda $dF_{it}/dL_{it} = (\alpha + \beta)(Y_{it}/L_{it})$ olacaktır. Ölçeğe göre artan getiri olması durumunda bu ifadenin değeri birden büyük ve konjonktürle aynı yönde hareket eden emek verimliliğinin oluşmasına neden olacaktır.

3.1.5. Dışsalılık Yaklaşımı

Bu hipotez Caballero ve Lyons tarafından ortaya atılmıştır. Sözü edilen yazarlar, ekonomide bazı dışsal etkilerin olduğunu varsaymışlardır. Bu varsayım üretim fonksiyonunda üs şeklinde ifade edilen " v " nin, sıfırdan büyük olması ($v > 0$) anlamına gelir. Bu durumda, konjonktürle aynı yönde hareket eden verimlilik girdilerdeki değişmelere bağlı olarak, dışsal ekonomilerle örtüşmeyecektir. Ekonomide büyük piyasalarda ortaya çıkan bu tür dışsalılıklar, acentaların artan uyum ya da anlaşma olasılıklarından dolayı gerçekleşmektedir. Genellikle bu tür dışsalılıklar ekonominin genel düzeyi gözönüne alındığında, bir faktörün üretim fonksiyonunda ortaya çıkabilecektir. Ortalama emek verimliliğindeki dalgalanmaların ekonomik faaliyetler üzerine etkisi pozitif olacaktır.

$$\frac{d(Y_{it}/L_{it})}{d\varepsilon_{it}} = \frac{\partial Y_{it}}{\partial Y_t} \frac{Y_{it}}{L_{it}} > 0 \quad (17)$$

Aşağıdaki tabloda ortalama verimlilik ve çıktıdaki dalgalanmalar arasındaki ilişkinin yönü yukarıda açıklanan durumlara göre özetlenmiştir⁵³.

⁵³ Lucas Navarro ve Raimundo Soto, a.g.e., s.5-7.

Tablo 1: Alternatif Modeller Çerçevesinde Emek verimliliğinin Devrevi Hareketleri

Model	Varsayımlar				Çıktı ve Verimlilik İlişkisi
	u_{it}	e_{it}	v	z_{it}	
Keynesyen Yaklaşım	1	1	0	η_{it}	$\langle 0$
Reel Konjonktür Yaklaşımı	$[0,1]$	$[0,1]$	$\rangle 0$	ε_{it}	$\rangle 0$
Emek Kullanımı	1	$[0,1]$	0	η_{it}	$\rangle 0$
Ölçeğe göre Artan Getiri	$[0,1]$	1	0	η_{it}	$\rangle 0$
Dışsal Ekonomiler	$[0,1]$	$[0,1]$	$\rangle 0$	Y_t	$\rangle 0$

Tabloda, Keynesyen yaklaşım dışında diğer tüm yaklaşımlar, belirtilen varsayımlar altında çıktı ve verimlilik arasında pozitif yönlü bir ilişkinin (korelasyon) varlığını ortaya koymaktadır. Diğer bir ifadeyle, emek verimliliği ve konjonktürün aynı yönde hareket ettiği söylenebilir.

3.2. Verimlilik Şoklarının Belirlenmesine Yönelik Alternatif Yaklaşımlar

Son yıllarda teknoloji şokları ve diğer değişkenler arasındaki ilişkinin varlığını ön plana çıkaran ampirik çalışmalar önem kazanmıştır. Teknoloji şoklarının belirlenmesinde ele alacağımız yaklaşımların her biri yöntemsel farklılıklar içermektedir. Bu bölümde ekonomide şokların uzun dönem etkilerine kısıtlar uygulayarak, teknoloji şoklarının etkisini belirlemeye çalışan VAR yaklaşımı ele alınacaktır. Daha sonra, Solow artığını eksik rekabet, ölçeğe göre artan getiri ve değişken faktör kullanımına izin veren üretim fonksiyonu yaklaşımı incelenecektir. Ele

alınacak yaklaşımlarda, verimliliğin konjonktürle ilişkisini Reel Konjonktür modelinin analiz araçlarıyla açıklamaya çalışan VAR modeli yaklaşımı ve üretim fonksiyonu yaklaşımı açıklanmaya çalışılacaktır.

3.2.1. VAR Yaklaşımı

VAR modelleri gözlemlenemeyen yapısal şokların uzun dönem etkilerine kısıtlar uygulayarak teknoloji değişikliklerinin etkilerini ölçmekte kullanılabilmektedir. Teknoloji şoklarının belirlenmesinde R.King, C.I.Plosser, J.H. Stock ve M.W. Watson (1991) ve J.Gali (1999) nin modelleri ele alınacaktır. J.Gali çalışılan saatle ve emek verimliliğinin birinci durağan farklarını iki değişkenli VAR modeli yöntemiyle tahmin etmektedir. R.King, C.I.Plosser, J.H. Stock ve M.W. Watson ise benzer ilişkileri altı değişkenli Eşbütünleşik VAR modeliyle tahmin etmeye çalışmaktadır.

R.King, C.I.Plosser, J.H. Stock ve M.W. Watson ve J. Gali yaptıkları çalışmada belirledikleri kısıtlara uyacak teorik modelleri oluşturmaya çalışmışlardır. Her iki çalışmada, uzun dönemde paranın nötr olduğu, yani parasal şokların reel değişkenler üzerinde etkisi olmadığı varsayımı yapılmaktadır. R.King, C.I.Plosser, J.H. Stock ve M.W. Watson yaptıkları çalışmada uyguladıkları tahmin modelinde uzun dönemde reel çıktı üzerinde sadece teknoloji şoklarının bir etkisinin olduğunu, J. Gali ise emek verimliliğinin etkili olduğunu varsaymaktadırlar. Bu bölümde, her iki yaklaşımın teorik çerçevesi ve tahmin yöntemleri tanıtılacaktır.

3.2.1.1. Neoklasik Model Çerçevesinde R.King, C.I.Plosser, J.H. Stock ve M.W. Watson Yaklaşımı

R.King, C.I.Plosser, J.H. Stock ve M.W. Watson yaptıkları çalışmada toplam faktör verimliliğiyle kalıcı teknoloji şoklarını ele alırken teorik altyapılarını Neoklasik modele dayandırmışlardır. Modelde ekonomide çok sayıda ekonomik birimin olduğu varsayılmaktadır. Dengede hiçbir alışveriş olmayacağı için, mevcut üretim teknolojisiyle faaliyette bulunan temsili bireyin rekabetçi üretimi kolaylıkla hesaplanabilir. Bireyin üretime karar verme mekanizmasında çok fazla alternatifle karşı

karşıya olması, optimal miktarlarda temsili bireyin nispi marjinal ikame oranları yardımıyla denge fiyatları bulunabilir.

Modeli daha basit ifade edebilmek için ekonominin dengede olduğu, işlem maliyetlerinin olmadığı ve devletin ve paranın olmadığı bir ekonomiyi ele alınmıştır. Buna göre ekonomik birimlerin zamana bağlı fayda fonksiyonunda tüketim ve boş zaman arasındaki tercihi aşağıdaki gibi yazılabilir:

$$U_t = \sum_{j=t}^{\infty} \beta^{j-t} u(C_{t+j}, L_{t+j}) \quad 0 < \beta < 1 \quad (1)$$

(1) nolu eşitlikte C_t , L_t ve β sırasıyla tüketim, boşzaman ve iskonto faktörünü göstermektedir. Temsili bireyin t dönemindeki sermaye stoku ile başladığı ve zaman içerisinde paraya sahip olduğu varsayılmaktadır.

Belirli bir zamanda ve zamanlararası ikame koşullarını sağlayan standart bir Neoklasik model çerçevesinde, temsili bireyin t döneminde ölçeğe göre sabit getiriye sahip olan Cobb-Douglas üretim fonksiyonuyla üretimde bulunduğu varsayılırsa,

$$Y_t = A_t K_t^{1-\theta} L_t^\theta \quad (2)$$

olacaktır. A_t , üretim fonksiyonunun kaymasına neden olan stokastik bir parametredir ve durağan bir markov sürecine sahip olduğu varsayılmaktadır⁵⁴. Sermaye birikimi ise aşağıdaki eşitliğe bağlı olarak belirlenir

$$K_{t+1} = (1-\delta)K_t + I_t \quad (3)$$

⁵⁴ Herhangi bir $n+1$ döneminde i durumunun olasılığının n durumuna bağlı olduğunda, bu stokastik süreç Markov süreci olarak tanımlanır. Matematiksel olarak $x^i(n+1)N = \sum_{j=1}^k m_{ij} x^j(n)N$ şeklinde ifade edilir.

Buna göre yukarıdaki üretim fonksiyonunda stokastik Markov süreci varsayımı A_t nin katsayısının dağılımının A_{t-1} ye bağlı olduğu anlamına gelir.

Ekonomik birimlerin burada biri mala, diğeri zamana bağılı olan iki tane kaynak kısıtı vardır. Bunlar sırasıyla $C_t + I_t \leq Y_t$ ve $N_t + L_t \leq 1$ dir⁵⁵.

Toplam faktör verimliliği için teknoloji şokları için dışsal süreç logaritmik tesadüfi yürüyüşle ortaya çıkar.

$$\log(A_t) = \mu + \log(A_{t-1}) + \eta_t \quad (4)$$

Burada yenilikleri ifade eden η_t parametresi bağımsız olarak kabul edilirse, ortalaması 0, varyansı ise σ^2 olarak ele alınır. Herhangi bir dönemde gerçekleşen η_t deki artış oranı μ kadar sapmasına rağmen, toplam faktör verimliliğinin ortalama artış oranı μ olacaktır.

Belirlilik durumunda durağan durum koşullarını gösteren kısıtlar altında modelin sonuçlarını aşağıdaki gibidir. Bu kısıtlar altında fayda fonksiyonu aşağıdaki şekilde ifade edilebilir.

$$u(C_t, L_t) = \log(C_t) + v(L_t) \quad (5)$$

Fayda fonksiyonunun (5) nolu eşitlikte A_t deki trend artışı gelir ve ikame etkilerini göstermesi varsayımına göre belirlenmiştir. Bunun nedeni de, temsili bireyin boş zamanını dengelemek amacıyla yapılmıştır. Bu durumda, toplam çalışılan saatler sınırlandırılacağından stokastik durağan durum için gerekli koşul sağlanmış olacaktır. Bu varsayımına göre durağan durum koşulu aşağıdaki gibidir:

$$k_t = (K_t)/(A_t)^{1/\theta} \quad i_t = (I_t)/(A_t)^{1/\theta} \quad c_t = (C_t)/(A_t)^{1/\theta} \quad (6)$$

(6) nolu eşitlikte yapılan dönüştürme durağan bir durumu yeniden belirlenmesine olanak sağlar. Bu durumda, sermaye stoku durağan durumda

⁵⁵ Charles I. Plosser, "Understanding Real Business Cycles", *Journal of Economic Perspectives*, Volume 3, Sayı 3, 1989, s.72.

$\beta[\lambda_t(1-\theta)K^{-\theta}N^\theta + (1-\delta)] = 1$ eşitliğini sağlayan zaman tercihi oranını net getiri oranına eşitleyecek şekilde yeniden ayarlanmalıdır. Bu dönüştürmeler stokastik şokların uzun dönem etkilerini ortadan kaldırmak için gereklidir.

Yukarıdaki tanımlamalarla birlikte, sermayenin stokastik aşınma (amortisman) oranıyla ilişkili bir ekonomi için temsili bireyin maksimum yapma koşulu, $c_t + i_t \leq k_t^{1-\theta} N_t^\theta$, $N_t + L_t \leq 1$ ve $k_{t+1} = [(1-\delta)k_t + i_t] \exp[-(\mu + \eta_{t+1})/\theta]$ kısıtlarına bağlı olarak

$$E \sum_{j=t}^{\infty} \beta^{j-t} [\log(c_{t+j}) + v(L_{t+j}) + (1/\theta) \log(\lambda_{t+j})] \quad (7)$$

ifade edilebilecektir. Yukarıda yapılan dönüştürme işlemleri aşağıdaki sonuçların elde edilmesine olanak sağlar. Buna göre;

$$\begin{aligned} i_t &= i(k_t) \\ c_t &= c(k_t) \\ L_t &= L(k_t) \\ y_t &= k_t^{1-\theta} L(k_t)^\theta \\ k_{t+1} &= [(1-\delta)k_t + i(k_t)] \exp[-(\mu + \eta_{t+1})/\theta] \end{aligned} \quad (8)$$

olur. (8) nolu eşitliklerde, dönüştürme yapılan değişkenler durağan olmasına rağmen, logaritmik değerlerinde durağan değildir.

η_t ile ilgili bazı esnek varsayımlar yapılması durumunda, yukarıda yapılan dönüştürme işlemlerinde k_t, c_t, i_t ve y_t durağan bir dağılıma sahip olmasına rağmen, logaritmik değerlerinde durağan olmaması anlamına gelir. (8) nolu eşitlikler kümesini logaritmik olarak aşağıdaki gibi yeniden düzenlersek,

$$\begin{aligned}
\log(K_{t+1}) &= \tau_t + \log[(1-\delta)k_t + i(k_t)] \\
\log(Y_t) &= \tau_t + ((1-\theta)\log(k_t) + \theta\log(L(k_t))) \\
\log(C_t) &= \tau_t + \log(c(k_t)) \\
\log(I_t) &= \tau_t + \log(i(k_t)) \\
\log(L_t) &= \log(L(k_t))
\end{aligned} \tag{9}$$

Yukarıdaki eşitliklerde $\tau_t = (1/\theta)\log(\lambda_t)$ olarak ifade edilmiştir ve teknolojik değişmeyi göstermektedir. Kalıcı teknolojik değişmeye bağlı olarak tüketim, yatırım ve çıktı düzeylerinin durağan olmadığı söylenebilir⁵⁶.

3.2.1.1.1. VAR Yaklaşımıyla Modelin Tahmin Yönteminin Belirlenmesi

Sözü edilen bu model kalıcı şoklar aracılığı ile reel konjonktür teorisini ortaya koymaktadır. R.King, C.I.Plosser, J.H. Stock ve M.W. Watson kişi başına çıktı, tüketim, yatırım, reel para arzı, nominal faiz oranı ve enflasyonun logaritmalarını içeren bir VAR modeli tahmin etmişlerdir. Toplam nüfus kişi başına değerleri elde etmek için kullanılmıştır. Bu yaklaşıma göre eşbütünleşik VAR modeli ile aşağıdaki eşitlikleri tahmin etmeye çalışmışlardır.

$$\Delta z_t = \mu + \Pi z_{t-1} + \sum_{i=1}^p \Gamma_i \Delta z_{t-i} + \xi_t \quad z_t = [y, c, i, (m-p), R, \Delta p] \tag{1}$$

Yukarıdaki eşitlikte μ vektör kayma parametresi, Π eşbütünleşme (kointegrasyon) vektörü β ile hata düzeltme parametrelerini içeren indirgenmiş matrisdir. Γ katsayı matrisi, ξ_t beyaz gürültü (white noise) şokları vektörüdür.

Yukarıdaki eşitlikte eşbütünleşik VAR temel trend modeli olarak yeniden yazılabilir

⁵⁶ Robert King ve Diğerleri, **Stochastic Trends and Economic Fluctuations**, National Bureau of Economic Research, (Newyork: Working Paper No: 2229, 1987, s. 5-8.

$$z_t = z_0 + \phi(L)v_t + \Theta\tau_t \quad \tau_t = \mu + \tau_{t-1} + \varphi_t \quad (2)$$

(2) nolu eşitlikte z_0 başlangıç durumu vektörü, v_t beyaz gürültü şokları vektörü, $\phi(L)$ matris gecikme polinomudur. $\phi(L)v_t$ z_t deki geçici şoklarını içermektedir⁵⁷. Yapılan tahmin sonucu tüketim, yatırım ve çıktı arasında ortak bir trend olduğunu ve aralarında eşbütünleşme ilişkisi olduğu sonucuna ulaşmıştır. Ayrıca, enflasyon düzeyindeki değişmelerin yatırımlardaki değişimi %20 oranında açıkladığını, çıktıdaki değişimin ise % 4 ünü açıkladığı sonucuna ulaşmışlardır. Ekonomide reel çıktıda ortaya çıkan dalgalanmaların büyük bir kısmının (%50 ye yakın) verimlilik şoklarına bağlı olarak ortaya çıktığı ortaya koymuşlardır. Son olarak, reel faiz oranlarının kısa dönemde çıktıdaki ve yatırımdaki değişmeleri verimlilik şoklarından daha iyi açıkladığı sonucuna ulaşmışlardır⁵⁸.

3.2.1.2. Neoklasik Model Çerçevesinde J. Gali'nin Yaklaşımı

Şokların yorumunu mantıklı bir çerçeveye oturtmak için, sürekli teknoloji şoklarının standart dinamik genel denge modellerinde ekonomide diğer temel değişkenleri nasıl etkilediğini tahmin ederek başlayalım. J. Gali modeli belirlerken, R.King, C.I.Plosser, J.H. Stock ve M.W. Watson tarafından 1987 yılında yapılan çalışmayı temel almıştır. Modelde, her bir değişkenin yanı sıra, ek olarak iki tane uzun dönem kısıt konmuştur.

Teknoloji şokunu içeren neoklasik modeli gözönüne alırsak:

$$\begin{aligned} Y_t &= A_t K^{1-\alpha} L^\alpha && \text{Üretim Fonksiyonu} \\ K_{t+1} &= (1-\delta)K_t + I_t && \text{Sermaye Birikimi} \\ C_t + I_t &\leq Y_t && \text{Kaynak Kısıtı} \\ U(C_t, I_t) &= \phi \ln(C_t) + \nu(L_t) && \text{Fayda Fonksiyonu} \end{aligned} \quad (1)$$

⁵⁷ Annika Alexius ve Mikael Carlsson, **Measures of Technology and The Business Cycle**, National Bureau of Economic Research, (Newyork: Working Paper: 5856, Mayıs 7, 2002, s.8-10.

⁵⁸ George W. Stadler, "Real Business Cycles", **Journal of Economics Literature**, Vol. XXXII, Aralık 1994, s. 1776-1777.

Üretim fonksiyonunun ölçeğe göre sabit getiriye sahip olduğu ve $v(L_t)$ nin azalan ve dışbükey olduğu varsayılmaktadır. Temsili tüketici bugünkü beklenen indirgenmiş fayda değeri, indirgeme faktörü (β) kadar maksimize edilmektedir.

J. Gali'nin analizinde temel varsayımı teknoloji şokunun birim köke sahip olmasıdır. Başka bir deyişle durağan olmamasıdır. Bu özelliği modeldeki varsayımla beraber aşağıdaki gibi yazabiliriz.

$$\ln(A_t) = \mu + \ln(A_t) + \eta_t \quad (2)$$

Bu eşitlikte η_t sabit ya da durağan bir şoku ifade etmektedir.

Ekonominin stokastik durağan bir durumda olması, modelinde durağan bir dağılıma sahip olmasını gerekli kılar. Bu durumda, K_t , C_t ve I_t yi $A_t^{1/\alpha}$ ya böler ve modifiye edilirse;

$$\begin{aligned} \ln K_{t+1} &= \ln[(1-\delta)k_t + i(k_t)] + \frac{1}{\alpha} \ln A_t \\ \ln Y_t &= (1-\alpha) \ln k_t + \alpha \ln L(k_t) + \frac{1}{\alpha} \ln A_t \\ \ln C_t &= \ln c(k_t) + \frac{1}{\alpha} \ln A_t \\ \ln I_t &= \ln i(k_t) + \frac{1}{\alpha} \ln A_t \\ \ln L_t &= \ln L(k_t) \\ \ln \frac{Y_t}{L_t} &= (1-\alpha) \ln k_t - (1-\alpha) \ln L(k_t) + \frac{1}{\alpha} \ln A_t \\ \ln \frac{W_t}{P_t} &= \ln \alpha + \ln \frac{Y_t}{L_t} \end{aligned} \quad (3)$$

(3) nolu eşitlikler grubunda, $k_t = K_t / A_t^{1/\alpha}$ fonksiyonlarını içeren tüm terimler yapısı gereği durağandır. Bu modelde, sadece $\ln A_t$ stokastik trendin kaynağıdır ve emek girdisi dışında tüm değişkenler için geçerlidir.

$\ln A_t$ ye pozitif (olumlu) bir şok (η) sermaye, reel ücretler, yatırım, tüketim, çıktı ve emek verimliliğine sürekli artışlara yol açmaktadır. Literatürde tercihlerdeki değişmeler ve kamu harcamalarındaki sürekli değişmeleri şokların nedeni olarak ele alan yaklaşımlarda, her ikisi şokun emek arzını kaydırıldığı ve sermaye, yatırım, tüketim ve çıktı sürekli bir etkiye sahip olduğu tahmin edilmiştir. Ancak, bu şokların etkisinin sadece emek verimliliği ya da reel ücretler üzerine etkisi geçici olduğu belirlenmiştir: Çünkü emek arzının arttığında, emek verimliliği ya da reel ücretler bir önceki değerine geri dönünceye kadar firmalar sermaye birikiminde bulunmaktadır. J. Gali'nin yaptığı çalışma ile yukarıda belirtilen çalışma arasındaki fark, teknoloji şokunun emek verimliliği ve reel ücretler üzerine kalıcı etkisinin olduğu ortaya konmasıdır.

Üçüncü tip şok parasal bir şoktur. Bir çok modelde, parasal şok sadece fiyat düzeyi üzerinde etkilidir. Çıktı ve verimlilik gibi reel değişkenler üzerindeki etkisi geçicidir.

J. Gali yaptığı çalışmada sadece teknoloji şoklarının verimlilik üzerine etkisini belirlemeye çalışmıştır. Modele teoriden gelen iki tane uzun dönem kısıtı koymuştur. İlk olarak, emek verimliliğinin tahminine paralel olarak, sadece teknoloji şoklarının ücretler üzerine etkisi olabilmektedir. İkinci olarak, sürekli kamu harcamalarındaki şoklar ve tercihlerdeki değişmeler kişi başına çalışılan saatlere sürekli etkisi olurken, sadece teknoloji şoklarının çalışılan saatlere geçici etkisi vardır. Reel konjonktür modellerinde reel ücretlerde artışı dengeleyecek gelir ve ikame etkileri, fayda fonksiyonunda açıkça belirtilmiştir. Bu özellik büyüme gerçeklerine uygun bir çözüm bulmak için gereklidir. Kişi başına çalışılan saatlerde hiçbir değişme olmamasına karşılık reel ücretlerde büyük bir artış olmuştur. Böylece, teknoloji şoklarını belirlemek

için, çalışılan saatlerin uzun dönem etkisi olmaması kısıtının modele konması gereklidir⁵⁹.

Bu modelde, temsili hanehalkı $\int_0^1 P_{it} C_{it} di + M_t = W_t N_t + V_t U_t + M_{t-1} + \omega_t + \pi_t$ bütçe

kısıtına bağlı olarak gelirini $E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \{ \log C_t + \lambda_m \log M_t / P_t - H(N_t, U_t) \}$ maksimize etmeye

çalıştığı varsayılmaktadır. $t = 0, 1, 2, \dots, C_t$ için bileşik tüketim indeksi

$C_t = \left(\int_0^1 (C_{it})^{\frac{e-1}{e}} di \right)^{\frac{e}{e-1}}$ dir. Denklemden C_{it} , t döneminde tüketilen i malı miktarıdır. i malının

birim fiyatı P_{it} den elde edilebilir. Bu durumda, toplam fiyat indeksi $P_t = \left(\int_0^1 (P_{it})^{1-e} di \right)^{\frac{1}{1-e}}$

olacaktır.

Yukarıdaki denklemde, M para benzerleri olarak tanımlanmaktadır. H fonksiyonunda, (N) zamanın ve (U) emeğin harcadığı çabayı göstermektedir. Bu fonksiyon aşağıdaki gibi ifade edilmektedir:

$$H(N_t, U_t) = \frac{\lambda_n}{1 + \sigma_n} N_t^{1 + \sigma_n} + \frac{\lambda_u}{1 + \sigma_u} U_t^{1 + \sigma_u} \quad (4)$$

ω_t hanehalkına yapılan parasal transferleri ve π_t ise karı göstermektedir. W ve V sırasıyla bir saat çalışmanın ve bir birim emeğin çabasının fiyatını göstermektedir. $\beta \in (0, 1)$ iskonto faktörüdür. $\lambda_m, \lambda_u, \lambda_n, \sigma_n, \sigma_u$ pozitif sabitlerdir. $e > 1$ tüketim malları arasındaki ikame esnekliğidir. Toplam emek geliri $WN + VU$ dur. Buna bağlı olarak, saatlik ücret $W + V \left(\frac{U}{N} \right)$ dir.

⁵⁹ Neville Francis ve Valerie A. Ramey, "Is the Technology-Driven Business Cycle Hypothesis Dead? Shocks and Aggregate Fluctuations Revisited", National Bureau of Economic Research, (Newyork: Working paper 8726, Ocak 2002), s.4-5

Hanehalkının karşı karşıya kaldığı seçme problemine birinci derece türev koşulları uygulanırsa,

$$C_{it} = \left(\frac{P_{it}}{P_t} \right)^e C_t$$

$$\frac{1}{C_t} = \lambda_m \frac{P_t}{M_t} + \beta E_t \left[\frac{1}{C_{t+1}} \frac{P_t}{P_{t+1}} \right] \quad (5)$$

$$\frac{W_t}{P_t} = \lambda_n C_t N_t^{\sigma_n}$$

$$\frac{V_t}{P_t} = \lambda_u C_t U_t^{\sigma_u}$$

Her bir firma $i \in [0,1]$ şeklinde indekslendiği ve firmanın mevcut teknolojisiyle farklılaştırılmış mal ürettiğini ürettiği varsayımına göre, üretim fonksiyonu aşağıdaki şekilde yazılabilir;

$$Y_{it} = Z_t L_{it}^\alpha \quad (6)$$

(6) nolu eşitlikte L_{it} , firma tarafından kullanılan etkin emek girdi miktarı olarak yorumlanır. Eşitlikte emek miktarı çalışılan zaman ve harcanan çabanın fonksiyonu olarak aşağıdaki gibi yazılır.

$$L_{it} = N_{it}^\theta U_{it}^{1-\theta} \quad (7)$$

(7) nolu eşitlikte $\theta \in (0,1)$ olarak ifade edilir. Z toplam teknoloji indeksidir ve teknolojideki artış oranının $\{\eta_t\}$, $\eta \approx N(0, s_\eta^2)$ süreciyle arttığı varsayılmaktadır.

$$Z_t = Z_{t-1} \exp(\eta_t) \quad (8)$$

t-1 döneminin sonunda i firması t dönemi boyunca i malını P_{it} fiyatından satacaktır. Diğer firmaların fiyatlarını veri olarak alacaktır. Belirsizlik olması

durumunda her bir firmanın W_t ve V_t yi veri alarak, optimal N_{it} ve U_{it} yi seçtiği varsayılmaktadır. Veri çıktı düzeyi Y_{it} de maliyet minimizasyonu için

$$\frac{U_{it}}{N_{it}} = \left(\frac{1-\theta}{\theta} \right) \frac{W_t}{V_t} \quad (9)$$

şeklinde belirlenir. Marjinal maliyetin üzerinde bir fiyat belirlenirse P_{it} , her bir firma malına olan talebi optimal bulacaktır ve çıktı düzeyini

$$Y_{it} = \left(\frac{P_{it}}{P_t} \right)^c C_t \quad (10)$$

olarak belirleyecektir. Fiyatı belirleyen firmanın $\frac{U_{it}}{N_{it}} = \left(\frac{1-\theta}{\theta} \right) \frac{W_t}{V_t}$ ve $Y_{it} = \left(\frac{P_{it}}{P_t} \right)^c C_t$ denklemleri gözönüne alınarak karını maksimize etme koşulu aşağıdaki gibi

$$\max_{P_{it}} E_{t-1} \{ (1/C_t) (P_{it} Y_{it} - W_t N_{it} - V_t U_{it}) \} \quad (11)$$

olacaktır. Birinci derece türev koşulu

$$E_{t-1} \{ (1/C_t) (\alpha \theta P_{it} Y_{it} - \mu W_t N_{it}) \} = 0 \quad \mu = \frac{e}{e-1} \quad (12)$$

sonucunu verecektir. Ekonomideki para arzının M^s , aşağıdaki denkleme bağlı olarak ortaya çıktığını varsayılmıştır.

$$M_t^s = M_{t-1}^s \exp(\xi + \gamma \eta_t) \quad (13)$$

Bu ifade de $\{\xi_t\}$, tüm bir sonraki ve bir önceki gecikmelerinin $\{\eta_t\}$ ye beyaz gürültü sürecinin ortogonalidir. $\{\xi_t\} \approx N(0, s_m^2)$ şeklinde belirlenmektedir.

Dengede tüm firmalar aynı fiyatı uygular ve aynı çıktı, çalışılan saatler ve çabayı seçerler. Mal piyasasındaki temizlenme için $i \in [0,1]$ ve tüm t değerlerinde $C_t = C_{it} = Y_t = Y_{it}$ koşulu geçerlidir. Para piyasasında tüm t değerleri için $\frac{M_t}{M_{t-1}} = \exp(\xi_t + \gamma\eta_t)$ olmaktadır. Yukarıda belirlenen piyasalar için temizlenme koşulunu kullanırsak,

$$C_t = \phi \frac{M_t}{P_t} \quad \phi \equiv \lambda_m^1 \left[1 - \beta \exp\left\{ \frac{1}{2} (s_m^2 + \gamma^2 s_z^2) \right\} \right] \quad (14)$$

olacaktır. $L_{it} = N_{it}^\theta U_{it}^{1-\theta}$, $Y_{it} = Z_t L_{it}^\alpha$ ve $Z_t = Z_{t-1} \exp(\eta_t)$ denklemleri $U_t = A \frac{1}{\alpha^{(1-\theta)}} N_t^{\frac{1+\sigma_n}{1+\sigma_u}}$ göstermektedir. Buna göre, $A = \left(\frac{\lambda_n (1-\theta)}{\lambda_u \theta} \right)^{\frac{\alpha(1-\theta)}{1+\sigma_u}}$ şeklinde olacaktır. Bu denklemler bize çıktı ve istihdam arasındaki dengenin indirgenmiş formunun elde edilmesini sağlar.

$$Y_t = AZ_t N_t^\varphi \quad \varphi = \alpha\theta + \alpha(1-\theta) \left(\frac{1+\sigma_n}{1+\sigma_u} \right) \quad (15)$$

Küçük harfleri her bir değişkenin doğal logaritmalarını göstermek üzere kullanır ve gereksiz sabitleri atarsak aşağıdaki ilişkiler elde edilir.

$$\Delta p_t = \xi_{t-1} - (1-\gamma)\eta_{t-1}$$

$$\Delta y_t = \Delta \xi_t + \gamma\eta_t + (1-\gamma)\eta_{t-1}$$

$$n_t = \frac{1}{\varphi} \xi_t - \frac{1-\gamma}{\varphi} \eta_t \quad (16)$$

$$\Delta x_t = \left(1 - \frac{1}{\varphi} \right) \Delta \xi_t + \left(\frac{1-\gamma}{\varphi} + \gamma \right) \eta_t + (1-\lambda) \left(1 - \frac{1}{\varphi} \right) \eta_{t-1}$$

(16) nolu eşitliklerden hareketle, $x \equiv y - n$ emek verimliliğinin logaritmik olarak gösterilebilir⁶⁰.

3.2.1.2.1. VAR Yaklaşımıyla Modelin Tahmin Yönteminin Belirlenmesi

Bu modelde, verimlilik üzerine uzun dönem etkiye sahip olarak sadece teknoloji şoku belirlenmiştir. Bu varsayım ölçülen verimliliğe teknoloji şoku olmayanların geçici etkilerine izin veren kısıtsız bir varsayımdır.

J. Gali'nin modelini

$$\begin{bmatrix} \Delta x_t \\ \Delta n_t \end{bmatrix} = \mu + \sum_{i=1}^p \Gamma_i \begin{bmatrix} \Delta x_{t-i} \\ \Delta n_{t-i} \end{bmatrix} + u_t \quad (1)$$

şeklinde belirlemiştir. Yukarıdaki denklemde, μ sabit bir parametre, p gecikme sayısı ve Γ gecikme polinomlarını içeren matris ve u_t artıklardan gelen indirgenmiş vektörlerdir. Modelde kısıtlar aşağıdaki şekilde belirlenmiştir.

$$\begin{bmatrix} \Delta x_t \\ \Delta n_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} C^{11}(L) & C^{12}(L) \\ C^{21}(L) & C^{22}(L) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \varepsilon_t^z \\ \varepsilon_t^m \end{bmatrix} \quad (2)$$

x_t emek verimliliğinin logaritmasını, n_t emek girdisinin logaritmasını, ε^z teknoloji şokunu, ε^m diğer şokları göstermektedir. $C(L)$ gecikme işlemcisinin polinomudur. Modelde ε^z ve ε^m nin ortogonal olması varsayımı yapılmıştır. Teknoloji şokunu belirleyen varsayımda teknoloji şokunda tek başına ortaya çıkan verimlilikte durağan olmama kısıtı $C^{12}(1)=0$ ile gösterilmiştir. Modelde zimni olarak ifade edilen varsayım, emek girdisinin logaritmasının durağan olmadığı varsayımdır⁶¹.

⁶⁰ Jordi Gali, **Technology, Employment and Business Cycle: Do Technology Shocks Explain Aggregate Fluctuations**, National Bureau of Economic Research, (Newyork: Working Paper 5721, Ağustos 1996, S.3-9.

⁶¹ Annika Alexius ve Mikael Carlsson, **a.g.e.**, s.11.

Gali uzun dönem kısıtları uygulamak için, aşağıdaki eşitlikleri tahmin etmiştir:

$$\Delta x_t = \sum_{j=1}^p \beta_{xx,j} \Delta x_{t-j} + \sum_{j=0}^p \beta_{xn,j} \Delta^2 n_{t-j} + \varepsilon_t^z \quad (3)$$

$$\Delta n_t = \sum_{j=1}^p \beta_{nn,j} \Delta n_{t-j} + \sum_{j=0}^p \beta_{nx,j} \Delta x_{t-j} + \theta \varepsilon_t^z + \varepsilon_t^m \quad (4)$$

uzun dönem kısıtlarının uygulanması ikinci farklarla eşitliğe giren diğer değişkenlere uygulanan kısıtlara eşittir. $\Delta^2 n_t$ şu andaki değeri ilk eşitlikteki ε_t^z ile ilişkili olduğu için, eşitliğin tahmin edilebilmesi için araç değişkenlerin kullanılması gereklidir. 1' den p'ye giderken Δx_t ve Δn_t gibi araçların kullanılması, matris yönteminde elde edilen sonuçlarla aynıdır.

Sistem ikinci bir şokun uygulanması (ε_t^m) (4) nolu eşitlikteki gösterilen değişkenlerin standart gecikmelerinin yanısıra ikinci denklemdaki birinci eşitlikten elde edilen artışın tahmini içerecek şekilde belirlenir. Bu eşitlikten tahmin edilen artık (ε_t^m) talep şoku ya da teknolojiyi içermeyen şok olarak belirlenir.

Gali'nin reel ücretleri içeren alternatif uzun dönem kısıtını gözönüne alalım. Emek verimliliğindeki duruma paralel olarak, sadece teknoloji şokunun reel ücretler üzerinde uzun dönem etkiye sahip olduğunu varsayalım. Böylece, teknoloji şokunu belirlemekteki alternatif yöntemde verimliliğin yerine reel ücretleri ikame ediyoruz.

$$\Delta w_t = \sum_{j=1}^p \beta_{ww,j} \Delta w_{t-j} + \sum_{j=0}^{p-1} \beta_{wn,j} \Delta^2 n_{t-j} + \varepsilon_t^z \quad (5)$$

$$\Delta n_t = \sum_{j=1}^p \beta_{nn,j} \Delta n_{t-j} + \sum_{j=0}^p \beta_{nw,j} \Delta w_{t-j} + \varphi \varepsilon_t^z + \varepsilon_t^m \quad (6)$$

Eğer verimlilik ve reel ücretlere uygulanan uzun dönem etkilerin şokları gerçekten teknoloji şokları ise, ε_t^z ve ε_t^l birebir korelasyona sahiptir ve bu katsayıların her ikisi de ε_t^m ve ε_t^m ilişkili olmamalıdır.

Üçüncü uzun dönem kısıtı teknoloji şoklarının çalışılan saatlere hiçbir etkisinin olmadığı durumdur. Bu durumda sürekli teknoloji şoklarını içermeyen bir şok kısıtı oluşturabiliriz. Bu kısıtı yukarıdaki matris formundaki eşitliğe $C^{21}(1)=0$ kısıtı uygulanır⁶². J. Gali tarafından yapılan tahmin sonucu Solow artığında yer alan teknoloji şoklarını emek verimliliğindeki değişmelerin büyük bir oranda açıkladığını ve çıktıdaki değişmelerle pozitif yönlü bir ilişkisi olduğunu sonucuna ulaşmıştır.

3.2.2. Üretim Fonksiyonu Yaklaşımı

Bu yaklaşımda, verimlilikte gözlenen sürekli dalgalanmalar aşağıdaki şekilde ortaya çıkmaktadır:

- Konjonktürle aynı yönde hareket eden verimlilik değişkeni konjonktürle aynı yönde hareket eden teknolojiyi gösterebilir. Bunun anlamı, toplam faktör verimliliğinin teknolojiyi belirlemesidir. Eğer teknolojide yüksek sıklıkta dalgalanmalar olursa, çıktıda da yüksek sıklıkta dalgalanmalar olabilmektedir.
- Eksik rekabet ve artan ölçekler girdi miktarı artar artmaz verimlilikte artışa yol açabilir. Öte yandan, eğer maliyet fonksiyonu azalan bir eğime sahip (subadditive) ise, eksik rekabetin varlığı ve ölçeğe göre artan getiriler girdi miktarı artar artmaz verimlilikte artışa yol açabilir. Ölçeğe göre artan getirilerle birlikte, girdideki dalgalanmalar verimlilikte konjonktürel dalgalanmaya paralel bir seyir izleyen dalgalanmalar, içsellığe neden olabilir.
- Üçüncüsü, girdi kullanımındaki değişmeler konjonktür etrafında dalgalanmalara yol açabilir.

⁶² Neville Francis ve Valerie A. Ramey, a.g.e., s.8-9.

- Dördüncüsü, farklı marjinal verimlilikler kullanılarak kaynakların yeniden dağılımı konjonktürle aynı yönde harekete neden olabilir. Örneğin, eğer farklı endüstriler farklı piyasa gücüne sahipse, girdiler farklı kullanım alanlarında farklı marjinal verimliliklere sahiptir. Eğer yüksek markup oranına sahip sektörler değişken girdi büyümesine sahipse, toplam girdi büyümesi de konjonktürelidir. Eğer girdiler nisbeten sabit yada yarı sabitse, marjinal verimler geçici olarak girdi kullanımına göre farklılık gösterebilir. Bu durum kaynakları arttıracığı için, verimlilik de artabilir.

Yukarıdaki varsayımlar altında, konjonktürle aynı yönde hareket eden (procyclical) emek verimliliğini ölçmekte kullanılan yöntemlerden birisi olan üretim fonksiyonu yaklaşımı incelenecektir. Bu yaklaşıma göre öncelikle teknolojik değişme, eksik rekabet, ölçeğe göre getiriler ve girdi kullanımı olarak tanıyan gayrisafi üretim fonksiyonunun tahminine yönelik teorik bilgi verildikten sonra, firma düzeyinde gösterilen üretim fonksiyonu, katma değer yöntemiyle ekonominin geneli için elde edilecektir.

Firmanın gayrisafi çıktısı (Y_i) için üretim fonksiyonu aşağıdaki gibi yazılabilir.

$$Y_i = F^i(\tilde{K}_i, \tilde{L}_i, M_i, T_i) \quad (1)$$

(1) nolu eşitlikte firmalar üretimde, sermayeyi (\tilde{K}_i), emek (\tilde{L}_i) ve enerji ve hammadde (M_i) girdilerini kullanırlar. Sermaye ve emeğin gözlemlenemeyen gerçek girdiler olduğu varsayımı gereği üs şeklinde yazılmıştır. (T_i) terimi firma düzeyinde üretimi etkileyen herhangi bir girdi için tanımlanan ama firmalar tarafından karşılanmayan teknolojiyi göstermektedir. Diğer bir deyişle, (T_i) standart dışsal teknolojik gelişmeyi ve Marshallyan dışsallıkları temsil etmektedir. Bu nedenle, teknoloji gözlemlenemeyen değişken olarak alınmaktadır. (1) nolu eşitlikte üs şeklinde yazılan terimler daha açık bir şekilde aşağıdaki gibi yazılır.

$$\tilde{L}_i = E_i H_i N_i \quad (2)$$

$$\tilde{K}_i = Z_i K_i \quad (3)$$

Yukarıdaki eşitliklerde, (E_i) emeğin çabasını, (H_i) kişi başına çalışılan saatleri, (N_i) emek miktarını, (Z_i) sermaye stokunun kullanımını (utilization), (K_i) sermaye miktarını göstermektedir. Sermaye stoku ve emek miktarının yarı sabit olduğu varsayılmaktadır. Bu varsayım, firmaların üretim düzeylerini değiştirmeleri için bir maliyete katlanmak zorunda olduklarını anlamına gelir.

(1) nolu eşitlikteki üretim fonksiyonunun tüm girdilerde γ_i derecesinde homojen olduğunu varsayalım. Bu varsayım, γ_i nin bire eşit olması sonucunu doğurur ve ölçeğe göre sabit getiri gösterir. Ölçeğe göre getiri iki şekilde yazılabilir. İlki, ölçeğe göre getiri çıktı esnekliklerinin toplamının alınması yöntemidir. Şöyleki;

$$\gamma_i = \frac{F_1^i \tilde{K}_i}{Y_i} + \frac{F_2^i \tilde{L}_i}{Y_i} + \frac{F_3^i M_i}{Y_i} \quad (4)$$

(4) nolu eşitlikte, F_j^i , j inisi terimin türevini ifade eder⁶³. İkinci olarak, eğer firma maliyetini minimize ediyorsa, ölçeğe göre getiri derecesi çıktıya göre maliyet esnekliklerinin tersine eşittir. Firmanın maliyet fonksiyonunu $C_i(Y_i)$ şeklinde tanımlayalım. Buna göre maliyet fonksiyonu,

$$C_i(Y_i) = w_i L_i + r_i K_i \quad (5)$$

şeklinde gösterilir. C_i/Y_i ve $\partial C_i/\partial Y_i$ sırasıyla ortalama maliyet ve marjinal maliyet fonksiyonları ifade etmek üzere, (5) nolu eşitlikten hareketle aşağıdaki gibi olacaktır.

⁶³ Susanto Basu ve John Fernald, "Why Is Productivity Procyclical? Why Do We Care?", National Bureau of Economic Research, (Newyork: Working Paper 7940, Ekim 2000), s.1-9.

$$C_i = \gamma \frac{\partial C_i}{\partial Y_i} Y_i \quad (6)$$

olarak yazılabilir. Denklemi yeniden düzenlersek, ölçeğe göre getiri derecesi çıktıya göre maliyet esnekliğinin tersine eşit olacaktır.

$$\gamma_i(Y_i) = \frac{C_i(Y_i)}{Y_i C_i'(Y_i)} = \frac{AC_i}{MC_i} \quad (7)$$

Üretim fonksiyonuna maliyet minimizasyonu koşulları uygulanırsa,

$$\frac{\partial Y_i}{\partial L_i} = \frac{w}{\partial C_i / \partial Y_i} \quad \text{ve} \quad \frac{\partial Y_i}{\partial K_i} = \frac{r}{\partial C_i / \partial Y_i} \quad (8)$$

$$\frac{\partial Y_i}{\partial L_i} = w \frac{L_i \cdot Y_i}{C_i L_i} \gamma \quad \text{ve} \quad \frac{\partial Y_i}{\partial K_i} = w \frac{K_i \cdot Y_i}{C_i K_i} \gamma \quad (9)$$

olacaktır. (9) nolu eşitlikte $w \frac{L_i}{C_i}$ ve $r \frac{K_i}{C_i}$ sırasıyla emek ve sermayenin maliyet paylarını göstermektedir⁶⁴.

Ölçeğe göre artan getiriler aşırı maliyetleri (overhead costs) ya da azalan marjinal maliyetleri ifade eder. Eğer ölçeğe göre artan getiriler aşırı maliyet haline dönüşürse, bu durumda $\gamma_i(Y_i)$ sabit yapısal parametre olmayacak ve ölçeğe göre artan getiriler firmanın ürettiği çıktı düzeyine bağlı olacaktır. Ölçeğe göre artan getiri sözkonusu olduğunda, üretim arttıkça, firmanın ortalama maliyeti azalacaktır. Aynı şekilde, ölçeğe göre azalan getiri durumunda, üretim artışına bağlı olarak firmanın ortalama maliyeti artacaktır⁶⁵.

⁶⁴ Alain Paquet ve Benoit Robidoux, "Issues on the Measurement of the Solow Residual and Testing of its Exogeneity: Evidence for Canada", *Journal of Monetary Economics*, (No:47, 2001), s. 597-598.

⁶⁵ Hal R. Varian, *Intermediate Microeconomics: A Modern Approach*, (Newyork: W.W. Norton & Company Inc., Second Edition, 1990), s.334-335.

(4) nolu eşitlikte ölçeğe göre getiri derecesiyle marjinal maliyet eğrisinin eğimi arasında ilişki kurmak gereksizdir. Çünkü, Chamberlin'in eksik rekabet modelinde gösterildiği gibi, ölçeğe göre artan getiriler artan marjinal maliyetler uyumludur. Burada firmanın sabit maliyetlerinin olmadığını varsayarak ölçeğe göre getirinin derecesinden, marjinal maliyet eğrisinin eğimi elde edilebilir.

Firmalar aynı zamanda marjinal maliyetin üzerinde bir mark-up fiyat uygularlar.

Yani, firmalar markup fiyatı $\mu_i = \frac{P_i}{MC_i}$ şeklinde belirlerler. Ölçeğe göre getiri, γ_i inci dereceden üretim fonksiyonunun teknik bir parçasıdır ve mark-up genellikle davranışsal bir katsayıdır ve firmanın fiyatlama kararına bağlıdır. Bununla beraber (4) nolu eşitlikte bunların her ikisi de birbirleriyle ilişkilidir. Bu ilişki aşağıdaki gibi ifade edilmektedir.

$$\gamma_i = \frac{C_i(Y_i)}{Y_i C_i'(Y_i)} = \frac{P_i}{C_i'(Y_i)} \frac{C_i(Y_i)}{P_i Y_i} = \mu_i (1 - s_{\pi i}) \quad (10)$$

$s_{\pi i}$ terimi firmanın elde ettiği nominal gelirden ekonomik kar olarak aldığı paydır. Ekonomik karlar azaldıkça, (10) nolu eşitlikte $\mu_i = \gamma_i$ eşit olması sonucunu doğurur. Böylece, ölçeğe göre artan getiriler ve mark-up fiyatlar refah ekonomisi açısından birbirine eşit olmamasına rağmen, eğer tam rekabet koşulları karları elimine ederse, $\mu_i = \gamma_i$ eşitliğinin oluşması gerekir. Sonuçta, her iki parametrenin faktör payları ve çıktı esneklikleri arasında bir fark ortaya çıkar. Beklenen karların düşük olması durumunda, (10) nolu eşitlikte ölçeğe göre azalan getirileri ($\gamma_i < 1$) durumunu ifade eder ve firmaların çıktı fiyatının marjinal maliyetinden daha az olduğunu ($\mu_i < 1$) gösterir. Marjinal maliyetin altında bir fiyat ekonomide hiçbir anlam ifade etmeyeceği için, ortalama bir firma düzeyinde ölçeğe göre getiriler artan ya da sabit olabilir. Ölçeğe göre artan getiriler firmaların zarar etmedikçe uyguladıkları mark-up fiyatına bağlıdır.

Teknolojik değişimin tahmini Solow'un üretim fonksiyonunun diferansiyelini ve firmanın maliyet minimizasyonu için birinci derece türev koşullarının uygulanmasını kapsar. Eğer ölçeğe göre sabit getiri ve tam rekabet şartları oluşursa, o zaman birinci türev şartları çıktı esnekliklerinin gelir (hasıla) paylarına göre gözlemlenebildiğini

gösterir. R. Hall üretim fonksiyonuna eksik rekabet ve ölçüğe göre artan getiri koşullarını dahil ederek Solow'un yaklaşımını genişletmiştir. R. Hall tarafından öne sürülen yaklaşım gayri safi çıktıyı ve değişken faktör istihdamını gözönüne alınarak genişletilmeye çalışılacaktır.

(1) nolu üretim fonksiyonundan hareketle, her iki tarafının logaritmalarını alır ve zamana bağlı olarak farklarını alırsak;

$$dy_i = \frac{F_1^i \tilde{K}_i}{Y_i} d\tilde{k}_i + \frac{F_2^i \tilde{L}_i}{Y_i} d\tilde{l}_i + \frac{F_3^i M_i}{Y_i} dm_i + dt_i \quad (11)$$

olacaktır. Küçük harflerle belirtilen notasyonlar artış (büyüme) oranlarını ifade etmektedir. Bu oranlar ($(dy = (\frac{1}{Y})\dot{Y})$) şeklinde elde edilmiştir. Eşitlikte basitlik amacıyla teknolojiyi 1'e eşitleyip çıktı esnekliklerini normalleştirilmiştir.

Maliyet minimizasyonu koşullarının uygulanması (11) nolu eşitliğe ilave bir özellik katar. Bu özellik, belirsiz çıktı esneklikleri ve gözlemlenebilen faktör fiyatları arasında bir ilişki kurulmasına olanak sağlar. Genel olarak, firmalar marjinal maliyetleri üzerinde bir fiyat (markup) uygularlar. Ancak, eğer firma tam rekabet koşullarında faaliyet gösteriyorsa, markup fiyatı $\mu_i = 1$ 'e eşit olacaktır. Firmaların j kadar girdiyi rekabetçi bir piyasada veri bir fiyattan aldığı varsayalım. Birinci derece türev koşulları (maliyet minimizasyonu)

$$P_i F_j^i = \mu_i P_{ji} \quad (12)$$

eşitliğini verir. Diğer bir deyişle, firmalar faktörlerin marjinal ürün değerlerini, faktör (girdi) fiyatlarını üzerindeki bir mark-up fiyata eşitleyecek şekilde belirlerler. (12) nolu eşitliğin her iki tarafı μ_i ye bölünür ve yeniden düzenlenirse;

$$\frac{P_i}{\mu_i} F_j^i = P_{ji} \quad (13)$$

şeklinde olacaktır. Sermayenin fiyatı P_{Ki} kira bedeli (rental price) olarak tanımlanmıştır. Temelde eğer firma ekonomik kar elde ederse, firma aynı zamanda sermayenin de sahibi olduğundan, bu karlar sermayeye geri ödenir. Ekonomik karlar kira bedeli (rental price) ile ilişkili değildir. Eğer bazı faktörler yarı sabitse, (12) nolu eşitlik geçerliliğini korur. (12) nolu eşitliği kullanarak, her biri için çıktı esneklikleri, her bir girdiye yapılan toplam harcamalar toplam gelire bölünüp, mark-up fiyatla çarpılırsa aşağıdaki eşitlik elde edilir.

$$\frac{F_1^i Z_i K_i}{Y_i} = \mu_i \frac{P_{Ki} K_i}{P_i Y_i} = \mu_i s_{Ki} \quad (14)$$

Burada s_{Ki} terimi, her bir girdi için toplam maliyetin toplam hasıladan aldığı payı, $F_1^i Z_i$ terimi ise sermayenin marjinal ürününü göstermektedir. Eşitlikte, eğer firma kar elde ederse, girdi fiyatları toplamını ifade eden (s_{Ki}) terimi 1'den küçük bir değer olacaktır.

Çıktı esnekliklerini (11) nolu eşitlikte yerine koyar ve (2) ve (3) nolu eşitliklerde girdi hizmetlerini koyarsak;

$$dy_i = \mu_i [s_{Ki} d_{\tilde{K}_i} + s_{Li} d_{\tilde{L}_i} + s_{Mi} d_{mi}] + d_{ü} \quad (15)$$

$$dy_i = \mu_i [s_{Ki} (d_{ki} + d_{zi}) + s_{Li} (d_{hi} + d_{ni} + d_{ei}) + s_{Mi} d_{mi}] + d_{ü} \quad (16)$$

$$dy_i = \mu_i (1 - s_{Mi}) \left[\frac{s_{Ki} d_{zi} + s_{Li} d_{ei}}{(1 - s_{Mi})} \right] + d_{ü} + \mu_i [s_{Ki} d_{Ki} + s_{Li} (d_{ni} + d_{hi}) + s_{Mi} d_{mi}] \quad (17)$$

elde edilir. (10) nolu eşitliği kullanarak, (17) nolu eşitlik ölçeğe göre getiri derecesine (γ_i) göre aşağıdaki gibi yeniden yazılabilir.

$$dy_i = \mu_i d_{xi} + \mu_i (1 - s_{Mi}) d_{ü} + d_{ü} \quad (18)$$

(18) nolu eşitlikte, (dx) terimi girdideki artışları, (du) sermaye kullanımındaki değişimleri, (dt) teknolojideki değişmeyi ifade etmektedir. Eşitlikte, ağırlıklı ortalama girdileri hesaplayabilmek için elde edilen ortalamalar maliyet oranları olacak ve bu oranlar 1'e eşit olacaktır.

Tüm firmaların ölçeğe göre getiriye sahip olduğunu, tüm piyasaların tam rekabet piyasası olduğunu, tüm faktör girdilerinin değişken ve gözlemlenebilen olduğunu varsayalım. Bu durumda mark-up (μ_i) 1'e eşit ve d_u sifıra eşit olacaktır ve tüm faktör payları gözlemlenebilir. Bu durum Solow'un varsayımlarına dayanmaktadır ve (18) nolu eşitlikte teknoloji değişmesi (d_u) dışında her şeyi gözlemlediğimizi ve (d_u) yi artık olarak hesapladığımızı varsayalım. Bununla beraber, eğer Solow'un varsayımları başarısızlığa uğrarsa, R. Hall'un yaklaşımı kullanılır ve (18) nolu eşitliği regresyon tahmininde teknolojik değişmeyi hesaplamakta kullanılır. (18) nolu eşitliği gözönüne alınarak tahmin yapılır. (18) nolu eşitliğin tahmininde aşağıdaki durumların gözönüne alınması gerekir. İlk durumda, (d_u) terimi (18) nolu eşitlikte doğrudan tahmin edilemez. Eğer sermaye ve emek kullanımı (utilization) değişiyorsa, gözlemlenebilen sermaye stoku ve işgücü saatlerinin artış (büyüme) oranı tam kapasite faydayı sağlamaz. firmalar kısa dönemde kapasite kullanımını değiştirerek, emek ve sermaye girdilerini değiştirebilirler. Bu durumda, regresyonun tahmininde ölçüm hatasıyla karşılaşılır. Klasik ölçüm (belirleme) hatasının aksine, istihdamdaki değişimler (d_u) , tahmin edilmiş esnekliklerdeki artış yönünde sapmaya bağlı olarak, belirlenmiş girdilerdeki (d_x) değişmelere bağlı olarak pozitif yönlü bir ilişkinin ortaya çıkmasına neden olur. İkincisi durumda, çıktı esneklikleri zamana göre değişken veya sabit olarak alınabilmesidir. Diğer bir deyişle, (18) nolu eşitlikteki markup fiyat ve faktör paylarının zaman içerisinde değişip değişmemesidir. Eğer esneklikler gerçekten zaman içerisinde değişmiyorsa, esnekliklerin sabit olarak alınması sapmaya neden olabilir. Bununla beraber, zamana göre değişen bu paylar (oranlar), çözümü zor problemlere yol açar. Son durumda ise, çıktı esneklikleri sabit ve tüm girdiler gözlemlenebilir olsa bile, regresyon tahmininde geçiş problemi (Transmission Problems) ile karşılaşılır. Çünkü, teknolojik değişme katsayısı (d_t) , firmanın girdi tercihiyle ilişkili olmaktadır.

(18) nolu eşitliğin tahmininde, istihdamdaki büyümeyi (du) bir şekilde gözlemleyebilmeyi veya istihdamdaki gözlemlenemeyen değişimlerden kaynaklanan belirleme hatasının olup olmadığını kontrol edilmesi gereklidir. Bu amaçla, firmaların tüm girdilerinin özdeş olduğu varsayılmaktadır. Bir firmanın daha fazla emek girdisi istediğini ama daha fazla işçiyi sürekli olarak istihdam edemediğini varsayılmaktadır. Bu durumda firma gözlemleyebildiği ve gözlemleyemediği atıl kapasitesinden daha fazla yararlanmak için çalışılan zamanın marjinal maliyetini ayarlaması gereklidir. Böylece, gözlemlenen girdilerdeki değişimler gözlemlenemeyen çalışma yoğunluğundaki değişimlerin indeksinin oluşturulmasını sağlar. Bu (18) nolu eşitliğin aşağıdaki şekilde yazılmasını sağlar.

$$dy_i = \mu_i d_{xi} + a_i dh_i + d_{ii} \quad (19)$$

Eşitlikteki (dh_i) terimi kişi başına çalışılan saatlerdeki artış oranıdır. Bu durumda, işverenlerin fazla mesai yapanlara daha fazla ödemesi gereklidir. (19) nolu regresyon çalışma zamanı kadar sermayenin kullanımındaki değişimleri de düzeltir. Girdilerin değişken kullanımı yüksek sıklıkta dalgalanan gerçek faktör fiyatlarının gözlemlenmesini zorlaştıran (18) ve (19) nolu eşitliklerdeki gibi regresyonun tahmininde ilave sorunlara yol açar. İlki, eğer sermaye ve emek girdileri yarı sabitse firmalar istihdamı değiştireceklerdir. Yani, istihdam maliyetli olacaktır. İstihdamı değiştirmek firmaya (ödül, fazla mesai ücreti gibi) maliyet yükler. Böylece, eğer firmalar maliyete katlanmadan işçi sayısını veya makine sayısını değiştirmiş olsalardı, istihdamı değiştirmekten ziyade, bu maliyet ölçeğin artması süresince ayarlanacaktır. Bununla beraber, eğer girdilerin uyarlanması maliyetli ise, o halde firmaya girdinin gölge fiyatı, piyasa fiyatına eşit olmayacaktır. Örneğin, yatırım uyarlama maliyetleri kurulmuş sermaye maliyetinin getirisi, kira bedelinden farklı olacaktır. İkincisi, değişken istihdam özellikle emek, firmalar ve işçilerin uzun dönemli ilişkilerinde de geçerlidir. Firma talep yüksek olduğunda çalışma yoğunluğunu arttırabilir. Böylesi bir strateji eğer bir sonraki sözleşme dönemi geldiğinde bir çok işçi firma tarafından istihdam edilmemesi halinde, firma bu stratejiyi uygulayamaz. Böylesine uzun dönemli ilişkilerin varlığı ücretlerin her dönemde gerçek piyasa ücreti olması yerine ortalama ücretin doğru şekilde tesbit edilmesi gerekliliğini ortaya koyar. Böylece faktör

fiyatlarındaki dalgalanmalar, hem üretim faktörlerinin yarı sabit olması hem de zımni emek sözleşmeleri nedeniyle kolaylıkla gözlemlenemeyeceğini göstermektedir⁶⁶.

3.2.2.1. Üretim Fonksiyonu Yaklaşımının Bütüncül Olarak İfade Edilmesi

Solow ve Hall modelini ekonominin geneli için ifade etmeden önce firma düzeyinde ölçülen verimlilik artışının belirlenecektir. Bu belirlemede katma değer yöntemi kullanılacaktır. Milli gelir özdeşliğinde, bütüncül nihai harcama bütüncül firma düzeyinde katma değere eşittir. Buna göre, firma düzeyinde verimlilik artışı katma değer yöntemiyle elde edildikten sonra ,ekonominin geneli için çözümlenecektir.

3.2.2.1.1. Firma Düzeyinde Verimlilik Artışının Belirlenmesi

Toplam verimlilik artışını analizinde bu mikro temeller kullanılacaktır. Hem firma hem de toplam düzeyde, verimliliği reel katma değer çıktı ve sermaye ve emeği temel girdiler olması durumunda belirlenecektir. Firmanın çıktısının doğal çözümü gayrisafi hasıladır. Ekonominin bütünü için çıktıda artış belirlemek için öncelikle firma düzeyinde çıktı ve katma değer arasındaki ilişkiden hareketle elde edilmesi gereklidir. Buna göre firmanın katma değer çıktısı aşağıdaki gibi ifade edilir.

$$dy_i = \frac{dy_i - s_{Mi} dm_i}{1 - s_{Mi}} = dy_i - \left[\frac{s_{Mi}}{1 - s_{Mi}} \right] (dm_i - dy_i) \quad (1)$$

Yukarıdaki denkleme çıktıda artış $dy_i = \mu_i d_{xi} + \mu_i (1 - s_{mi}) d_{ui} + d_{ii}$ (1) nolu eşitlikte yerine koyarsak,

$$dy_i = \mu_i [s_{Ki} dk_i + s_{Li} (dn_i + dh_i) + s_{Mi} dm_i] + \mu_i (1 - s_{Mi}) + du_i + dt_i \quad (2)$$

⁶⁶ Susanto Basu ve John Fernald, (2000), a.g.e., s.10-15.

sonucu elde edilir. Buna göre (2) nolu eşitlik aşağıdaki gibi yazılır.

$$dy_i = \mu_i(1-s_{Mi}) \left[\frac{s_{Li}}{(1-s_{Mi})} dl_i + \frac{s_{Ki}}{(1-s_{Mi})} dk_i \right] + \mu_i(1-s_{Mi}) du_i + \mu_i s_{Mi} dm_i + dt_i$$

$$dy_i = \mu_i(1-s_{Mi}) (dx_i^y + du_i) + \mu_i s_{Mi} dm_i + dt_i \quad (3)$$

(3) nolu eşitlikteki temel girdideki artış (dx_i^y) bütüncül girdideki artış oranı şeklide de tanımlanabilir. Bu durumda,

$$dx_i^y = \frac{s_{Li}}{(1-s_{Mi})} dl_i + \frac{s_{Ki}}{(1-s_{Mi})} dk_i \equiv s_{Ki}^y dk_i + s_{Li}^y dl_i \quad (4)$$

s_{Ki} ve s_{Li} nominal katma değerde emek ve sermaye maliyetlerinin payını göstermektedir. (3) nolu eşitliğin her iki tarafından $(\mu_i s_{Mi} dy_i)$ terimini çıkarır ve $(1-\mu_i s_{Mi})$ ye bölersek aşağıdaki eşitliği elde edilir.

$$dy_i = \left[\frac{\mu_i(1-s_{Mi})}{1-\mu_i s_{Mi}} \right] (dx_i^y + du_i) + \left[\frac{\mu_i(1-s_{Mi})}{1-\mu_i s_{Mi}} \right] (dm_i - dy_i) + \frac{dt_i}{1-\mu_i s_{Mi}} \quad (5)$$

(5) nolu eşitlik yeniden düzenlenirse,

$$dy_i = \mu_i^y (dx_i^y + du_i) + \mu_i^y \left[\frac{s_{Mi}}{1-\mu_i s_{Mi}} \right] (dm_i - dy_i) + dt_i^y \quad (6)$$

olacaktır. (6) nolu eşitlikte katma değer markup $\mu_i^y \equiv \frac{\mu_i(1-s_{Mi})}{1-\mu_i s_{Mi}}$ ve katma değer teknoloji

$dt_i^y \equiv \frac{dt_i}{1-\mu_i s_{Mi}}$ ye denktir. Eşitlikte gayrisafi çıktıdaki artış oranının temel girdideki artış oranı (dx_i^y) , üretim faktörlerinin kullanımı (du_i) , ara girdilerin çıktıya oranı $(dm_i - dy_i)$ ve teknoloji (dt_i) ile ilişkilendirmektedir. Temel girdilerdeki artış oranı ve faktör kullanımı katma değer markup oranı (μ_i^y) ile çarpım olarak yazılmıştır. Bunun ekonomik

anlamı şu şekilde açıklanabilir. İlk aşamada, (6) nolu eşitlik (1) nolu eşitlikle yerine koyarsak,

$$dv_i = \mu_i^y dx_i^y + (\mu_i^y - 1) \left[\frac{s_{Mi}}{1-s_{Mi}} \right] (dm_i - dy_i) + \mu_i^y du_i + dt_i^y \quad (7)$$

olacaktır. Buna göre, firmanın gelir ağırlıklı katma değer verimlilik artışı (dp_i), ($dv_i - dx_i^y$) ye eşit olacaktır.

$$dp_i = (\mu_i^y - 1) dx_i^y + (\mu_i^y - 1) \left[\frac{s_{Mi}}{1-s_{Mi}} \right] (dm_i - dy_i) + \mu_i^y du_i + dt_i \quad (8)$$

(7) ve (8) nolu eşitlikteki katma değerdeki artış oranı temel girdilerin (dx_i^y) bir fonksiyonudur. Katma değerdeki artış oranıyla ilgili yorum yapmak için üretim fonksiyonunun aşağıdaki gibi yeniden yazılırsa,

$$Y_i = F^i(\tilde{K}_i, L_i, M_i, T_i^y) = G^i(V^{pi}(\tilde{K}_i, L_i, T_i^y), H^i(M_i)) \quad (9)$$

(9) nolu eşitliğe göre firma, gayri safi çıktı üretmek için temel girdileri ve ara girdileri biraraya getirir. (7) nolu eşitlikten hareketle katma değer artış oranı

$$dv_i^p = \mu_i^y dx_i^y + dt_i^y \quad (10)$$

yazılabilir. İkinci aşamada, firma gayri safi çıktı üretmek için ara girdilerin ve katma değer girdilerin maliyetini minimize etmeye çalışır. Firmanın maliyet minimizasyonu koşulu üretim fonksiyonundan hareketle aşağıdaki gibi yazılır.

$$MC_i^y V_i + P_{M_i} M_i \quad (11)$$

Birinci derece türev koşulu gereği marjinal maliyet $MC_i^y = P_i G_i^y / \mu_i$ olacaktır. Katma değer markup oranı $\mu_i^y = P_i^y / MC_i^y$ olarak yazılabilir.

$$\frac{G_v V^{p_i}}{G} = \frac{\mu_i}{\mu_i^v} s_{vi} \quad (12)$$

(12) nolu eşitlikte $s_{vi} = P_i^v V_i / P_i Y_i = (P_i Y - P_{M_i} M_i) / P_i Y = (1 - s_{M_i})$ ye olarak belirlenmiştir.

Firma düzeyinde verimlik artışı belirlendikten sonra, girdilerin dağılımı, temel girdilerdeki artış ve teknolojinin fonksiyonu olarak bütüncül çıktıdaki artış genel hatlarıyla aşağıdaki gibi belirlenebilir. Bütüncül çıktıdaki artış oranı (1) nolu eşitlikten hareketle aşağıdaki gibi tanımlanmıştır.

$$dv = \sum_{i=1}^N w_i dv_i \quad w_i = P_i^v V / P^v V \quad (14)$$

(7) nolu eşitliği yukarıdaki denklemde yerine koyarsak,

$$dv = \sum_{i=1}^N w_i \mu_i^v dx_i^v + \sum_{i=1}^N w_i (\mu_i^v - 1) \left[\frac{s_{M_i}}{1 - s_{M_i}} \right] (dm_i - dy_i) + \sum_{i=1}^N w_i \mu_i^v du_i + \sum_{i=1}^N w_i dt_i^v \quad (15)$$

elde edilir. Yukarıdaki eşitlikteki terimler $du = \sum_{i=1}^N w_i \mu_i^v du_i$,

$R_M = \sum_{i=1}^N w_i (\mu_i^v - 1) \left[\frac{s_{M_i}}{1 - s_{M_i}} \right] (dm_i - dy_i)$ ve $dt^v = \sum_{i=1}^N w_i dt_i^v$ olarak ifade edilirse, aşağıdaki

gibi yeniden yazılabilir.

$$dv = \sum_{i=1}^N w_i \mu_i^v dx_i^v + R_M + du + dt^v \quad (16)$$

olacaktır⁶⁷.

⁶⁷ Susanto Basu ve John Fernald, (2000), a.g.e. s.64-68.

3.2.2.1.2. Ekonominin Geneli İçin Verimlilik Artışının Belirlenmesi

Nominal şartlarda, firma düzeyinde katma değer nasıl tanımlanacağı ve böylece bütüncül indeks nasıl tanımlanacağı açıktır. Bir firmanın nominal katma değeri ($P_i^v V_i$), gayrisafi çıktı ile üretimde kullanılan girdilerin maliyetleri arasındaki farktır:

$$P_i^v V_i = Q_i Y_i - P_{M_i} M_i \quad (1)$$

Reel koşullarda bütüncül nihai harcama ve firmanın katma değer ölçümlerini hesaplamakta kullanılacak tutarlı bir indeks sayıları yöntemlerinden birisi olan Divisia indeksleri büyüme oranları şeklinde tanımlanabilir. Bu şekilde dy_i ve dm_i sırasıyla gayri safi çıktı ve girdilerin büyüme oranları şeklinde gösterebiliriz. Daha sonra reel katma değerdeki büyüme (dv_i)

$$dv_i = \frac{Q_i Y_i}{P_i^v V_i} dy_i - \frac{P_{M_i} M_i}{P_i^v V_i} dm_i = dy_i - \left(\frac{P_{M_i} M_i}{P_i^v V_i} \right) (dm_i - dy_i) \quad (2)$$

Yukarıdaki eşitlik eğer gayri safi çıktıdaki artış kadar girdilerde artarsa, katma değer de aynı oranda artacağını ifade eder. Benzer şekilde, girdiler gayri safi çıktıdan daha hızlı bir şekilde değişirse, katma değer gayri safi çıktıdan daha yavaş şekilde artacağını söyleyebiliriz.

Maliyet minimizasyonu yaklaşımı, üretim teknolojisi ve piyasa yapısı varsayımlarıyla beraber teknoloji ve girdilerdeki değişimleriyle reel katma değerdeki değişimleri ilişkilendirilebilir. Bunu yapmak için öncelikle üretim teknolojisini primal olarak belirlemeye başlayabiliriz. Her bir firmanın üretiminin gayrisafi üretim fonksiyonundan oluştuğunu varsayalım:

$$Y_i = F^i(K_i, L_i, M_i, T_i) \quad (3)$$

Firmanın üretim fonksiyonunun K, L ve M γ dereceden homojen olsun. γ nin bir olmaması varsayımı üretim fonksiyonunun ölçeğe göre sabit getiri olmamasına olanak tanır. Herbir firmanın çıktısı marjinal maliyetin üstünde bir markup ($\mu_i = P_i/MC_i$) fiyatla satılır. N sayıda firma olduğu varsayılmaktadır.

Şimdi girdi paylarının farklı ölçümlerini tanımlayalım. İlk olarak, i firmasının toplam gelirindeki j girdisinin maliyet paylarını tanımlayalım:

$$s_{ji} = \frac{P_{ji}J_i}{QY} \quad (4)$$

İkinci olarak, i firmasının toplam maliyetindeki j girdisinin maliyet paylarını tanımlayalım:

$$c_{ji} = \frac{P_{ji}J_i}{P_{Ki}K + P_{Li}L + P_{Mi}M} \quad (5)$$

üçüncü olarak, toplam temel girdi maliyetindeki girdilerin maliyet payları olarak katma değerli maliyet paylarını tanımlayalım:

$$c_{ji}^v = \frac{P_{ji}J_i}{P_{Ki}K + P_{Li}L} \quad (6)$$

Yukarıdaki eşitliklerde, girdi fiyatlarının hepsi piyasa fiyatları ya da piyasadaki kiralama bedelleri olarak tanımlanmıştır. Temelde, eğer firma sermaye sahipleri tarafından ödenen ekonomik karlar varsa, bu karlar sermayenin kira bedelinden düşülür. Firmaların faktör piyasasında fiyat alıcı olduğunu varsayılmakta, böylece girdilerin ve emeğin gözlemlenen fiyatları bu girdilerin maliyetlerine eşitlenmektedir. Bu sonuç, toplam gelir ve toplam maliyet arasındaki fark sermayeye ödemelerin oluşması durumunda ortaya çıkar. Sermayeye gerekli ödemelerin yapılması diğer faktörlere ödeme yapıldıktan sonra artığa eşit olmasını varsaymaktan ziyade, her bir sektörün

sermaye stoku için gerekli kiralama bedeli oran serilerini oluşturabiliriz. Faktör piyasalarında fiyat alıcı varsayımı yapmanın yanısıra, tüm faktörlerin serbestçe değişebildiğini varsayıyoruz.

R. Hall'un yöntemi kullanılarak, çıktıdaki büyümesini girdilerin ve teknoloji şokunun katkısı olarak bölümlere ayırabiliriz. Maliyet minimizasyonu çıktıdaki artış oranının (dy) ölçeğe göre getiriyle (γ) girdilerdeki maliyet ağırlıklı artışıyla (dx) çarpımının çıktı yönelimli verimlilik artışıyla $\left(\frac{F_t T}{F}\right) dt$ toplamına eşit olduğunu gösterir. Bu durumda aşağıdaki denklemde (dl), (dk) ve (dm) L, K ve M nin büyüme oranlarıdır. O halde

$$dy_i = \gamma_i [c_{Li} dl_i + c_{Ki} dk_i + (1 - c_{Li} - c_{Ki}) dm_i] + \frac{F_t^i T}{F^i} dt_i \quad (7)$$

$$dy_i = \gamma_i dx_i + \frac{F_t^i T}{F^i} dt_i \quad (8)$$

Yukarıdaki formülasyon Hall'un ölçeğe göre getiriyi tahmin etmekte kullandığı eşitliktir. Biz katma değerle ilgili varsayımlar konulursa, bu eşitlik hammaddenin çıktıya oranındaki artış ve girdideki artış durumunda yeniden yazılabilir.

$$dy_i = \gamma_i (1 - c_{mi}) dx_i^y + \gamma c_{mi} dm_i + \frac{FT}{F} dt_i \quad (9)$$

dx_i^y temel girdilerin maliyet oranlarındaki ağırlıklı artışa eşittir. İkinci olarak, $\gamma c_{mi} dm_i$ eşitliğin her iki tarafından çıkarılır ve $1 - \gamma c_{mi}$ bölelim. Bu durumda çıktıdaki artış aşağıdaki gibi yazılabilir:

$$dy_i = \left[\frac{\gamma_i (1 - c_{mi})}{1 - \gamma_i c_{mi}} \right] dx_i^y + \left[\frac{\gamma_i (1 - c_{mi})}{1 - \gamma_i c_{mi}} \right] (dm_i - dy_i) + \frac{F_t^i T}{F^i} \frac{dt_i}{1 - \gamma_i c_{mi}} \quad (10)$$

Böylece, (10) nolu eşitlikten yararlanarak reel katma değerdeki artış oranını yazabiliriz.

$$dv_i = dy_i - \frac{s_{mi}}{1-s_{mi}}(dm_i - dy_i) = \left[\frac{\gamma_i(1-c_{mi})}{1-\gamma_i c_{mi}} \right] dx_i^y + \left[\frac{\gamma_i(1-c_{mi})}{1-\gamma_i c_{mi}} \right] (dm_i - dy_i) + \frac{F_t^i T}{F^i} \frac{dt_i}{1-\gamma_i c_{mi}} \quad (11)$$

firmanın optimizasyon koşulları için birinci derece türev şartları $\gamma_i c_{mi} = \mu s_{mi}$ yi göstermektedir. Böylece yukarıdaki eşitliği yeniden yazarsak;

$$dv_i = \left[\frac{\gamma_i(1-c_{mi})}{1-\gamma_i c_{mi}} \right] dx_i^y + (\mu - 1) \left[\frac{\gamma_i(1-c_{mi})}{1-\gamma_i c_{mi}} \right] (dm_i - dy_i) + \frac{F_t^i T}{F^i} \frac{dt_i}{1-\gamma_i c_{mi}} \quad (12)$$

Yukarıdaki ifade karmaşık gözükmesine rağmen, eşitliğin sağ tarafıyla ilgili niteliksel bazı yargılarda bulunabilir. İlki, ölççeğe göre sabit getiri ve tam rekabet şartlarında birinci terim dx_i^y eşittir ve ikinci terim ortadan kalkar. Bu şekilde, ölççeğe göre sabit getiri ve tam rekabet şartları altında, katma değerdeki büyüme temel girdideki büyüme artı teknolojik değişmeye eşittir ve "net çıktı" nın ölçümü olarak katma değeri yorumlamak mantıklı olabilir. İkinci olarak, çarpım durumundaki terim $(dm_i - dy_i)$ pozitifdir ve markup(μ) birden büyük bir değer aldığı anda eksik rekabetin varlığında da pozitifdir. Üçüncü olarak, eğer ölççeğe göre sabit getiri yoksa, temel girdideki büyümeyle çarpım durumunda olan terim birden uzaklaşır.

Firmanın teknolojisiyle ilgili daha ileri varsayımlar yapılması gerekli olmamasına rağmen, bu şekilde yapmak bize (10) nolu eşitliğin ekonomik yorumunu yapılmasına olanak sağlar. Daha önce ifade ettiğimiz üretim fonksiyonunun aşağıdaki forma dönüştüğünü düşünelim:

$$Y_i = F^i(K_i, L_i, M_i, T_i) = G^i(V^{pi}(K_i, L_i, T_i), H^i(M_i)) \quad (13)$$

(10) nolu eşitliği elde etmekte kullandığımız mantığı takip edersek, dv^P yi teknoloji şokları artı temel girdilerin maliyet ağırlıklı temel girdiler durumunda yazılabilir:

$$dv_i^P = \gamma_{pi}^P dx_i^y + dt_i \quad (14)$$

γ^P sermaye ve emeğe bağlı olarak V^P nin esneklikleri toplamıdır. Bu parametrenin büyüklüğü ile ilgili herhangi bir yargıda bulunamayız. Böylece, aşırı sermaye ya da emekle ilgili olarak ortaya çıkan V^P deki tüm ölçeğe göre getirilerle ilgili tüm varsayımları yapılmıştır. Bu G nin V^P ve H da homojen olmasını gerekli kılar. Tüm girdilere bağlı olarak çıktı esnekliklerin toplamı olan γ , $(1-\gamma_i c_{mi})\gamma^v$ ve $\gamma_i c_{mi}$ toplamıdır. γ ve γ^v arasındaki ilişki aşağıdaki gibidir.

$$\gamma_i^v = \gamma_i \frac{1-c_{mi}}{1-\gamma_i c_{mi}} \quad (15)$$

10 nolu eşitliğe geri dönersek, bu eşitliği yeniden aşağıdaki formda yazabiliriz.

$$dv_i = \gamma_i^v dx_i^v + \left[\frac{\gamma_i^v c_{mi}}{1-c_{mi}} - \frac{s_{mi}}{1-s_{mi}} \right] (dm_i - dy_i) + dt_i \quad (16)$$

(16) nolu eşitlikte, reel katma değerdeki artış; temel girdi artışına, çıktı oranındaki değişmeye ve teknolojiye bağlıdır. İlk terim temel girdilerin katma değer ölçeğe göre getirilerle çarpımını göstermektedir. İkinci terim V^P den farklılaşan katma değerlerin standart ölçümünü göstermektedir.

Bizim amacımız verimliliğin belirlenmesidir, böylece şimdi firmanın verimlilik artışını tanımlayabiliriz. Hall u takip edersek ve maliyet ağırlıklı katma değer verimlilik artışını $dv - dx^v$ olarak dp yi tanımlayabiliriz.

$$dp_i = (\gamma_i^v - 1) dx_i^v + \left[\frac{\gamma_i^v c_{mi}}{(1-c_{mi})} - \frac{s_{mi}}{(1-s_{mi})} \right] (dm_i - dy_i) + dt_i \quad (17)$$

katma değer olarak ölçülen firma düzeyindeki verimlilik artışı Hall'un da değindiği gibi kısmen ölçeğe göre getiriye bağlıdır. eksik rekabetin olması durumunda verimlilik artışı

aynı zamanda ara girdilerin kullanımında nisbi olarak yoğun kullanımındaki değişmeye bağlıdır⁶⁸.

Bütüncül girdiler firma düzeyindeki miktarların toplamı olarak tanımlanabilir.

$$K \equiv \sum_{i=1}^N K_i \quad (18)$$

$$L \equiv \sum_{i=1}^N L_i \quad (19)$$

bütüncül sermaye ve emeğin fiyatını bütüncül miktarların faktör ödemelerine bölümü şeklinde ifade edebiliriz.

$$P_K \equiv \frac{\sum_{i=1}^N P_{K_i} K_i}{K} \quad (20)$$

$$P_L \equiv \frac{\sum_{i=1}^N P_{L_i} L_i}{L} \quad (21)$$

sektörel katma değer artış oranlarını Divisia indeksi olarak bütüncül katma değer artış oranı şeklinde tanımlarız:

$$dv \equiv \sum_{i=1}^N w_i dv_i \quad (22)$$

(22) nolu eşitlikte w_i nominal katma değer in sektörel payıdır:

$$w_i \equiv \frac{P_i^y V_i}{\sum_{i=1}^N P_i^y V_i} \quad (23)$$

⁶⁸ Susanto Basu ve John G. Fernald, "Aggregate Productivity and Productivity of Aggregates", National Bureau of Economic Research, (Newyork: Working Paper 5382, Aralık 1995), s. 6-11.

bütüncül katma değeri yaratmanın toplam maliyeni endüstrinin payı için w_i ye benzer şekilde tanımlarız:

$$w_i^c \equiv \frac{P_{Ki}K_i + P_{Li}L_i}{\sum_{i=1}^N (P_{Ki}K_i + P_{Li}L_i)} \quad (24)$$

(24) nolu eşitlikte her bir firmanın sermaye ve emek için farklı girdi maliyetleriyle karşı karşıya olduğu varsayılmıştır. Bütüncül düzeyde teknolojik ilerleme oranını ölçmektir. Bütüncül verimlilik artışı (dp) aşağıdaki gibi tanımlanabilir:

$$dp \equiv dv - c_K^v dk - c_L^v dl \quad (25)$$

$c_L^v dl$ yi aşağıdaki gibi yazabiliriz:

$$c_L^v dl \equiv \sum_{i=1}^N w_i c_{Li}^v \left[\frac{P_L}{P_{Li}} \right] dl_i \quad (26)$$

(24) nolu eşitliği kullanarak sektörel verimlilik artışını toplamlar şeklinde yazabiliriz:

$$\sum_{i=1}^N w_i^c dp_i = dp + \sum_{i=1}^N (w_i^c - w_i) dv_i - \sum_{i=1}^N w_i^c c_{Li}^v \left[\frac{P_{Li} - P_L}{P_{Li}} \right] dl_i - \sum_{i=1}^N w_i^c c_{Ki}^v \left[\frac{P_{Ki} - P_K}{P_{Ki}} \right] dk_i \quad (27)$$

Denklemleri yeniden düzenlersek toplam verimlilik artışı:

$$dp = \sum_{i=1}^N w_i^c dp_i + \sum_{i=1}^N (w_i^c - w_i) dv_i + \sum_{i=1}^N w_i^c c_{Li}^v \left[\frac{P_{Li} - P_L}{P_{Li}} \right] dl_i + \sum_{i=1}^N w_i^c c_{Ki}^v \left[\frac{P_{Ki} - P_K}{P_{Ki}} \right] dk_i \quad (28)$$

toplam artık sektörel artıkların ağırlıklı ortalaması ve girdi ve çıktılarının yeniden dağıtım terimlerinin toplamına eşit olacaktır. Yukarıdaki eşitliklerde yerine koyma metodunu uygularsak

$$\begin{aligned}
dp = & \sum_{i=1}^N w_i^c (\gamma^y - 1) dx_i^y + \sum_{i=1}^N w_i^c \left[\frac{\gamma^y c_M^i}{(1 - c_M^i)} - \frac{s_M^i}{(1 - s_M^i)} \right] (dm_i - dy_i) \\
& + \sum_{i=1}^N (w_i - w_i^c) dv_i + \sum_{i=1}^N w_i^c c_{Li}^y \left[\frac{P_{Li} - P_L}{P_{Li}} \right] dl_i + \sum_{i=1}^N w_i^c c_{Ki}^y \left[\frac{P_{Ki} - P_K}{P_{Ki}} \right] dk_i + \sum_{i=1}^N w_i^c dt_i \quad (29)
\end{aligned}$$

Yukarıdaki eşitlik toplam verimlilik sektörel teknoloji şoklarının ağırlıklı ortalamasından başka bir çok ölçümü verir. Bununla beraber eğer faktör piyasalarında tam mobilite ve tam rekabetin olmasının yanısıra her sektörde tam rekabet ve ölçeğe göre sabit getiriler varsa toplam verimlilik sadece teknolojik ilerlemeyi ölçer. Bu varsayımlar altında toplam maliyetler ve toplam hasılatlar birbirine eşit olur. Yukarıdaki denklemin ilk ve ikinci terimi 0 olacaktır. Ölçeğe göre getiriler 1 ve $c_{Mi} = s_{Mi}$ olacaktır. $w_i^c = w_i$ olması durumunda karlar ortadan kalkacağı için, üçüncü terim ortadan kalkacaktır. Tüm sektörlerde emek ve sermaye aynı ücreti ve aynı sermayenin kira bedelini aldıklarında üçüncü ve dördüncü terimler sıfır olacaktır. Faktör piyasalarında tam rekabet ve tam mobilite olması durumunda en azından iki terim sıfır olacaktır.

Eğer ölçeğe göre getiriler 1'den büyük olursa, her sektör ölçeğe göre artan getirinin avantajlarını sağlayacağı için verimlilik konjonktürle aynı yönde hareket edecektir⁶⁹.

3.2.2.1.3. Ölçeğe Göre Artan Getiriler ve Eksik Rekabet Durumunda Toplam Verimlilik Artışının Belirlenmesi

Toplam faktör verimliliği ölçümündeki değişimler teknoloji şoklarının sadece bir katkısı olduğunu buluruz. Toplam verimliliğe teknoloji dışındaki etkiler toplam temel girdilere, ara girdi kullanımının ortalama yoğunluğundaki değişimler ve son olarak firmalar arasındaki girdi ve çıktının dağılımındaki değişimlere bağlıdır.

Genelde toplam verimlilik teknolojinin dışında bir çok şeyi ölçer. Aslında, toplam verimlilikteki artış eğer toplam teknoloji sabit ve ortalama sektör ölçeğe göre sabit getiriye sahip olursa konjonktürle aynı yönde hareket edebilir. Toplam verimliliğin devreliği özellikle sektörler arasındaki çıktı ve girdinin dağılımındaki değişimlere

bağlıdır ve veri temel girdi miktarından nihai tüketim mallarını üretmek için ekonominin yeteneğindeki değişimleri göstermektedir. Sonuçta, ölçeğe göre getirileri tahmin etmek veya teknolojik değişmeyi hesaplamak için toplam verimlilikteki değişimleri kullanmak sakıncalı olacağını söyleyebiliriz⁷⁰.

Firma düzeyinde gayri safi hasıla durumunda tahmin yapma ve üretimi ele aldıktan sonra, asıl amacımız bütüncül katma değere ulaşmaktır. Genelde, toplam çıktı ile toplam girdi arasındaki ilişki kuran bütüncül (toplam) üretim fonksiyonu yoktur. Ama bu toplamlar arasındaki ilişki her zaman ilgi konusu olmuştur. Firmaların karşı karşıya bulunduğu toplamlar eş yönlü verimliliğin yeni bir konusuna dönüşür.

Toplam çıktıdaki (katma değer) büyümeyi (d_v) aşağıdaki eşitlikten elde edebiliriz;

$$d_v = \bar{\mu}^v d_x^v + d_u + R + d_t^v \quad (1)$$

Her koşulda, üs “v” toplam çıktının gayri safi ölçüden ziyade katma değer bir ölçü olduğunu ortaya koyar.

(1) nolu eşitliğin temel göstergesi bütüncül (toplam) düzeyde çıktı büyümesi tam olarak firma düzeyinde çıktı büyümesi değildir. Firma düzeyinde elde edilen eşitlik, (1) nolu eşitlikle benzerlik gösterir. Firma düzeyinde çıktı büyümesi girdilerdeki artış oranına, markup, istihdamdaki değişmelere ve teknolojik değişmeye bağlıdır. Ama (1) nolu eşitlik niceliksel olarak yeni bir terime (R) sahiptir.

Yeniden bölüşüm terimi girdilerin marjinal verimlerinin (sosyal) değerlerindeki kullanım farklılıklarının çıktıdaki büyüme üzerindeki etkisini gösterir. Çıktıdaki büyüme ortalama olarak büyümesinin yanısıra girdideki büyümenin dağılımına da

⁶⁹ Susanto Basu ve John G. Fernald, (1995), *a.g.e.*, s. 13-16.

⁷⁰ Lucas Navarro ve Raimundo Sato., *a.g.e.*, s. 19-20.

bağlıdır. Eğer ortalama marjinal verimlerinin üzerinde seyreden firmalarda girdiler hızlı bir şekilde büyüyorsa, çıktıda aynı şekilde büyür.

Böylece, toplam verimlilikteki artış sadece firma düzeyinde verimlilik artışı değildir. Bütüncül düzeyde hem firma düzeyinde parametre tahmini hem de yayılma ve uyarılma mekanizmalarının olduğu niceliksel etkileri vardır. Örneğin, bazı firmaların marjinal maliyetlerinin üzerinde çok büyük markup'lara sahip bazılarının ise daha düşük markup'lara sahip olduğunu varsayalım. Ayrıca, tüm firmaların faktörlere aynı fiyatı ödediğini varsayalım. O zaman emek gibi kaynaklar daha yüksek markupa sahip firmalarda daha yüksek verime sahiptir.

Bu firmalar daha fazla piyasa gücüne sahip olduğu için, daha az çıktı üretirler ve daha az kaynak istihdam ederler; bu nedenle, bu girdilerin marjinal verimini sosyal değeri daha yüksektir. Yeniden kaynak dağılımı terimi (R), eğer kaynaklar düşük markup'tan yüksek markup'a sahip firmalara doğru kayarsa, toplam çıktının arttığı gerçeğini ortaya koyar⁷¹.

⁷¹ Susanto Basu ve John Fernald, (2000), a.g.e., s.18-19.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

VAR YAKLAŞIMI İLE TEKNOLOJİ ŞOKLARININ ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ:TÜRKİYE UYGULAMASI

VAR (Vector Autoregression) birbirleriyle ilişkili zaman serileri analizinde ve bu değişkenler sistemine tesadüfi şokların dinamik etkilerini analiz etmekte yaygın olarak kullanılan yöntemlerden birisidir.

Bu bölümde teknoloji şoklarının çıktı üzerindeki etkisi 1991 yılında R. King, C.I.Plosser, J.H. Stock ve M.W. Watson (KPSW) tarafından yapılan çalışma temel alınarak belirlenmeye çalışılmıştır. Yaptıkları çalışmada, King, Plosser, Stock ve Watson konjonktürel dalgalanmaların kaynaklarını sorgularken, ekonomide reel çıktı üzerindeki şokların etkilerini uzun dönem kısıtlar kullanarak yapısal VAR (VECM) yöntemiyle analiz etmişlerdir. Bu çalışmada ise, ekonomide reel çıktıyı etkileyen şokların etkisi (teknoloji) uzun dönem kointegrasyon kısıtları konularak eşbütünleşik VAR (VECM) yöntemiyle belirlenmeye çalışılmıştır.

1. MODELİN VARSAYIMLARI

Modelde kalıcı (permanent) verimlilik şokları reel konjonktür teorisi çerçevesinde ele alınmıştır. Kullanılan modelde çıktı, tüketim ve yatırımın ortak stokastik eğilime (trend) sahip olduğu varsayılmaktadır. Buna göre, çıktı ölçeğe göre sabit getiriye sahip olan Cobb-Douglas üretim fonksiyonu ile ifade edilmektedir:

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

Toplam faktör verimliliğinin (A_t), logaritmik tesadüfi yürüyüşle ifade edilebilecek stokastik bir yapıya sahip olduğu varsayılmaktadır.

$$\log(A_t) = \mu_A + \log(A_{t-1}) + \kappa_t \quad (2)$$

(2) nolu eşitlikte κ_t yenilikleri, diğer bir deyişle teknolojiadaki rassal şokları göstermektedir. κ_t , ortalaması (0), varyansı (σ^2) olan bir dağılıma sahiptir. (2) nolu eşitlikte μ_A parametresi verimlilikteki ortalama artış oranı, κ_t ise bu ortalama gerçekleşen artışlardaki sapmalar olarak değerlendirilebilir.

Deterministik trende sahip olan Neoklasik modelde kişi başına çıktı, tüketim ve yatırımın durağan durumda (steady-state), μ_A/ϕ oranında arttığı bilinmektedir. Ortak deterministik trend, durağan durumda ortalama tüketim (C_t/Y_t) ve ortalama yatırım (I_t/Y_t) sabit bir oranda artması olarak ifade edilebilir. (2) nolu eşitlikte beklenmeyen teknoloji şoklarını ifade eden κ_t deki değişimler verimlilik trendini kalıcı bir şekilde etkileyecektir. Yani:

$$E_t \log(A_{t+s}) = E_{t-1}(A_{t+s}) + \kappa_t \quad (3)$$

olacaktır. (3) nolu eşitlikte olumlu bir verimlilik şoku beklenen uzun dönem büyüme yolunu arttıracaktır. Bu durumda, çıktı, tüketim ve yatırımın logaritmik değerlerinde ortak stokastik trende sahiptir⁷². Yani, bu değişkenler arasında bir kointegrasyon ilişkisi olduğu söylenebilir.

Tahmin edilen modelin diğer bir varsayımı da, ekonomide ortaya çıkan konjonktürel dalgalanmaların verimlilikte ortaya çıkan şoklardan kaynaklandığıdır. Son

⁷² R. King ve Diğerleri, "Stochastic Trends and Economic Fluctuations", *The American Economic Review*, (Eylül 1991, Volume 81 No:4), s.820-821.

olarak, modelde, paranın nötr olduğu, yani uzun dönemde reel değişkenler üzerinde etkisi olmadığı varsayılmaktadır.

2. KULLANILAN DEĞİŞKENLER

Bu uygulamada kullanılan verilerin tamamı 1987:Q1-2002:Q1 dönemini kapsayan üç aylık verilerdir. Kullanılan tüm değişkenlere ilişkin veriler Türkiye Cumhuriyeti Merkez Bankası ve Devlet İstatistik Enstitüsü' nün internetteki web sayfalarından alınmıştır⁷³.

y = Kişi Başına Reel Gayri Safi Yurtiçi Hasıla

tuk= Kişi Başına Reel Tüketim

in= Kişi Başına Reel Yatırım

r1= Nominal Faiz Oranları

m1= Reel Para Arzı

Gayri Safi Yurtiçi Hasıla, Tüketim ve Yatırım serileri yıllık tahmini nüfus değerlerine bölünerek hesaplanmıştır. Nominal faiz oranı ihraç edilen üç aylık tahvil ve bono faizleri , reel para arzı (M2) ise merkez bankası veri tabanından elde edilmiştir.

3. TAHMİN YÖNTEMİ

Reel çıktıda ortaya çıkan dalgalanmaların teknolojik değişmeden kaynaklandığı hipotezini test etmek amacıyla VAR metodolojisi kullanılmıştır. p inci dereceden durağan VAR sisteminin genel formu aşağıdaki gibi ifade edilebilir:

$$y_t = A_1 y_{t-1} + \dots + A_p y_{t-p} + \varepsilon_t \quad (1)$$

⁷³ <http://www.tcmb.gov.tr> ve <http://www.die.gov.tr> (2002)

(1) nolu eşitlikte y_t , $I(0)$ (durağan) içsel değişkenler vektörü, ε_t ise $E(\varepsilon_t)=0, E(\varepsilon_t\varepsilon_t')=\Sigma$ olarak belirlenen beyaz gürültü sürecidir. Burada Σ , $n \times n$ boyutlarında pozitif tanımlı bir matrisidir⁷⁴.

Yukarıdaki (1) nolu eşitlik daha kısa biçimde aşağıdaki şekilde yazılabilir:

$$A(L)y_t = \varepsilon_t \quad (2)$$

$$A(L) = I_n - A_1L - \dots - A_pL \quad (3)$$

denklemden gecikme işlemcisi (L) de polinom şeklinde yazılmıştır. Buna göre durağan olma koşulu şu şekilde ifade edilebilir:

$$\left| I_n - A_1z - \dots - A_pz^p \right| \neq 0 \quad \forall |z| \leq 1 \quad (4)$$

y_t vektöründe yer alan bazı veya tüm değişkenlerin $I(1)$ olduğu (durağan olmadığı) varsayalım⁷⁵. Diğer bir ifadeyle, y_t vektöründe yer alan değişkenlerin birinci farklarında durağan olduğu varsayımı yapılmıştır. Ayrıca, $I(1)$ değişkenleri arasında bir kointegrasyon ilişkisi olduğunu varsayalım. Yukarıdaki eşitliklerden gelen tüm bilgiler VAR modeline dahil edilirse, modele kointegrasyon vektörünün ilave edilmesi gerekir. Engle ve Granger (1987) tarafından yapılan belirlemeye göre VAR modelini VECM şeklinde ifade edebiliriz⁷⁶. Bu durumda

$$\Delta y_t = \Pi y_{t-1} + \Gamma_1 \Delta y_{t-1} + \dots + \Gamma_p \Delta y_{t-p+1} + \varepsilon_t \quad (5)$$

$$\Pi = \sum_{i=1}^p A_i - I_n \quad \Gamma_j = -\sum_{i=j+1}^p A_i \quad (6)$$

⁷⁴ Pozitif tanımlı matris, bütün asal minörlerin sıfırdan büyük olması anlamına gelir. Diğer bir ifadeyle, özdeğerlerinin pozitif olmasıdır.

⁷⁵ Eviews4.0 Users Guide, Quantitative Micro Software, Second Edition, 1998, s. 509-510.

⁷⁶ Ayrıntılı bilgi için bakınız Robert F. Engle ve C.W.J. Granger, **Cointegration and Error Correction: Representation, Estimation, Testing**, Econometrica, Vol. 55, 1987, s.251-276.

Eğer $rank(\Pi) < n$ ise, (6) nolu denklemdaki VAR modelinde kointegrasyon ilişkisi olduğu söylenebilir. Eğer Π indirgenmiş ranka sahipse, $\Pi = \alpha\beta'$ şeklinde yazılabilir. Sonuç olarak, $\Pi y_{t-1} = \alpha\beta' y_{t-1}$ denklemi durağan hale gelir. Burada β , $n \times n$ boyutunda kointegrasyon matrisidir ve her satırı y_t nin doğrusal kombinasyonlarını tanımlayan kointegrasyon vektörleridir. Buna göre Δy_t nin hareketli ortalama (MA) gösterimini aşağıdaki şekilde yazılır⁷⁷:

$$\begin{aligned} \Delta y_t &= \varepsilon_t + C_1 \varepsilon_{t-1} + C_2 \varepsilon_{t-2} + \dots \\ \Delta y_t &= C(L)\varepsilon_t \end{aligned} \quad (7)$$

4. TAHMİN SONUÇLARI VE DEĞERLENDİRMESİ

$y_t = A_1 y_{t-1} + \dots + A_p y_{t-p} + \varepsilon_t$ kısıtsız VAR modeli tahmin etmeden önce, y_t vektöründeki değişkenler arasında muhtemel bir kointegrasyon ilişkisini araştırmak için değişkenlerin durağanlığının test edilmesi gerekir. Bunun için Genişletilmiş Dickey Fuller (ADF) testi kullanılmıştır. Genel olarak durağanlığı test edilecek y_t gibi bir zaman serisinin

$$\Delta y_t = \mu + \gamma y_{t-1} + \varepsilon_t \quad \gamma = \rho - 1 \quad (1)$$

şeklinde yazılabileceği açıktır. Yukarıdaki eşitlikte γ katsayısının anlamlılığı test edilir. Buna göre;

$$H_0 : \gamma = 0 \text{ (Birim kök var, durağan değil)}$$

$$H_1 : \gamma < 0 \text{ (Birim kök yok, durağan)}$$

⁷⁷ Eviews4.0 Users Guide, Quantitative Micro Software, Second Edition, 1998, s. 527-528.

hipotezleri öne sürülür. γ katsayısının istatistiksel olarak anlamsız olması birim kökün varlığını gösterir. Burada dikkat edilmesi gereken husus şudur: γ nun anlamlılığını test ederken, t istatistiğini kullanamayız. ADF testi için Monte Carlo simülasyonları ile oluşturulmuş özel test istatistikleri kullanması gerekir. Buna göre yapılan ADF test sonuçları aşağıdaki gibidir.

Genişletilmiş Dickey Fuller (ADF) Test Sonuçları		
Değişken	ADF test istatistiği	Kritik değerler*
Y	-0,55	-3,49
TUK	-0,68	-3,49
IN	-0,98	-2,91
R1	-3,02	-2,91
M1	-2,96	-2,91

* H_0 (Birim kök vardır) Hipotezini reddetmek için MacKinnon kritik değerleri (%5 anlamlılık düzeyinde)

Yukarıdaki tabloda ADF testi sonuçlarına göre kullanılan serilerden Kişi Başına Reel Gayri Safi Yurtiçi Hasıla, Kişi Başına Reel Tüketim, Kişi Başına Reel Yatırım serilerinin durağan olmadığı, Nominal Faiz Oranları ve Reel Para Arzı serilerinin durağan olduğu görülmektedir⁷⁸. Diğer bir ifadeyle, durağan serilerin $I(0)$ sürecine sahip olduğu, durağan olmayan serilerin ise $I(1)$ sürecine sahip olduğu söylenir.

Ayrıca, değişkenleri mevsimlik dalgalanmaların etkisinden arındırmak için 3 tane kukla değişken kullanılmıştır. Kukla değişkenlerin geçerli olup olmadığı LR (Likelihood Ratio) testi ve çok sık kullanılan kriterlerle sınanmıştır. Daha sonra, VAR sisteminin derecesini (gecikme uzunluğunu) belirlemek için AIC, SC ve HQ kriterleri kullanılmıştır.

⁷⁸ R1 ve M1 için ADF modelinde kriz dönemleri için kukla değişken kullanılmıştır.

Gecikme Uzunluğunun Test Sonuçları				
Gecikme	LogL	AIC	SC	HQ
0	150.4028	-4.829735	-4.093074	-4.5456
1	294.7210	-9.248925	-7.59143*	-8.6096
2	316.2909	-9.121887	-6.543574	-8.1275
3	359.0294	-9.778866	-6.279727	-8.4293
4	397.9968	-10.29618	-5.876213	-8.5915
5	438.5673	-10.87286	-5.532074	-8.8131
6	493.5012	-11.9815*	-5.719911	-9.566*

- Test sonuçları %5 güven aralığında göre elde edilmiştir.

- Akaike (AIC), Hannan-Quinn (HQ), Schwarz (SC) bilgi kriterlerini ifade etmektedir.

Yukarıdaki tabloya göre Schwarz (SC) bilgi kriteri 1 gecikmeyi önermekte, Akaike (AIC) ve Hannan-Quinn (HQ) kriterleri ise 6 gecikmeyi önermektedir. Akaike (AIC) bilgi kriteri gözönüne alınarak, modelde 6 gecikme kullanılmıştır.

Yukarıda yapılan belirlemelere göre modeli tahmin ettikten sonra, durağan olmayan zaman serileri arasında istikrarlı bir uzun dönem ilişkisi olup olmadığına yönelik test yapılmıştır. Çünkü, durağan olmayan seriler arasında en az bir adet durağan doğrusal bir bileşim ortaya çıkması durumunda, bu serilerin eşbütünleşme ilişkisi olduğu ya da ortak bir trende sahip olduğu anlamına gelir. Bu amaçla, değişkenler arasında bir ortak trend ya da eşbütünleşme ilişkisi olup olmadığına yönelik Johansen Eşbütünleşme (Kointegrasyon) testi yapılmıştır.

Johansen Kointegrasyon Rank Testi			
Boş Hipotez (H_0)	Alternatif Hipotez (H_1)	λ_{trace} Değeri	%5 Kritik Değer
$r = 0$	$r > 0$	156.239806804	77.74
$r = 0$	$r > 0$	74.9714451267	54.64
$r = 0$	$r > 0$	31.3274336776	34.55
$r = 0$	$r > 0$	8.21795457711	18.17
$r = 0$	$r > 0$	2.19425120823	3.74

- Test sonuçları %5 güven aralığında göre elde edilmiştir.

Yukarıdaki tablo kointegrasyon ilişkisi olup olmadığının sonuçlarını göstermektedir. Yukarıdaki tabloya göre kointegrasyon ilişkisi olup olmadığına karar vermek aşağıdaki hipotezler yapılmıştır:

$H_0 : r = 0$ (Kointegrasyon İlişkisi Yok)

$H_1 : r > 0$ (Kointegrasyon İlişkisi Var)

Yukarıdaki tabloya göre $\lambda_{trace} = 156,239$ ve $\lambda_{trace} = 74,971$ değerleri, kritik değerlerden (%5 güven aralığında) büyük olduğu için, H_0 hipotezi reddedilir. Bu durumda alternatif hipotez kabul edilir. Aynı şekilde, $\lambda_{trace} = 31,327$, $\lambda_{trace} = 8,217$ ve $\lambda_{trace} = 2,197$ değerleri, kritik değerlerden (%5 güven aralığında) küçük olduğu için, H_1 hipotezi reddedilir. Yukarıdaki tablodan kolaylıkla görüleceği üzere, modelde en çok iki tane kointegrasyon vektörü olduğu test sonuçlarına göre elde edilmiştir. Modelde ki değişkenlerin arasındaki kointegrasyon ilişkisi aşağıdaki sıraya göre belirlenmiştir.

$$\beta_t = [y \quad tuk \quad in \quad r1 \quad m1] \quad (2)$$

Uzun dönemde nominal değişkenlerin reel değişkenleri etkilemediği varsayımı altında kointegrasyon vektörlerine aşağıdaki kısıtlar uygulanmıştır. Bu kısıtların veri tarafından desteklenip desteklenmediğini görmek için LR testi uygulanmıştır. Aşağıdaki tabloda LR testi sonuçları verilmiştir.

Kointegrasyon Kısıtlarının Test Sonuçları			
Kointegrasyon Sayısı	Kısıtlı Log Likelihood Değeri	LR istatistiği	Olasılık
2	506.488750154	57.4799542924	0.000
3	544.120229632	5.32647443664	0.069

Yukarıdaki tablodan görüleceği üzere kullanılan kısıtlar model tarafından reddedilmemiştir. Bu varsayımaya dayanarak modele kointegrasyon vektörlerinden gelen $\beta_{14} = 0$, $\beta_{15} = 0$, $\beta_{24} = 0$, $\beta_{25} = 0$ kısıtlarını koyarsak,

$$\beta_t = \begin{bmatrix} \beta_{11} & \beta_{12} & \beta_{13} & 00 \\ \beta_{21} & \beta_{22} & \beta_{23} & 00 \end{bmatrix} \quad (3)$$

$$\beta_t = \begin{bmatrix} -62,13 & 61,07 & 1,09 & 00 \\ 107,94 & -101,31 & -2,60 & 00 \end{bmatrix} \quad (4)$$

elde edilir. Son olarak, kısıtlı kointegrasyon vektörleri (2 adet) VECM ile tahmin edilmiştir.

Bu kısıtlar altında, tahmin edilen VECM modelini sonuçları aşağıda verilmiştir. Eşbütünleşik VAR (VECM) tahmin sonucu varyans ayrıştırması (Variance Decomposition) sonuçları aşağıdaki gibi elde edilmiştir. Değişkenler y, tuk, in, r1 ve m1 şeklinde sıralanmıştır. Bu sıralamanın belirlenmesinde Choleski ayrıştırma (decompisition) yöntemi kullanılmıştır.

Varyans Ayrıştırması (Variance Decomposition) Tablosu					
Dönem (3 Aylık)	y	tuk	in	r1	m1
1	100	0	0	0	0
2	86.70491742	10.94314185	0.071410028	2.256441552	0.024089
3	80.36581536	10.34204749	0.947690632	1.427639130	6.916807
4	69.82118576	12.44307617	8.133109502	1.396324073	8.206304
5	68.72928742	11.18571720	9.109106349	2.578340355	8.397548
6	69.30925577	11.42270769	7.830318696	3.416108453	8.021609
7	62.08815158	18.89971981	8.775993234	2.994562584	7.241572
8	53.53488168	25.42247440	11.20321713	2.159351455	7.680075
9	46.47481220	29.59333304	15.31266726	1.809578472	6.809609
10	41.65308658	34.95385753	15.98069549	1.683698681	5.728661
11	37.12510965	39.33587417	16.51510835	1.891626427	5.132281
12	31.61487924	44.12794458	17.40577781	2.352737667	4.498660
13	29.29537096	44.83515837	19.14713282	2.365939249	4.356398
14	27.64960611	46.25839391	19.59742676	2.417203050	4.077370
15	26.28809374	47.48308193	19.50461259	2.771943425	3.95226
16	24.78439956	48.81818878	19.59497017	3.030087478	3.77235

Yukarıdaki tabloda, çıktıda ortaya çıkan tesadüfi şokların diğer değişkenlerin bu şokları ne kadarını açıkladığı özetlenmektedir. Yukarıdaki tabloya göre, çıktıda ortaya çıkan tesadüfi bir şoku, ele alınan dönemlerde çıktının (y) kendisi tarafından çok yüksek bir kısmını açıkladığı görülmektedir. Aynı dönemde, ($r1$) ve ($m1$) değişkenleri ise bu şokların etkilerinin çok az bir kısmını açıklamaktadır.

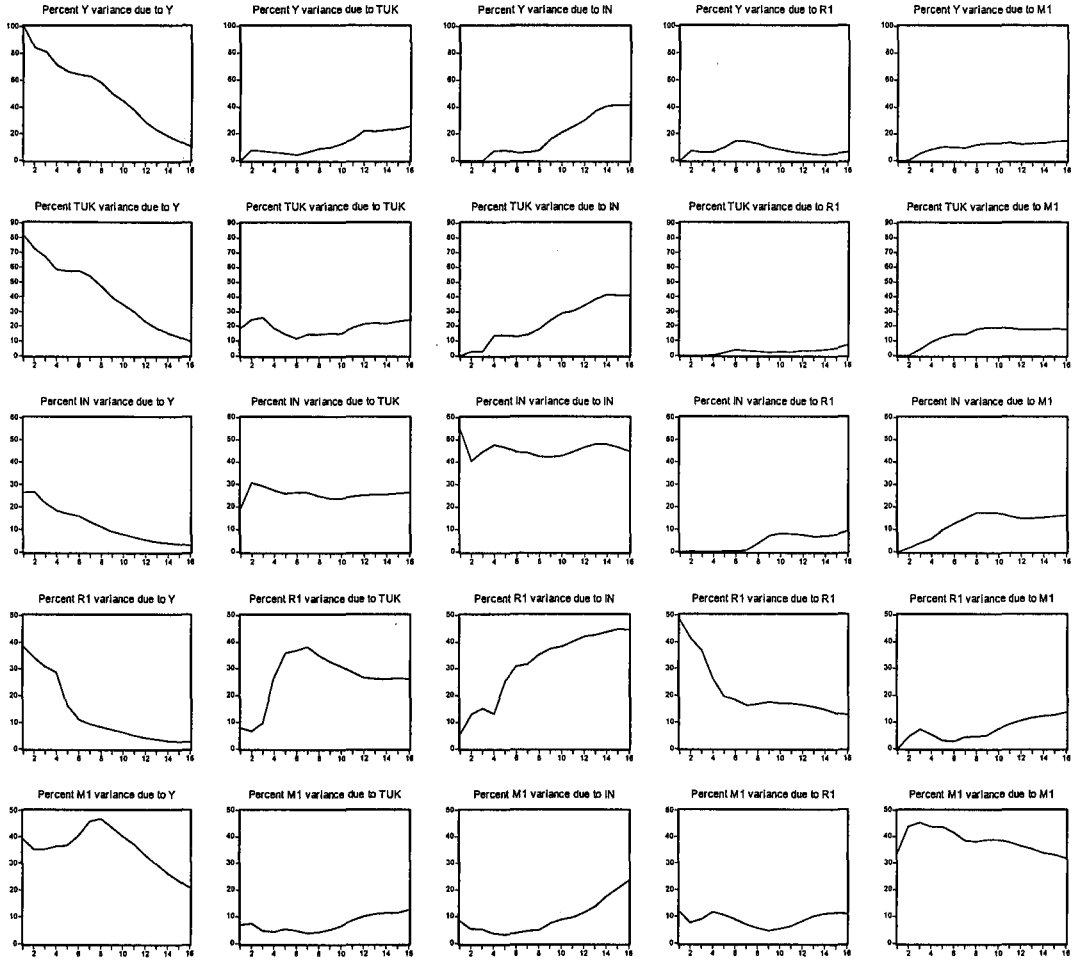
5. AMPİRİK SONUÇLAR

Yapılan çalışma sonucu, Türkiye'de 1987-2001 yıllarında üretimde (çıktı) ortaya çıkan dalgalanmalar Reel Konjonktür yaklaşımı çerçevesinde ele alınmıştır. Yapılan çalışmada, çıktı, tüketim ve yatırım verileri arasında eşbütünleşme ilişkisi olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu ilişkiye bağlı olarak ekonomide ortaya çıkan dalgalanmaların

büyük bir oranda üretimdeki dalgalanmalar ya da verimlilik şoklarından kaynaklandığı söylenebilir. Ayrıca, kullanılan veri ve ele alınan döneme dayanarak, nominal değişkenlerin uzun dönemde reel değişkenleri etkilemediği sonucuna ulaşılmıştır.

Varyans Ayrıştırması (Variance Decomposition) Grafiği

Variance Decomposition



SONUÇ

Günümüzde açıklanması ve çözümü güç görünen pek çok olayın kaynağında ekonomik sorunlar ön plana çıkmaktadır. Ekonomik büyümeyi ve kalkınmayı gerçekleştirmek, az gelişmiş ülkelerde yoksulluktan kurtulma, gelişmiş ülkelerde ise güçlerini koruyarak geleceklerini güven altına alma yönünde önemli kriterlerden birisidir. Bu bağlamda, hem gelişmiş hem de gelişmekte olan ülkelerin büyüme ve kalkınma sorunlarını çözümlenecek temel kavramlarından biri verimliliktir. Gerçekten de verimlilik, günümüzde kalkınmanın, kalkınmış ülke ya da toplum olmanın en önemli ölçütlerinden biri olarak kabul edilmektedir. Ulusal ekonominin herhangi bir sektöründeki verimlilik artışları, başka kesimleri de harekete geçirici bir rol oynayabilmektedir. Verimlilikteki artışlar, akılcı ve çağdaş bir yönetim altında kalkınmayı hızlandırmakta, gittikçe daha ileri boyutlara ulaştırmaktadır.

Dünyada son yıllarda yaşanan durgunluk ve bunalımlar sonucu ortaya çıkan büyüme trendindeki düşüşler, konjonktürel dalgalanmalar ve nedenleri üzerinde yoğun tartışmaların ortaya çıkmasına yol açmıştır. Özellikle 1970'lerde gelişmiş ekonomilerde gözlenen verimlilik artışındaki ve ekonomik büyümedeki yavaşlama Keynesyen düşünceye karşı görüşlerin yaygın olarak ele alınması sonucunu doğurmuştur. Son dönemlerde bu tartışmalara ekonomik dalgalanmaların verimlilikte ortaya çıkan tesadüfi dalgalanmalar kaynaklandığını ve ekonomideki dalgalanmaların bunlarla açıklanabileceği görüşünü ortaya atan Reel Konjonktür teorisyenleri bu tartışmalara dahil olmuştur.

Reel konjonktür teorisyenleri ekonomide ortaya çıkan verimlilik artışını teknolojik değişmeye bağlı olarak açıklamaktadır. Bu görüşlerini Solow tarafından geliştirilen Neoklasik büyüme modelleri çerçevesinde açıklamaya çalışmaktadır. Bu çerçevede toplam faktör verimliliği hesaplamakta sıkça kullanılan Solow'un üretim fonksiyonu yaklaşımı ele alınmıştır. Solow'un yaklaşımı ölçeğe göre sabit getiri, tam rekabet varsayımları altında fark denklemleri aracılığıyla emek ve sermayenin katkılarını ayrıştırarak elde ettiği "artık" kavramı incelenmiştir. Bu kavram toplam

faktör verimliliğindeki değişmeyi ya da teknolojik değişmeyi göstermektedir. Ayrıca, toplam faktör verimliliğini indeks sayıları yöntemiyle belirlemeye ve ayrıştırmaya çalışan yaklaşımlardan literatürde yaygın olarak kullanılan Laspayres, Paasche, Fisher, Tornqvist ve Malmquist indeksleri ele alınmıştır.

Toplam faktör verimliliği ile ilgili temel kavramlar tanıtıldıktan sonra, verimlilik ve konjonktür ilişkisini yönünü ortaya koyan yaklaşımlar incelenmiştir. Verimlilikteki değişmelerin konjonktürel dalgalanmalarla aynı yönde hareket ettiğini öne süren yaklaşımlar ve teknolojik değişmeyi konjonktürü açıklamakta baskın güç olarak gören yaklaşımlar incelenmiştir.

Çalışmanın son bölümünde Türkiye için 1987 ve 2001 dönemini kapsayan yıllar için öne sürülen bu yaklaşımın geçerli olup olmadığı tahmin edilmeye çalışılmıştır. Çalışmada gayri safi yurtiçi hasıla, tüketim, yatırım, faiz oranları ve para arzı serileri kullanılarak öne sürülen bu hipotez eşbütünleşik VAR (VECM) modeli yardımıyla tahmin edilmiştir. Kullanılan veriler çerçevesinde üretim düzeyinde ortaya çıkan dalgalanmaların üretim düzeyinde ortaya çıkan şokların diğer değişkenlere nazaran büyük bir oranda kendi şoklarından kaynaklandığı sonucuna ulaşılmıştır.

KAYNAKÇA

Alexius Annika ve Carlsson Mikael, **Measures of Technology and The Business Cycle**, National Bureau of Economic Research, Newyork: Working Paper: 5856, Mayıs 7, 2002.

Auerbach Alan J. ve Kotlikoff Laurence J., **Macroeconomics: An Integrated Approach**, Ohio: South-Western College Publishing, 1995.

Baily Martin N., Bartelsman Eric J. ve Haltiwanger John, "**Labor Productivity: Structural Change and Cyclical Dynamics**", National Bureau of Economic Research, Working Paper 5503, Newyork, Mart 1996.

Barro Robert J. ve Sala-I-Martin Xavier, **Economic Growth**, Newyork: McGraw-Hill International Editions, 1995.

Barro Robert J., "**Notes on Growth Accounting**", National Bureau of Economic Research, Newyork: Working Paper 6654, Temmuz 1998.

Basu Susanto ve Fernald John G., "**Aggregate Productivity and Productivity of Aggregates**", National Bureau of Economic Research, Newyork: Working Paper 5382, Aralık 1995.

Basu Susanto ve Fernald John, "**Why Is Productivity Procyclical? Why Do We Care?**", National Bureau of Economic Research, Newyork: Working Paper 7940, Ekim 2000.

Biçerli M. Kemal, **Çalışma Ekonomisi**, İstanbul: Beta Yayınları, Ekim 2000.

Burmeister Edwin ve Dobell A. Rodney, **Mathematical Theories of Economic Growth**, İngiltere: Gregg Revivals, 1993.

Diewert Erwin ve Lawrence Denis, "**Measuring New Zeland's Productivity**", Diewert Enterprise Ltd, Yeni Zelanda:, Treasury Working Paper 99/5, Mart 1999.

Engle Robert F. ve Granger C.W.J., **Cointegration and Error Correction: Representation, Estimation, Testing**, *Econometrica*, Vol. 55, 1987.

Fare R ve Grosskopf Shawna, "**Productivity and Technical Change: The Case of Taiwan**", <http://econwpa.wustl.edu/eprints/ge/papers/9509/9509001.abs>, Eylül 1995.

Fare R., Grifell-Tatje E., Grosskopf S. ve Lovell C.A.K., "**Biased Technical Change and the Malmquist Productivity Index**", <http://econwpa.wustl.edu/eprints/mic/papers/9508/9508002.abs>, Ağustos 1995.

Francis Neville ve Ramey Valerie A., "**Is the Technology-Driven Business Cycle Hypothesis Dead? Shocks and Aggregate Fluctuations Revisited**", National Bureau of Economic Research, Newyork: Working paper 8726, Ocak 2002.

Gali Jordi, **Technology, Employment and Business Cycle: Do Technology Shocks Explain Aggregate Fluctuations**, National Bureau of Economic Research, (Newyork: Working Paper 5721, Ağustos 1996.

Gökdere Ahmet ve Diğerleri, **İktisadın İlkeleri**, Ankara: Alkım Kitapçılık Yayıncılık, 1996.

Hall Robert E. ve Jones Charles I., "**The Productivity of Nations**", National Bureau of Economic Research, Newyork: Working Paper 5812, Kasım 1996.

Hulten Charles, "**Total Factor Productivity: A Short Biography**", National Bureau of Economic Research, Newyork: Working Paper 7471, 2000.

Jones Charles İ., **İktisadi Büyümeye Giriş** (Çev. Sanlı Ateş ve İsmail Tuncer), İstanbul: Literatür Yayıncılık, 2001.

Kıbrıçoğlu Aykut, **İktisadi Büyümenin Belirleyicileri ve Yeni Büyüme Modellerinde Beşeri Sermayenin Yeri**, Ankara: AÜ Siyasal Bilgiler Fakültesi Dergisi, Cilt 53, No. 1-4, Ocak-Aralık 1999.

King Robert ve Diğerleri, **Stochastic Trends and Economic Fluctuations**, National Bureau of Economic Research, Newyork: Working Paper No: 2229, 1987.

King R. ve Diğerleri, "Stochastic Trends and Economic Fluctuations", **The American Economic Review**, , Volume 81 No:4., Eylül 1991.

Köse Ahmet Haşım, **Büyüme ve Verimlilik**, Ankara: Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları: 471, 1992.

Mankiw N. Gregory, **Macroeconomics**, Newyork: Worth Publishers, 1992.

Martins Joaquim Oliveira ve Scarpetta Stefano, "**The Levels and Cyclical Behaviour of Mark-ups Across Countries and Market Structures**", OECD Economics Department Working Paper, Paris: Working Papers No.213 Mayıs 1999.

Navarro Lucas ve Soto Raimundo, "**Procyclical Productivity: Evidence From An Emerging Economy**", Central Bank of Chile Working Papers No: 109, Şili, Ekim 2001.

Nordhaus William D., "**An Alternative Way of Measuring Productivity Growth**", National Bureau of Economic Research, , Newyork: Working Paper Series 8095, 2001.

Norsworthy J.R. ve Jang S.L., "**Contributions to Economic Analysis, , Empirical Measurement and Analysis of Productivity and Technological Change**", North-Holland: Elsevier Science Publishers b.v. 1992.

Önder A. Özlem ve Lenger Aykut, "**Productivity in Turkish Manufacturing Industry: A Comparative Analysis On the Selected Provinces**", Ankara: ODTÜ Ekonomik Araştırmalar Merkezi (ERC), Working Paper No. 00/12, 2000.

Özer Mustafa, **Modern Konjonktür Teorileri**, Eskişehir: Anadolu Üniversitesi İktisat Fakültesi Yayınları No:1; No: 1030, 1998.

Öztürk Ahmet, **Yöneylem Araştırması**, Bursa: Ekin Kitabevi Yayınları, Genişletilmiş 5. Baskı, 1997.

Paquet Alain ve Robidoux Benoit, "Issues on the Measurement of the Solow Residual and Testing of its Exogeneity: Evidence for Canada", **Journal of Monetary Economics**, No:47, 2001.

Parasız İlker, **Makroekonomi Teori ve Politika**, Bursa: Ezgi Kitabevi Yayınları, 7. Baskı, Ocak 1998.

Parasız İlker, **Modern Büyüme Teorileri Dinamik Makro Ekonomiye Giriş**, Bursa: Ezgi Kitabevi Yayınları, 1. Baskı, 1997.

Plosser Charles I., "Understanding Real Business Cycles", **Journal of Economic Perspectives**, Volume 3, Sayı 3, 1989.

Serper Özer, **Uygulamalı İstatistik I**, Bursa: Ezgi Kitabevi, Genişletilmiş 4. Baskı, 2000.

Siegel Irving H., "**Output, Input and Productivity**", National Bureau of Economic Research, Newyork:Volume 25, Princeton University Press, 1961.

Stadler George W., "Real Business Cycles", **Journal of Economics Literature**, Vol. XXXII, Aralık 1994.

Şıklar İlyas ve Diğerleri, **İktisat Teorisi**, Eskişehir: Açık Öğretim Fakültesi Yayınları, 1998.

Turunç İdil, **Çeşitli Üretim Fonksiyonu Yaklaşımlarıyla Teknolojik Değişmenin Ölçülmesi ve Verimlilik**, (Ankara: Milli Produktivite Yayınları: 343, 1986.

Varian Hal R., **Intermediate Microeconomics: A Modern Approach**, (Newyork: W.W. Norton & Company Inc., Second Edition, 1990.

Wu Chia-Sheng, **Productivity and Wage Structure in Taiwan's Manufacturing Sector (1966-1979)**, Michigan: UMI Dissertation Information Service, University Microfilms International, 1990.

Yıldırım Kemal ve Karaman Doğan, **Makroekonomi**, Eskişehir: Eğitim, Sağlık ve Bilimsel Araştırma Çalışmaları Vakfı, Yayın No: 145, İkinci Basım, 2001.

----- **25. Yıl Milli Produktivite Merkezi**, Ankara: Yeniçağ Basın Yayın San. ve Tic. Ltd. Şti., 1990.

----- Eviews4.0 Users Guide, Quantitative Micro Software, Second Edition, 1998.

----- <http://www.mpm.org.tr>, "**Verimlilik Nedir?**", 2002.

----- <http://www.tcmb.gov.tr> ve <http://www.die.gov.tr> (2002)