

TÜRK İMALAT SANAYİNDE TEKNOLOJİK DEĞİŞME YÖNÜNÜN BELİRLENMESİ

Dr. Abdulvahap ÖZCAN* & Doç.Dr. Nihat BATMAZ**

Özet: Bu çalışma, Türk İmalat Sanayinin gelişen teknolojik değişmeye uyum sağlayıp sağlamadığını belirlemeyi amaçlamıştır. Bu amaç doğrultusunda 1975–2001 dönemindeki gelişmeler dikkate alınarak Cobb-Douglas Üretim Fonksiyonu temelinden hareket edilerek eş bütünleşme analizi yapılmıştır. Yapılan analiz sonucunda, imalat sanayinde teknolojik değişimin yönü kağıt ürünleri, ana metal ve diğer imalat sanayinde hiç değişmeden aynı kalırken, gıda ile taş ve toprağa dayalı sektörlerde daha çok emek faktörü kullanmayı gerektiren Solow-nötr tipi bir teknolojik değişimin yaşandığı tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: İmalat Sanayi, Cobb-Douglas Üretim Fonksiyonu, Eş Bütünleşme.

Abstract: This paper aims to explain whether Turkish Manufacturing Industry adopted itself to technological advances in period 1975–2001. Within this aim, it was used CD production function for to determine the type of this technological change and applied Co-integration method. According to the findings, the type of technological change in the Turkish Manufacturing Sector with the codes of 34, 37 and 39; and in sectors with codes of 31 and 36, was needed more labour using and has Solow-nötr type technological advances is found.

Key Words: Manufacturing Sector, Cobb-Douglas Production Function, Co-integration

GİRİŞ

Teknolojik değişimin ekonomik kalkınmanın vazgeçilmez bir unsuru olduğu bugün yaygın bir kabul görmekle birlikte, yakın zamana dek teknoloji faktörü iktisat teorisi içinde yer almamış, iktisadi kalkınma-teknoloji ilişkisi gözardı edilmiştir (Ansal,1992;9).

Fakat zaman içinde özellikle sanayileşmiş ülkelerde sektör ve firma bazında yapılan çeşitli ampirik çalışmalar, teknolojik değişimin iktisadi önemini ve dinamik yapısını çarpıcı bir şekilde ortaya koymuştur. Bu çalışmalara göre toplam faktör verimliliğinin artışında en önemli etken

* Pamukkale Üniversitesi, İİBF, İktisat Bölümü. aozcan@pau.edu.tr

** Pamukkale Üniversitesi, İİBF, İktisat Bölümü. nbatmaz@pau.edu.tr

sermaye stokuna yapılan eklemeler değil, mevcut üretim teknolojilerinde gerçekleştirilen ilerlemeler, yani teknolojik değişimlerdir (Solow, 1957; Hollander, 1965; Salter;1966).

Sanayileşme sürecinde teknolojinin belirleyiciliğinin giderek önem kazanması, çoğalan bilgi kaynakları birçok üretim dalında teknolojilerin kısa sürelerde yenilenmesine yol açmaktadır. Öte yandan, teknolojinin üretimde dışsal bir faktör olduğuna ilişkin görüşler terk edilerek, onun yerine içsel rolü ve yönetilebileceği görüşü ağırlık kazanmıştır (Tekeoğlu, 1993;292).

Yine ülkelerin sanayileşmeleri ile yerel teknolojik değişim çabaları arasında büyük ilişki olduğu ortaya çıkmıştır (Katz, 1980).Sanayileşme ve teknoloji ilişkisini dikkate alan görüşler, sanayileşmenin temelinde ciddi bir ulusal teknolojik birikimin ve teknolojik değişim çabalarının yattığını savunmaktadır. Eğer bu görüş kabul edilirse, o zaman ulusal teknolojik ve kapasiteyi artıran unsurların belirlenmesine yönelik çabaların çoğaltılması ve teşvik edilmesi, sanayileşme arzusuna yeni bir unsurun katılması anlamına gelecektir (Tekeoğlu, 1993;297).

Toplumsal bakımdan bir kural olarak, sermaye stoku artırımını teknolojik gelişmeye adapte ederek büyümeyi devam ettiren ülkeler nispi refah göstergelerinde her zaman ön sıralarda yer alabileceklerdir (OECD, 1981;17-18).

Bir anlamda artık günümüzde ülkelerin ve firmaların teknolojik kazançlarının önemine adaptasyonunu gündeme getirmektedir. Denilebilir ki artık, uluslararası ticaret fiyat rekabetinden “innovation” veya kalite rekabetine, yani teknoloji rekabetine kaymaktadır. Bir başka açıdan da, teknolojik gelişme sadece ürünleri değil, aynı zamanda üretim organizasyonu ve dağıtım süreçlerini de değiştirerek verimlilik ve rekabet üstünlüğüne etki etmektedir (Erol, 1991/2;56).

Görüldüğü üzere, ülkelerin sanayileşmelerinde, kalkınma ve büyümelerinde teknolojinin ve teknolojik değişime uyum sağlamanın önemi artmış olup, buna gelişmiş ve sanayileşmiş olan ülkeler daha etkin ve daha hızlı bir biçimde adapte olurken, konuya gelişmekte olan ülkeler cephesinden bakıldığında elbette daha çarpıcı sonuçlar ortaya çıkmaktadır. Ancak, bu ülkelerin belirtilen yeni olgu karşısında tam bir imkânsızlıkla karşı karşıya oldukları söylenemez. Aksine, Literatürde 1961 yılında Posner tarafından ortaya atılan “Teknoloji Açığı Teoremi” ile yine 1966 yılında Raymond Vernon tarafından ortaya atılan “Ürün Dönemleri Teoremi” incelendiğinde gelişmekte olan ülkelerin teknolojik bakımdan sahip oldukları açığın kendilerine zaman içinde bir avantaj sağladığı görülmektedir. Teknoloji Açığı Teoremine göre; yeni bir mal veya üretim süreci bulan sanayileşmiş ülkeler, bu malların ilk ihracatçıları olurlar. Ancak

zamanla teknoloji taklit yoluyla, yada serbest bir mal durumuna gelerek öteki ülkelerin (gelişmekte olan ülkeler) eline geçtikten sonra, o ülkeler emeğin ucuzluğu veya doğal kaynak üstünlükleri nedeniyle söz konusu malı ilk icat edenlerden daha ucuza üretirler. Bunun en tipik örneğini dokumacılık ürünlerinde görmek mümkündür. Benzer durum teknoloji açığı hipotezinin genelleştirilmiş ve geliştirilmiş şekli olan Ürün Dönemleri Teoreminde de görülmektedir.

Görüldüğü gibi, teknoloji üretiminin sadece gelişmiş ekonomilerin başarabileceği bir olgu olduğu ve uzun yıllar gelişmekte olan ülkelerin teknoloji transferi dışında bir teknoloji politikasının olmayacağı yönündeydi (Katz, 1987; 15).

Konuyla ilgili 1990'lı yıllardan itibaren, bazı gelişmekte olan ülkelerde yapılan araştırmalar, mevcut teknolojilerin iyileştirilmesi amaçlı küçük teknolojik değişimler ve firma-içi çeşitli teknolojik çabalarla, genelde ulusal teknolojik yeteneklerin bu ülkelerde verimlilik artışları, sanayi başarılarını ve giderek uzun dönem performans ile kişi başına düşen ulusal gelirin artış oranlarını etkileyen en önemli faktör olduğunu ortaya koymuştur (Kırım, 1990;2).

Sonuç olarak, günümüzün servet yaratma sistemi daha çok teknolojik gelişmeye bağlı hale gelmiş olup, teknolojiye ilişkin eski görüşler terkedilmiştir. Daha iyi teknoloji, dahi iyi ve daha hızlandırılmış organizasyonlar beraberinde daha fazla tasarruf sağlayabilmektedir.

Bu çalışma ile Türkiye ekonomisinin istihdam, katma değer, dış ticaret ve kişi başına düşen milli gelir gibi kriterleri dikkate alındığında en önemli sektörü konumunda olan sanayii sektörünün bir alt kolu olan İmalat Sanayiinde 1975–2001 dönemleri arasında ki teknolojik değişimin yönünün belirlenmesi amaçlanmıştır.

Bunun için çalışmada temel model olarak Cobb-Douglass Üretim fonksiyonu (CD) temel alınarak Eş Bütünleşme analizi yapılmış ve elde edilen sonuçlara dayanarak önerilerde bulunulmuştur.

1. LİTERATÜR

Cobb-Douglas üretim fonksiyonu, Cobb ve Douglas (1928; 138-165) tarafından geliştirilen ve kendi adları ile anılan bir üretim fonksiyonudur ve ilk olarak 1899-1922 dönemine ilişkin Amerikan ekonomisinde toplam üretimde faktörlerin oransal paylarının ortaya konulması amacıyla kullanılmıştır. Thomas R. Michl (1999;193–206) yaptığı çalışmada Cobb-Douglas üretim fonksiyonunu temel alarak gelişmiş ülkelerdeki teknolojik değişimin yönünü belirlemeyi amaçlamış ve inceleme konusu ülkelerdeki teknolojik değişimin sermaye kullanımlı emek tasarruf edici nitelikte

olduğu sonucuna ulaşmıştır. Charles I. Jones ise (2003;1-45) Cobb-Douglas üretim fonksiyonunu kullanarak OECD ülkelerindeki ekonomik büyümeyi modellemiş ve bu ülke ekonomilerindeki sermaye ve emek faktörlerinin kısa ve uzun dönemdeki ikame elastikiyetini hesaplamış ve kısa dönemde sermaye ve emeğin ikame elastikiyetinin 1'den küçük, uzun dönemde ise 1'e eşit olduğu sonucuna ulaşmıştır. Yine C.I. Jones bir başka çalışmasında (2005;517-549) ekonomide pareto optimum bir dağılımın gerçekleşmesi durumunda üretim fonksiyonunun Cobb-Douglas tipi bir üretim fonksiyonu olacağını ve emek tasarruf edici bir teknolojik gelişme süreci izleneceği sonucuna ulaşmıştır. Masao Nakamura (2005;1-31) ise Japon İmalat Sanayinde 1988-1998 dönemine ilişkin toplam faktör verimliliğindeki değişmeyi ve imalat sanayindeki teknik değişmeyi panel veri yöntemi ile ekonometrik olarak analiz etmiştir. M.Nakamura hem toplam faktör verimliliğinde hem de teknik değişimde düşüş olduğu sonucuna ulaşmıştır. Söz konusu dönemde kimi alt sektörlerde üretimde artış gözlenirse de teknik değişimin bu artışa eşlik edemediğini tespit etmiştir. Türkiye'de yapılan çalışmalarda ise Nedim Dikmen (2005;106-113), Ünye Çimento Sektörü üzerinde yaptığı uygulamalı çalışmasında Cobb-Douglas üretim fonksiyonunu model olarak sektörün sermaye yoğun bir sektör olduğunu ve sektörde ölçeğe göre azalan getiri durumunun söz konusu olduğu sonucuna ulaşmıştır. İsmail Tuncer ve Yasemin Özügürlü (2004;1-86), 1980-2000 dönemine ilişkin Türk İmalat Sanayi alt sektörleri ve bölgesel düzeyde alt sektörlerde üretkenlik analizleri yapmışlardır. Çalışma sonucunda ülke kalkınması için yatırımların bir yandan sermaye malları yatırımına diğer yandan da geleceğin sektörü olan hizmet sektörüne yönlendirilmesi gerektiğini ileri sürmektedirler. Ancak Doğu Karadeniz, Kuzey Doğu Anadolu ve Orta Anadolu Bölgelerinin yeterli imalat sanayi birikiminin olmaması nedeniyle bu bölgelerin yöre kaynaklarına dayalı sanayi malları üretiminde başarılı olacakları ileri sürülmektedir. Saraçoğlu ve Suiçmez (2006) yaptıkları çalışmada 1980-2005 dönemini esas alarak en üretken sektör olarak ele aldıkları imalat sanayinin verimlilik performansını ve reel değişkenler bazında 2001 Krizi öncesi ve sonrasında verimlilik odaklı büyüme için somut göstergeler elde etmeyi amaçlamışlardır. Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre imalat sanayinde en fazla katma değer yaratan sektör olarak (35 kodlu) petro-kimya sanayi sonucu çıkmıştır. Bununla birlikte katma değer ve istihdam açısından önemli yer tutan sektörler olarak ise (31 kodlu) gıda, (32 kodlu) tekstil, (35 kodlu) petro-kimya ve (38 kodlu) metal eşya ve makine sanayileri olduğu bulgusunu elde etmişlerdir. Yine işgücü verimliliğinin yüksek olduğu sektör olarak petro-kimya sanayi olduğu sonucuna varmışlardır. Sermaye verimliliğinde ise özellikle son yıllardaki

üretim atağının da etkisiyle (39 kodlu) diğer imalat sanayidir. Ancak söz konusu sektörün imalat sanayi içindeki payı oldukça düşüktür. Üretim fonksiyonları aracılığıyla elde edilen girdi esnekliklerinde çıktıya göre emek esnekliğinin düşük buna karşın çıktıya göre sermaye esnekliğinin ise yüksek olduğu bulgularını elde etmişlerdir. Saraçoğlu ve Suiçmez, dönemler itibariyle teknolojik gelişmenin seyrini de incelemişler ve dalgalanmalı bir seyir takip eden teknolojik değişimin önemli bir gelişme gösterdiği dönem olarak 1992–1995 yılları arasında gerçekleştiği ve alt sektörlerde ise en önemli teknolojik gelişmenin petro-kimya alt sanayinde yaşandığı sonucuna ulaşmışlardır. Tiryakioğlu (2002; 503–516) ise yenilikçi rekabet stratejileri açısından imalat sanayini ele almış ve özellikle küreselleşen dünyada artan rekabet baskı nedeniyle Türk İmalat Sanayinin ayakta kalabilmesi için yenilik yapmasının (Teknolojik Değişme) kaçınılmaz olduğuna vurgu yapmaktadır. Bu doğrultuda imalat sanayinde yenilik faaliyetlerini, TÜİK'in imalat sanayi teknolojik yenilik faaliyeti anket sonuçları ile değerlendirerek betimsel bir yaklaşımla ele almıştır. Avlan (2006;47-69), özel imalat sanayi sektörü ve seçilmiş kamu imalat sanayi sektöründe büyümenin kaynaklarına ilişkin bir çalışma yapmıştır. Çalışmada Harberger'in 1997 ve 1998 yılı çalışmalarındaki yöntem temel alınmıştır. Deflatördeki büyümenin esas alındığı bu yöntemle göre imalat sanayindeki büyüme üzerinde sermaye oluşumunun negatif bir etkisi olduğunu; buna karşı imalat sanayi çıktısı üzerinde işgücü faktörünün pozitif bir etkiye sahip olduğu sonucuna ulaşmıştır.

2.ÇALIŞMADA KULLANILAN MODEL VE VERİ SETİ

2.1. Model

Teknolojik değişimin yönü Neoklasik üretim fonksiyonu çerçevesinde Hick-nötr, Harrod-nötr ve Solow-nötr teknolojik değişme olarak şu şekilde açıklanabilmektedir(Çoban, 2001; 118–124):

$Q=f(K,L,t)$ şeklinde ifade edilebilen Neoklasik üretim fonksiyonunda Hick-nötr teknolojik değişme şu şekilde gösterilmektedir:

$$Q=f(\alpha(K,t)K, \alpha(L,t)L) \text{ veya } Q=T(t), f(K,L); T(t) \geq 0 \quad (2.1.1)$$

Bu fonksiyonel ifade de $\alpha(K,t)$ ve $\alpha(L,t)$, teknolojik değişimin faktör oranlarını, ikinci ifade de yer alan $T(t)$ ise teknoloji indeksini göstermektedir. bu fonksiyonel formda $\alpha(K,t)/\alpha(L,t)$ oranının sabit olması durumunda Hicks-nötr teknolojik değişimin olduğunu göstermektedir. K ve L oranlarının sabit olması, üretim miktarı artarken (azalırken) üretim faktörleri miktarının da aynı oranda artması (azalması) gerektiğini ifade etmektedir.

Sabit bir faiz oranında sermaye katsayısının değerini değiştirmeyen fakat emeği etkileyerek verimliliğini arttıran teknolojik değişme Harrod-nötr teknolojik değişmedir. Harrod-nötr teknolojik değişmede K/Q oranı olan sermaye hasıla katsayı sabit kalırken K/L oranı yükselmekte ve emeğin etkinliği artmaktadır. K/L oranının yükselmesi, üretimde emek tasarrufu sağlandığını göstermektedir. Neoklasik üretim fonksiyonu dikkate alınarak Harrod-nötr teknolojik değişme şu şekilde ifade edilebilir:

$$Q=f(K,L,t)=g(K, \alpha(t)L) \quad (2.1.2)$$

Bu ifade de $\alpha(t)$ zamanın artan bir fonksiyonu olup sadece emeğin etkinliğini arttırmaktadır. Harrod-nötr teknolojik değişmenin zaman içindeki değişimi; $(\delta\alpha)/(\alpha\delta t)$ oranına eşit olup aynı zamanda sabittir. Emeğin etkinlik derecesi sabit bir hızla arttığı varsayıldığında teknolojik değişme şu şekilde formüle edilebilmektedir.

$$(1/\alpha)*(\delta\alpha/\delta t)=m \quad (2.1.3)$$

Bu denklemde $t=0$ iken $\alpha=1$ olacağı için $\alpha=e^{mt}$ yazılabilir. Buradan hareketle Harrod-nötr teknolojik değişme şu şekilde dönüştürülebilir:

$$Q=f(K, e^{mt} L) \quad (2.1.4)$$

Harrod-nötr teknolojik değişmenin simetriği gibi olan Solow-nötr teknolojik değişme, sermaye faktörü üzerinde meydana gelen değişimleri açıklamakta ve sermaye mallarının verimliliğini etkilemektedir. Teknolojik değişme sonucu Q/L sabit kalırken K/L ise azalmaktadır. Bu tür teknolojik değişme sabit bir ücret haddinde L/Q oranının sabit olduğu varsayımına dayanmaktadır. Harrod-nötr teknolojik değişmeyi ifade eden üretim fonksiyonu ise şöyle yazılmaktadır:

$$Q=f(K,L,t)=g(\alpha(t)K,L) \quad (2.1.5)$$

Bu denklemde $\alpha(t)$, zamanın bir fonksiyonu olup sermaye faktörünün verimliliğini etkilemektedir.

Bu çalışmada teknolojik değişmenin yönünü belirlemek amacıyla temel model olarak Cobb-Douglass Üretim Fonksiyonu (CD) ele alınmıştır. Uygulamalı çalışmalarda üretimde kullanılan teknolojik değişmenin varlığını ve teknolojik değişmenin yönünün belirlenmesine yönelik olarak uygulamalı çalışmalarda sıklıkla kullanılan üretim fonksiyonu olarak CD üretim fonksiyonu tercih edilmektedir. CD üretim fonksiyonunun logartimik formu ile fonksiyonun parametreleri de kolaylıkla tahmin edilebilmektedir (Poirier, 1975;733-744). İktisat teorisinde girdi ve çıktılar için fiziksel değerler kullanılırken, CD üretim fonksiyonunda girdi ve çıktıların parasal değerlerinin kullanılabilmesi, uygulamalı çalışmalarda kolaylık sağlamaktadır (Reder, 1943; 260). CD üretim fonksiyonu aşağıdaki gibi ifade edilmektedir:

$$Q=AK^\alpha L^\beta \quad (2.1.6)$$

Burada, Q üretimi, K ve L sırasıyla sermaye ve emeği göstermektedir. α , β ise sermaye ve emeğin çıktı esnekliğini gösteren parametrelerdir. A parametresi ise t zamanında teknolojinin etkinliğini gösteren ölçek parametresidir. Girdiler sabitken A parametresinde meydana gelen bir artış, çıktıyı artırmaktadır. $\alpha+\beta$ dereceden homojen bir CD üretim fonksiyonunda teknolojik etkinlik parametresi A'da meydana gelen bir değişme, nötr teknolojik değişmeyi göstermektedir (Heathfield and Wibe, 1987; 81 ve Walters, 1963; 7). α ve β parametreleri sabit varsayıldığında üretim faktörlerinin marjinal verimlilikleri çerçevesinde aşağıdaki şu eşitlikler yazılabilmektedir (Heathfield and Wibe, 1987; 121–122):

$$Q = rK + wL \quad (2.1.7)$$

$$R = w/r = (\beta/\alpha)(K/L) \quad (2.1.8)$$

$$w = \beta(Q/L) \quad (2.1.9)$$

$$r = \alpha(Q/K) \quad (2.1.10)$$

Yukarıdaki eşitliklerde K/L oranında marjinal teknik ikame oranının (R) sabit olması Hicks-nötr teknolojik gelişmeyi, Q/K oranında r'nin sabit olması Harrod-nötr teknolojik değişmeyi ve Q/L oranında w'nin sabit olması ise Solow-nötr teknolojik değişmeyi göstermektedir. Bu üç farklı teknolojik değişmeden Hicks-nötr teknolojik değişme, üretimi en fazla etkileyen teknolojik değişme türüdür. Çünkü, Hick-nötr teknolojik değişmede üretim faktörlerinin her ikisinin de marjinal verimliliklerinde meydana gelen artış, üretimi etkilemektedir. Oysa Harrod-nötr teknolojik değişmede sadece emek faktörünün verimliliği artarken, Solow-nötr teknolojik değişmede ise sermaye faktörünün verimliliği artmaktadır.

Yukarıda açıklanan CD üretim fonksiyonunun tahmini ve bu üretim fonksiyonu yardımıyla teknolojik değişmenin varlığının belirlenerek söz konusu teknolojik değişmenin yönünün tespit edilmesi, aşağıdaki logaritmik regresyon denklemi ile mümkün olabilmektedir. Logaritmik regresyon denklemi şu şekilde yazılabilir (Desai, 1985;1-23):

Ölçeğe göre sabit getiri durumu söz konusu olduğunda;

$$\ln(Q/L) = A_{(0)} + \alpha \ln(K/L) + \varepsilon_i \quad (2.1.11)$$

$$\ln(Q/L) = \beta_1 t + \beta_2 \ln(K/L) + \varepsilon_i \quad (2.1.12)$$

2.1.12 nolu denklemde t trend değişkeninin parametresi olan β_1 , zaman içinde teknolojik değişmenin olduğunu göstermektedir. Modelde;

β_1 Hick-nötr teknolojik değişmeyi

(β_1/β_2) Solow-nötr teknolojik değişmeyi

$(\beta_1/1-\beta_2)$ Harrod-nötr teknolojik değişmeyi ifade etmektedir.

Ölçeğe göre değişken getiri durumu söz konusu olduğunda;

$$\ln Q = A_{(0)} + \alpha \ln K + \beta \ln L + \varepsilon_i \quad (2.1.13)$$

$$\ln Q = \beta_1 t + \beta_2 \ln K + \beta_3 \ln L + \varepsilon_i \quad (2.1.14)$$

2.1.14 nolu denklemde t trend değişkeninin parametresi olan β_1 , zaman içinde teknolojik değişimin olduğunu göstermektedir.

$\beta_1/(\beta_2 + \beta_3)$ Hick-nötr teknolojik değişmeyi

(β_1/β_2) Solow-nötr teknolojik değişmeyi

(β_1/β_3) Harrod-nötr teknolojik değişmeyi ifade etmektedir.

2.2. Veri Seti

Çalışmada CD üretim fonksiyonundaki değişkenlere uygun olarak imalat sanayi ISIC–2 sınıflaması esas alınarak imalat sanayi alt sektörlerinde her bir alt sektöre ilişkin olarak Üretim (Q), Emek (L) ve Sermaye Stoku (K) değişkenleri oluşturulmuştur. Üretim değişkeni olarak 1975–2001 dönemine ilişkin imalat sanayi alt sektörleri çıktı değerleri Türkiye İstatistik Kurumundan (TÜİK) elde edilmiştir. Emek değişkeni olarak da üretimde çalışanların toplam sayısı TÜİK verilerinden alınmıştır.

Çalışmada kullanılan bir diğer değişken olan sermaye stoku değişkenine ilişkin istatistikler TÜİK tarafından yayınlanmadığı için, OECD'nin "Structural Statistics for Industry and Services" adlı veri tabanı CD'nden elde edilen yıllık yatırım tutarlarından hareketle tarafımızdan hesaplanmıştır. Hesaplama aralıksız envanter yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntem geçmiş dönem yatırım harcamalarının bugünkü sermaye stokunun oluşturmasından yola çıkmaktadır. Ayrıca bu yöntemde sermaye stokunda meydana gelen aşınmalarda dikkate alınmaktadır (Saygılı vd., 2005; 15). Aralıksız envanter yöntemine göre sermaye stoku şu şekilde hesaplanmaktadır (Tuncer ve Özügürlü, 2004; 84-86):

$$K = (1 - d) K_{t-1} + I_t \quad (2.2.1)$$

Bu denklemde (t-1) dönemindeki sermaye stoku ile t dönemindeki yatırımlar, t döneminin sermaye stokunu vermektedir. Ancak, geçmiş dönem sermaye stokunda aşınmalar da meydana gelebileceği için, sermayenin kullanım ömrünü, geçmiş dönem sermaye stokundan düşmek gerekmektedir. Cari dönemdeki sermaye stoku, geçmiş dönem sermaye stokundan hareketle hesaplandığı için, bir başlangıç dönemi sermaye stokunu hesaplamak gerekmektedir. Bunun içinde aşağıdaki şu formül kullanılabilir:

$$K_{t-1} = I_t / (gy + d) \quad (3.2.2)$$

Başlangıç dönemi sermaye stokunu, 3 ya da 5 yıllık yatırım tutarlarının ortalamasından hareketle, sermayenin büyüme oranı ile sermayenin aşınma oranının toplamına bölümü ile elde edilebilmektedir. Başlangıç dönemindeki yatırım tutarlarını 3 veya 5 yıllık ortalamasının

alınma nedeni, yatırım büyüklüğünde meydana gelebilecek dalgalanmaların etkisini arındırmaktır.

Çalışmada kullanılan verilerin, cari değerleri enflasyonun etkisinden arındırılarak (1994=100 TEFE endeksi) reel verilere dönüştürülmüştür.

3. YAPILAN ÇALIŞMADAN ELDE EDİLEN BULGULAR

Türk imalat sanayinde teknolojik değişimin yönünü belirlemeye yönelik olarak Cobb-Douglas üretim fonksiyonu temelinde teknolojik değişimin varlığının tespit edilmesi ve söz konusu teknolojik değişimin yönünün belirlenmesi amacıyla eş bütünleşme analizi yapılmıştır. Ancak eş bütünleşme analizini yapabilmek için öncelikle değişkenlerin ve hata teriminin durağanlık koşulunu sağlaması gerekmektedir. Bunun için değişkenlerin I=1 düzeyinde durağan olması ve modelin hata teriminin de I=0 düzeyinde durağan olması gerekmektedir. Bu nedenle Augmented Dickey Fuller birim kök testi yapılmıştır. Tablo-3.1’de her bir alt sektör için yapılan birim kök test sonuçları yer almaktadır.

Tablo-3.1: Akaike Info Birim Kök Test Sonuçları

31.Sektör (Gıda İçki ve Tütün Sanayi)					
Düzye	t	p	1.Fark	t	p
Q	-2,54 ^(0,c,t)	0,30		-4,88 ⁽⁰⁾	0,0006
K	-2,41 ⁽⁰⁾	0,99		-2,78 ⁽¹⁾	0,0075
L	-2,85 ^(0,c)	0,06		-6,32 ^(0,c,t)	0,0001
U1	-2,38 ⁽⁰⁾	0,019			
U2	-3,14 ⁽²⁾	0,0030			

32.Sektör (Dokuma Giyim Eşyası ve Deri Sanayi)					
Düzye	t	p	1.Fark	t	p
Q	2,37 ⁽⁰⁾	0,99		-3,91 ⁽⁰⁾	0,0004
K	0,12 ⁽¹⁾	0,71		3,36 ⁽⁰⁾	0,0017
L	-3,12 ^(1,c,t)	0,12		-4,09 ⁽⁰⁾	0,0002
U1	-2,74 ⁽⁰⁾	0,0080			
U2	-2,45 ⁽⁰⁾	0,01			

33.Sektör (Orman Ürünleri ve Mobilya Sanayi)					
Düzyey	t	p	1.Fark	T	p
Q	0,38 ⁽⁰⁾	0,78		-4,89 ⁽⁰⁾	0,0001
K	-3,89 ^(4,c,t)	1,00		-3,21 ^(0,c,t)	0,10
L	-5,56 ⁽⁰⁾	0,0000		-5,56 ⁽⁰⁾	0,0000
U1	-2,26 ⁽⁰⁾	0,02			
U2	-2,20 ⁽⁰⁾	0,02			

34.Sektör (Kâğıt Kâğıt Ürünleri ve Basım Sanayi)					
Düzyey	t	p	1.Fark	T	p
Q	-1,12 ⁽¹⁾	0,92		5,95 ⁽⁰⁾	0,0000
K	2,19 ⁽⁰⁾	0,99		-5,08 ⁽⁰⁾	0,0000
L	-0,25 ⁽³⁾	0,58		-8,76 ⁽⁰⁾	0,0000
U1	-2,29 ⁽⁰⁾	0,02			
U2	-2,28 ⁽⁰⁾	0,02			

35.Sektör (Petro-kimya Sanayi)					
Düzyey	t	p	1.Fark	t	p
Q	-2,08 ^(0,c,t)	0,53		-4,80 ^(0,c)	0,0008
K	-3,31 ^(5,c,t)	0,09		-3,58 ⁽⁰⁾	0,0009
L	2,06 ⁽⁰⁾	0,98		-3,55 ⁽⁰⁾	0,0010
U1	-2,79 ⁽¹⁾	0,0071			
U2	-2,64 ⁽¹⁾	0,01			

36.Sektör (Taş ve Toprağa Dayalı Sanayi)					
Düzyey	t	p	1.Fark	t	p
Q	-2,76 ^(1,c,t)	0,22		-3,86 ^(3,c)	0,0081
K	0,38 ⁽¹⁾	0,53		-3,52 ^(6,c)	0,0190
L	2,15 ^(1,c)	0,22		-3,84 ^(6,c,t)	0,0366

U1	2,16 ⁽⁰⁾	0,03			
U2	-2,20 ⁽⁰⁾	0,02			

37.Sektör (Metal Ana Sanayi)					
Düzye	t	p	1.Fark	t	p
Q	-2,45 ^(0,c,t)	0,34		-6,47 ⁽⁰⁾	0,0000
K	2,06 ^(0,c)	0,26		5,09 ⁽⁰⁾	0,0000
L	-2,06 ^(6,c,t)	0,53		-3,89 ⁽⁰⁾	0,0004
U1	-2,16 ⁽⁰⁾	0,03			
U2	-2,04 ⁽⁰⁾	0,04			

38.Sektör (Metal Eşya ve Makine Sanayi)					
Düzye	t	p	1.Fark	t	p
Q	0,52 ⁽⁰⁾	0,82		-8,08 ⁽⁰⁾	0,0000
K	1,54 ⁽⁰⁾	0,96		-4,41 ⁽⁰⁾	0,0001
L	0,14 ⁽⁴⁾	0,71		-8,07 ⁽²⁾	0,0000
U1	-2,52 ⁽⁰⁾	0,01			
U2	-2,52 ⁽⁰⁾	0,01			

39.Sektör (Diğer İmalat Sanayi)					
Düzye	t	p	1.Fark	t	p
Q	0,79 ⁽⁴⁾	0,87		-1,62 ⁽⁰⁾	0,09
K	-0,58 ⁽⁰⁾	0,45		-6,15 ⁽⁰⁾	0,0000
L	2,14 ⁽⁰⁾	0,99		-3,23 ⁽⁰⁾	0,0024
U1	-2,48 ⁽⁰⁾	0,01			
U2	-1,59 ⁽⁰⁾	0,10			

Not: Akaike Info birim kök testi kritik değerleri %1=-2.660720, %5=-1.955020 ve %10=-1.609070' dir. Ayrıca Tabloda parantez içindeki gösterilen c, birim kök testi uygulamasında serinin sabitli, t ise trendli olduğunu gösterirken rakamlar ise gecikme sayısını göstermektedir.

Birim kök test sonuçlarına göre 33. alt sektörde (orman ürünleri ve mobilya sanayi) L değişkeni I=0 düzeyinde durağan ve K değişkeni de I=1 düzeyinde bile durağan değildir. Ayrıca 2.modelin hata terimi de I=0 düzeyinde durağan değildir. 35. sektörde (petro-kimya sanayi) ise K değişkeni I=0 düzeyinde durağandır. Dolayısıyla 33. ve 35. kodlu sektörlerde eş bütünleşme testi yapılmamıştır. Diğer sektörlerde eş bütünleşme için gerekli olan durağanlık koşulu sağlandığı için temel model çerçevesinde eş bütünleşme testi yapılmış ve alt sektörlerde teknolojik değişimin varlığı belirlenmiştir. Eş bütünleşme testi sonuçları Tablo-3.2'de yer almaktadır. Tablo-3.2 incelendiğinde; t istatistikleri, standart hatalar, R² ve düzeltilmiş R² değerlerinin anlamlı olduğu görülmektedir. Ayrıca sonuçlar değişen varyans, otokorelasyon ve çoklu doğrusal bağıntı gibi ekonometrik sonuçlar açısından da gerekli koşulları sağlamaktadır. Ayrıca R² değerlerinin pozitif ve yüksek değerlerde çıkması, açıklayıcı değişkenlerle açıklanan değişken arasındaki ilişkinin kuvvetli olduğunu göstermektedir.

Eş bütünleşme testi sonucunda anlamlı sonuçlar elde edilen sektörler ve modeller aşağıda Tablo-3.2'de düzenlenmiştir.

Tablo-3.2: Eş Bütünleşme Sonuçları

	Bağımlı Değişken	Bağımsız Değişken				Regresyonun Anlamlılığı R ²
		LnA	LnK	LnL	LnQ/L	
31.Sektör (Gıda İçki ve Türlün Sanayi)	LnQ	0.216218	0.55265	1.343204		0.99
		0.045643	0.082047	0.204132		
		4.737148	6.735586	6.580063		
34.Sektör (Kağıt Kağıt Ürünleri ve Basım Sanayi)	lnQ/L	0.087877			1.084555 0.007136 151.9776	0.81
		0.054184				
		1.621812				
36.Sektör (Taş ve Toprağa Dayalı Sanayi)	LnQ	0.231055	0.612331	1.139954		0.89
		0.049235	0.106565	0.289010		
		4.692898	5.746082	3.944336		
37.Sektör (Metal Ana Sanayi)	lnQ/L	0.289403			1.053241 0.008826 119.3332	0.77
		0.068534				
		4.222793				
39.Sektör (Diğer İmalat Sanayi)	lnQ/L	0.229565			1.065716 0.014817 71.92760	0.16
		0.109309				
		2.100147				

Eş bütünleşme testi sonucunda istatistikî, ekonometrik ve ekonomik olarak anlamlı sonuçların yer aldığı alt sektörlerde teknolojik değişimin yönü, yukarıda açıklanan teorik bilgiler çerçevesinde hesaplanmış ve sonuçlar aşağıda Tablo-3.3'e aktarılmıştır.

Tablo-3.3: İmalat Sanayi Alt Sektörlerinde Teknolojik Değişimin Yönü

Sektör	Teknolojik Değişimin Yönü	Teknolojik Değişme Katsayısı
31. Sektör (Gıda İçki ve Tütün Sanayi)	Solow-nötr	0.3912
34. Sektör (Kağıt Kağıt Ürünleri ve Basım Sanayi)	Hicks-nötr	0.0879
36. Sektör (Taş ve Toprağa Dayalı Sanayi)	Solow-nötr	0.3773
37. Sektör (Metal Ana Sanayi)	Hicks-nötr	0.2894
39. Sektör (Diğer İmalat Sanayi)	Hicks-nötr	0.2296

Emek yoğun sektörlerden 31. sektör ile sermaye yoğun sektör olarak bilinen 36. sektörde Solow-nötr tipi teknolojik değişme gözlenirken diğer sektörlerde (34.,37. ve 39. sektörler) Hicks-nötr tipi bir teknolojik değişme yaşanmıştır. Solow-nötr teknolojik değişme, emek ve sermayenin bileşim oranlarında değişme olduğunu ve üretimde emeğin payının arttığını göstermektedir. Ancak bu emeğin payının artması, sermayenin payının mutlak anlamda azaldığı anlamına gelmemektedir. Faktörlerin her ikisinin de payı artarken emeğin artış hızı daha fazla olmuştur. Bu tip teknolojik değişimde sermayenin marjinal verimliliği artmaktadır. Hicks-nötr teknolojik değişimde ise sermaye ve emeğin bileşim oranlarında herhangi bir değişiklik yaşanmamaktadır. Faktörlerin üretimdeki payı artmış olsa bile bu artış dengeli bir artış olup faktör bileşim oranlarına etkisi görülmemektedir.

4.SONUÇ

Bu çalışmada Türkiye ekonomisinin istihdam, katma değer, dış ticaret gibi kriterler dikkate alındığında en önemli sektörü olan sanayi sektörünün bir alt dalı olan imalat sanayinde 1975–2001 dönemi itibariyle teknolojik değişimin yönü belirlenmeye çalışılmıştır. Yapılan analiz sonucunda, elde edilen bulguları şu şekilde özetlemek mümkündür:

1. Ele alınan 1975-2001 döneminde (31 kodlu) gıda içki ve tütün sektöründe teknolojik değişimin yönü Solow-nötr tipi teknolojik değişimdir. Söz konusu sektör, emek yoğun bir sektör iken yaşanan teknolojik değişimde yine emek kullanımlı sermaye tasarruf edici Solow-nötr tipi bir teknolojik değişim ortaya çıkmıştır.

2. Emek yoğun bir sektör olarak bilinen kağıt, kağıt ürünleri ve basım sanayinde (34 kodlu sektör) gözlenen teknolojik değişim tipi ise emek ve sermayenin aynı oranda kullanıldığı Hicks-nötr tipi bir teknolojik gelişimdir. Sektörün teknolojik yapısında herhangi bir değişim yaşanmamıştır.

3. Taş ve Toprağa dayalı sektörde (36 kodlu) yaşanan teknolojik değişimin yönü Solow-nötr tipi bir değişimdir. Sermaye yoğun olan bu sektörde giderek daha fazla oranda emek kullanımı söz konusu olmuştur. Bu ise sektörde kullanılan teknolojinin emek kullanımlı teknoloji yönünde yavaş da olsa bir değişim olduğunu göstermektedir.

4. Ana metal sanayinde(37 kodlu) teknolojik değişim emek ve sermayenin aynı oranda değiştiği Hicks-nötr teknolojik değişim yönüdür. Sektör mevcut teknolojik yapısını korumuştur.

5. Diğer imalat sanayinde (39 kodlu) ise teknolojik değişim Hicks-nötr tipi teknolojik değişimdir. Bu sektörde de teknolojik değişim mevcut yapısını koruyarak devam etmiştir.

Sonuç olarak, Türk İmalat Sanayinde teknolojik değişimin yönü bazı sektörlerde hiç değişmeden aynı kalırken (34, 37, ve 39 kodlu sektörlerde) diğer bazı sektörlerde (31 ve 36 kodlu) ise daha çok emek faktörü kullanmayı gerektiren Solow-nötr tipi bir teknolojik değişimin yaşandığı yönündedir. Özellikle Solow-nötr teknolojik değişimin yaşanması, ülke kalkınması ve gelişmiş ülkeler düzeyine erişme bakımından endişe verici bir sonuç olarak yorumlanabilir. Bu sektörlerde kullanılan teknoloji düzeyinin daha çok sermaye kullanımlı olması yerine daha fazla oranda emek kullanımını gerektiren teknolojiler olması, emek yoğun (31 kodlu) sektörün giderek sermaye yoğun bir sektöre dönüşmediğini ve (36 kodlu) sermaye yoğun sektörün ise giderek emek yoğun bir sektöre dönüşme eğilimine girdiğini göstermektedir. Bu sonuçlar da gerek uygulanan ekonomi politikalarının teknolojik gelişimin sağlanmasında başarılı olmadığını gerekse de yabancı doğrudan yatırımlar aracılığıyla teknoloji transferinin

gerçekleşemediğinin bir göstergesi olabilmektedir. Ayrıca 1980 döneminden sonra dışa açık kalkınma stratejisinin benimsenmesi, Türk İmalat Sanayinin batı ülkelerinin kullandığı teknoloji düzeyine erişmede başarısız olduğunu ve bu ülkelerin teknolojik etkileşiminden olumsuz yönde etkilendiğini göstermektedir. Diğer taraftan Türkiye ekonomisinde sürekli olarak yaşanan devalüasyonların ithal teknolojiyi yurtiçine getirme maliyetini arttırırken emek faktörüne zorunlu olarak yönelmeyi sağlamıştır. Ayrıca işsizliğin uzun yıllardan beri önemli bir ekonomik sorun olarak çözümlenememesi, uygulanan politikaların emek tasarrufu sağlayan teknolojik gelişme yerine daha çok emek kullanan Solow-nötr teknolojik gelişmeye yol açmasına neden olmuştur.

Türkiye'nin gelişmiş ülke ekonomilerini yakalayabilmesi, üretimde kullanılan teknolojinin sermaye kullanımlı olması gerekmektedir. Diğer taraftan kısa dönemde işsizlik sorunlarına yol açması beklenen bu tür politika uygulamaları, uzun dönemde yeni iş kollarının doğması ile neden olduğu işsizlik sorununa çözüm olabilecektir. Sonuç itibariyle Türkiye, teknolojisi herkes tarafından bilinen ve ülkeye rekabetçi üstünlük kazandırmayan mallar üretmek yerine; sermaye yoğunluğu yüksek ve rekabet gücü kazandıracak teknolojiler ve bu teknolojilerin kullanıldığı malların üretimine yönelmesi gerekmektedir.

KAYNAKÇA

- Avlan, Arzu; 2006; "Sources of Growth in Turkish Public and Private Manufacturing Sectors"; DEÜ İİBF Dergisi; Cilt:21; Sayı:1; ss.47-69.
- Ansal, H.; 1992; "Sektörel gelişme Stratejileri"; 3.İzmir İktisat Kongresi; 4-7 Haziran; İzmir.
- Cobb, Charles W.; Douglas, Paul H.; 1928; "A Theory of Production"; The American Economic Review; Vol:18; No:1; March; ss.139-165.
- Çoban, Orhan; 2001; Türkiye Tekstil Endüstrisinin Üretim Yapısı ve Karşılaştırmalı Rekabet Gücü; (Yayınlanmamış Doktora Tezi);Cumhuriyet Üniversitesi SBE; Sivas.
- Desai, Padma;1985; "Total Factor Productivity in Postwar Soviet Industry and its Branches"; Journal of Comparative Economics; Vol:9; No:1; ss.1-23.
- Dikmen, Nedim; 2005; "Cobb-Douglas üretim fonksiyonu:Ünye Çimento Uygulaması" İktisat İşletme ve Finans; 20.Yıl Ağustos; ss.106-113.
- Erol, İ.; (1991); "İşletmelerde Teknolojik Değişme; Strateji ve yapı Arasındaki İlişkiler"; MPM Verimlilik Dergisi; No:1991/2.

- Heathfield, David F.; Wibe, Sören; 1987: *An Introduction to Cost and Production Functions*; MacMillan Education Publ.; London; UK.
- Hollandez S.; 1965; "The Sources of Increases Efficiency: A Study of DuPont Rayon Plants"; MIT Pres; Cambridge; Mass.
- Jones, Charles I.; 2003; "Growth, Capital Shares, and a New Perspective on Production Functions"; 12 June; ss.1-45; <http://elsa.berkeley.edu/~chad/alpha100.pdf> erişim:06.02.2007
- Jones, Charles I.; 2005; "The Shape Of Production Functions And The Direction Of Technical Change"; *The Quarterly Journal of Economics*; May; ss.517-549.
- Katz, J.; 1980; "Domestic Technology Generation in LCD's: A Review of Research Findings"; IDB/ECLA Research Programme on Science and Technology; Working Paper No.35; Buenos Aires.
- Katz, J.; 1987; "Domestic Technology Generation in LCD's"; (Ed. J.M. Katz) *Technology Generation in Latin American Manufacturing Industries*; Macmillan; London.
- Kırım, Arman; 1990; *Türkiye İmalat Sanayinde Teknolojik Değişim*; TOBB Yayın No.145; Ankara.
- Michl, Thomas R.; 1999; "Biased Technical Change and the Aggregate Production Function"; *International Review of Applied Economics*; Vol. 13; No. 2; ss.193–206.
- Nakamura, Masao; 2005; "Technical Change in a Bubble Economy: Japanese Manufacturing Firms in the 1990s"; ss.1-31; <http://www.eea-esem.com/files/papers/EEA-ESEM/2006/138/esem2006.pdf> erişim:06.02.2007.
- OECD; 1981; *North / South Technology Transfer, The Adjustment Ahead*; OECD; Paris.
- Poiri, Dale J.; 1975; "On the Use of Cobb-Douglass Splines"; *International Economic Review*, Vol:16; No:3; October; ss.733-744.
- Reder, M.W.;1943; "An Alternative Interpretation of Cobb Douglas Function"; *Econometrica*; Vol: 11; No:3/4; Jul-October; ss.259–264.
- Salter, W.; 1966; *Productivity and Technical Change*; Cambridge University Pres; Cambridge.
- Saraçoğlu, Bedriye; Suiçmez, Halit; 2006; "Türkiye İmalat Sanayinde Verimlilik, Teknolojik Gelişme, Yapısal Özellikler ve 2001 Krizi Sonrası Reel Değişimler–1980-2005", <http://www.tek.org.tr/dosyalar/SARACOGLU-SUICMEZ.doc> erişim:28.02.2007.
- Saygılı, Şeref ve Diğerleri; 2005; *Türkiye Ekonomisinde Sermaye Birikimi, Verimlilik ve Büyüme:1972-2003*; DPT Yay.; No:2286; Ankara.

- Solow, R.M.; 1957; "Technical Change and The Aggregate Production Function"; Review of Economics and Statistics; August.
- Tekeliođlu, Muammer; 1993; Sanayi Yıllığı-1993; Türkiye Kalkınma Bankası; Ankara.
- Tiryakioğlu, Murad; 2002; "Yenilikçi Rekabet Stratejileri Açısından Türk İmalat Sanayii Ve Yenilikçilik"
<http://iibf.ogu.edu.tr/kongre/bildiriler/12-02.pdf> erişim:28.02.2007
- Tuncer, İsmail; Özüğurlu, Yasemin; 2004; "Türkiye Ekonomisinde Büyüme ve Sektörel Üretkenlik Analizleri: Bölgesel Karşılaştırmalar 1980-2000"; Türkiye Ekonomi Kurumu Tartışma Metni; No: 2004/24; Aralık; ss.1-86, <http://www.tek.org.tr> erişim:06.02.2007.
- TUİK; Türkiye İstatistik Yıllığı; TUİK Yay.; Çeşitli Yıllar.
- Walters, A.A.; 1963, "Production and Cost Fncion: An Econometric Survey", *Econometrica*, Vol:31, No:1/2(Jan.-Apr.), ss.1-66.