

İMALAT SANAYİNDE TEKNOLOJİK ÖĞRENME

Murat KARAÖZ*

Özet :

Teknolojik değişim ekonomik refah artışının temel unsurlarından birisi olarak kabul edilmektedir. Teknolojik değişim sürecini ölçebilme ve izleyebilme, teknoloji politikalarını sürekli olarak değerlendirebilme ve yönlendirme açısından büyük önem taşımaktadır. Çalışmamızda, bu değişim sürecini ölçmede kullanılan araçlardan birisi olan "teknolojik öğrenme oranı" yaklaşımı yardımıyla, Türkiye'de, imalat sanayi sektöründe, 1981-2000 döneminde meydana gelen sektörel teknolojik değişim süreci analiz edilmektedir. Makalenin ilk kısmında teknoloji, teknolojik yetenek ve teknolojik öğrenme kavramlarından bahsedilmekte ve gelişmekte olan ülkeler açısından kısa bir değerlendirme yapılmaktadır. Daha sonra tahminde kullanılacak modelin matematiksel olarak türetilmesi gösterilmektedir. Model yardımıyla, Türk imalat sanayinin 28 alt sektörü için teknolojik öğrenme oranları tahmin edilmekte ve tahmin sonuçları kullanılarak sanayii açısından bir durum değerlendirmesi yapılmaktadır. 0 değerine yaklaştıkça iyileşen ve 1 değerine yaklaştıkça kötüleşen öğrenme oranı, dünyada yapılan çeşitli araştırmalarda tahmin edilmiş ve fiili öğrenme oranlarının çoğunun çeşitli sektörlerde 0.65 ile 0.95 aralığında değiştiği anlaşılmıştır. Bu çalışmamız ise, Türk imalat sanayinde bu değerlerin 0.72 ile 1.05 arasında değiştiği göstermektedir. Ayrıca, 28 alt sektörden 17 tanesinin 0.72 ile 0.80 aralığında bir öğrenme oranı değeri yakaladığı anlaşılmıştır. Tahmin sonuçları, "kömür ve petrol türevleri" sektörünün, Türkiye'de, tüm sektörler arasında "teknolojik unutma" süreci yaşıyan tek sektör olduğunu ortaya koymuştur.

Anahtar Kelimeler: Teknolojik öğrenme, teknoloji, imalat sanayii, öğrenme eğrisi.

TECHNOLOGICAL LEARNING IN MANUFACTURING INDUSTRY

Abstract:

Technological change has been accepted as one of the main factors behind the increase in economic welfare. Measuring and monitoring of the technological change is necessary for continuous evaluation and management of technology policies. This paper, to measure this change, employs one of the

* Yrd.Doç.Dr., Süleyman Demirel Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü, mkaraoz@iibf.sdu.edu.tr.

approaches that are called the “technological learning rates” approach and estimates technological learning rates for Turkish manufacturing industry for 1981-2000 period. In the first part of the paper, technology, technological capabilities and learning concepts have been introduced and their significances for developing countries have briefly been discussed. Later, mathematical derivation of the model used for estimation has been shown. Finally, using the model, technological learning rates have been estimated for 28 sub-sectors of Turkish manufacturing industries and their implications have been discussed. The technological learning rate improves as it approaches to 0 and worsen towards 1. Studies conducted on estimation of technological learning rates at industry level report that they mostly vary between 0.65-0.95. This paper shows that, in Turkey, these rates vary between 0.72-1.05. Moreover, 17 of 28 sub-sectors have accomplished a learning rate between 0.72-0.80. Among all sub-sectors, “Coal and Petroleum Derivatives” sector has been the only one which experienced “technological forgetting”.

Keywords: Technological learning, technology, manufacturing industry, learning curve.

GİRİŞ

Günümüzün bilime dayalı ekonomik yapılanmasında, teknolojik ilerlemenin, endüstriyel kalkınma ve ulusal ekonomik büyümenin ve rekabetçi kalabilmenin temel unsuru olduğu düşüncesi hemen herkes tarafından genel kabul görmektedir. (OECD, 1996; Kim 1999). Hem gelişmiş ve hem de gelişmekte olan ülkelerde üretkenliği artırmada teknolojik ilerlemeye büyük önem atfedilmektedir. Teknolojik ilerlemeler, emek ve sermaye girdilerinin verimliliklerinde önemli artışlara neden olmakta ve böylece ya var olan ürünlerin, hizmetlerin ve sistemlerin kalitelerinin yükseltilmesi ya da yenilerinin ortaya çıkması mümkün olmaktadır (Mitchell, 1999). Teknolojik değişimin hızlandırılması ve yapısının geliştirilmesi çabaları, gelişmekte olan bir ülke olan Türkiye açısından büyük önem arz etmektedir. Türkiye’de 1960’lardan başlayarak planlı olarak sürdürülen ve 1980 yılında gerçekleşen liberalleşme dalgası sonucu giderek daha fazla oranda önem kazanan sanayileşme ve teknolojik ilerleme, hükümetlerin sürdürdüğü kalkınma politikalarının temel taşlarından birisi haline gelmiştir. Liberalleşme ve dışa açık büyüme hamlesinin bir sonucu olarak gerek ülke içinde gerekse ülke dışındaki piyasalarda rekabetin artması, Türkiye’nin üretim yaptığı pek çok alanda dünyadaki teknolojik değişime ayak uydurması zorunluluğunu ortaya çıkarmıştır. Bu da çeşitli sektörlerde teknolojik değişim ve bilgi birikimini hızlandırıcı etkiler ortaya çıkarmıştır. Çalışmamızda, üretimin ve üretkenliğin önemli bir parçasını oluşturmakta olan teknolojik ilerlemelerin, Türkiye’de hangi hızla gerçekleştiği

hakkında bir fikir edinebilmek amacıyla imalat sanayinde sektörel teknolojik öğrenme oranları tahmin edilmektedir. Sektörel teknolojik öğrenme oranları, bir yandan tek başlarına herhangi bir sektörün ilerleme hızı hakkında bilgi verirken, diğer yandan da Türkiye'deki başka sektörlerin performansları ile karşılaştırma imkânı sunmaktadır. Teknolojik öğrenme oranlarının düzenli olarak hesaplanması, ekonomik politika aracı olarak da önem arz etmektedir. Sektörlerin hâlihazırdaki öğrenme oranları tespit edilerek gelecekte bu oranlardaki değişimlerin takip edilmesi hükümetler tarafından uygulanacak politikaların etkinliğini izleyebilmek açısından yararlanılabilecek yeni bir yaklaşım olarak değerlendirilebilir.

I) TEKNOLOJİK YETENEKLER VE ÖĞRENME

Teknoloji, ekonomik değer ortaya çıkarmada yardımcı olan her türlü fikirler kümesi olarak tanımlanmaktadır. Bu fikirler, tüm mal ve hizmetlerde, bu mal ve hizmetlerin meydana çıkarılmasında kullanılan ürün ve süreçlerde ve bütün bunların yürütüldüğü idari yapılanmalarda ve tesislerde içerilmiştir (Lipsey, 1999: 9). Diğer bir tanıma göre, teknoloji makine ve metotlarda içerilmiş olan sebep sonuç ilişkileri bilgisidir. (Ferguson, 1995: 10). Yapılan pek çok çalışma, gelişmekte olan ülkelerin uluslararası rekabet gücünü elde edebilmeleri ve sürdürebilmeleri için teknolojik yeteneklerini geliştirmeleri gerektiğini ortaya koymuştur. Teknolojik yetenekler ise, teknolojinin etkin bir şekilde kullanılabilmesi, dışardan edinilen teknolojinin içselleştirilmesi ve adapte edilmesi veya yeni bir teknolojiyi üretmesi süreci olup firma, bölge, sektör (endüstri) yada ülke düzeyinde incelenebilmektedir (Malecki, 1997:33-36).

Teknolojik öğrenme, teknolojik yeteneklerin içselleştirilmesi süreci olarak tanımlanmaktadır. Gelişmekte olan ülkelerde bu süreç belirgin olarak üç aşamada ortaya çıkmaktadır. İlk aşamada, gelişmiş ülkelerden transfer yoluyla elde ettikleri teknolojilerden bir kısmını aynen taklit ederek yenilerini üretmektedirler. İkinci aşamada, gelişmekte olan ülkeler, edinilen bu teknolojiler ile teknolojik öğrenme süreçleri içerisinde zaman içerisinde var olan teknolojilerde bazı küçük teknolojik değişiklikler ve yenilikler yapma yeteneği kazanmaktadır. Bu değişiklik ve yenilik yapabilme yeteneğinin büyüklüğü ise gelişmekte olan ülkenin ortaya koyduğu öğrenme çabasına bağlı olarak önemli farklılıklar göstermektedir. Son aşama ise yenilik aşaması olup, gelişmekte olan ülkenin kendi başına teknoloji üretebilme yeteneği edindiğini anlatmaktadır. Bu aşama oldukça sağlam bir teknolojik bilgi birikimi ve çaba gerektirmektedir. Günümüzde gelişmekte olan ülkeler içerisinde üçüncü aşamaya geçebilmiş ülkeler arasında Güney Kore, Singapur ve Tayvan gibi sayılı Asya ülkeleri gösterilmektedir. (Kim, 2001; Lee, 2002).

Bir ekonomide veya sektörde teknolojik öğrenmenin etkin bir şekilde sağlanabilmesi, içerisinde barındırdığı tek tek firmalar ve çalışanlarının öğrenme süreçleri yaşamalarını gerektirmektedir. Firma içerisinde var olan bilgi birikimi ve modern yönetsel yapılanmalar öğrenmeyi hızlandırıcı etkiler yapmaktadır. Bununla birlikte, firmalar ve çalışanlar tek başlarına sektörden ve ekonomiden kopuk ve izole bir şekilde öğrenemezler. Sağlıklı bir öğrenme ortamı güçlü firma içi bağlantıların yanı sıra dış dünya ile de anlamlı ve etkin bağlantılar kurmayı gerektirmektedir.

Başarılı bir teknolojik öğrenme süreci, ilkel ve amaçlı bir teknolojik çaba ve uzun soluklu bir sorumluluğu gerektirmektedir. Gelişmekte olan ülkelerin, öğrenme aktivitelerinin sadece dışa yani temel olarak gelişmiş ülkelere bağlı olduğu durumdan kurtularak, aynı zamanda kendi içsel kaynakları ile de öğrenen bir yapıya geçme çabası içerisine girmeleri gerekmektedir. Bunu sağlamada bir bütün olarak ekonomideki üreten ve üretime destek sağlayan ortamın kalitesi önem taşımaktadır. Araştırma ve geliştirme faaliyetleri, üretim faaliyetleri, firmalar arası şebekeleşmeler ve kümelenmeler öğrenmeyi artırırken ekonomide var olan kurumsal, ekonomik ve sosyal yapılar ve politikalar destek sağlamaktadırlar. Bu destek büyük önem taşımaktadır. Ekonomide kurumsal, ekonomik ve sosyal yapılar denince akla üniversiteler, talep ve arz yapısı, işgücü piyasası, devletin sunduğu temel sağlık, adalet, eğitim, altyapı ve güvenlik hizmetlerinin yanı sıra araştırma destek, teşvik ve danışmanlık olanakları, birlik, oda ve benzeri kuruluşlar, sosyal ve ticari değerler ve alışkanlıklar gelmektedir. (Lipsey, 1999:9; Fisher, 2000; Edquist, 1997).

Teknolojik bilgileri öğrenebilmek her zaman kolay bir şekilde gerçekleşmemektedir. Bazı bilgileri öğrenmek uzun çaba ve süreç gerektirmektedir. Bilgilerin öğrenilme zorluğu, içerdiği “kapalı (*tacit*) bilgi” düzeyine göre değişmektedir. Kapalı bilgi anlaşılması ve kayıt altına alınması zor olan ve çaba gerektiren bilgilerdir. Kapalı bilginin tersi açık bilgidir. Açık (*explicit*) bilgi anlaşılması ve kayıt altına alınması kolay olan bilgilerdir (David ve Foray, 2001). Diğer taraftan kapalılık ve açıklık kısmen görelidir. Bir gruba yada kişiye göre kapalı olan bilgi, başka bir grup yada kişiye göre açık olabilir. Kapalı bilgiler zamanla açık bilgiye dönüşebilir. Gelişmiş batı ülkelerinin geliştirmekte olduğu yüksek teknoloji içerikli ürünler, yüksek oranda kapalı bilgiler içerdiğinden diğer ülkeler tarafından kolaylıkla öğrenilememektedir. Özellikle bu tür teknolojik ürünlerin veya teknolojilerin dünyaya yayılması yada öğrenilmeleri (açık bilgiye dönüşmeleri) uzun zaman alabilmektedir. Gelişmekte olan ülkelerin bu tür teknolojileri çözebilmesi, hiç şüphesiz belirli bir teknolojik bilgi birikimi ve çaba gerektirmektedir.

II) ÖĞRENME EĞRİSİ

İlk olarak uçak üretiminde gözlemlenerek ortaya atılan öğrenme eğrisi, üretilen mal sayısı ikiye katladıkça emek verimliliğinin arttığı ve birim üretim maliyetlerinin ve süresinin belli bir oranda düştüğünü ifade etmektedir. Bu maliyet düşüşü, çalışanların işlerini tekrar etmelerine ve giderek daha hızlı ve daha az hata ile üretim yapmayı öğrenmelerine bağlanmıştır. Öğrenme sayesinde, araştırma geliştirme, montaj, makine tamir bakım ve yönetim gibi tüm seviyelerinde görev alan personelin üretime harcaacağı zamanın, yeni ürünler üretildikçe giderek azalacağı ve ayrıca kullanılan her türlü malzeme ve parçanın atıklarının da daha önce üretilen ürünlere oranla daha az olacağı vurgulanmıştır. (Jackson, 1998; Yelle, 1979).

Arrow (1962), "yaparak öğrenme" fikrini ortaya atmış ve öğrenme eğrisini makro ekonomik platforma taşımıştır. Günümüzde öğrenme eğrisi bireysel, örgütsel, bölgesel, ulusal ve sektörel çalışmalar için kullanılmaktadır. Buna göre sektörel (endüstriyel) öğrenme ve bundan türetilen öğrenme eğrisi, bir bütün olarak belli bir üretim sektörünün ya da endüstrinin nasıl bir öğrenme sürecinden geçtiği konusu ile ilgilenmektedir (OECD/IEA 2000).

Öğrenme eğrisi kümülatif toplam maliyet eğrisinden elde edilmektedir. (Jackson, 1998).

$c_t = t$ döneminde birim ürün maliyeti

$c_1 =$ baz alınan yılda birim ürün maliyeti

$X_t = t$ döneme kadar yapılan kümülatif üretim miktarı.

$-a =$ öğrenme indeksi yada öğrenme eğrisi esnekliği. ($a > 0$)

t dönemi ürün birim maliyetinin, c_t , ilk yıl ürün birim maliyeti, c_1 , ile ilişkili olduğunu ifade eden öğrenme eğrisi, cebirsel olarak aşağıdaki şekilde yazılmaktadır (Argote ve Epple, 1990):

$$c_t = c_1 X^{-a} \quad (1)$$

(1) numaralı ifade, üretilen t 'nci birimin maliyetinin, o maldan üretilen ilk birim ile kümülatif üretim miktarının azalan bir fonksiyonu olduğunu göstermektedir. Bu denklemden hareketle, üretilen ilk birimin üretilen t 'nci birime oranı elde edilir:

$$X_t^a = \frac{c_1}{c_t}$$

$(c_1 / c_t) > 1$ olması, üretilen ilk birimin maliyetinin, daha sonra üretilen ürünlerin birim maliyetinden daha büyük olacağını göstermektedir. Öğrenmenin söz konusu olduğu tüm durumlarda bu oranın birden büyük olması beklenir.

(1) numaralı denklemde yer alan öğrenme esnekliği, $-a$, yardımıyla öğrenme oranı elde edilmektedir. Öğrenme oranı, d , kavramı üretim her ikiye katladığında kümülatif birim başına maliyetin giderek hangi oranda azaldığını göstermektedir ve,

$$d = 2^{-a} \quad (2)$$

şeklinde hesaplanmaktadır (Badiru, 1992). Öğrenmenin söz konusu olduğu durumlarda, öğrenme oranının 0 ile 1 (yada % 0 ile % 100) arasında olması beklenmektedir. Öğrenme oranı değeri 0'a doğru yaklaştıkça öğrenme hızı ve performansı artmakta ve 1'e doğru yaklaştıkça düşmektedir. Öğrenme oranının 1'den büyük olması durumunda ise öğrenme yerine bilgilerin "unutulması" ya da "güncelliğini yitirmesi" durumu meydana gelmiş olmaktadır ve istenmeyen bir durumdur. Özellikle zaman içerisinde gerek insan kalitesi ve gerekse ekipman açısından kendini gerektiği gibi yenilemeyen ve yeterli düzeyde araştırma geliştirme ve yenilik faaliyetlerinde bulunmayan sektörlerde bu durum ortaya çıkmaktadır (Gregersen ve Johnson, 2001).

III) ÖĞRENME EĞRİSİNİN ÜRETİM FONKSİYONUNA İÇERİLMESİ

Pramongkit ve diğerleri (2000 ve 2002) yaptıkları çalışmalarda geleneksel makro ekonomik üretim fonksiyonuna öğrenme eğrisini dahil ederek sektörel teknolojik öğrenme oranlarını tahmin etmektedirler. Bu çalışmada da aynı model kullanılmaktadır. Model, Neoklasik üretim fonksiyonu ve öğrenme fonksiyonu kullanılarak elde edilmektedir. Neoklasik üretim fonksiyonu bir ekonomideki üretim miktarının, Q , o malların üretiminde kullanılan emek, L , ve sermaye, K , girdilerinin bir fonksiyonu olduğunu ifade etmektedir. Model şu şekilde ifade edilmektedir:

$$Q_t = A_t K_t^\alpha L_t^\beta \quad (3)$$

Bu modeli doğrusal hale getirmek için logaritması alındığında,

$$\ln Q_t = \ln A_t + \alpha \ln K_t + \beta \ln L_t \quad (4)$$

elde edilir.

Fonksiyonda emek ve sermayenin produktivitesi sırasıyla α ve β değerleri ile belirlenmektedir. α sermayenin ve β emeğin üretim esnekliğidir. α ve β değerlerinin toplamı üretim fonksiyonunun ölçeğe göre getirisini göstermektedir. A_t sabiti ise çoklu faktör verimliliğidir ve t dönemindeki teknoloji seviyesini ifade etmektedir. A_t Teknoloji düzeyi ile kümülatif üretim miktarı X_t ve dolayısıyla teknolojik öğrenme arasında fonksiyonel ilişki:

$$A_t = HX_t^a \quad (5)$$

şeklinde ifade edilmektedir. Burada H , oransal ilişkiyi ifade eden katsayıdır, ($H > 0$). $a > 0$ olduğundan, X_t değeri büyüdükçe A_t değeri giderek daha büyük değerler alacaktır. (5) numaralı denklemin logaritması,

$$\ln A_t = \ln H + a \ln X_t \quad (6)$$

şeklinde (6) numaralı denklem (4) numaralı denklemde yerine yazıldığında

$$\ln Q = \ln H + a \ln X_t + \alpha \ln K_t + \beta \ln L_t \quad (7)$$

elde edilir. Ayrıca, emek, K , ve sermaye, L , değişkenleri arasında üstel bir fonksiyonel ilişki olduğu varsayılmaktadır:

$$K_t = \mu L_t^\lambda \quad (8)$$

(8) numaralı denklemin logaritması alınarak (7) numaralı denklemde yerine yazıldığında:

$$\ln Q = \ln H + a \ln X_t + \alpha(\ln \mu + \lambda \ln L_t) + \beta \ln L_t \quad (9)$$

ve buradan da eşitliğin her iki tarafına da $\ln L_t$ 'nin negatifi eklendiğinde,

$$\ln(L/Q)_t = (-\ln H - \beta \ln \mu) - a \ln X_t + (1 - \beta - \alpha\lambda) \ln L_t \quad (10)$$

ifadesi elde edilmektedir. (10) numaralı denklemi sadeleştirmek için,

$$\phi_1 = (-\ln H - \beta \ln \mu), \quad \phi_2 = (1 - \beta - \alpha\lambda) \ln L_t \quad \text{ve} \quad \ln c_t = \ln(L/Q)_t$$

olarak kabul edildiğinde, (10) numaralı denklem,

$$\ln c_t = \phi_1 - a \ln X_t + \phi_2 \ln L_t \quad (11)$$

olarak son şeklini almaktadır.

IV) TÜRK İMALAT SANAYİNDE TEKNOLOJİK ÖĞRENME

Çalışmamızda, (11) numaralı denklemde ifade edilen matematiksel model yardımıyla, 1981–2000 döneminde, Türk imalat sanayiine ilişkin teknolojik öğrenme eğrisi tahminleri yapılmakta ve teknolojik öğrenme oranları hesaplanmaktadır. Bu model tahminine ilişkin yirmi yıllık ISIC (International Standard Industrial Classification) üç haneli sektörel yıllık imalat sanayii verileri Devlet İstatistik Enstitüsü'nden temin edilmiştir. Model en küçük kareler yöntemi kullanılarak her bir sektör için ayrı ayrı tahmin edilmiş olup, tahmin sonuçları Ek-Tablo 1'de sunulmuştur.

Bu tabloda, ilk sütunda her bir sektöre ilişkin ISIC kodu, ikinci sütunda ise ilgili sektörün adı gösterilmektedir. Daha sonra gelen üç sütunda, (11) numaralı denklemde yer alan, sırasıyla, sabit terim, ϕ_1 , emek esnekliği, ϕ_2 , ve öğrenme esnekliği, $-a$, değerlerine ilişkin tahminler yer almaktadır. Her bir sektöre ilişkin t ve R^2 değerleri, hemen tüm sektörlerde, bazı durumlar dışında, tahmin sonuçlarının anlamlı olduğunu göstermektedir. Her bir satırda ilgili t istatistikleri tabloda parantez içerisinde sunulmaktadır. R^2 değerleri ise tablonun son sütununda yer almaktadır.

Tahmin sonuçlarını daha yakından görebilmek amacıyla, tablodaki bir sektöre ait tahmin sonuçlarını incelemek anlamlı olabilecektir. Diğer sektörlerle ilişkin tahmin değerleri de benzer şekilde yorumlanabilecektir. Örneğin tabloda, üçüncü satırda verilen 313 numaralı "içecek" sektörüne ait sabit terim -7.19 , emek esnekliği 1.07 ve öğrenme esnekliği -0.43 olarak tahmin edilmiştir. Ayrıca, bu katsayı tahminlerine ilişkin t değerleri, sırasıyla, (-1.47) , (3.58) ve (12.73) olmuştur. Tabloda altıncı sütunda, (2) numaralı denklem ve yine Ek-Tablo 1'de yer alan öğrenme esneklikleri yardımıyla hesaplanmış olan sektörel öğrenme oranları da sunulmaktadır. 313 numaralı içecek sektörüne ilişkin ve -0.43 değerine sahip öğrenme esnekliğinden türetilen öğrenme oranı 0.74 olarak gerçekleşmiştir. Buna göre içecek sektöründe üretim her ikiye katlandığında birim üretim maliyeti bir önceki düzeyin % 74'ü düzeyine gerilemektedir.

Yine, emek ve öğrenme esnekliği katsayı tahminlerinin yorumlanması, 313 numaralı içecek sektörü değerleri yardımıyla şu şekilde yapılabilecektir: 1.07 olan emek esnekliği, içecek sektöründe, çalışılan emek saatinde meydana gelen % 1'lik bir artışın, birim üretim maliyetini %1.07 oranında artıracığını göstermektedir. Dolayısıyla, pozitif emek esnekliği değeri, kullanılan fazladan emek saatinin ister istemez birim maliyetleri artırıcı etki meydana getireceğini ifade etmektedir. Diğer taraftan -0.43 olan öğrenme esnekliği; kümülatif üretimde meydana gelen % 1'lik bir artışın, birim başına üretim maliyetini % 0.43 oranında azaltacağını ifade etmektedir. Emek ve öğrenme oranlarına ilişkin bu yorumlar, içecek sektöründe fazladan emek saati kullanımının birim maliyetleri artırıcı bir etki yaparken, kümülatif üretim miktarının artmasının ise birim üretim maliyetleri azaltıcı bir etki yaptığını göstermektedir. Diğer sektörlerin aksine, 323, 354, 384, 385 ve 390 ISIC kod numaralı sektörlerde emek esnekliği katsayısının negatif olduğu anlaşılmaktadır. Emek esnekliğinin negatif olması kullanılan emek saati %1 artırıldığında birim üretim maliyetlerinin belli bir yüzde ile azalacağını ima etmektedir. Örneğin bu azalma 323 numaralı deri ve deri ürünleri imalatı sektöründe % 0.48'dir. Negatif emek esnekliği, aslında yeni işgücünün istihdamından daha çok, var olan işgücünün tam kapasite ile çalıştırılmadığı şeklinde yorumlanabilecektir. Bu durum özellikle sektörde yer alan kamu sektörü firmalarındaki atıl istihdamdan kaynaklanabilecektir. Ayrıca, 354

numaralı “çeşitli kömür ve petrol türevleri” sektöründe, diğer tüm sektörlerin aksine öğrenme esnekliğinin pozitif çıktığı anlaşılmaktadır. Bu, 0.07 katsayı tahmin değerine ilişkin t değeri (0.69) olup, düşüktür; böylece ilgili sektörde meydana gelen kümülatif üretim artışının, birim üretim maliyetlerine anlamlı bir etkisinin olduğu hipotezi reddedilmektedir. Diğer taraftan, pozitif öğrenme esnekliği tahmin değeri olan 0.07, %1’lik kümülatif üretim artışının, birim üretim maliyetlerinin % 0.07 oranında artıracığını işaret etmektedir.

Ek Tablo: 1’de yer alan sektörel öğrenme oranları, en başarılıdan itibaren, Tablo 1’de de sıralanmıştır. Tabloda, imalat sanayinde teknolojik öğrenme oranlarının 0.72 ile 1.05 (yada % 72 ile % 105) arasında değiştiği görülmektedir. Daha önce ifade edildiği gibi, öğrenme oranının 0’a yaklaşması, öğrenme performansının daha da yüksek olduğu anlamına gelmektedir. Buradan hareketle, tüm sektörler içerisinde en başarılı öğrenme performansına sahip sektörün, 352 ISIC kodlu “diğer kimyasal ürünler” sektörü olduğu görülmektedir; Bu sektör, 0.72 öğrenme oranı ile tüm 28 sektör içerisinde birinci olmuştur. Diğer taraftan, 354 ISIC kodlu “kömür ve petrol türevleri” sektörü, 28 sektör arasında 1.05 öğrenme oranı ile ($- a > 1$; kümülatif üretim arttıkça, birim üretim maliyeti de artmaktadır) sonuncu olabilmıştır.

Tahmin sonuçlarına göre, “kömür ve petrol türevleri sektörü” Türkiye’de, tüm sektörler arasında “teknolojik unutmama” süreci yaşayan tek sektör olarak karşımıza çıkmaktadır. Çünkü bir sektörde öğrenmenin olabilmesi için öğrenme oranının 1 değerinin altında gerçekleşmesi gerekmektedir. 354 numaralı sektörün durumunun hükümet yetkilileri, sektör stratejistleri ve yöneticileri tarafından mercek altına alınması gereği ortaya çıkmaktadır. Tahmin sonuçları, sektörün teknolojik bilgi birikimi kazanma, sermaye stokunu yenileme ve araştırma geliştirme çalışmaları yapma gibi aktivitelerde dünya standartlarının oldukça gerisinde kaldığını ima etmektedir. Bu durum sektörün uluslararası rekabet gücünün zaman içerisinde azaldığının sinyallerini de vermektedir. Tablo 1’e göre, diğer tüm sektörler 1 değerinin altında bir teknolojik öğrenme oranına sahip gözükmemektedir. Ancak, yine de, var olan öğrenme oranları ve performansları ile yetinmeyip, sektörel öğrenmelerin daha da hızlandırılabilmesine yönelik çabaların artırılmasının yolları tüm sektör yetkililerince masaya yatırılmalıdır.

Tablo: 1’de yer alan son sütun, sektörlerin teknoloji yoğunluklarını göstermektedir. Teknoloji yoğunluklarını gösteren bu sınıflandırma OECD tarafından yapılmaktadır (OECD, 1999:106) ve belli aralıklarda güncellenmektedir. Bu sınıflandırmaya göre, ekonomilerde var olan sektörler, sahip oldukları teknoloji yoğunlukları, vasıflı ve vasıfsız emek istihdamı, ürün yaşam ömrü içerisindeki yeri ve ar-ge aktiviteleri dikkate alınarak yüksek, orta-yüksek, orta-düşük ve düşük olmak üzere dört farklı grupta incelenmektedir. Tabloda yer alan son sütun, Türkiye’de var

olan 3 haneli 28 adet sektörün teknoloji yoğunluklarını göstermektedir. Tabloya göre, Türkiye’de yer alan 6 sektör orta-yüksek, 11 sektör orta-düşük ve 11 sektör de düşük teknoloji yoğunluklu sektörler olarak sınıflandırılmaktadır. Her ne kadar bu sektörlerin üç tanesinin içerisinde ileri teknoloji içerikli aktiviteler olsa da, Türkiye’de, OECD standartlarında, tamamen yüksek teknoloji sınıfına giren üç haneli imalat sanayi

Tablo : 1
Teknolojik Öğrenme Oranları ve Bu Oranlara Göre Sektörlerin Sırası

Sıra	ISIC	SANAYİ	Öğrenme Oranı	Teknoloji yoğunluğu
1	352	<i>Diğer Kimyasal Ürünler</i>	0.72	Orta-Yüksek
2	381	Metal Eşya	0.74	Orta-Düşük
3	313	İçecek	0.74	Düşük
4	371	Demir ve Çelik Metal Ana Sanayi	0.74	Orta-Düşük
5	382	Makine Sanayi (Elektrikli Makineler Hariç)	0.75	Orta-Yüksek (*)
6	383	Elektrik Makineleri ve Aygıtları	0.75	Orta-Yüksek (**)
7	342	Basım Yayın ve Bağlı Sanayii	0.76	Düşük
8	384	Taşıt Araçları	0.76	Orta-Yüksek (***)
9	385	Mesleki, ilmi ve diğer benzer aletler	0.78	Orta-Yüksek
10	331	Ağaç ve Mantar ürünleri (Mobilya hariç)	0.78	Düşük
11	362	Cam ve Cam Ürünleri	0.78	Orta-Düşük
12	332	Ağaç Mobilya ve Döşeme	0.78	Düşük
13	311	Gıda	0.79	Düşük
14	369	Taş ve Toprağa Bağlı Diğer	0.79	Orta-Düşük
15	356	Başka Yerde Sınıflandırılmamış Plastik Ürün	0.79	Orta-Düşük
16	372	Demir ve Çelik Dışındaki Metal Ana Sanayi	0.79	Orta-Düşük
17	361	Çanak, Çömlek, Çini porselen vb.	0.79	Orta-Düşük
18	321	Tekstil	0.81	Düşük
19	355	Lastik Ürünleri Sanayi	0.83	Orta-Düşük
20	322	Giyim (Ayakkabı Hariç)	0.83	Düşük
21	324	Ayakkabı	0.86	Düşük
22	314	Tütün	0.86	Düşük
23	351	Ana Kimya	0.88	Orta-Yüksek
24	323	Deri ve Deri Ürünleri İmalatı(Giyim-Ayakkabı Hariç)	0.88	Düşük
25	353	Petrol Rafinerileri	0.92	Orta-Düşük
26	341	Kağıt ve kağıt Ürünleri	0.93	Düşük
27	390	Diğer İmalat	0.95	Orta-Düşük
28	354	Çeşitli Petrol ve Kömür Türevleri	1.05	Orta-Düşük
--	3	TÜM İMALAT SANAYİ	0.79	-----

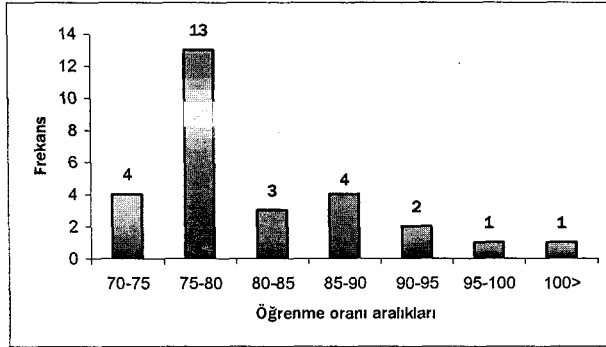
(*) 2000 yılı verilerine göre sektör üretiminin % 23.5’i yüksek teknoloji ürünlerine aittir.

(**) 2000 yılı verilerine göre sektör üretiminin % 18’i yüksek teknoloji ürünlerine aittir.

(***) 2000 yılı verilerine göre sektör üretiminin % 2’si yüksek ve % 6.3’ü orta-düşük teknoloji ürünlerine aittir.

sektörü bulunmamaktadır. Bu rakamlar Türkiye'nin teknoloji yoğun sektörlerdeki payının, dolayısıyla teknoloji yoğun ürünlerdeki rekabet gücünün zayıf olduğunu göstermektedir. Buradan da anlaşıldığı gibi orta-ileri teknoloji yoğunluğuna sahip sektörler, genel olarak en çok öğrenmenin gerçekleştiği sektörler olarak ortaya çıkmaktadır. Orta-yüksek teknolojilerdeki öğrenme oranı ortalaması 0.79 iken, orta-düşük teknolojili sektördeki öğrenme ortalaması 0.83 ve düşük teknolojili sektörlerde 0.82 olarak gerçekleşmiştir. Bu sonuç öğrenmenin teknoloji yoğunluğu ile olan pozitif ilişkisini görebilme açısından önem taşımaktadır; daha yoğun teknolojiler daha fazla öğrenme gerektirmektedir.

Dünyada yapılan endüstriyel öğrenme tahminlerine ilişkin çalışmalar, fiili öğrenme oranlarının çoğunun çeşitli sektörlerde 0.65 (% 65) ile 0.95 (% 95) aralığında değiştiğini ve ortalama öğrenme oranının ise 0.82 (%82) olduğunu göstermektedir (OECD/IEA, 2000: 14). Tablo 1, sektörel öğrenme oranlarının 0.72 ile 1.05 arasında değiştiğini göstermektedir. Türkiye'deki sektörel öğrenme oranlarına ilişkin sıklık dağılımını görebilmek amacıyla, öğrenme oranları beşerli aralıklara ayrılmış ve bu ayrımlara ilişkin dağılımlar Şekil 1'de sunulmuştur. Şekilde de görüldüğü gibi, Türkiye'deki 28 sektörden 13 tanesi %75-80 (0.75- 0.80) aralığında bir öğrenme gerçekleştirmiştir. Diğer 15 sektör ise, geri kalan altı öğrenme aralığı tarafından belli sayılarda paylaşılmıştır. 18 sektör, OECD endüstriyel öğrenme ortalaması olan 0.82'den daha üstte bir performans sergilemiştir.



Şekil : 1
İmalat Sanayi Sektörleri Teknolojik
Öğrenme Oranlarının Frekans Dağılımları

Türkiye'de teknolojik öğrenme hızının artırılmasına yönelik çabalar artırılmalıdır. Elde ettiğimiz teknolojik öğrenme oranları, Türkiye'nin teknolojik birikim sürecinin

belirli bir hızda devam ettiğini göstermektedir. Ancak, daha hızlı öğrenme, daha kısa sürelerde daha hızlı teknolojik bilgi birikimi sağlama ve sektörel üretim maliyetlerinde daha düşük seviyeleri yakalayabilme anlamına gelmektedir. Maliyet düşüşleri ise, hangi sektörde olursa olsun, ulusların rekabet gücünü olumlu yönde etkileyecektir.

Öğrenme hızı ne kadar artarsa, ekonomik birikim, maliyet düşüşü ve rekabet gücü o oranda kısa bir sürede artacaktır. Öğrenme ise, zaman, sermaye ve çaba gerektirmektedir. Teknolojik açıdan gelişmiş olan ülkeleri yakalayabilme yada en azından aradaki mesafeyi koruma günümüzde ancak teknolojik öğrenme hızının artırılması ile sağlanabilecektir. Teknolojik açıdan daha geride olan ülkelerin öğrenmelerinin yavaş ve yetersiz olması durumunda, ileri ülkelerin yakalanabilmesi imkanı azalacaktır. Bunun da ötesinde belki de teknolojik açıdan aradaki farkın daha da açılması ortaya çıkacaktır. Dolayısıyla, Türkiye'nin de, öğrenme oranlarını daha da geliştirebilme ve hızlandırabilmesinin yollarının araması gerekmektedir. Ekonomik politika yapıcısı yada destekleyicisi konumunda bulunan hükümet, üniversiteler ve diğer araştırma kuruluşları, sektör ve diğer sektörel menfaati olan grupların temsilcilerinin bir araya gelerek bu konu üzerinde somut politikalar ortaya koyan çalışmalar yapmaları gerekmektedir. Sektörel açıdan hangi unsurların teknoloji birikimini ve öğrenme sürecini etkilediği ve hangi mekanizmaların kullanılarak daha da etkin bir öğrenme sürecinin yakalanabileceği konuları irdelenmelidir. Var olan sorunlar yasal, finansal, sabit sermaye stoku, kamusal altyapı, vasıflı işgücü piyasası, eğitim ve diğer kamusal hizmetler ve diğer açılardan sınıflandırılarak çözüm yolları aranmalıdır.

Sektörel çeşitliliğin sağlanması ve teknoloji yoğun sektörlerin payının artırılmasına yönelik politikalar geliştirilmelidir. Analizimize konu olan sektörlerin çoğunun teknolojik açıdan düşük yoğunluklu olması, üzerinde düşünülmesi gereken bir durumdur. Bu nedenle, Türkiye'nin imalat sanayi üretim ve ihracatının çok önemli bir kısmı hammadde avantajı ve düşük teknoloji içerikli sanayi ürünlerine dayanmaktadır. Örneğin 1999 yılı OECD verilerine göre, Türkiye'nin toplam ihracatının %53.3'ü düşük ve % 20.3'u orta-düşük teknoloji içerikli ürünlerden oluşmaktadır. Bu rakamlar içerisinde geri kalan % 13.4'lük kısmın % 2.9'u orta-yüksek ve %6.8'lik kısım ise yüksek seviyede teknoloji içermektedir, (OECD, STI, 2001;207-208). Teknoloji yoğunluğu düşük olan sektörlerde rekabet gücü genel olarak kur avantajına yada ucuz iş gücüne dayanmaktadır. Bilgi yoğunluğu fazla yüksek değildir ve dolayısıyla bu tür sektörlerdeki öğrenme, teknoloji yoğun sektörlerde olduğu kadar maliyetli ve zaman alıcı değildir. Ancak bu tür sektörlerin katma değeri de düşük olduğundan refah seviyesini geliştirmede teknoloji yoğun sektörlerin yaptığı etkiyi yapmaları beklenmez. Ayrıca, yapılan çeşitli çalışmalar dünyada en hızlı gelişen ülkelerin ve zaten gelişmiş ülkelerin, teknoloji yoğun sektörlerde uzmanlaşan ülkeler olduğunu göstermektedir. Bu

nedenle, Türkiye, teknoloji ve bilgi içeriği yüksek ürünlerdeki üretim payını artırıcı politikalar geliştirmeli ve bu amaçla teknoloji yoğun sektörlerde öğrenme süreçlerini geliştirmenin yollarını aramalıdır.

Teknolojik değişim ve birikimin meydana gelebilmesi, teknolojik öğrenme süreci ile mümkün olmaktadır. Ancak, Teknolojik öğrenme süreci maliyetli ve zaman alan bir süreçtir. Özellikle, teknoloji yoğun sektörler daha fazla teknolojik öğrenme ve birikim gerektirdiklerinden, daha çok zaman, bilgi, çaba ve finansman gerektirmektedirler. Çünkü, sektördeki teknoloji yoğunluğu arttıkça öğrenilecek bilgi miktarı da artmaktadır. Teknolojik öğrenme kümülatif bir süreçtir; bugünün öğrenmesi, geçmişte yapılan öğrenmelerle ortaya çıkan bilgi birikimi üzerine bina edilmektedir. Özellikle teknoloji yoğun sektörlerde belirli öğrenme ve birikimlerin sağlıklı bir şekilde ortaya çıkabilmesi için güçlü bir teknolojik öğrenme ve birikim geçmişi gerekmektedir. Bu da öğrenme sürecini hızlandırıcı ve başlatıcı tüm kanalların açılması gerektiğini göstermektedir. Öğrenme, kaliteli araştırma geliştirme, üretim, eğitim, kullanım ve sosyal ve ekonomik koşulların sağlanmasına bağlı olarak ortaya çıkmakta ve hızlanmaktadır.

SONUÇLAR

Türkiye, dünya ekonomilerine paralel olarak büyük bir ekonomik dönüşüm süreci yaşamaktadır. Bu süreci daha etkin bir şekilde geçirmek büyük önem taşımaktadır. Ekonomik dönüşüm sürecinin temel unsurlarından olan teknolojik dönüşüm sürecini ölçebilmek ve izleyebilmek önem taşımaktadır. Çalışmamızda, bu amaca yardımcı olması açısından Türkiye’de imalat sanayi sektöründe 1981-2000 döneminde meydana gelen teknolojik öğrenme oranları tahmin edilmiştir. Model tahmini neticesinde elde edilen sektörel teknolojik öğrenme oranları, Türkiye’nin görece olarak hızlı bir teknolojik öğrenme süreci geçirdiğini ortaya koymuştur. Daha sonra tahmin sonuçları yardımıyla, Türkiye açısından bir durum değerlendirmesi yapılmıştır. Buna göre, Türkiye’nin, gelecekte rekabet gücünü koruması ve artırması, teknolojik öğrenme sürecini daha da hızlandırıcı önlemleri alması ve sektörel çeşitliliği artırması ile sağlanabilecektir. Sektörel çeşitlilik artırılırken, teknoloji yoğunluğu yüksek sektörlerin üretim payının artırılmasına azami önem verilmesi gerektiği vurgulanmıştır. Sektörel öğrenme oranlarının düzenli olarak gelecekte de hesaplanmasının, değişim trendini görebilme açısından yararlı olacağı aşıkardır. Yanı sıra, ileriki çalışmalarda, öğrenme oranlarının kamu ve özel sektör ayrımı yapılarak da tahmin edilmeleri ve karşılaştırılmaları da yararlı olacaktır.

EK

Ek Tablo 1:
İmalat Sanayi Sektöründe Teknolojik Öğrenme

ISIC	SANAYİ	SABİT, ϕ_1	EMEK, ϕ_2	ÖĞRENME ESNEKLİĞİ, -a	ÖĞRENME ORANI, d=2*	R ²
311	Gıda	-19.51 (-2.52)*	1.58 (3.79)*	-0.35 (-12.70)*	0.79	0.96
313	İçecek	-7.19 (-1.47)*	1.07 (3.58)*	-0.43 (-12.73)*	0.74	0.95
314	Tütün	-5.66 (-1.88)*	0.80 (6.23)*	-0.21 (-3.84)*	0.86	0.98
321	Tekstil	2.46 (0.63)	0.43 (1.95)*	-0.31 (-7.60)*	0.81	0.92
322	Giyim (Ayakkabı Hariç)	4.92 (1.91)*	0.27 (1.33)*	-0.26 (-3.04)*	0.83	0.89
323	Deri ve Deri Ürünleri İmalatı (Giyim ve Ayakkabı Hariç)	16.23 (6.10)*	-0.48 (-2.82)*	-0.19 (-7.21)*	0.88	0.92
324	Ayakkabı	9.01 (2.59)*	0.01 (0.03)	-0.23 (-3.78)*	0.86	0.80
331	Ağaç ve Mantar ürünleri (Mobilya hariç)	-12.44 (-2.69)*	1.36 (5.05)*	-0.36 (-15.33)*	0.78	0.97
332	Ağaç Mobilya ve Döşeme	8.26 (3.08)*	0.14 (0.65)	-0.36 (-4.42)*	0.78	0.89
341	Kağıt ve kağıt Ürünleri	-0.96 (-0.25)	0.48 (2.21)*	-0.11 (-3.65)*	0.93	0.73
342	Basım Yayın ve Bağlı Sanayii	-12.44 (-1.48)*	1.39 (2.67)*	-0.40 (-7.26)*	0.76	0.87
351	Ana Kimya	-0.42 (-0.13)	0.46 (2.47)*	-0.19 (-4.36)*	0.88	0.78
352	Diğer Kimyasal Ürünler	-12.94 (-1.60)*	1.40 (2.91)*	-0.47 (-11.94)*	0.72	0.95
353	Petrol Rafinerileri	-15.82 (-3.93)*	1.25 (4.56)*	-0.12 (-3.17)*	0.92	0.74
354	Çeşitli Petrol ve Kömür Türevleri.	19.98 (1.80)*	-1.11 (-1.42)*	0.07 (0.69)	1.05	0.35
355	Lastik Ürünleri Sanayi	6.80 (1.04)	0.13 (0.32)	-0.26 (-6.57)*	0.83	0.87
356	Başka Yerde Sınıflandırılmamış Plastik Ürün	5.09 (1.61)*	0.29 (1.37)*	-0.34 (-6.34)*	0.79	0.91
361	Çanak, Çömlek, Çini porselen vb.	4.26 (1.08)	0.37 (1.52)*	-0.33 (-8.15)*	0.79	0.90
362	Cam ve Cam Ürünleri	-10.59 (-4.28)*	1.24 (8.07)*	-0.36 (-11.38)*	0.78	0.94
369	Taş ve Toprağa bağlı Diğer	-6.44 (-1.00)	0.95 (2.47)*	-0.34 (-5.82)*	0.79	0.83
371	Demir ve Çelik Metal Ana Sanayi	-7.96 (-3.14)*	1.05 (7.71)*	-0.43 (-26.35)*	0.74	0.99
372	Demir ve Çelik Dışındaki Metal Ana Sanayi	-2.92 (-1.23)	0.74 (6.07)*	-0.34 (-11.67)*	0.79	0.98
381	Metal Eşya	6.81 (1.41)*	0.29 (1.03)	-0.44 (-11.63)*	0.74	0.96
382	Makine Sanayi (Elektrikli Makineler Hariç)	-16.16 (-2.29)*	1.51 (4.00)*	-0.42 (-12.03)*	0.75	0.96
383	Elektrik Makineleri ve Aygıtları	6.10 (1.38)*	0.29 (1.06)	-0.42 (-9.30)*	0.75	0.96
384	Taşıt Araçları	21.48 (1.58)*	-0.56 (-0.69)	-0.40 (-4.28)*	0.76	0.95
385	Mesleki ve İlimi Aletler, Başka Yerde Sınıflandırılmamış Ölçme ve Kontrol Aletleri İle Fotoğrafçılık Malzemeleri ve Optik Aletler Yapımı	17.25 (2.98)*	-0.46 (-1.01)	-0.37 (-2.96)*	0.78	0.97
390	Diğer İmalat	21.36 (3.13)*	-0.86 (-1.81)*	-0.08 (-0.78)	0.95	0.70
3	Tüm İmalat sanayii	-9.12 (-1.66)*	0.97 (3.47)*	-0.34 (-10.76)*	0.79	0.96

* ; hesaplanan t değeri, ilgili değişkenin % 99, % 95 yada en azından % 90 güvenle anlamlı olduğunu göstermektedir.

KAYNAKÇA

- ARGOTE, L. and EPPLÉ D. (1990), Learning Curves in Manufacturing, *Science*, Vol. 247, 920-924.
- ARROW, K. (1962), 'The Economic Implications of Learning, by Doing', *Review of Economic Studies* 29, 155-173.
- BADIRU, A.B. (1992), Computational Survey of Univariate and Multivariate Learning Curve Models, *IEEE Transactions on Engineering Management*, 39 (2), ss. 176-188.
- DAVID A.P. ve FORAY D. (2001), *An Introduction To The Economy Of The Knowledge Society*, Maastricht Economic Research Institute on Innovation and Technology, MERIT/INFONOMICS, Research Memorandum Series.
- EDQUIST, C. (1997), *Systems of Innovations: Technologies, Institutions and Organizations*, Pinter.
- FERGUSON, R. (1995), Technological Development in Small Firms, A literature Survey, IMIT Report, Stockholm.
- FISHER, M.F. (2001), Innovation, Knowledge Creation and Systems of Innovation, *The Annals of Regional Science*, 35, 199-216.
- GREGERSEN, B. and JOHNSON B. (1997), Learning Economies, Innovation systems and European Integration, *Regional Studies*, vol 31 (5), 479-490.
- JACKSON, D. (1998), *Technological Change, the Learning Curve and Profitability*, Edward Elgar Publishing.
- KIM, L. (1999), Building Technological Capability for Industrialization: Analytical Frameworks And Korea's Experience, *Industrial and Corporate Change* 8 (1), 111-136.
- LEE, T.J. (2002), Technological learning by national R&D: the case of Korea in CANDU-type nuclear fuel, *Technovation*, www.elsevier.com/locate/technovation.
- LIPSEY, R. (1999), Some Implications of Endogenous Technological Change For Technology Policies In Developing Countries, International Workshop: the Political Economy of Technology in Developing Countries, Brighton, The United Nations University, INTECH.
- MALECKI, E.J. (1997), *Technology and Economic Development: The Dynamics Of Local, Regional And National Competitiveness*, Second Edition, Longman.
- MITCHELL, G.R. (1999), Global Technology Policies for Economic Growth, *Technological Forecasting and Social Change*, 60 (3), 205-214.
- OECD Organisation for Economic Cooperation And Development. (2001) *Science, Technology and Industry Scoreboard, Towards a Knowledge-Based Economy*, Paris.
- OECD Organisation for Economic Cooperation And Development. (1999), *Science, Technology and Industry Scoreboard, Benchmarking Knowledge-based Economies*, Paris.

OECD Organization for Economic Cooperation and Development. (1996), *Technology and Industrial Performance: Technology Diffusion Productivity Employment And Skills International Competitiveness*, Paris.

OECD/IEA, (2000), Organization for Economic Cooperation and Development /International Energy Agency, *Experience Curves for Energy Technology Policy*, Paris.

PROMONGKIT, P., SHAWYUN, T. and SIRINAOVAKUL, B. (2000), Analysis of Technological Learning for the Thai Manufacturing Industry, *Technovation*, 20, 189-195

PROMONGKIT, P., SHAWYUN, T. and SIRINAOVAKUL, B. (2002), Productivity Growth and Learning Potential of Thai Industry, *Technological Forecasting and Social Change*, 69, 89-101.

YELLE, L.E. (1979), The Learning Curve: Historical Review and Comprehensive Survey, *Decision Sciences*, Vol 10, s. 302-328.