

İMALAT SANAYİ VE TEKSTİL SEKTÖRÜ İÇİN COBB-DOUGLAS, CES VE TRANSLOG ÜRETİM FONKSİYONLARININ TAHMİNİ*

Nihat IŞIK**

Mustafa ACAR***

Özet

Bu çalışmada, 1985-2001 dönemi yıllık verilerine dayanarak, Türk imalat sanayi ve onun en önemli alt sektörlerinden biri olan tekstil sektörüne ilişkin Cobb-Douglas (C-D), CES ve Translog üretim fonksiyonları tahmin edilmiş; ilgili sektörlerde üretim esnekliği, ölçeğe göre getiri ve ikâme esneklikleri bulunmuştur. Elde edilen sonuçlara göre, gerek imalat sanayi, gerekse tekstil sektöründe ölçeğe göre artan getiri gözlenmekle birlikte, tekstil sektöründe ölçeğe göre getiri (2.25), imalat sanayine kıyasla (1.62) daha yüksektir. CES üretim fonksiyonunda ikâme esneklikleri yaklaşık 1 olarak hesaplanmıştır. Sonuçlar, C-D üretim fonksiyonunun incelenen dönem itibarıyla Türk imalat sanayi ve tekstil sektörünün üretim yapısını daha iyi açıklayan, dolayısıyla temsil kabiliyeti daha yüksek üretim fonksiyonu olduğuna işaret etmektedir. Bu sonuçlar, imalat sanayi ve tekstilde henüz tüketilmemiş kâr fırsatlarının olduğuna, tekstil sektöründe sermaye yoğun yatırımların daha cazip olacağına ve adı geçen sektörlerde işgücü reel ücretleri üzerinde belirli bir baskının varolacağını ima etmektedir.

Anahtar Kelimeler: İmalat Sanayi Ve Tekstil Sektörü, Üretim Fonksiyonları, CES, C-D, Translog.

Abstract

This study estimates production function for manufacturing and textiles industries by using Cobb-Douglas, CES and Translog Functional Forms based on 1985-2001 data. By doing this, supply elasticities, returns to scale and substitution elasticities were obtained for these sectors. The results indicate that both industries reveal increasing returns to scale, though it is higher for textiles than manufacturing. Substitution elasticities were

* Bu makale 5-6 Mayıs 2005 tarihlerinde DİE tarafından Ankara'da düzenlenmiş olan İstatistik Araştırma Sempozyumu 2005'de bildiri olarak sunulmuştur. Verdikleri geri-bildirimden dolayı sözkonusu sempozyumun katılımcılarına ve değerli eleştiri ve önerilerinden dolayı anonim hakem(ler)e teşekkür ederiz.

** Yrd. Doç. Dr., Selçuk Üniversitesi Karaman İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi

*** Doç. Dr., Kırıkkale Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi

found to be around 1, which confirms the implicit assumption that C-D type production functions have substitution elasticity of 1. For the period in question C-D functional form was found to have a better explanatory power in explaining the production structure of Turkish manufacturing and textiles industries. These findings imply that there are still unexploited profit opportunities in manufacturing and textiles that capital-intensive investments will be more attractive in textiles, and there will be a certain pressure on real wages in these sectors due to relatively easier factor substitution possibilities.

Keywords: Manufacturing Industry and Textiles, Production Functions, CES, C-D, Translog.

Giriş

Türkiye, 24 Ocak 1980 kararlarıyla ekonomide tercihini liberal politikaların izlenmesi yönünde yapmış, o günden günümüze Türk ekonomisinin dışa daha açık hale gelmesi çabası artarak devam etmiştir. Örneğin, dışa açıklık ölçütü olarak (ithalat+ihracat)/GSYH alındığında, Türkiye'nin dışa açıklık derecesi 1980 yılında yüzde 20 iken, bu oran 2000 yılında yüzde 54'e, dışa açıklık, İthalat/GSYH ile ölçüldüğünde ise açıklık derecesi aynı yıllar için yüzde 14'den yüzde 31'e çıkmıştır¹. Ekonomik yapıda önemli gelişmelerin yaşandığı bu dönemde gerek GSMH gerekse de ihracat içinde tarımın payı giderek küçülürken sanayinin payı ise önemli ölçüde artmıştır².

Sanayileşmede çok ciddi adımların atıldığı 1980 sonrası dönemde, sanayinin gelişmesinde imalat sanayi ve tekstil sektörünün rolü yadsınamaz bir gerçektir. 2000'li yılların başlarında sanayi sektörü Türkiye ekonomisinin yaklaşık üçte birini, imalât sanayi ise dörtte birini teşkil etmektedir. DİE verilerine göre toplam sanayi sektörü ile imalât sanayinin Gayri Safi Mili Hasıla (GSMH) içindeki payları 1987 fiyatlarıyla sırasıyla; 1980'deki %22 ve %18.3 seviyesinden 2002 yılında %29.4 ve %24.7 seviyesine yükselmiştir. Tekstil sektörünün imalât sanayi içindeki payı 2002 yılı itibariyle yaklaşık %18'dir. İhracat açısından önemi büyük olan ve yıllardır toplam ihracatımızın üçte birinden fazlasını sağlayan tekstil sektörünün 1998-2002 döneminde Türkiye'nin toplam ihracatı içindeki payı %33-37 arasında değişmiştir (Türkiye İstatistik Yıllığı, 2003 ve Hazine İstatistikleri, 1980-2002).

Sanayileşme ve kalkınma arasındaki yakın ilişki göz önüne alındığında, sanayi sektörünü oluşturan sınaî işletmeler için ölçek ekonomileri, verimlilik ve teknolojik gelişme süreçleri önemli göstergeler olmaktadır (Akan, 2002: 75). Sanayi sektörü içinde, ekonomideki

gelişmeleri belirleyen en önemli ve dinamik sektör olan imalat sanayi büyük bir paya sahiptir (Uygur, 1990: 17). Ülkelerin büyüme ve kalkınmasındaki en belirgin unsurlardan biri olan imalat sanayi ve onun alt sektörlerinden tekstil sektöründeki yapının analiz edilmesi daha sağlıklı ve etkin kararlar alınmasında önemli faydalar sağlayacaktır.

Buradan hareketle bu çalışmada, 1985-2001 dönemi yıllık verileri yardımıyla, Cobb-Douglas (C-D), sabit esneklikli (CES) ve Transcendental (Translog) üretim fonksiyonlarına ilişkin farklı spesifikasyonlar kullanılarak, imalat sanayi ve tekstil sektöründe üretim esneklikleri, ölçeğe göre getiriler ve ikâme esneklikleri tahmin edilmiştir. Çalışmanın bir diğer amacı ise, üç farklı üretim fonksiyonuna ilişkin olarak tahmin edilen modellerden hangisi veya hangilerinin değişkenler arasındaki ilişkiyi daha iyi açıkladığını ortaya koymaktır.

Çalışmanın bundan sonraki kısmı şu şekilde düzenlenmiştir. İkinci bölümde, üretim kavramı ve üretim fonksiyonu hakkında bilgi verilmiştir. Üçüncü bölümde çalışmada kullanılan üretim fonksiyonları üzerinde durulmuştur. Elde edilen bulgular dördüncü bölümde sunulmuş ve çalışma sonuç bölümüyle tamamlanmıştır.

1. Üretim Kavramı ve Üretim Faktörleri

Üretim, en geniş anlamı ile, belirli bir süre içerisinde üretim faktörlerinin mal ve hizmete dönüştürülmesidir. Üretim faktörleri, toplumun talep ettiği mal ve hizmetlerin üretilmesinde üreticilerin kullandıkları araçlardır ve genel olarak, işgücü (teşebbüs yeteneği de dahil), sermaye ve toprak şeklinde sınıflandırılırlar. Tüketicilerin amaçları faydalarını, firmaların amaçları ise kârlarını maksimize etmektir. Kâr ise, üretim faktörlerine yapılan ödemeler (maliyetler) ile, üretilen mal ve hizmetlerin satışından elde edilen gelir arasındaki farktır. Bütün amaç, bu farkı (kârı) maksimum yapmaya çalışmaktır.

Üretim faktörleri sabit ve değişken olmak üzere ikiye ayrılır. Sabit faktörler, inceleme döneminde ya değiştirilemezler, ya da değiştirilebilmeleri için oldukça büyük bir maliyete katlanması gerekir. Bir binanın tesisi, yönetim kadrosu, temel araç ve gereçleri sabit üretim faktörlerine örnek olarak verilebilir. Değişken üretim faktörleri, piyasa şartları üretimde bir değişiklik yapılmasını gerektirdiğinde kolayca

değiştirilebilen faktörlerdir. Üretimde kullanılan hammaddeler, özellikle niteliksiz çalışanlar değişken üretim faktörü örneklerindedir (Yaylalı, 2004: 185-186).

Üretim fonksiyonu en basit şekliyle, üretim faktörleri ile üretim arasındaki teknik ilişkiyi göstermektedir (Ertaş, 1987). Diğer bir ifadeyle, üretim fonksiyonu, üretim teknolojisi veri (değişmiyor) iken, zaman birimi başına kullanılacak belirli girdi miktarları ile elde edilecek azami ürün miktarları arasındaki ilişkidir. Üretim fonksiyonu matematiksel olarak aşağıdaki şekilde ifade edilebilir (Ünsal, 2004: 226).

$$Q_x = f(K, L, N, E, \dots) \quad (1.1)$$

Burada Q_x , belirli bir dönemde gerçekleştirilen X malı üretim miktarını, K sermayeyi, L emeği, N toprağı ve E enerji miktarını göstermektedir. Belirli bir üretim miktarı birçok farklı yöntemle üretilebilir. Firma, üretimde emek-yoğun bir teknik uygularsa, daha fazla emek, daha az makine kullanır. Aynı üretim, sermaye-yoğun bir tekniğin uygulanması ile, daha fazla makine ve daha az emek ile de elde edilebilir.

Üretim fonksiyonu yukarıda (1.1) eşitliğindeki gibi verildiyse de uygulamada basit olarak sermaye ve emeğin bir fonksiyonu olarak ele alınır. Bu durumda üretim fonksiyonu şu şekilde gösterilir.

$$Q = f(K, L) \quad (1.2)$$

Üretim faktörleri belirli bir teknik seviyede Q üretim miktarını maksimum yapacak şekilde bir araya getirilmişse üretim fonksiyonu teknik açıdan verimlidir. Başka bir ifadeyle, belirli üretim faktörleri yardımıyla maksimum üretim miktarını sağlayan üretim faktörleri bileşimi teknik yönden optimaldir. Firma diğer faktörlerin kullanımını veri alıp, bir faktörü minimum seviyede kullanarak belirli miktar üretimi sağlarsa yine optimal bir üretim sürecinden söz edilebilir (Ülken, 1979: 100).

Üretim fonksiyonu, faydalı işlevleri olan birçok iktisadi kavram içerir ve ölçümleri için yöntem sağlar. Bu kavramlardan en önemlileri, üretim faktörlerinin marjinal verimlilikleri, marjinal ikâme oranı ve ikâme esnekliği, faktör yoğunluğu, üretim etkinliği ve ölçüğe göre getiri olarak sıralanabilir (Koutsoyiannis, 1987: 79-80).

2. Üretim Fonksiyonu Türleri

2.1. Cobb-Douglas (C-D) Üretim Fonksiyonu

Neoklasik iktisatçılardan olan Cobb ve Douglas tarafından ortaya konulmuş olan Cobb-Douglas üretim fonksiyonu, iktisadi ve ekonometrik uygulamalarda oldukça yaygın olarak kullanılan özel bir üretim fonksiyonu türüdür. Genel formu;

$$Q = AK^{\alpha}L^{\beta} \quad (1.3)$$

şeklindedir. Fonksiyonda yer alan A, α ve β birer parametredir. A, boyut katsayısı olup, belirli durumlarda teknoloji ya da etkinlik parametresi işlevi görür. α ve β sırasıyla, sermaye ve emeğin ürün içindeki görelî payları ile ilgilidir. Endüstride tam rekabet ve kâr maksimizasyonunun geçerli olduğu varsayılırsa, bu durumda marjinal verimlilik gerçek ücrete eşit olmalıdır (Nerlove, 1965: 67).

C-D üretim fonksiyonunun bazı temel özellikleri şunlardır (Chiang, 2005: 439-441):

i) C-D üretim fonksiyonu $(\alpha+\beta)$ derecesinden türdeştir. Eğer, bir fonksiyonun bütün bağımsız değişkenleri j gibi bir sabitle çarpıldığında, fonksiyonun değeri j^f oranında artıyorsa, yani;

$f(jx_1, jx_2, \dots, jx_n) = j^f f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ oluyorsa, böyle bir fonksiyona r'inci dereceden türdeş fonksiyon adı verilir.

ii) Doğrusala dönüştürülmüş hali çift logaritmik bir denklem olan C-D üretim fonksiyonunda α ve β parametreleri doğrudan esnekliği verir. Fonksiyon, $\alpha+\beta=1$ özel durumunda doğrusal olarak türdeştir. Bu özel durumda, ölçeğe göre sabit getiri söz konusudur. Bu özel hal, C-D üretim fonksiyonunun en çok kullanıldığı durumdur. α ve β ölçeğe göre getiriyi gösterir. Buna göre eğer, $\alpha+\beta=1$ ise ölçeğe göre sabit getiri; $\alpha+\beta<1$ ise ölçeğe göre azalan bir getiri ve son olarak; $\alpha+\beta>1$ ise ölçeğe göre artan getiri söz konusudur³. C-D üretim fonksiyonunda ölçeğe göre getiri özelliği üretimin bütün seviyelerinde aynıdır. Başka bir ifadeyle, düşük üretim seviyesinde artan getiri, yüksek üretim seviyesinde azalan getiri sözkonusu değildir (Thomas, 1988: 213).

iii) Ölçeğe göre getiriye ilave olarak, üretim fonksiyonlarının bir diğer önemli özelliği, girdilerin birbirleriyle ikâme edilebilirliğidir. Bunun ölçütü ikâme esnekliğidir ve faktör oranlarındaki oransal değişimin,

marjinal ürünlerin oranındaki oransal değişime oranı olarak bilinir. Sıfır ile sonsuz arasında değerler alır. C-D üretim fonksiyonunda ikâme esnekliği bire eşittir. Bu durum $\alpha+\beta=1$ 'den bağımsızdır ve $\alpha+\beta \neq 1$ olsa dahi ρ , 1'e eşittir. Buna göre ikâme esnekliği, aşağıdaki şekilde formüle edilebilir:

$$\sigma = \frac{d \ln(K/L)}{d \ln(MP_L/MP_K)} = \frac{d \ln(K/L)}{d \ln(MRTS_{KL})} \quad (1.4)$$

iv) Eş ürün eğrileri boydan boya negatif eğimli ve K ve L'nin pozitif değerleri için kesin dışbükeydirler.

2.2. Sabit İkâme Esneklikli (CES) Üretim Fonksiyonu

Ampirik uygulamalarda oldukça sık kullanılan bir diğer neoklasik üretim fonksiyonu da CES'tir. Neoklasik iktisat, üretim faktörleri arasındaki ikâmeye ağırlık verir. Üretim faktörleri arasındaki ikâme esneklik parametresi (σ) ile kolayca ölçülebilir. C-D üretim fonksiyonunda ikâme esnekliğinin 1'e eşit olması kısıtı söz konusudur. CES⁴ türüne giren üretim fonksiyonlarının temel özelliği, faktör ikâme esnekliğinin sabit olmasıdır. Bu özelliği taşımayan üretim fonksiyonu CES⁵ sayılmaz. CES üretim fonksiyonunda ikâme esnekliğinin 1'e eşit olması zorunluluğu yoktur. İkâme esnekliğinin değeri üretim tekniği ile belirlenir ve dolayısıyla üretim tekniğindeki değişme ile birlikte değişebilir (Wallis, 1984).

CES üretim fonksiyonu emek payının gözlenmesi sonucu elde edilmiştir. K.J.Arrow, H.B.Chenery, B.S.Minhas ve R.M.Solow, 19 ülkede, 24 imalat endüstrisi için yaptıkları çalışmada, emek verimliliği ile ücret oranları arasındaki tam logaritmik ilişkinin analizlerde çok iyi sonuç vermesi üzerine bu fonksiyonu türetmişlerdir. Bu iktisatçılar, iktisat teorisinde empirik çözümlere dayanmayan katı varsayımların yapıldığı ve bunların sürekli kullanıldığını belirtmişlerdir. Özellikle üretim faktörleri arasındaki ikâme esnekliğini sıfır (Leontief) ve bir (C-D) alan modellere yöneltile eleştirilerden hareketle, daha genel nitelikte olan CES üretim fonksiyonunu ortaya çıkarmışlardır. CES üretim fonksiyonu orjinal şekliyle, homojen, emek ve sermaye arasında sabit bir ikâme esnekliğinin olduğu ve farklı endüstrilerde farklı esnekliklerin olabileceğini varsayan

bir üretim fonksiyonudur (Arrow vd., 1961). CES üretim fonksiyonu genel olarak aşağıdaki şekilde gösterilir (Intriligator, 1996: 407-409).

$$Q = A[\delta K^{-\rho} + (1-\delta) L^{-\rho}]^{-k/\rho} \quad (1.5)$$

Fonksiyondaki K ve L sermaye ve emek faktörlerini temsil ederken, A, δ ve ρ birer parametredir. A etkinlik parametresi olup, C-D üretim fonksiyonundaki A'nın rolünü oynar ve teknolojik durumun göstergesi olarak hizmet eder. δ dağıtım parametresidir ve C-D üretim fonksiyonundaki α gibi, faktörlerin ürün içindeki görelî payları ile ilgilidir. ρ ise, ikâme parametresi olup, bunun C-D üretim fonksiyonunda hiçbir karşılığı yoktur ve aşağıda gösterileceği gibi, (sabit) ikâme esnekliğinin değerini belirlemektedir. k ise, sermayenin emeğe oranını ($k \equiv K/L$) göstermektedir (Chiang, 2005: 436). CES üretim fonksiyonunun bazı özellikleri aşağıdaki şekilde sıralanabilir:

i) Fonksiyon (k)'inci dereceden türdeştir.

ii) CES üretim fonksiyonuna ilişkin eş ürün eğrileri daima, K ve L'nin pozitif değerleri için negatif eğimli ve tam dışbükeydirler.

iii) C-D üretim fonksiyonunda ikâme esnekliği 1'e eşit iken, CES üretim fonksiyonunun ikâme esnekliği sabittir ve aşağıdaki eşitlikte gösterildiği gibidir.

$$\sigma = \frac{\text{Marjinal Fonksiyon}}{\text{Ortalama Fonksiyon}} = \frac{1}{1 - \rho} \quad (1.6)$$

Bu eşitlik σ 'nun bir sabit olduğunu ve büyüklüğünün ρ parametresinin değerine bağlı olduğunu gösterir. CES üretim fonksiyonu C-D üretim fonksiyonunun genelleştirilmiş bir halidir. Yukarıdaki ilişkide de gösterildiği gibi, şayet $\rho = 0$ ise, CES üretim fonksiyonunun ikâme esnekliği 1'e eşit olur ve bu durumda CES, C-D üretim fonksiyonuna dönüşür.

İkâme esnekliği K ve L ye bağlı olarak değişir. ρ parametresi negatif olmamalıdır. Bu yüzden $\rho \geq 1$ dir. ρ 'nun değerinin 1'e eşit olduğu uç durumda, (1.6) eşitliğine göre ikâme esnekliği sonsuz (∞) olur, dolayısıyla CES üretim fonksiyonu doğrusal fonksiyona dönüşür. Bu durumda fonksiyon aşağıdaki şekli alır.

$$Q = A[\delta K + (1-\delta) L] \quad (1.7)$$

Diğer uç durumda, yani $\rho \rightarrow \infty$ 'a yaklaşırken, σ sifira yaklaşır. Bu durumda CES *Leontief* ya da *sabit oranlı fonksiyon* olarak da adlandırılan ve formel gösterimi aşağıda verilmiş olan girdi-çıktı fonksiyonuna dönüşür (a: çıktı başına sermaye, b: çıktı başına emek girdisi).

$$Q = \min(K/a, L/b) \quad a = K/a \quad b = L/b \quad a, b > 0$$

CES üretim fonksiyonunun parametrelerinin doğrusal regresyon yöntemiyle tam olarak tahmin edilmesi olanaksızdır. Bu nedenle, CES üretim fonksiyonunun parametreleri için yaklaşık tahmin değerleri bulunabilir. Bunun için, CES üretim fonksiyonu yaklaşık olarak doğrusal biçime indirgenir ve buradan da parametre tahminleri yaklaşık olarak yapılır (Bulmuş, 1984: 110-112). CES üretim fonksiyonunun her iki tarafının logaritması alınırsa aşağıdaki denklem elde edilir.

$$Q = A[\delta K^{-\rho} + (1-\delta) L^{-\rho}]^{-k/\rho}$$

$$\log Q = \log A - k/\rho \log[\delta K^{-\rho} + (1-\delta) L^{-\rho}]$$

Fonksiyonun logaritmik biçiminde yer alan “ $\log[\delta K^{-\rho} + (1-\delta) L^{-\rho}]$ ” ifadesi $\rho=0$ civarında Taylor serisine açılır ve ρ 'nun üç ve daha yüksek kuvvetleri göz önüne alınmazsa, CES üretim fonksiyonu aşağıdaki biçimi alır.

$$\log Q = \log A + k\delta \log K + k(1-\delta) \log L - (k/2) \rho \delta (1-\delta) (\log K - \log L)^2$$

Fonksiyondaki parametreler aşağıdaki biçimde tanımlanabilir:

$$a_0 = \log A, \quad a_1 = k\delta, \quad a_2 = k(1-\delta), \quad a_3 = -(k/2)\rho\delta(1-\delta)$$

Bu tanımlamaların ışığı altında fonksiyon aşağıdaki gibi yeniden düzenlenebilir:

$$\log Q = a_0 + a_1 \log K + a_2 \log L + a_3 (\log K - \log L)^2 \quad (1.8)$$

Böylece, CES üretim fonksiyonu parametreler açısından doğrusal biçime dönüşmüştür. Bu doğrusal biçim, $a_i (i=0,1,2,3)$ parametrelerinin tahminine olanak verir. Tahmin edilen bu parametreler aracılığıyla A, δ , k ve ρ parametrelerinin yaklaşık tahminleri bulunabilir.

Sonuç olarak, CES üretim fonksiyonu, oldukça önemli bir bilgi olan ikâme esnekliğinin elde edilmesine olanak sağladığından uygulamalarda oldukça sık kullanılmaktadır. C-D üretim fonksiyonunun bu noktadaki bir zayıf yanı, ikâme esnekliğini her zaman 1'e eşit kabul etmesidir. Oysa, bu durum her zaman gerçekleşmeyebilir ve ikâme esnekliği bazen 1,

bazen 1'in altında ve bazen de 1'in üstünde değerler alabilir. Bu nedenle, CES üretim fonksiyonu daha esnek bir kullanım imkânı sağlamaktadır.

2.3. Transcendental (Translog) Üretim Fonksiyonu

CES üretim fonksiyonu C-D üretim fonksiyonunun genelleştirilmiş bir halini gösterirken, C-D üretim fonksiyonu aynı zamanda diğer birkaç şekilde de genelleştirilebilir. Bunlardan birisi translog üretim fonksiyonudur. Bu fonksiyon 1973'de L.Christensen, D.Jorgenson ve L.Lau tarafından geliştirilmiştir. Translog üretim fonksiyonunun C-D ve CES'e göre büyük bir özelliği yoktur. Ayrıca, fonksiyonda üretim faktörlerinin ikâme derecesi sabit değildir (Parasız, 1997: 21). Genel formu,

$$Q = AK^\alpha L^\beta e^{\alpha'K + \beta'L} \quad A > 0, \quad \alpha' + \beta' \leq 0 \quad (1.9)$$

şeklinindedir (Intriligator, 1996: 297-298). (1.9) eşitliğinde her iki tarafın logaritması alınır,

$$\log Q = a + \alpha \log K + \beta \log L + \gamma \log K \log L + u \quad (1.10)$$

elde edilir. Bu fonksiyonda, eğer γ parametresi göz ardı edilirse, fonksiyon C-D biçimine dönüşür. Fonksiyonun C-D üretim fonksiyonundan farkı, modele ($\log K \log L$) etkileşim teriminin de katılmış olmasıdır.

3. İmalat Sanayii ve Tekstil Sektörü İçin C-D, Ces ve Translog Üretim Fonksiyonlarının Tahmini

3.1. Veriler

Bu çalışmada, 1985-2001 arası yıllık veriler kullanılarak, hem genel imalat sanayi, hem de onun en önemli alt sektörü olan tekstil için C-D, CES ve Translog üretim fonksiyonlarının tahminleri elde edilecektir. Tahminlerde üretim için *katma değer*, sermaye için *çevirici güç kapasitesi*⁶ ve emek (işgücü) için *ücretle çalışanlara yapılan yıllık ödemeler* temsili değişkenler olarak kullanılmıştır⁷. Tüm değişkenlere ilişkin veriler DİE'nin farklı yıllara ait *Yıllık İmalat Sanayi İstatistikleri* yayınından elde edilmiştir. Verilerde kamu, özel sektör ayrımı yapılmamış, toplam değerler alınmıştır.

3.2. Değişkenlerin Zaman Serisi Özellikleri

Zaman serileri, *durağan ve durağan olmayan* zaman serileri olmak üzere ikiye ayrılır. İncelenen zaman süresince serinin aritmetik ortalaması ve varyansı sistematik bir değişme göstermiyorsa veya seri periyodik dalgalanmalardan arınmışsa, böyle zaman serilerine *durağan zaman serileri* denir (Kayım, 1985: 13). Durağan ve durağan olmayan şeklindeki bir ayırım zaman serisi analizinde büyük önem taşır. Bunun nedeni, zaman serisi analizleri için geliştirilmiş olan olasılık teorilerinin sadece *durağan zaman serileri* için geçerli olmasıdır. Zaman serilerinde *durağan olmama durumu* genelde, “zamanla değişen ortalama” ve “zamanla değişen varyans” olmak üzere iki şekilde ortaya çıkmaktadır. Serilerin *durağan olmamaları*, kendileriyle ilgili analizlerin güvenilir sonuçlar vermemesine yol açtığı için, serilerin *durağanlaştırılması* gerekmektedir. *Durağan olmayan seriler* eğer aynı dereceden *durağan* ise, bu seriler uzun dönemde birlikte hareket ediyor (eşbütünleşik) olabilirler. Serilerin eşbütünleşik olmasının önemi, eşbütünleşik serilerin düzey değerleriyle regresyon yapılmasının sahte ilişkilere yol açmamasıdır (Thomas, 2000: 426; Griffiths vd., 1993: 704).

Serilerin *durağan olup olmadıkları* ADF (Dickey ve Fuller, 1979 ve 1981) birim kök testi ile araştırılmıştır. Logaritmik seriler daha kolay *durağan hale gelebildiği* için orjinal serilerin logaritması alınmıştır. Hem imalat sanayi hem de tekstil sektörü için logaritmik hale getirilen değişkenlerin düzey ve birinci sıra fark değerlerine ilişkin birim-kök testi sonuçları Tablo 1’de yer almaktadır. Hipotezler şu şekilde kurgulanmıştır:

H_0 = Seri *durağan değildir* (birim kök içerir),

H_1 = Seri *durağandır* (birim kök içermez)

Tablo 1’den de görülebileceği gibi, LK, LC ve LU⁸ değişkenleri düzeyde *durağan değildir*. Bu nedenle serilerin birinci sıra farkları alınarak test işlemi tekrar yapılmıştır. Tablo 1 incelendiğinde logaritmik birinci sıra farkı alınmış serilerin *durağan olduğu* görülmektedir. Her üç seri de birinci sıra fark *durağan, I(1)*, olduğu için artık bu iki seri arasında eşbütünleşik bir ilişki olup olmadığını araştırmak mümkündür⁹. Eğer seriler arasında eşbütünleşik bir yapı varsa, bu durumda seriler kısa dönemde birbirlerinden uzaklaşsalar bile uzun dönemde birbirlerine

yaklaşacaklardır. Böylece, yapılacak parametre tahminlerinde serilerin düzey değerleri kullanılabilir.

Tablo 1. İmalat Sanayi ve Tekstil Sektörü İçin LK, LC ve LU Değişkenlerinin Düzey ve Birinci Sıra Fark Birim-Kök Testi Sonuçları

Değişken*	Düzey		Birinci Sıra Fark	
	İmalat	Tekstil	İmalat	Tekstil
LK [1]	-0.074	-0.606	-2.735 ^b	-2.682 ^b
LC [1]	-1.057	-0.913	-3.963 ^a	-3.884 ^a
LU [1]	-0.585	-1.525	-3.012 ^a	-3.174 ^a

^a 0.05 önem seviyesinde anlamlı, ^b 0.10 önem seviyesinde anlamlı.

* Değişkenlerin yanında köşeli parantez içinde yer alan değerler Akaike Bilgi Kriterine (AIC) göre belirlenen uygun gecikme sayılarını göstermektedir. 0.01; 0.05 ve 0.10 önem seviyesinde McKinnon Kritik değerleri sırasıyla; -4.0113; -3.1003 ve -2.6297'dir.

Değişkenler arasında eşbütünlük (cointegrated) bir durum olup olmadığının tespit edilmesinde Johansen çoklu eşbütünlük testinden yararlanılmıştır. Eşbütünlük testinde kullanılacak uygun gecikme sayısının belirlenmesinde AIC kriteri kullanılmış ve uygun gecikme sayısı 1 olarak tespit edilmiştir. Elde edilen test sonuçları Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. İmalat Sanayi ve Tekstil Sektörü Johansen Eşbütünlük Testi Sonuçları

Sektör	Eigen Değeri	Trace İstatist.	Maks. Eigen İst.	%5 Kritik Değer		%1 Kritik Değer	
				Trace	Maks.	Trace	Maks.
İmalat	0.846701	45.77445	28.13051	29.68	20.97	35.65	25.52
	0.688371	17.64394	17.48914	15.41	14.07	20.04	18.63
Tekstil	0.855610	41.89055	29.02858	29.68	20.97	35.65	25.52
	0.545067	12.86197	11.81406	15.41	14.07	20.04	18.63

Tablo 2 incelendiğinde, imalat sanayi için gerek Trace gerekse de Maksimum Eigen istatistiği %5 anlamlılık düzeyinde değişkenler arasında 2, %1 anlamlılık düzeyinde ise 1 eşbütünlük denklem

olduğunu göstermektedir. Tekstil sektörü için ise hem Trace hem de Maksimum Eigen istatistiği değişkenler arasında hem %5, hem de %1 anlamlılık düzeyinde 1 eşbütünleşik vektör olduğunu göstermektedir. Bu sonuca göre, modellerin tahmin edilmesinde serilerin düzey değerleri kullanılmıştır.

3.3. Parametrelerin Tahmin Edilmesi

3.3.1. C-D, CES ve Translog Üretim Fonksiyonunun İmalat Sanayi ve Tekstil Sektörü İçin Tahmini

İmalat sanayi ve tekstil sektörü için elde edilen sonuçlar sırasıyla Tablo 3 ve Tablo 4’de verilmiştir. Bu aşamada, modeller iktisadi, istatistiksel ve ekonometrik açıdan değerlendirilerek en uygun model belirlenmeye çalışılacaktır. Modellerde katsayıların istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığı Tablo 3 ve 4’de dipnot şeklinde verilmiştir. Tablolardan da izlenebileceği gibi hem imalat sanayi hem de tekstil sektöründe CES üretim fonksiyonunun kullanıldığı modellerde ilave edilen değişkene ait katsayılar, (LC-LU)², buna karşılık Translog üretim fonksiyonlarının kullanıldığı modellerde ise tüm parametreler istatistiksel açıdan anlamsız bulunmuştur.

Modellerin değişken sayıları aynı olmadığı için açıklama güçleri için düzeltilmiş \bar{R}^2 değerlerine bakmak gerekir. Tablo 3 ve 4’den de görülebileceği gibi modellerin açıklama güçleri oldukça yüksek (0.99) bulunmuştur. CES ve Translog üretim fonksiyonlarında modele yeni değişken katılması açıklama gücünü arttırmamıştır.

Modellerde otokorelasyon olup olmadığını anlamak için d-w istatistiklerinden yararlanılmış ve d-w istatistiği değerleri imalat sanayi için 1.69, tekstil sektörü için 1.61 olarak elde edilmiştir. 0.05 anlamlılık seviyesinde, örnek hacmi 17, açıklayıcı değişken sayısı 2 ve 3 iken, d-w tablo değerlerinin alt ve üst sınırları sırasıyla [1.05-1.536] ve [0.897-1.71]’dir. Buna göre modellerde otokorelasyon sorunu çıkmamıştır.

İmalat sanayi için tahmin edilen C-D modelinden (Model I) elde edilen sonuçlar işgücünün katma değere katkısının sermayeye kıyasla daha yüksek olduğuna işaret etmektedir. Nitekim, ücretle çalışanlara yapılan yıllık ödemeler (LU) sabitken, çevirici güç kapasitesindeki (LC)

%1'lik bir değişim katma değeri % 0.6716120 arttırmaktadır. Buna karşılık, çevirici güç kapasitesi (LC) sabitken, ücretle çalışanlara yapılan yıllık ödemelerdeki (LU) %1'lik bir değişim katma değeri % 0.952530 arttırmaktadır.

Tablo 3. İmalat Sanayi İçin Elde Edilen Tahmin Sonuçları

Bağımlı Değişken: Katma Değer

C-D		CES	Translog
Değişken	Model I	Model II	Model III
Sabit	-8.309684 (-1.95)	-8.267869 (-1.87)	1.163876 ^a (0.05)
LC	0.671612 (2.35)	0.672123 (2.27)	0.087189 ^a (0.06)
LU	0.952530 (41.90)	0.949293 (28.84)	0.404244 ^a (0.30)
(LC-LU) ²		0.000792 ^a (0.14)	
(LC*LU)			0.033766 ^a (0.41)
R ²	0.99	0.99	0.99
\overline{R}^2	0.99	0.99	0.99
d-w	1.69	1.69	1.69
örnek hacmi	17	17	17
ölçeğe göre getiri	1.62	1.61	0.48

^a İstatistiksel olarak anlamsız. Parantez içindeki değerler t-istatistikleridir.

Öte yandan, tekstil sektörü için tahmin edilen C-D modeli (Model IV) gözönüne alındığında, bu defa sermayenin katma değere katkısının işgücünden daha yüksek olduğu görülmektedir. Nitekim ücretle çalışanlara yapılan yıllık ödemeler (LU) sabitken, çevirici güç kapasitesindeki (LC) %1'lik bir değişim katma değeri % 1.376558 arttırırken; çevirici güç kapasitesi (LC) sabitken, ücretle çalışanlara yapılan yıllık ödemelerdeki (LU) %1'lik bir değişim katma değeri % 0.910805 arttırmaktadır. Bu sonuç, Türkiye'de imalat sanayi içinde görece olarak daha emek-yoğun bir sektör olan tekstil sektöründe anılan dönemde sermayenin veriminin işgücü faktöründen daha yüksek olduğuna işaret etmektedir.

Tablo 4. Tekstil Sektörü İçin Elde Edilen Tahmin Sonuçları

Bağımlı Değişken: Katma Değer

Değişken	C-D	CES	Translog
	Model IV	Model V	Model VI
Sabit	-16.76557 (-2.04)	-16.29246 (-1.85)	-20.82567 ^a (0.32)
LC	1.376558 (2.18)	1.333393 (1.95)	1.660931 ^a (0.27)
LU	0.910805 (18.44)	0.920500 (13.44)	1.157957 ^a (0.31)
(LC-LU) ²		-0.001408 ^a (-0.21)	
(LC*LU)			-0.017266 ^a (0.83)
R ²	0.99	0.99	0.99
\overline{R}^2	0.99	0.99	0.99
d-w	1.61	1.61	1.61
örnek hacmi	17	17	17
ölçeğe göre getiri	2.28	2.25	2.81

^a İstatistiksel olarak anlamsız. Parantez içindeki değerler t istatistikleridir.

Gerek imalat sanayi gerekse tekstil sektöründe ölçeğe göre artan getiri dereceleri elde edilmekle beraber, tekstil sektöründe ölçeğe göre getiri düzeyi (2.25), imalat sanayine kıyasla (1.62) daha yüksek bulunmuştur. Bu durum Türkiye'nin gerek işgücü maliyeti avantajı ve hammadde teminindeki kolaylık, gerekse tecrübe birikimi nedeniyle tekstil sektöründe sahip olduğu geleneksel karşılaştırmalı üstünlüğün bir yansıması olarak değerlendirilebilir. İktisadi, istatistiksel ve ekonometrik kriterler bir arada ele alındığında, hem imalat sanayi hem de tekstil sektörü için en anlamlı sonuçlar C-D üretim fonksiyonunun kullanıldığı modellerde elde edilmiştir.

Sonuç

Bu çalışmada, 1985-2001 arası yıllık veriler kullanılarak, Türkiye imalat sanayi ve tekstil sektöründe C-D, CES ve Translog üretim

fonksiyonları tahmin edilmiştir. Yapılan analizlerde başlıca dört bulgu elde edilmiştir.

Bunlardan ilki, gerek toplam imalat sanayi, gerekse tekstil sektöründe ölçeğe göre artan getirinin geçerli olduğudur. İkincisi, tekstil sektöründe ölçeğe göre getiri (2.25), imalat sanayine kıyasla (1.62) daha yüksektir. Üçüncüsü, toplam imalat sanayisinde işgücünün katma değere katkısı daha yüksek iken, tekstil sektöründe tam aksine, sermayenin katma değere katkısı işgücüne göre daha yüksektir. Nihayet, CES üretim fonksiyonunda ikâme esneklikleri yaklaşık 1 olarak hesaplanmıştır.

Bu sonuç, imalat sanayi ve tekstildeki üretim yapısını açıklamaya yönelik olarak başvurulmuş CES fonksiyonunu, sabit esneklikli fonksiyonların özel bir biçimine, faktörler arasındaki ikâme esnekliğinin 1'e eşit olduğu C-D üretim fonksiyonuna dönüştürmektedir. Buna göre, C-D üretim fonksiyonu incelenen dönem itibarıyla Türk imalat sanayi ve tekstil sektöründe üretim ilişkilerini daha iyi açıklayan, dolayısıyla daha iyi temsil kabiliyetine sahip olan üretim fonksiyonudur denilebilir. Bu sonuç, bu konuda benzer bulgular elde etmiş olan Bairam (1991) ve Hsing'in (1993) Sovyet ve ABD imalat sanayi, Akan'ın (2002) ise Türk imalat sanayine ilişkin yaptığı çalışmaların sonuçlarıyla paralellik arz etmektedir.

Elde edilen bulguların imalat sanayi ve tekstil sektöründe faaliyet gösteren girişimciler ve potansiyel yatırımcılar başta olmak üzere karar alıcılar açısından taşıdığı bazı önemli içerimlerden (implikasyonlarından) söz etmek mümkündür.

Bunlardan biri, gerek bir bütün olarak imalat, gerekse onun en önemli kolu olarak tekstil sektöründe ölçeğe göre getirinin artan getiri olmasının, bu sektörlerde hâlâ tüketilmemiş kâr fırsatlarının varlığına işaret etmesidir. Çıktıdaki artış oranının girdilerdeki artış oranından daha yüksek olması, ölçeğin büyütülmesine yönelik yeni yatırımların girişimcilere kâr fırsatları sunacağını ima etmektedir.

Bir diğer önemli içerim, tekstil sektöründe sermayenin katma değere katkısının işgücünden daha yüksek olmasının, tekstil sektörüne yönelik olarak bundan sonra yapılacak yatırımların sermaye yoğun olması gerektiğine işaret etmesidir. 1994 tarihli DTÖ anlaşmasında alınan kararların gereği olarak 2005 yılından itibaren tekstil kotalarının

kalkmasıyla Çin, meydan okunması neredeyse imkânsız ucuz işgücü avantajıyla dünya pazarlarına girmiş, Türkiye'nin tekstil sektörü de bu durumdan yer yer olumsuz etkilenmeye başlamıştır. Bu çalışmanın bulguları, tekstil sektörüne yatırım yapmayı düşünen girişimcilerin emek-yoğun teknolojilerden ziyade, kalite ve markaya dönük sermaye-yoğun teknolojilere yatırım yapmalarının daha uygun olacağına işaret etmektedir.

Nihayet bulguların bir başka önemli içerimi de, C-D üretim fonksiyonunun ima ettiği üzere, imalat sanayinde emeğin ve sermayenin görelî fiyatında (ücret/faiz oranı: w/r) meydana gelecek %1'lik değişimin üretimde kullanılacak emek ve sermayenin kompozisyonunu (emek/sermaye oranı: L/K) aynı oranda değiştirecek olmasıdır. Bu durum, reel ücretler üzerinde bu sektörlerde belirli bir baskı olacağına, çünkü reel ücretlerin ciddi artış eğilimine girmesi halinde işverenin sermayeyi emeğin yerine koyma (faktör ikâmesi) olanağının bulunduğuna işaret etmektedir.

NOTLAR

¹ Bu oranlar tarafımızdan hesaplanmıştır. Burada GSYH, Gayri Safi Yurtiçi Hasıla'nın kısaltması olarak alınmıştır.

² Örneğin, 1987 fiyatlarıyla tarımın GSMH içindeki payı 1980'de %24,8'den 2000 yılında %13,4'e gerilerken aynı dönemde sanayinin payı sırasıyla %22'den %29,4'e yükselmiştir. Buna paralel olarak 2000 yılı itibariyle ihracat içinde tarımın payı %13,8'de kalırken sanayinin payı %82'lere ulaşmıştır (Bu rakamlar Hazine Müsteşarlığı Ekonomik Araştırmalar Genel Müdürlüğü tarafından 2003 Ağustosunda yayınlanmış olan 1980-2002 Hazine İstatistikleri adlı yayının 10 ile 151'inci sayfalarından alınmıştır.)

³ Ölçeğe göre sabit getiri, girdilerdeki %1'lik bir artışın çıktıda da %1'lik bir artışa yol açması, ölçeğe göre azalan getiri, girdilerdeki %1'lik bir artışın çıktıda %1'den daha az bir artışa yol açması ve ölçeğe göre artan getiri ise, girdilerdeki %1'lik bir artışın çıktıda %1'den daha fazla bir artışa yol açmasıdır.

⁴ Bir çok dilde CES olarak bilinen fonksiyon, adını, "sabit ikâme esnekliği" deyiminin İngilizcesini oluşturan sözcüklerin (Constant Elasticity of Substitution) ilk harflerinden almıştır. CES üretim fonksiyonu, zaman zaman SMAC üretim fonksiyonu adıyla da anılmaktadır. SMAC adı, üretim fonksiyonunu geliştiren yazarların soyadlarının (Solow, R.M; Minhas, B.S; Arrow, K.J; Chenery, H.B) ilk harflerinden oluşturulmuştur.

⁵ CES üretim fonksiyonunu geliştiren yazarlar, 1961 yılında yayınladıkları ortak makalede fonksiyonu birinci dereceden homojen olarak düşünmüşlerdir. Ne var ki, daha sonraki yıllarda yapılan çalışmalarla (Paroush, 1964) CES üretim fonksiyonu, temel nitelikleri bozulmaksızın (k)'inci dereceden homojen hale getirilmiştir. Paroush ayrıca, CES üretim fonksiyonunu elde ederken tam rekabet varsayımına gerek olmadığını ortaya koymuştur.

⁶ DİE'nin verilerinde direkt sermaye değişkenine ilişkin veriler olmadığından, sermayeyi temsil edebilecek uygun bir değişkenin seçilmesi gerekmektedir. Bu çalışmada sermaye değişkenini temsilen çevirici güç kapasitesinin yanı sıra elektrik tüketimi de modellerde kullanılmış ancak anlamlı sonuç elde edilememiştir.

⁷ Analizlerde emek değişkenini temsil etmek üzere çalışılan adam-saat ve ücretle çalışanlar yıllık ortalaması değişkenleri de kullanılmış ancak anlamlı sonuçlar elde edilememiştir.

⁸ Burada, LK, LC ve LU'nun başındaki L, katma değer, çevirici güç kapasitesi ve ücretle çalışanlara yapılan yıllık ödemeler değişkenlerinin logaritmalarının alınmış olduğuna işaret etmektedir.

⁹ Seriler arasında eşbütünlük bir yapı olup olmadığını araştırabilmek için, serilerin aynı dereceden durağan olmaları gerekmektedir.

KAYNAKÇA

Akan, Y. (2002), "Türk İmalat Sanayinde Faktör İkamesi, Teknolojik Gelişme ve Ölçeğe Göre Getiri: Yeni CES üretim Fonksiyonu Yaklaşımı," **Atatürk Üniversitesi İİBF Dergisi**, 16(3-4): 75-85.

Arrow, K.J., H.B.Chenery, B.S.Minhas, R.M.Solow (1961), "Capital-Labor Substitution and Economic Efficiency," **Review of Economics and Statistics**, 43(3), August: 225-250.

Bairam, E. (1991), "Elasticity of Substitution, Technical Progress and Returns to Scale in Branches of Soviet Industry: A New CES Production Function Approach," **Journal of Applied Econometrics**, Vol. 6, No.1.

Bulmuş, İ. (1984), *Mikro İktisat*, Ankara, Feryal Matbaacılık.

Chiang, C..A. (2005), **Matematiksel İktisadın Temel Yöntemleri** (Yayına Hazırlayanlar: M. Sarımeşeli ve Ş. Açıköz), Gazi Kitabevi, 4.Baskı, Ankara.

Dickey, D.A., ve W.A. Fuller (1979), “Distribution of Estimates for Autoregressive Time Series with a Unit Root,” **Journal of the American Statistical Association**, Vol. 74, 427-431.

Dickey, D.A., ve W.A. Fuller (1981), “Likelihood Ratio Statistics for Autoregressive Time Series with a Unit Root,” **Econometrica**, Vol. 49, 1057-1072.

DİE, *Yıllık İmalat Sanayi İstatistikleri*, muhtelif yıllar.

Ertaş, S. (1987), “Üretim Fonksiyonu, Ekonometrik Yaklaşım,” **Uludağ Üniversitesi İİBF Dergisi**, Bursa, Sayı 8.

Griffiths, William E. vd. (1993), **Learning and Practicing Econometrics**, New York, John Wiley Sens, Inc.

Hsing, Y. (1993), “On the Choice of Production Functions: The Case of US Manufacturing Industries,” **Applied Economics**, Vol.25, No.3.

Intriligator, M. vd. (1996), **Econometric Models, Techniques and Applications**, Second Ed., Prentice-Hall Inc.

Johansen, S. (1988), “Statistical Analysis of Cointegration Vectors,” **Journal of Economic Dynamics and Control**, (12): 231-254.

Kaym, H. (1985) **İstatistiksel Ön Tahmin Yöntemleri**, Ankara: Hacettepe Üniversitesi Yayın No.11.

Koutsoyiannis, A. (1987), **Modern Mikro İktisat** (Çev. M.Sarımışeli), Ankara, Teori Yayınları.

Nerlove, M. (1965), **Estimation and Identification of Cobb-Douglas Production Functions**, Chicago, Rand McNally and Company.

Parasız, İ. (1997), **Modern Büyüme Teorileri**, Bursa, Ezgi Yayınları.

Paroush, J. (1964), “A Note on the CES Production Function”, **Econometrica**

Uygur, E. (1990), “Price, Output, and Investment Decisions of Firms: The Case of Turkish Industry,” **Discussion Paper**, Central Bank of The Republic of Turkey.

Ülken, Y. (1979), **Fiyat Teorisi**, İstanbul, İ.Ü.İktisat Fakültesi Yayını, No:2693/452.

Thomas, R.Leighton (1988), **Introductory Econometrics: Theory and Applications**, New York, Longman Group Inc.

Thomas, R.Leighton (2000), **Modern Econometrics**, Second Edition, Addison Wesley Longman, Inc., Harlow.

Ünsal, Erdal M. (2004), **Mikro İktisada Giriş**, Gözden Geçirilmiş İkinci Bası, Turhan Kitabevi, Ankara.

Wallis, K.F. (1984), **Uygulamalı Ekonometri** (Çev.M.Şenel, M.Atalay), Eskişehir, Anadolu Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Endüstri Mühendisliği Bölümü Yayını.

Yaylalı, M. (2004), **Mikroiktisat**, İstanbul, Üçüncü Baskı, Beta Basım Yayım.