

GEÇİKMELİ MODELLERDE SPLİNE FONKSİYONUN KULLANIMI

Araş. Gör. Ferda YERDELEN

Özet

Bu çalışmada, son zamanlarda özellikle iktisadi zaman serilerinde kullanımı gittikçe artan spline (dirsekli) fonksiyonlar ile gecikmeli modeller birlikte ele alınmış ve aynı model içinde ifade edilmeye çalışılmıştır. Bu çerçevede, Türkiye'de 1970-1999 yılları arasında Gayri Safi Milli Hasıla (GSMH) ile istihdam arasındaki ilişkiler incelenmiş, GSMH'nin bağımlı; istihdamın bağımsız olduğu model, ilgili dönemin özelliklerini de yansıtacak şekilde, spline fonksiyon yardımı ile ifade edilmeye çalışılmıştır. Yapılan analizler sonucu, bağımlı değişkenin tanım aralığı 1981 öncesi ve sonrası olmak üzere iki döneme ayrılmıştır. Bu iki dönemden birincisinde GSMH'nin bağımlı, istihdamın bağımsız olduğu model uygun görülmüş; ikincisinde istihdamın bir ve iki dönem gecikmeli değerinin de GSMH üzerinde etkili olduğuna karar verilmiştir. Böylece birinci dönem için model en küçük kareler (EKK) yöntemi ile tahmin edilebilirken, ikinci dönem için model Almon'un polinom gecikmeli modeli ile tahmin edilmiştir. Daha sonra, bu iki döneme ait iki farklı tahmin tekniği gerektiren modeller spline fonksiyon yardımı ile birleştirilmiştir. Bulunan sonuçlar Türkiye Ekonomisi de göz önünde bulundurularak yorumlanmıştır.

Abstract

In this study, spline functions which are mostly used in recent economic time series analysis are considered together with lagged models and both are studied in the same model. In that frame the relationship between Gross National Product (GNP) and employment level for the years 1970-1999 is examined by the help of spline functions showing the characteristics of the period under consideration through a model in which GNP is dependent and employment is independent variable. Some analysis show that dependent variable is defined on two periods before 1981 and after 1981. The model, in which GNP is dependent variable and employment is the independent variable, is appropriate for the first period while the model for the second period includes one-period lagged and two-period lagged values of independent variable, employment level. While the model for the first pe-

riod can be estimated using least squares method, for the second period it is estimated using Almon's Polynomial Lagged method. Afterwards two different techniques of estimation for the two periods are combined by the help of spline functions. The results are interpreted econometrically in conjunction with Turkish economy.

1. Giriş:

Bir modelin sahip olması gereken en önemli özelliği, ele alınan dönemin özelliklerini de yansıtacak şekilde esnek olmasıdır. Bu esnekliği sağlamak için çeşitli yapılar kullanılabilir. Bunlardan bir tanesi, gölge değişkenlerin özel bir kullanım alanını oluşturan ve parçalı polinomial (çokterimli) fonksiyon olarak da bilinen, spline fonksiyondur. Bu metodda, bağımlı değişkenin tanım aralığı parçalara bölünüp, her bir parça için uygun modeller elde edilir ve daha sonra bu modeller spline fonksiyon yardımı ile birleştirilir. Bu çalışmanın amacı, spline fonksiyonların gecikmeli modellerde kullanılabilirliğini, yani eğer parçalardan biri (veya daha fazlası) için uygun modelin gecikmeli model olduğuna karar verilirse, modelin spline fonksiyon yardımı ile nasıl tahmin edilebileceğini araştırmaktır.

Bu çalışmada, Türkiye'de 1970-1999 döneminde Gayri Safi Milli Hasıla (GSMH) ile istihdam arasındaki ilişkiler incelenerek, GSMH'nın bağımlı, istihdamın bağımsız olduğu varsayımı altında kurulan modelin (1970-1999 döneminde ülke ekonomisinde belli dönemlerde görülen belirsizlik ve kriz ortamının verilerde meydana getirdiği değişiklikleri de model kapsamına almaya olanak sağlayan) spline fonksiyon yardımı ile tahmin edilmesi amaçlanmıştır.

Yapılan bu çalışmada, ilk önce spline fonksiyonlarla ilgili temel bilgiler verilecek daha sonra, gecikmeli modellerde spline fonksiyonun ne şekilde kullanılabileceği tartışılacaktır. GSMH ile istihdam arasındaki ilişkiler ilk önce genel olarak ve daha sonra Türkiye'de yıllara göre seyri göz önünde bulundurularak incelenecektir. Konuya ilişkin bu ekonometrik ve iktisadi bilgilerin verilmesinden sonra, 1970-1999 yılları arasında GSMH ile istihdam arasındaki ilişkileri yansıtacak uygun model araştırılacak ve tahmin edilmeye çalışılacaktır. En son bölümde ise ulaşılan sonuçlar tartışılacaktır.

2. Spline Fonksiyon ve Dağıtılmış Gecikmeli Modellerde Kullanımı

Spline fonksiyon ismi ilk defa 1946'da Schönberg tarafından kullanılmıştır (Bock, 7 Nisan 1998: 1), 1960'lı yılların başlarında ise bu konuda ilk uygulamalar yapılmıştır. 1974 yılında Poirer ve Garber tarafından yapılmış olan uzay

bilimlerinde karlılık oranları ile ilgili olan bir uygulama ilklerdendir (Johnston, 1985: 392).

Bağımlı değişkenin bağımsız değişkene göre grafiği çizildiğinde belli bir X değerinden sonra (X^*) keskin bir değişme varsa model için spline yapının uygun olduğu söylenebilir. Örneğin fonksiyon bir X^* düzeyine kadar doğrusal, bu düzeyden sonra doğrusal fakat daha dik bir eğimle artmakta ise spline fonksiyon kullanmak uygun olabilir. X^* değeri büküm noktası (knot) olarak adlandırılır (Gujarati, 1995: 520). Büküm noktalarından önceki ve sonraki değerler için modeller ayrı ayrı çözülür ve tahmin edilen parçalar birleştirilir. Eğer bir büküm noktası varsa, bütün gözlemler n ve birinci döneme ait gözlem sayısı n_1 , ikinci döneme ait gözlem sayısı n_2 olmak üzere, $n_1+n_2=n$ 'dir (Judge vd., 1988: 431). Eğer polinomun derecesi k ve alt aralıkların (dönemlerin) sayısı m+1 ise spline fonksiyon k dereceye (k+1. mertebeye) ve m büküm noktasına sahip bir spline fonksiyondur (Bock, 7 Nisan 1998: 1).

Bazen gecikmeli regresyon parametrelerinin spline fonksiyona uyduğu farz edilir (Resa Corporation, 2001: 3). Büküm noktası(ları)ndan önceki ve sonraki gözlemler için kurulan modellerde farklı gecikme yapılarına (farklı gecikme sayısına ve polinom derecesine) rastlamak mümkündür. Böyle durumlarda her alt dönem için uygun gecikme sayısı ve polinom derecesi belirlenerek model kurulur, parametre tahminleri yapılır ve tahmin edilen parçalar spline fonksiyon yardımı ile birleştirilir (Intriligator, 1978: 239).

q. dereceden iki polinom ele alınırsa $\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_K$ parametreleri birinci döneme ilişkin; $\beta_{K+1}, \beta_{K+2}, \dots, \beta_N$ parametreleri ikinci döneme ilişkin parametreler ise k iki polinomun birleşme (büküm) noktasıdır (Intriligator, 1978: 239). Bu eşitlik;

$$Y_t = \alpha + \beta_0 X_t + \beta_1 X_{t-1} + \beta_2 X_{t-2} + \dots + \beta_K X_{t-K} + \beta_{K+1} X_{t-K-1} + \dots + \beta_N X_{t-N} + \epsilon_t \quad (2.1)$$

t=1, 2,N

Bir bağımlı bir bağımsız değişkene sahip bir modelde iki dönüm noktasının olduğu ve parametrelerin sabit olmadığı varsayımı altında $X_t \leq a$ gözlemleri için $\alpha_1, \beta_{11}, \beta_{12}, \dots$ parametreleri, $a < X_t \leq b$ gözlemleri için $\alpha_2, \beta_{21}, \beta_{22}, \dots$ parametreleri, $b < X_t$ gözlemleri için $\alpha_3, \beta_{31}, \beta_{32}, \dots$ parametreleri önerilmiş olsun. Böyle bir model spline fonksiyon yardımı ile şöyle çözülebilir;

1. dönem olan $X_t \leq a$ dönemi için yapılan analizler sonucu, bağımsız değişkenin iki dönem gecikmeli değerini içeren (gecikme sayısı 2 olan) dağıtılmış gecikmeli modelin uygun olduğuna karar verilmiş olsun;

$$Y_t = \alpha_1 + \beta_{11}X_t + \beta_{12}X_{t-1} + \beta_{13}X_{t-2} + \varepsilon_t \quad X_t \leq a \quad (2.2)$$

2. dönem olan $a < X_t \leq b$ dönemi için gecikme sayısı 1 olan dağıtılmış gecikmeli modelin uygun olduğu varsayalım;

$$Y_t = \alpha_2 + \beta_{21}X_t + \beta_{22}X_{t-1} + \varepsilon_t \quad a < X_t \leq b \quad (2.3)$$

3. dönem olan $b < X_t$ dönemi için bir bağımlı bir bağımsız değişkene sahip bir modelin uygun olduğu varsayalım;

$$Y_t = \alpha_3 + \beta_{31}X_t + \varepsilon_t \quad b < X_t \quad (2.4)$$

(2.2), (2.3) ve (2.4) gibi 3 döneme ait regresyon kurulduktan sonra a ve b dönüm noktaları olmak üzere spline fonksiyon ile tahmin edilecek modele ait değişkenler bulunur.

$$\begin{aligned} W_{1t} &= X_t \\ W_{2t} &= \begin{cases} 0 & X_t \leq a \\ X_t - a & a < X_t \end{cases} \\ W_{3t} &= \begin{cases} 0 & X_t \leq b \\ X_t - b & b < X_t \end{cases} \end{aligned} \quad (2.5)$$

Spline modele ait değişkenler bulunduktan sonra;

$$Y_t = \alpha_1 + \delta_{11}W_{1t} + \delta_{12}W_{1t-1} + \delta_{13}W_{1t-2} + \delta_{21}W_{2t} + \delta_{22}W_{2t-1} + \delta_{31}W_{3t} + \varepsilon_t \quad (2.6)$$

(2.6) modeli en küçük kareler (EKK) yöntemi ile tahmin edilir. Bu son model, üç farklı dönemin özelliğini taşıyan spline fonksiyon yardımı ile tahmin edilmiş olan bir modeldir. (2.2), (2.3) ve (2.4) modeline ait parametreler ile (2.6) modeline ait parametreler arasında şu ilişki vardır:

$$\begin{aligned} \beta_{11} + \beta_{12} + \beta_{13} &= \delta_{11} + \delta_{12} + \delta_{13} \\ \beta_{21} + \beta_{22} &= \delta_{11} + \delta_{12} + \delta_{13} + \delta_{21} + \delta_{22} \end{aligned} \quad (2.7)$$

$$\beta_{31} = \delta_{11} + \delta_{12} + \delta_{13} + \delta_{21} + \delta_{22} + \delta_{31}$$

(2.3) ve (2.4) modeline ait α_2 ve α_3 parametreleri ile de (2.6) modelindeki parametreler arasında;

$$\alpha_2 = \alpha_1 - \delta_{21}a - \delta_{22}a$$

$$\alpha_3 = \alpha_2 - \delta_{31}b$$
(2.8)

şeklinde bir ilişki vardır.

3. GSMH ile İstihdam Arasındaki İlişki

Milli gelir, bir ülkede çeşitli üretim dallarında yaratılan gelirlerin toplamıdır (Ülgener, 1991: 62). İstihdam ise, çalışabilir durumda olanlara niteliklerine ve yeteneklerine göre iş vermeye (Ülgener, 1991: 25), başka bir deyişle bir şahsın hizmetini alma ve kullanmaya denir. Makro ekonominin kurucusu J.M. Keynes'e göre, istihdam düzeyi ile milli gelir arasında aynı yönlü doğrusal bir ilişki vardır. İstihdam arttıkça milli gelir de artar; istihdam azaldıkça milli gelir de azalır (Unay, 1978: 32).

$$Y = f(N, V)$$
(3.1)

Burada, Y: milli hasıla, N: üretime katılan faktör sayısı, V: verimliliktir.

Kısa vadede milli gelir bir tek istihdam düzeyine bağlıdır. Fakat bazen, kısa vadede de olsa istihdam düzeyi artarken, azalan verim kanunu nedeni ile milli gelir aynı düzeyde artmayabilir. Uzun vadede ise istihdamın yanında, emeğin verimliliği de milli geliri etkiler. Verimlilik diğer bir deyişle produktivite, emeğin belli bir zamanda üretime katkıda bulunabilme gücüne denir (Ülgener, 1991: 75).

$$Y_1 = f(N_1, V_1)$$
(3.2)

$$Y_2 = f(N_2, V_2)$$

V_1 ve V_2 (emek verimlilikleri) kısa dönemde sabit olduğundan, milli gelir kısa dönemde sadece emek kullanımına bağlıdır. Uzun dönemde ise emek verimliliği yani V_1 ve V_2 sabit olmayacaktır (Ülgener, 1991: 75).

Özetleyecek olursak, milli gelir faktör kullanımını kısa dönemde miktar değişikliği üzerine takip ederken, uzun dönemde vasıf değişikliği üzerine takip eder. Kısa dönemde milli gelir ve istihdam söz konusu iken; uzun dönemde iktisadi büyüme ve gelişme söz konusudur (Ülgener, 1991: 75).

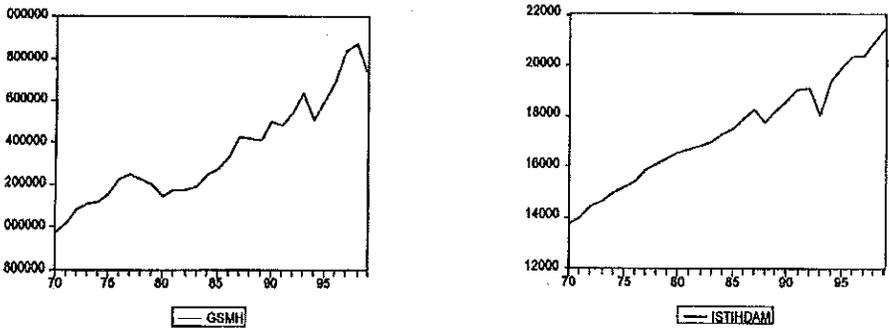
Milli Gelir ile istihdam arasındaki ilişkiler incelenirken, ekonomideki yapısal değişimin en önemli göstergesi olan milli gelirin yanında, Gayri Safi Mil-

li Hasıla (GSMH) kavramına da değinmekte yarar vardır. Çünkü, milli gelirdeki değişme GSMH'nın bir önceki yıla göre ne oranda arttığını gösteren rakam olarak tanımlanan büyüme hızının hesaplanması yoluyla belirlenir. Bu nedenlerden dolayı, yapılacak olan uygulamada, milli geliri temsil etmek üzere GSMH değerleri kullanılacaktır. Bu çalışma için gözlem aralığı 1970-1999 yılları arası olarak belirlenmiştir. Gözlem aralığının 1970-1999 gözlem aralığı olarak belirlenmesinin nedenleri şöyle sıralanabilir:

- 1970 yılından sonra Türkiye Ekonomisi enflasyon olgusu ile karşılaşmaya başlamış ve bu durumdan diğer makro-ekonomik değişkenlerde dolaylı da olsa etkilenmeye başlamıştır. Bu olgu, bu tarihten itibaren GSMH-istihdam verilerini de kuvvetlice etkilemeye başlamıştır.
- 1970 yılının bir diğer önemi de, planlı ekonomiye geçiş (1963) sonrası, Türkiye Ekonomisinde planlı dönemin sağladığı maksimum refahın azalmaya başladığı yıl sayılmasıdır. Bir başka değişle bu yıldan itibaren Türkiye Ekonomisinde iktisadi konjonktür dalgalanmaları başlamıştır.

Yukarıda sayılan nedenlerle 1970 yılı, yapılan analiz için başlangıç noktası olmuştur. Şimdi analiz yaptığımız 1970-1999 dönemi için Türkiye'de GSMH'daki değişimleri (büyüme hızı) ve istihdamdaki gelişmeleri inceleyelim. Bu ilişkileri incelerken 1970-1999 yılları arasındaki GSMH-istihdam değerlerini gösteren aşağıdaki çizimlerden de yararlanacağız.

Çizim 3.1. GSMH (Milyar TL) ve İstihdam'ın (Bin) Yıllara Göre Dağılımı (1970-1999)



1970-1979 dönemi:

Sabit ayarlanabilir kur sistemine dayalı uluslararası para sisteminin çöküşü, petrol fiyatlarının 1973 sonu itibari ile dört kat, 1979'da iki kat artması, dün-

ya ticaretindeki değişmeler, büyüme oranındaki yavaşlamalar, maliyet enflasyonuna bağlı enflasyonist ve stagflasyonist baskılar, 1972-1974 yılları arasında görülen gıda krizi 1970'li yıllarda dünya ekonomisinde olan önemli gelişmelerdir. Sayılan bu gelişmelerin bir sonucu olarak 1974-1975 yıllarında dünya ekonomisi kısa süreli fakat ağır bir ekonomik durgunluğa sürüklenmiştir (Parasız, 1991: 150). Türkiye'de ise 1971-1973 yıllarına bakıldığında, ağustos 1970 devalüasyonu ve işçi dövizlerinin olumlu etkisi ile büyüme hızının bu dönemde yüksek olduğu görülmektedir (Başol, 1994: 71). 1974 yılında petrol krizi olmasına ve ithal malları fiyatlarının artmasına rağmen birikmiş döviz rezervleri, işçi döviz gelirleri imkanları nedeniyle yüksek üretim ve büyüme hızı görülmüştür. 1975 yılından itibaren büyümenin kısa vadeli borçlanmaya dayandırılması, petrol krizinin gecikmeli etkisi olarak döviz rezervlerinin kullanılması, değişen dünya konjonktürlerine uyum sağlayacak önlemlerin zamanında alınmaması, Kıbrıs Harekatına yönelik ambargonun etkilerinin 1977 yılından itibaren hızlı bir şekilde görülmesi ödemeler dengesinde önemli darboğazlar olmasına (Parasız, 1991: 150), GSMH'nin hızla düşmesine ve enflasyonun büyük oranda artmasına neden olmuştur (Başol, 1994: 71). Ayrıca, büyümede itici gücü olarak görülen sanayi sektörünün (özellikle imalat sanayii) 1977 sonrası hızlı bir üretim düşüşü içine girmesinin de etkisi olmuştur (Başol, 1994: 68).

Özetleyecek olursak, 1963-1977 yıllarında sürekli olumlu gelişme gösteren ekonomik faaliyetlerin gelişmesinde 1977'den itibaren duraklama ve gerileme görülmüş, enflasyon giderek artmış, büyüme hızı giderek azalmış ve son dönemlerde menfi olmuştur. Bu yıllar, ülkemizde fakirleşmenin arttığı yıllar olarak nitelendirilebilir (Başol, 1994: 67).

Tablo 3.1. 1970-1979 döneminde GSMH'nin artış oranı (%)

Yıllar	GSMH
1970	5.8
1971	10.2
1972	7.4
1973	5.4
1974	7.4
1975	8.0
1976	7.9
1977	3.9
1978	2.9
1979	-0.4

İstihdama bakıldığında; bu dönemde görülen hızlı şehirleşme nedeni ile modern sektörde hızlı istihdam sağlanamamış, marjinal istihdam sahaları çoğalmış, yurt dışına işçi gönderme olanakları daralmış, önemli işsizlik ve gelir yetersizliği sorunu görülmüştür (Parasız, 1991: 150). Her yıl artan istihdam imkanlarına karşı, daha büyük oranda artan işgücü arzı, açık ve gizli işsizliği önemli boyutta arttırmıştır. Bu dönemdeki istihdam sorunu, daha çok gizli işsizlik ve mevsim işsizliği nedeni ile eksik istihdam şeklindedir. 1962'de istihdama katılma oranı %43.3 iken, 1982'de %33'lere gerilemiştir (Parasız, 1991: 151). Özellikle 1975 sonrası istihdam ve sosyal güvenlik politikaları, dünya para sisteminin bozulması, enflasyon, petrol fiyatlarında artışlar ve 1970'li yılların sonunda kalkınma hızının giderek yavaşlaması bu yıllarda istihdamda yeterli artış sağlayamamanın başlıca sebeplerini oluşturmaktadır.

1980-1989 dönemi:

24 ocak 1980 kararları ile benimsenen ekonomik istikrar politikalarına bağlı olarak bu yıldan sonra GSMH toparlama içine girmiştir, 1978-1979 ve 1980 dönemlerinde düşüş göstermiş olan büyüme oranı, 1981 yılından sonra devamlı yükselme göstermiştir. 1981-1982 yıllarında dünya ekonomileri büyük durgunluk yaşamasına rağmen 1982 yılında Türkiye'de 4.6 büyüme oranı kaydedilmiştir. 1983 yılında ki elverişsiz hava koşulları nedeni ile tarım sektöründe negatif büyüme oranı ile karşılaşılmasına ve bu nedenle büyüme oranının bir önceki yıla göre azalarak 3.3 oranında artış göstermesine neden olmuştur (Parasız, 1991: 185).

1984-1986 yılları arasında tarım sektöründeki düşük büyüme hızı, sanayi sektöründeki yüksek büyüme hızı ile bertaraf edilmiş ve bu yıllarda hep artış kaydedilmiştir. 1985'te petrol fiyatlarının düşmesi ile yaratılan ek kaynakların yatırım harcamalarında kullanılması da büyüme oranında artış görülmesinin nedenleri arasındadır. 1987 yılında ise, sanayi ve hizmetler kesimindeki yüksek büyüme hızı nedeni ile artış kaydeden GSMH'da, 1988-1989 döneminde imalat ve ulaştırma sektöründeki duraklamalar sonucu daralma görülmüştür (Parasız, 1991: 186).

1984-1987 döneminde OECD ülkeleri ortalamasının üzerinde bir gelişme gösteren Türkiye Ekonomisi 1988'de başlayan düşüşle 1989'da istihdamda en düşük artış kaydedilmiştir (Başol, 1994: 25).

Tablo 3.2. 1980-1989 döneminde GSMH'nın artış oranı (%)

Yıllar	GSMH
1980	-1.1
1981	4.1
1982	4.6
1983	3.3
1984	5.9
1985	5.1
1986	8.1
1987	7.4
1988	4.1
1989	1.9

1990-2000 dönemi:

1990'lı yıllara birlikte ekonomide görülen istikrarsız gidişin devam ettiği görülmektedir (İSO, Nisan 1996: 26). 1990 yılındaki 9.2'lik büyüme hızı, 1991 yılında karşılaşılan Körfez Krizi'nin etkisi ile düşmüştür. 1990-1993 yılları arasında (1991 yılı hariç) iç talepten kaynaklanan yüksek oranlı bir büyüme hızına ulaşılmıştır (Parasız, 1991: 297). 1994 ekonomik krizi nedeni ile alınan 5 Nisan kararlarının doğal sonucu olarak bu yılda %6'lık bir düşüş görülmüştür, bu yıldaki büyüme hızı son 50 yılın en büyük düşüşünü yaşamıştır (İSO, Nisan 1996: 26). 1995 yılında ekonomik canlanma ve artan talebe bağlı olarak dış ticaret artmış ve yüksek büyüme oranı kaydedilmiştir (Parasız, 1991: 301). Bununla birlikte, 1994'te ekonomi %6 geri, 1995'te ise %8 ileri gidince 1993 yılına göre çok az bir büyüme (yaklaşık %1,5) kaydedildiği görülmektedir.

1995-1996-1997 yıllarında görülen yüksek büyüme hızı, 1998 yılındaki olumsuz gelişmelerle hız kesmiştir. Türkiye 1999 yılına, Uzak Doğu Asya krizinin olumsuz etkilerinin devam ettiği Rusya'daki krizin derinleştiği ve global krizin yaygınlaşma ihtimalinin olduğu bir ortamda girmiştir.

Önemli ölçüde yükselen faiz oranlarının, erken seçim kararının getirdiği belirsizlik ortamının, 1998 sonunda artan yurtdışı talep ve üretim yetersizliğinin 1999 yılında daha da derinleşerek devam etmesi (DPT, Aralık 1999: 4) ile 1999 yılının ilk çeyreğinde ekonomide %8.9 daralma görülmüştür. Aynı yılın ikinci çeyreğinde %1.8'e gerilemiş, üçüncü çeyreğinde ise 17Ağustos depreminin etkisi ile sanayi ve ticaret sektöründeki olumsuz gelişmeler sonucu GSMH %5.6 oranında gerilemiştir (DPT, Temmuz 1999: 14).

Tablo 3.3. 1990-2000 döneminde GSMH'nın artış oranı (%)

Yıllar	GSMH
1990	9.2
1991	0.3
1992	5.4
1993	8.1
1994	-6.0
1995	8.0
1996	7.1
1997	6.0
1998	2.2
1999	-7.3
2000	1.3

1993 yılında görece olarak yüksek büyüme hızı sağlanmasına karşın bunun istihdam üzerindeki etkisi sınırlı kalmıştır (İSO, Şubat 1994: IX) ve bu yılda işsizlik ekonominin en büyük darboğazlarından biri haline gelmiştir. Körfez krizi nedeni ile ekonomi daralmasını üzerinden atamadan 1994 krizi ile karşı karşıya kalan Türkiye'de bu yıllarda mal ve hizmet üretimi düşüşü yaşanmıştır (İSO, Mart 1998: 15). Bunun yanında, çoğu istihdam kriterine bağlanan sosyal amaçlı fonlar, işyerlerinde istihdam azalmasına, işletmelerin bölünmesine, taşeron işçisi yada kayıt dışı işçi çalıştırma eğiliminin güçlenmesine yol açmıştır. 1993 yılı nisan ayında işsizlik oranı %7.5 iken, 1994 krizi nedeni ile 1994 yılının nisan ayında %8.4 olmuştur, 1995 yılında ise %7.2'ye gerilemiştir (İSO, Şubat 1994: 81). 1995 yılında ekonomik hayattaki canlanma, yatırımlardaki artış istihdamı olumlu yönde etkilemiş, işsizlik oranını azaltmıştır (İSO, Nisan 1996: VII).

4. Kullanılan Model ve Tahmin Sonuçları

Bu çalışmada, Türkiye'de 1970-1999 yılları arasında İstihdam ile Gayri Safi Milli Hasıla (GSMH)* arasındaki ilişkiler incelenmiştir. Zaman serilerine dayanan regresyon çözümlenmeleri kullanılan zaman serilerinin durağan olduğu varsayımına dayanır, bu sebepten dolayı ilk aşamada bu varsayımın yerine gelip gelmediği yani kullanılacak olan seriler için durağanlığın var olup olmadığı incelenmiştir. Durağanlık için Augmented Dickey Fuller testi yapılmış; istihdam

* 1970-1999 yılları arasındaki veriler için Kaynak: Türkiye Cumhuriyeti Merkez Bankası Elektronik Veri Dağıtım Sistemi, [http://tcmbf40.tcmb.gov.tr/cgi-bin/famecgi?cgi=\\$cbtweb](http://tcmbf40.tcmb.gov.tr/cgi-bin/famecgi?cgi=$cbtweb), (29.09.2001).

ve GSMH serileri için 1. mertebeden durağanlığın $I(1)$ var olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

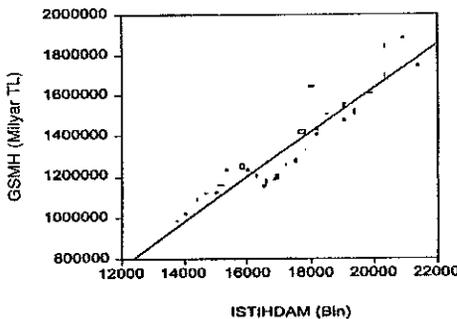
GSMH (1. Difference , lag:1)		%1 Critical Value -3.6752
ADF Test Statistic -4.441182		%5 Critical Value -2.9665
		%10 Critical Value -2.6220
İstihdam (1. Difference , lag:1)		%1 Critical Value -3.6959
ADF Test Statistic -5.191859		%5 Critical Value -2.9750
		%10 Critical Value -2.6265

Eğer iki seri içinde aynı mertebeden durağanlık varsa, iki değişkenin düzey değerleri ile regresyonu anlamlıdır (Gujarati, 1995: 726). İkinci aşamada ise, kurulacak olan modelin yapısının ve değişkenler arası ilişkinin yönünün belirlenmesi amacıyla Granger Nedensellik Testi yapılmıştır. Test sonuçları aşağıdaki gibidir:

Nedenselliğin Yönü (gecikme sayısı:2)	F değeri	Probability	Karar
İstihdam → GSMH	6.26815	0.00672	reddetmeyin
GSMH → İstihdam	2.27530	0.12542	reddedin

Tablodan görüldüğü gibi istihdamdan GSMH'ya doğru nedensellik kabul edilirken; GSMH'dan istihdama doğru nedensellik reddedilmiştir. O halde GSMH'nın bağımlı, istihdamın bağımsız olduğu model uygun model olarak seçilebilir. İstihdam veriyken, GSMH'nın değerinin ortalama olarak nasıl değiştiğini gösteren serpilme diyagramı (Çizim 4.1) incelendiğinde; çizilen regresyon doğrusunun, istihdamın 1981 yılına tekabül eden 16664 değerinin öncesini ve sonrasını ifade edemeyeceği düşünülmektedir.

Çizim 4.1. GSMH ile İstihdam'ın Serpilme Diyagramı



Çizim 4.1 için yapılan incelemeyi desteklemek amacıyla, 1981 öncesi ve sonrası arasında gerçekten yapısal bir değişiklik olup olmadığının saptanması için Chow testi yapılmıştır. Chow testinin yapılabilmesi için önsel test olarak ilk önce her iki alt grubun varyanslarının eşitliği (homoskedastite hali) test edilmiştir (Genceli, 2001: 200). Bunun için;

$$H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2 \quad (4.1)$$

$$H_1: \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$$

şeklinde hipotezler kurulduktan sonra bu hipotezleri test etmek için F_{hes} değeri aşağıdaki şekilde hesaplanır;

$$F_{hes} = \frac{\sum e_1^2 / n_1 - 2}{\sum e_2^2 / n_1 - 2} \quad (4.2)$$

Bu formülasyonda $\sum e_1^2$, 1. döneme ait hataların kareleri toplamı; $\sum e_2^2$ ise 2. döneme ait hataların kareleri toplamıdır. n_1 , 1. döneme ait gözlem sayısı; n_2 ise 2. döneme ait gözlem sayısıdır. 1. ve 2. döneme ait modeller tahmin edilip, 1. modelden $n_1=12$, $\sum e_1^2 = 2.89E+10$ ve 2. modelden $n_2=18$, $\sum e_2^2 = 1.26E+11$ (12.6E+10) bulunmuştur. Hesaplanan bu değerler (4.2)'de verilen formülde yerine konulup F_{hes} değeri 3.6698 olarak hesaplanmıştır. Bu değer F_{tablo} ($F_{10,16;0.01}$)=3.69 değeri ile karşılaştırılmış ve $F_{hes} < F_{tablo}$ olduğundan H_0 hipotezinin yani iki döneme ait varyansların eşitliğinin kabul edilmesine karar verilmiştir. Varyansların eşitliği kabul edilmesine karar verildikten sonra, Chow testi uygulanabilir. Chow testi için hipotezler (Koutsoyiannis, 1978: 166);

H_0 : Yapısal değişiklik yoktur.

H_1 : Yapısal değişiklik vardır.

şeklinde kurulduktan sonra bu hipotezleri test etmek için F_{hes} değeri aşağıdaki şekilde hesaplanır;

$$F_{hes} = \frac{\left[\sum e^2 - \left(\sum e_1^2 + \sum e_2^2 \right) \right] / k}{\left(\sum e_1^2 + \sum e_2^2 \right) / (n_1 + n_2 - 2k)} \quad (4.3)$$

Bu formülasyonda k parametre sayısıdır. $\sum e_1^2$ ve $\sum e_2^2$ değerleri daha önceden hesaplanmış, $\sum e^2$ değeri de 1970-1999 dönemi için 2.05E+11 (20.5E+10) olarak hesaplanmıştır, ayrıca $k=2$ ve $n_1+n_2-2k=12+18-2*2=26$ 'dır. Bu değerler yer-

lerine yerleştirilip F_{hes} değeri 12,11 olarak hesaplanmıştır. Hesaplanan bu değer, F tablosundan bulunan %1 için ($F_{2,26;0.01}$) 5.53 ve %5 için ($F_{2,26;0.05}$) 3.37 değerleri ile karşılaştırıldığında $F_{hes} > F_{tablo}$ olduğundan %1 ve %5 anlamlılık düzeyinde H_0 hipotezi reddedilmekte ve her iki dönem arasında yapısal farklılık olduğu kabul edilmektedir. İki dönem arasında yapısal farklılık olduğuna karar verildikten sonra, $X_t \leq a$ ve $a < X_t$ ($a=16664$)* olmak üzere her iki dönem için uygun modele karar verilip tahmin yapılır.

1970-1981 yılları arasında kurulan birinci döneme ait model GSMH'nın bağımlı, istihdam'ın bağımsız olduğu tek değişkenli bir modeldir ve bu model aşağıdaki şekildedir:

$$GSMH_t = 88488.05 + 68.676İstihdam_t \quad (İstihdam_t \leq a) \quad (4.4)$$

(Sh)	(252717.7)	(16.462)
(t)	(0.350)	(4.171)

$$R^2 = 0.635$$

$$F = 17.402$$

$$n = 12$$

1982-1999 yılları arasında kalan 2. dönem için farklı modeller denenmiş, istihdamın gecikmeli değerlerinin bağımsız değişken olarak yer aldığı gecikmeli modelin uygun model olabileceği düşünülmüştür. Dağıtılmış gecikmeli model olarak bilinen bu tür modeller, EKK yöntemi ile tahmin edilirse sapmalı parametre tahminleri elde edilebilir. Bunu önlemek için model dağıtılmış gecikmeli modellerin tahmin yöntemlerinden olan Almon'un polinom gecikmeli modeli kullanılarak** tahmin edilmiştir. Almon'un polinom gecikmeli modelini kullanabilmek için önce uygun gecikme sayısı ve polinom derecesi belirlenmelidir. Veri eşeleme metodu kullanılarak, \bar{R}^2 değerinin maksimum, Akaike ve Schwarz değerlerinin minimum olması yönünde ilerlenerek (Tablo 4.1) uygun gecikme sayısı ve polinom derecesi belirlenebilir. Bu şekilde uygun gecikme sayısının iki ve polinom derecesinin bir olduğuna karar verilmiştir.

* Burada a, yapısal kırılmanın olduğu dönemde (1981 yılında) istihdamın değeri.

** Modeldeki gecikmeli değişken sayısının az olduğu durumlarda dağıtılmış gecikmeli modeller için önerilen tahmin metodları (Almon'un Polinom Gecikmeli Modeli, Shiller'in Önzileme Düzeltmesi, Kısıtlamalı EKK Yöntemi) birbirlerine karşı üstünlük taşımamaktadırlar ve tahminler birbirlerine çok yakın sonuçlar vermektedirler. Gecikme sayısı arttıkça çoklu doğrusal bağlantı sorunu ciddi bir hal almaya başlar ve bu durumda kullanılacak tahmin yöntemini iyi belirlemek gerekir.

Tablo 4.1. \bar{R}^2 , Akaike ve Schwarz değerleri

Gec. Say.	\bar{R}^2	AIC	SC
0	0,877	25,61	25,70
1	0,923	24,92	25,07
2	0,942	24,67	24,87
3	0,940	24,74	24,99
4	0,936	24,84	25,14
5	0,931	24,95	25,29

İki gecikme ve bir polinom derecesine sahip model Almon modeli ile [PDL(istihdam,2,1)] tahmin edilmiştir. Almon modeli iki aşamada çözülür, ilk aşamada dönüşüm yapmayı sağlayan PDL01 ve PDL02 değişkenlerinin bulunduğu model EKK yöntemi ile tahmin edilir. Daha sonra bu tahminlerden yararlanarak asıl model tahmin edilir.

$$GSMH_t = -1452856 + 53.538PDL01 + 39.359PDL02 \quad (4.5)$$

şeklinde Almon modeli için dönüşüm yapmayı sağlayan model tahmin edildikten sonra asıl model şu şekilde tahmin edilir:

$$GSMH_t = -1452856 + 14.178istihdam_t + 53.538istihdam_{t-1} + 92.898istihdam_{t-2} - a \cdot istihdam_t \quad (4.6)$$

(sh)	(236083.0)	(23.737)	(4.245)	(25.803)
(t)	(-6.154)	(0.597)	(12.611)	(3.600)

$$R^2 = 0.925 \quad DW = 2.2776$$

$$F = 80.717$$

$$n = 18$$

Bu modelde görülebileceği gibi, t ve F değerleri anlamlı, R^2 değeri oldukça yüksek olduğundan model çoklu doğrusal bağlantı belirtisi taşımamaktadır. Ayrıca $k=3$ ve $n=18$ için DW tablosundan $d_L=1,05$ ve $d_U=1,53$ değerleri bulunmuştur. Modelin DW değeri 2.27, 2 ile $4-d_U$ (2.47) değerleri arasında kaldığından modelde otokorrelasyon bulunmadığı sonucuna varılmıştır.

Böylece birinci dönem için gecikmesiz, ikinci dönem için 2 gecikmeye sahip modeller tahmin edildi. Spline fonksiyon yardımı ile bu iki farklı dönem için kurulan farklı yapılarıdaki regresyonların tek bir regresyon ile ifade edilmesine çalışılacaktır.

$$X_{1t} = istihdam_t$$

$$X_{2t} = \begin{cases} 0 & istihdam_t \leq a \\ istihdam_t - a & a < istihdam_t \end{cases} \quad (4.7)$$

$a = 16664$ olmak üzere X_{1t} ve X_{2t} değişkenlerine ait veriler hesaplanır, X_{2t} değişkeninin bir (X_{2t-1}) ve iki (X_{2t-2}) dönem gecikmeli değerleri hesaplanır. Almon modelinin ilk aşamasında X_{1t} , PDL01 ve PDL02 değişkenleri modele alınıp, EKK yöntemi ile tahmin edilir.

$$GSMH_t = 210819.2 + 68.572X_{1t} + 35.833PDL01 + 68.566PDL02 \quad (4.8)$$

Şeklinde Almon modeli için dönüşüm yapmayı sağlayan model tahmin edildikten sonra, X_{2t} , X_{2t-1} ve X_{2t-2} değişkenlerinin de bulunduğu model Almon'un polinom gecikmeli modeli sayesinde tahmin edilir. Bu son modelde X_{1t} değişkeni birinci dönemi, X_{2t} , X_{2t-1} ve X_{2t-2} değişkenleri ikinci dönemi temsil etmektedir. Bu son model Almon modeli ile spline fonksiyonun birleştiği bir modeldir.

$$GSMH_t = 210819.2 + 68.572X_{1t} - 35.6835X_{2t} + 32.8838X_{2t-1} + 94.450X_{2t-2} \quad (4.9)$$

(sh)	(201097.1)	(12.698)	(27.410)	(6.571)	(26.496)
(t)	(1.048)	(4.769)	(-1.192)	(5.460)	(3.942)

$$R^2 = 0.952 \quad DW = 1.62$$

$$F = 174.865$$

Bu modele ait t değerleri incelenirse ($t_{25;0.05}=1.708$ ve $t_{25;0.01}=2.485$) 0.05 ve 0.01 kritik değerlerine göre X_{1t} , X_{2t-1} , X_{2t-2} değişkenlerinin anlamlı olduğu, X_{2t} değişkeninin ise anlamsız (fakat $\alpha=0.15$ değeri için $t_{25;0.15}=1.058$ anlamlı) olduğu görülmektedir. R^2 değeri 0.95'dir, modeldeki bağımsız değişkenlerin hepsi birlikte bağımlı değişkendeki değişkenliğin %95'ini açıklamaktadır; %5'i ise modelde bulunmayan başka değişkenler tarafından açıklanmaktadır. F değeri, $\alpha=0.01$ ve $\alpha=0.05$ kritik değerlerine göre ($F_{25,4;0.01}=3.63$ ve $F_{25,4;0.05}=2.60$) anlamlıdır yani bütün bağımsız değişkenler hep beraber bağımlı değişkeni açıklamakta anlamlıdır. Ayrıca $k=4$ ve $n=30$ için DW tablosundan $d_L=0,941$ ve $d_U=1,511$ değerleri bulunmuştur. Modelin DW değeri 1.62, d_U (1,511) ile 2 değerleri arasında kaldığından modelde otokorrelasyon bulunmadığı sonucuna varılmıştır.

(4.4), (4.6) ile (4.9) modellerinde tahmin edilen parametreler arasında şu ilişkiler vardır:

$$\beta_{11} = \delta_{11}$$

$$68.676 \cong 68.572$$

$$\beta_{21} + \beta_{22} + \beta_{23} = \delta_{11} + \delta_{21} + \delta_{22} + \delta_{23}$$

$$14.178+53.538+92.898 \cong 68.572-35.683+32.883+94.450$$

$$160.614 \cong 168.222$$

5. Sonuç

Bu çalışma ile, spline fonksiyonların gecikmeli ilişkilerde kullanılabilirliği sınanmıştır. Gecikmeli modellerin türlerinden olan dağıtılmış gecikmeli modelle, spline fonksiyon birleştirilmiş ve spline gecikme denilen özel bir kullanıma ulaşılmıştır.

Spline fonksiyonların dağıtılmış gecikmeli modellerle birlikte kullanımını incelemek için, GSMH bağımlı değişken olarak ele alınmıştır. GSMH'nin seçilmesinin nedeni, ülkede çeşitli nedenlerle zaman zaman görülen belirsizlik ve kriz ortamlarından en çok etkilenen değişkenlerden biri olmasıdır. Bu özelliği ile, dönemler arasındaki yapısal farklılıklardan dolayı, bağımlı değişkenin tanım aralığını parçalara ayırmayı hedefleyen spline fonksiyon kullanımı için, uygun değişken olduğu söylenebilir. Kısa dönemde, bağımlı değişken olan GSMH'yi etkileyen değişken olarak üretim faktörlerinden emek yani istihdam ele alınmıştır. Böylece GSMH'nin bağımlı, istihdamın bağımsız olduğu model 1970-1999 yıllarını kapsayan süre için yıllık veriler ile tahmin edilmiştir. İlk önce 1970-1999 dönemi için, bağımlı ve bağımsız değişkenin birlikte dağılımı gösteren serpilme diyagramı çizilip incelenmiş, daha sonra ise yapısal değişiklik olup olmadığını saptamayı hedefleyen Chow testi yapılmıştır. Çizim 4.1'in incelenmesi ve Chow testi sonucuna dayanarak, 1970-1981 yılları ve 1982-1999 yılları arasında yapısal farklılık olduğuna, bu sebepten tanım aralığının iki döneme ayrılmasına karar verilmiştir. 1973 ve 1979 yıllarında görülen petrol fiyat artışlarının ve 1974-1975 yıllarında dünyada görülen durgunluğun gecikmeli etkisi ile Türkiye'de 1977-1980 dönemi ödemeler dengesi krizi ve yüksek enflasyonun görüldüğü yıllar olmuş, bundan dolayı GSMH'nin artış oranı negatiflere düşmüş; 1980 yılında alınan kararlar ile de 1981 yılında Türkiye için yeni bir dönem başlamış ve bu yıldan sonra GSMH toparlama içine girmiştir. Bu sayılanların, iki dönem arasındaki yapısal farklılığın temel nedenleri olduğu düşünülmektedir.

Böylece, 1970-1981 ve 1982-1999 dönemleri olmak üzere, iki dönem için yapılan analizler sonucu uygun modellere karar verilmiş ve tahmin edilmiştir. Birinci dönem için GSMH'nin bağımlı, istihdamın bağımsız olduğu tek değişkenli bir model, ikinci dönem için ise GSMH'nin bağımlı, istihdam ve 2 dönem gecikmeli değerinin bağımsız olduğu ekonometride dağıtılmış gecikmeli model olarak adlandırılan model uygun bulunmuştur. Dağıtılmış gecikmeli modeller en küçük kareler (EKK) yöntemi ile tahmin edilirse, sapmalı parametre tahminleri ile karşılaştırılabilir. Bunu önlemek için, ikinci döneme ait model, dağıtılmış ge-

cikmeli modellerin en çok kullanılan tahmin yöntemlerinden biri olan Almon'un polinom gecikmeli modeli kullanılarak çözülmüştür.

Böylece birinci dönem için gecikmesiz ve EKK yöntemi ile tahmin edilen, ikinci dönem için ise gecikme sayısı iki olan ve Almon'un polinom gecikmeli modeli ile tahmin edilen bu iki farklı özellikteki model spline fonksiyon yardımı ile birleştirilmeye çalışılmıştır. Bu son modelde, birinci dönemi temsil eden X_{1t} değişkeni birinci dönemin özelliklerini yansıtacak şekilde; ikinci dönemi temsil eden X_{2t} ve iki gecikmeli değeri ikinci dönemin özelliklerini yansıtacak şekilde farklı yapısal özelliklere sahip değişkenler tek bir modelle tahmin edilmiştir. Bu son model, Almon'un polinom gecikmeli modeli ile spline fonksiyonun birleştirildiği, spline gecikme olarak adlandırılabilir bir modeldir.

Son zamanlarda dünyada ve Türkiye'de bazı zamanlarda görülen belirsizlikler ve çeşitli nedenlerle karşılaşılan krizler nedeniyle, iktisadi zaman serileri ile çalışıldığında, dönemler arasında yapısal farklılıklar görülmektedir, bu da spline fonksiyonun kullanım alanını yaygınlaştırmaktadır. Yine son zamanlarda gecikmeli ilişkilerin de kullanım alanının gittikçe arttığı görülmektedir. Spline fonksiyonların ve gecikmeli yapıların birleştirildiği spline gecikmeler sayesinde, gerek iktisadi zaman serileri ile gerekse finansal verilerle çalışıldığında her dönemin özelliğini yansıtacak tek bir modelle çözüme ulaşılabilecektir.

KAYNAKÇA

- Başol Koray, (1994), "Türkiye Ekonomisi", 5. Baskı, İzmir, Anadolu Matbaacılık
- D.P.T., (Nisan 1997), "Konjoktür Değerlendirme Raporu", Sayı: 8
- D.P.T., (Temmuz 1998), "Konjoktür Değerlendirme Raporu", Sayı: 13
- D.P.T. (Temmuz 1999), "Konjoktür Değerlendirme Raporu", Sayı: 17
- D.P.T. (Aralık 1999), "Konjoktür Değerlendirme Raporu", Sayı: 19
- Genceli Mehmet, (2001), "Ekonometri ve İstatistik İlkeleri", İstanbul, Filiz Kitabevi
- Gujarati Damodar, (1995), "Basic Econometrics", 3rd Edition, New York, McGraw Hill
- Intriligator Michael, (1978), "Econometric Models Tecniques And Application", Amsterdam, North Holland
- İSO (Şubat 1994), "1994 Yılı Başında Türkiye Ekonomisi", İstanbul, Erler Matbaacılık
- İSO (Nisan 1996), "1996 Yılı Başında Türkiye Ekonomisi", İstanbul, Erler Matbaacılık
- İSO (Mart 1998), "Türkiye Ekonomisi 1998", İstanbul, Rem Matbaacılık

- Johnston Jack, (1985), "Econometric Methods", 4th Edition, Singapore, McGraw Hill
- Judge George G. v.d., (1988), "Introduction to The Theory and Practice of Econometrics", 2nd Edition, New York, John Wiley&Sons
- Koutsoyiannis A, (1978), "Theory of Econometrics", 2nd Edition, New York, Barnes Noble Books
- Parasız İlker, (1991), "Türkiye Ekonomisi 1923'ten Günümüze İktisat ve İstikrar Politikaları", Bursa, Ezgi Kitabevi
- Unay Cafer, (1978), "Ekonomik Konjoktür (Analiz-Teori-Tahmin)", Ankara
- Ülgener Sabri, (1991), "Milli Gelir, İstihdam ve İktisadi Büyüme, 7. Baskı, İstanbul, Der Kitabevi
- Resa Corporation, 2001, Finite Distributed Lag, (çevrimiçi) http://www.resacorp.com/finite_dl.htm, (29.09.2001)
- Bock K. Rudolf, 7 Nisan 1998, (çevrimiçi) <http://rkb.home.cern.ch/rkb/AN16pp/node272.html>, (29.09.2001)
- Türkiye Cumhuriyeti Merkez Bankası Elektronik Veri Dağıtım Sistemi, [http://tcmbf40.tcmb.gov.tr/cgi-bin/famecgi?cgi=\\$cstweb](http://tcmbf40.tcmb.gov.tr/cgi-bin/famecgi?cgi=$cstweb), (29.09.2001)