

PAPER DETAILS

TITLE: PARA ARZI REAKSIYON FONKSIYONUNUN DEGISKEN KATSAYILI-DEGISKEN
VARYANS MODELİ İLE TAHMİNİ

AUTHORS: Erdinç TELATAR

PAGES: 1-17

ORIGINAL PDF URL: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/311256>

PARA ARZI REAKSİYON FONKSİYONUNUN DEĞİŞKEN KATSAYILI-DEĞİŞKEN VARYANS MODELİ İLE TAHMİNİ

Erdinç TELATAR

(Doç. Dr., Hacettepe Üniversitesi, İktisat Bölümü, 06532, ANKARA,
e-mail: etelatar@hacettepe.edu.tr)

Özet:

Bu çalışmanın amacı, Türkiye'de 1987-2000 dönemi için, para otoritesinin politikalarını uygulamaya koyma aşamasında kullandığı bir reaksiyon fonksiyonunu tahmin etmektir. Tahmin aşamasında, değişken katsayılı Markov-değişimli varyans modeli kullanılmaktadır. Tahmin sonuçları, politika enstrümanı olarak kullanılan dolaşımdaki para arzı artış oranı ile enflasyon oranındaki değişkenlik arasında istikrarsız bir ilişki olduğunu göstermektedir. Bu bulgu, reaksiyon fonksiyonu parametrelerinin zaman içinde değişmesi nedeniyle ortaya çıkan belirsizlik nedeniyle, 1987-2000 arasında yalnızca sıkı para politikaları aracılığıyla enflasyonu düşürmenin mümkün olmadığı şeklindeki öngörüye desteklemektedir.

Abstract:

Estimation Of Money Supply Reaction Function By Using Time Varying Parameter Model With Heteroskedastic Disturbances

The purpose of this study is to estimate a reaction function used by monetary authority in conducting its policies for the period of 1987-2000 in Turkey. A time varying parameter model with heteroskedastic disturbances is used in the estimation procedure. Results indicate that there had been an unstable relationship between the growth rate of currency in circulation used as policy instrument, and the volatility of

Anahtar Sözcükler: Para arzı, reaksiyon fonksiyonu, Markov-Değişimli model.
Keywords: Money supply, reaction function, Markov-Switching model.

inflation. This finding supports the fact why contractionary monetary policy alone had not been sufficient to reduce inflation during the sample period as a result of uncertainty, which was due to the changes in regression coefficients of the policy reaction function.

I. GİRİŞ

Cumhuriyet'in kuruluşundan bu yana dokuz adet kapsamlı istikrar programı uygulanmış olmasına rağmen, Türkiye ekonomisinin en önemli problemi durumundaki enflasyonun düşürülmesi konusunda başarısız olduğu bilinen bir gerçektir.¹ 1987-2000 arasında 13 hükümet değişikliğine gidilmiş olması ve sık sık ilan edilen istikrar programlarının başarısızlığa uğramış olması, özel kesimin politika otoritelerine karşı güven duymamalarına ve enflasyon beklentilerinin düşürülememesine yol açmıştır.² Dolayısıyla, enflasyonu düşürme yönündeki çabaların sonuçsuz kalmasına neden olan faktörlerin ayrıntılı olarak irdelenmesi zorunluluğu devam etmektedir.

Bu çalışmada konu, makroekonomik hedefler ile para politikası enstrümanları arasındaki ilişkinin istikrarı açısından ele alınmakta ve para arzının politika enstrümanı olarak içerildiği bir reaksiyon fonksiyonu tahmin edilerek politikanın, hedeflenen değişkenlerdeki sapmalara verdiği tepkilerin ne ölçüde istikrarlı olduğu araştırılmaktadır. Araştırmanın hareket noktası, başarısız olmuş istikrar programlarının makroekonomik yapıda istikrarsızlık yaratmış olduğu düşüncesidir. Abrams, Froyen ve Waud (1980)'un da belirttiği gibi, makroekonominin istikrarsız olması halinde, istikrarlı bir yapının olduğu varsayımı üzerine kurulu sabit katsayılı modeller uygun olmaktan çıkmakta ve politika reaksiyon fonksiyonlarının, ilgili politika enstrümanı açısından varolan belirsizlik ortamını dikkate alarak oluşturulmaları gerekmektedir. Kim (1993), makroekonomik değişkenler açısından varolan belirsizliğin iki farklı kaynaktan doğma olasılığını dikkate almaktadır. Bu çalışmada, Kim (1993)'i izleyerek, hata terimi varyansının değişmesi nedeniyle ortaya çıkan belirsizlik ile yapısal parametrelerin zaman içinde değişmesi nedeniyle meydana gelen belirsizlik olguları, kurulan para arzı modelinde içermektedir.

Çalışmanın ikinci bölümünde, politika otoritesinin hedef değişkenlere istikrar kazandırma amacı ile kullandığı reaksiyon fonksiyonları kısaca tanıtılmaktadır. Üçüncü bölümde ise, Türkiye'de 1987-2000 dönemi için para arzının politika enstrümanı olarak alındığı bir reaksiyon fonksiyonu tahmin edilmektedir. Reaksiyon fonksiyonu tahmininde, yukarıdaki açıklamalardan hareketle, değişken katsayılı Markov-değişimli varyans modeli kullanılmaktadır. Dördüncü ve son bölümde, çalışmanın sonuçları kısaca değerlendirilmektedir.

II. REAKSİYON FONKSİYONLARINA KISA BİR BAKIŞ

Düşük enflasyon ve/veya fiyat istikrarı, büyüme ve/veya üretimde istikrar, yüksek istihdam ve dış dengenin belirli ölçülerde sağlanması gibi amaçlar, toplumsal tercihleri yansıttığı kabul edilen hükümetlerin iktisat politikaları aracılığıyla ulaşmayı arzuladıkları nihai durumun ana unsurlarını oluşturmaktadır. Para, maliye ve dış ticaret politikası araçları ile belirtilen amaçların gerçekleştirilmesi, makroekonomik dengelerin kurulması sonucunu yaratacağı gibi, toplumsal refah itibarıyla daha üst bir düzeye ulaşılmasını da sağlayacaktır. Bununla birlikte, Friedman (1968)'in da belirttiği gibi, para politikası gibi enstrümanlar yoluyla birkaç hedefe birden ulaşılabilirliğini söylemek zordur. Bunun en önemli nedeni, tek bir hedefe sahip olmadığı sürece, para otoritesinin birbirine rakip durumdaki amaçlar arasında bir denge sağlamaya zorlanması ve dolayısıyla amaçlarına ulaşma konusunda çeşitli fedakarlık yapma zorunlulukları ile karşı karşıya kalmasıdır.³

Merkez bankalarının, uyguladıkları politikalar aracılığıyla yukarıda sayılan nihai amaçlara doğrudan ulaşmaları, gerek bu amaçların para politikası dışındaki faktörlerden de etkileniyor olması ve gerekse para politikasının etkilerinin ortaya çıkması konusundaki gecikmelerin varlığı nedeniyle mümkün olmamaktadır. Bu nedenle uygulamada merkez bankaları nihai hedefler ile yakından ilişkili bazı makroekonomik değişkenleri 'ara hedef' olarak belirlemekte ve ellerindeki enstrümanlar aracılığıyla amaçlarına ulaşmaya çalışmaktadırlar.

Makroekonomik bazı değişkenlerin "hedef" bazılarının ise "enstrüman veya araç" olarak isimlendirilerek ikili bir sınıflandırmaya tabi tutulmaları, para teorisi literatüründe oldukça uzun geçmişi olan bir tartışmanın başlangıç noktasını oluşturmaktadır. Değişkenlerin bu şekilde sınıflandırılması, Keynezyen politika analizinin ilk aşamasıdır. Keynezyen analizde hedef değişkenler, elemanları nihai politika amaçlarından oluşan bir sosyal refah fonksiyonunu maksimize etme amacına uygun biçimde seçilmektedir. Politika otoritelerinin iyi-tanımlanmış sosyal refah kriterlerine veya 'kamu yararı'na uygun hareket ettikleri ve bu nedenle hedef değişkenler için tek bir değer belirleyebildikleri varsayılmaktadır. Dolayısıyla, politika otoritelerinin sosyal refah fonksiyonuna eşdeğer bir amaç fonksiyonunu maksimize etmeye çalıştıkları söylenebilir. Politika otoritesinin amaç fonksiyonunda, hedef değişkenlerin gerçekleşen değerlerinin arzulanan (veya sosyal olarak optimal olan) değerlerinden sapmalar yer almaktadır. Söz konusu sapmalar ne kadar küçük ise, politika otoritesinin, dolayısıyla toplumun faydası o kadar büyük olacaktır. Hedef değişkenlerinin arzulanan değerleri alması için kullanılan 'araç' değişkenlerinin değerleri, sistemdeki diğer değişkenlerden bağımsız olarak

politika otoritesi tarafından belirlendiği için, bu değişkenler 'dışsal' kabul edilmektedir.

Keynezyen politika analizinde ekonomi, davranışsal denklemler sistemi aracılığıyla oluşturulan büyük ölçekli ekonometrik modeller yardımıyla tasvir edilmektedir. Bu modellerde politika enstrümanlarının alması gereken değerlerin belirlenmesi için, politika otoritesinin içsel ve dışsal değişkenler arasındaki ilişkiyi belirleyen makroekonomik yapıyı bilmesi; başka bir deyişle makroekonomik yapıyı tasvir eden bir modele sahip olması gerekmektedir.⁴ Makroekonomik istikrar politikalarının başarıya ulaşması, politika otoritesinin hedef değişkenlere ait birtek değer belirleyebilmesi ve araç değişkenlerini tam olarak kontrol edebilmesine bağlıdır. Buradaki sorun, ekonomiyi tanımlayan çok sayıda davranışsal denklemin birbirleriyle ilişkili olmaları nedeniyle, herhangi bir araç değişkenin değerinin tek bir hedefe yönelik olarak belirlenmesinin olanaksız olmasıdır. Bu nedenle, tüm araç ve hedef değişkenler kümesinin birarada değerlendirilmesi zorunlu olmaktadır.

Bu noktada, araç değişkenlerin, sayı olarak, hedef değişkenlerin belirlenmiş değerlerine ulaşılması açısından yeterli olup olmadıkları sorusu önem kazanmaktadır. Bu soruya yanıt Tinbergen (1952) tarafından verilmiştir. Literatürde 'Tinbergen kuralı' olarak bilinen kurala göre, belirlenen tüm hedeflere ulaşılabilmesi için, bağımsız enstrüman sayısının hedef değişken sayısına eşit olması gerekmektedir. Bu kural, amaçlar ile araçlar arasındaki "tutarlılık" ilkesini ifade etmektedir. Örneğin, enstrüman sayısının hedef değişken sayısından daha az olduğu durumda hedefler arasında tutarsızlık doğmakta ve bu da, politika enstrümanları ile amaçları arasında çelişki yaratmaktadır. Bu soruna Theil (1961) tarafından geliştirilen çözüm önerisi, hedef değişkenler arasındaki ödün verme (trade-off) ilişkilerinin açıkça ortaya konulmasıdır. Aralarında bu tip bir ilişki bulunan hedef değişkenlerden birisinin değerinin belirlenmesi diğer değişkenin değerinin de belirli hale gelmesi anlamını taşıyacağı için, enstrüman sayısının yetersizliği problemi çözülmüş olacaktır.⁵

Yukarıda kısaca açıklanan Tinbergen-Theil çerçevesi, para politikası itibarıyla, merkez bankalarının kullandıkları politika enstrümanının hedef değişkenlerin arzulan düzeylerinden sapmalarını gösteren bir dizi bağımsız değişken ile ilişkilendirildiği bir politika reaksiyon fonksiyonu'na götürmektedir. Reaksiyon fonksiyonları, politika otoritelerinin ekonomik politika tercihlerinin yanısıra, politika enstrümanlarının hedeflere göre ne şekilde uyarlandığını ortaya koymanın basit ve popüler bir yoludur (Alt ve Chrystal, 1983). Bu fonksiyonlarda, para otoritesinin kullanabileceği para arzı veya kısa dönem faiz oranı gibi bir enstrüman veya politika göstergesi,

enflasyon, işsizlik, ödemeler dengesi ve paranın dış değeri gibi makroekonomik amaçlar ile ilişkilendirilmektedir.

Reaksiyon fonksiyonlarının da içinde yer aldığı formel ekonomik politika modellerinde, ekonomik kısıtların politika otoritelerinin amaçlarından ayrıştırılmasını olanaklı kılan bir analiz çerçevesi sağlanmaktadır. Bu tip modellerin, (1) politika otoritesinin niyet veya tercihleri ve (2) ekonomik değişkenler arasındaki ilişkilerin tasvir edildiği kısıtlar kümesi olmak üzere iki parçası bulunmaktadır.⁶ Belirtilen iki unsur, reaksiyon fonksiyonlarının bir alt grubunu veya özel bir durumunu oluşturduğu optimizasyon modellerinin de genel çerçevesini ortaya koymaktadır. Optimizasyon modellerinde, politika otoritesinin faiz oranı gibi bazı değişkenler üzerinde bağlayıcı olmayan bir tarzda kontrolü vardır ve bu gücünü makroekonomik koşulları 'arzulanan' şekilde yönlendirmek için kullanmaktadır.⁷ Bununla birlikte politika otoritesi, hedef değişkenlerin değerlerine ulaşma konusunda kısıtlanmamış şekilde hareket etme olanağına sahip değildir. Yukarıda da belirtildiği gibi, politika otoritesi, aslında makroekonomik değişkenler arasındaki ilişkilerin oluşturduğu kısıt çerçevesinde davranmak durumundadır. Dolayısıyla, politika otoritesinin elindeki enstrümanlar aracılığıyla politika hedeflerine ulaşma süreci, 'kısıtlı bir optimizasyon' probleminin çözüm sürecini ifade etmektedir.⁸ Burada kısıtlar, makroekonomik yapıyı karakterize eden indirgenmiş form denklemlerdir. Sosyal refah fonksiyonunda yer alan değişkenler ve bunlara atfedilen ağırlıklar, politika otoritesinin maksimize etmeye çalıştığı fiyat istikrarı ve/veya büyüme gibi hedeflere toplumsal olarak verilen önemi göstermektedir.⁹ Optimizasyon modellerinin temel varsayımı, elde edilen sonucun, yani hedef değişken değerlerinin, ekonomik yapının ortaya koyduğu kısıtlar altında ulaşılabilir en yüksek toplumsal faydayı yaratan sonuç olduğu şeklindedir. Bununla birlikte, Abrams, Froyen ve Waud (1980)'un da işaret ettiği gibi, ekonometrik olarak tahmin edilen reaksiyon fonksiyonlarının katsayıları, politika otoritesinin maksimize etmeye çalıştığı fayda fonksiyonu hakkında doğrudan bir bilgi sağlamamaktadır. Başka bir deyişle, reaksiyon fonksiyonu tahminleri, politika otoritelerinin örneğin enflasyon konusunda kaygılanıp kaygılanmadıkları veya duydukları kaygının dönemler itibarıyla değişme gösterip göstermediği gibi soruların doğrudan doğruya yanıtını sunmamaktadır. Bu tip soruların yanıtlanması, tahmin edilmiş reaksiyon fonksiyonu katsayılarının altında yatan, veya başka bir deyişle katsayıların ilgili değerleri alması sonucunu doğuran yapısal unsurların belirlenmesini gerektirmektedir. Eğer politika enstrümanı gerçekten de politika otoritesinin kontrolü altında ise, tahmin edilen reaksiyon fonksiyonu katsayıları politikanın hedef değişkenlerdeki değişmelere nasıl tepki verdiğini gösterecek, ancak politika enstrümanının neden böyle tepki verdiğini, tepki verme konusunda neden başarısız olduğu veya farklı zamanlarda neden farklı tepkiler verdiğini konusunda herhangi bir açıklama getirmeyecektir.

Para politikasının uygulanması açısından uygun bir çerçeve sağlıyor olmasına rağmen, Tinbergen-Theil yaklaşımının yarattığı reaksiyon fonksiyonlarının uygulamaya geçirilmesi ile ilgili olarak bazı problemler bulunmaktadır.¹⁰ Makroekonomik yapıyı tasvir eden modelin 'bilinmezliği', bu konuda çözülmesi gereken birinci problem durumundadır. Blinder (1998), ekonomistlerin 'doğru' model ve 'doğru' ekonometrik teknik konusunda uzlaşma sağlayamamış olmaları nedeniyle, sözkonusu problemin taşıdığı önemin arttığını ileri sürmektedir. Bu durum, diğer şeylerin yanısıra, yapısal modelin politika enstrümanlarına göre türevi ile temsil edilen politika çarpanlarının da önemli ölçüde belirsizliğe tabi olduğu anlamına gelmektedir. Benzer şekilde Abrams, Froyen ve Waud (1980), politika otoriteleri açısından ekonomiyi tasvir eden indirgenmiş form parameterlerindeki istikrarsızlığın, reaksiyon fonksiyonunda yer alan hedef değişken sapmalarına karşı verilen politika tepkilerinde de istikrarsızlık yaratacağını belirtmektedirler.

Gerek bilinmeyen makroekonomik yapının tahmin edilme zorunluluğu ve gerekse geleceğe ilişkin tahminler yapma konusundaki güçlükler, reaksiyon fonksiyonları çerçevesinde tahmin edilen parametreler hakkında belirsizlik yaratmaktadır. Uygulamada çoğunlukla yapıldığı gibi, maksimize edilecek fayda fonksiyonunun doğrusal-kuadratik tanımlanması durumunda dışsal değişkenlerin gelecekteki değerlerine ilişkin belirsizlik, problem olmaktan çıkmakta; bilinmeyen değerlerin yerine beklenen değerlerin kullanılması yeterli olmaktadır. Bu, "belirlilik eşdeğeri" (certainty equivalence) kuralı olarak isimlendirilmektedir.

Reaksiyon fonksiyonundaki parametreler ve dolayısıyla politika çarpanlarına ilişkin belirsizlik ise, kavramsal düzeyde bile, çözümü çok daha güç olan bir problemdir. Bu problemin varlığında *belirlilik eşdeğeri* kuralı da işler olmaktan çıkmaktadır. Reaksiyon fonksiyonu parametrelerinde, başka bir deyişle hedef değişkenlerdeki sapmalara verilen ağırlıklarda ortaya çıkan değişikliklerin nedenleri, politika analizlerinin temel araştırma konularından birisidir. Alt ve Chrystal (1983), sözkonusu ağırlıkların ekonomik politikalar hakkında karar verme sürecindeki kurumsal değişikliklere bağlı olarak değişebileceğini ileri sürmektedir. Ekonomik kararların alındığı çerçeveyi tasvir eden 'ortam'daki değişiklikler, tahmin edilmesi gereken makroekonomik sonuçları da değiştirecek ve bu değişiklikler ise karar kuralları ile davranışsal ilişkileri etkileyecektir. Alt ve Chrystal, ekonomik kararların alındığı kurumsal çerçevede başlıca üç tip değişikliğin ortaya çıkabileceğini ileri sürmektedirler: Politika enstrümanına yönelik bir kuralın yürürlüğe konulması; politika otoritesinin kontrolü altında olan veya olmayan yeni bir enstrümanın ortaya çıkışı ve fiilen kullanılan politika enstrümanlarında birtakım değişimlere yol açan rejim değişiklikleri.

Bilindiği gibi, para politikasına ilişkin bir denklemin 'politika kuralı' olarak tanımlanabilmesi için basit olması ve tepkisel olmaması gerekmektedir.¹¹ Bu bağlamda, reaksiyon fonksiyonları herhangi bir politika kuralının değil, bağlayıcı olmayan politikanın matematiksel gösterimi olarak düşünülmesi gereken bir araç olmaktadır. Dolayısıyla, ekonomik politikanın önceden belirlenmiş bir kurala göre yürütülmeye başlanması, politika otoritelerinin reaksiyon fonksiyonu yaklaşımı çerçevesinde sahip oldukları bağlayıcı olmayan tarzda karar verme yetisini ortadan kaldırarak, reaksiyon fonksiyonunun yapısını ve yarattığı sonuçları değiştirecektir. Öte yandan, mevcut enstrümanların zaman içinde değişmesi, fiili bir enstrümanın işleyişinin değişmesi veya uyarlanması, politika otoritesinin yeni teorik gelişmeler hakkında bilgilenmesi durumlarında da reaksiyon fonksiyonlarının kullanımı güçleşmektedir. Bu koşulların varlığında, politika hedefi ile fiili enstrümanlar arasındaki bağlantılar zayıflamakta ve bu durum, reaksiyon fonksiyonu parametrelerinin değişmesine yol açabilmektedir.

Reaksiyon fonksiyonlarının uygulamada kullanılması konusunda karşılaşılan üçüncü problem, rejim değişiklikleri ile ilgilidir. Örneğin, sabit döviz kuru sisteminden dalgalı kur sistemine geçilmesi halinde, döviz kuru müdahaleleri gibi yollarla bazı değişkenler politika otoritesinin inisiyatifine bağlı hale gelmekte; başka bir deyişle, kuralların geçerli olduğu bir ortamdan politika kararları itibarıyla bağlayıcı olmayan bir ortama geçilmektedir. Bu durum, daha önce kullanılmakta olan bir politika enstrümanına ilişkin önceden belirlenmiş kural uygulamasına geçilmesi ile aynı etkileri yaratacaktır. Ekonomik karar ortamındaki bu tip değişiklikler parametreleri değiştireceği için, rejim değişikliği öncesi ve sonrasında ait iki ayrı reaksiyon fonksiyonu tahmin edilmesi zorunlu olacaktır.¹² Açıklanan güçlük, Lucas (1976)'ın, politikada bir değişiklik olmadan önceki 'gerçek yapı' ile değişiklikten sonraki 'gerçek yapı' arasında farklılık olduğu şeklindeki eleştirisine dayanmaktadır. Lucas'a göre, ekonomideki karar birimleri politika otoritesinin gelecekte izleyeceği politikaları öğrenebilmekte ve öngörebilmekte; özel kesimin beklentilerinde ortaya çıkan değişiklik ise, reaksiyon fonksiyonu parametrelerini değiştirmektedir.¹³ Bunun sonucunda, belirli bir politika farklı dönemlerde farklı etkiler yaratabilmektedir. Optimizasyon yaklaşımı çerçevesinde bunun anlamı, ekonomik yapıyı ortaya koyan kısıtların, yapısal ve davranışsal ilişkilere ait politika enstrümanlarının seçilmiş değerlerinden bağımsız olarak ele alınamayacağıdır.

Reaksiyon fonksiyonundaki parametrelerin değişmesi halinde, doğrusallık kısıtı ve dolayısıyla katsayıların sabit olduğu varsayımı üzerine kurulu model tahminleri, gerçekleri doğru biçimde yansıtmayacaktır. Shen, Hakes ve Brown (1999)'un belirttiği gibi, sabit katsayı varsayımı üzerine kurulu modeller, temeldeki ekonominin istikrarlı olduğu kabulüne dayanmaktadır. Eğer

makroekonomik yapı istikrarsızlık sergiliyor ise, belirsizlik olgusunun dikkate alınmadığı fonksiyonlara dayalı olarak yapılan tahminler, ekonomik politikanın gösterdiği reaksiyonları 'doğru' biçimde ortaya koyamayacaktır.¹⁴

III. REAKSİYON FONKSİYONU TAHMİNİ: 1987-2000 DÖNEMİ PARA ARZI MODELİ

A. GİRİŞ

Kim (1993), mevcut araştırmalarda belirsizliğin birden fazla kaynaktan doğma olasılığının dışlandığını ileri sürmekte; farklı belirsizlik tiplerinin ekonomik birimlerin karar süreçleri ve dolayısıyla ekonomik faaliyetler üzerinde farklı etkilere sahip olabileceğini belirtmektedir. Kim, herhangi bir regresyon açısından iki tip belirsizlik olduğunu kabul etmektedir: Hata terimi varyansının değişmesi (Heteroskedasticity) nedeniyle ortaya çıkan belirsizlik ve ekonomik birimlerin bilinmeyen veya zaman içinde değişen regresyon katsayılarını çıkarsama zorunlulukları nedeniyle ortaya çıkan belirsizlik. Burada birinci tip belirsizlik gelecekteki tesadüfi şoklara bağlı olarak ortaya çıkarken, ikinci tip belirsizlik, politikanın birbiri ile çelişen amaçlarına atfedilen önemin veya politika otoritelerinin ekonominin yapısı hakkındaki görüşlerinin değişmesi nedeniyle ortaya çıkabilmektedir.

Bu kısımda, 1987-2000 dönemi Türkiye'si için, üçer aylık veriler ile para arzı artış oranının politika enstrümanı olarak kullanıldığı bir reaksiyon fonksiyonu tahmin edilmektedir. Kim (1993)'i izleyerek, modelde iki farklı belirsizlik kaynağı dikkate alınmaktadır.

B. MODEL

Tahmin edilecek reaksiyon fonksiyonunda t dönemindeki dolaşımdaki para arzı artış oranı (m) ile bankalararası faiz oranının değişim oranı (i), tüketici fiyat indeksi bazında ölçülen enflasyon oranı (π), bütçe açığı/GSYİH değişim oranı (d) ve para arzı artış oranının bir dönem gecikmeli değerleri yer almaktadır:

$$m_t = \beta_0 + \beta_1 i_{t-1} + \beta_2 d_{t-1} + \beta_3 \pi_{t-1} + \beta_4 m_{t-1} + e_t \quad (1)$$

Yukarıdaki denklemdeki bağımsız değişkenlerin seçilmesinde Türkiye ekonomisinin kendine özgü koşulları dikkate alınmıştır. Bu bağlamda, enflasyon oranını düşürme hedefinin para politikasının öncelikli amacı durumunda olması, Sargent ve Wallace (1975)'in bütçe açıklarının GSYİH'ya

oranın sürdürülemez olduğu argümanları çerçevesinde 'hoş olmayan monetarist aritmetik'in (unpleasant monetarist arithmetic) ortaya çıkmış olma olasılığı, bütçe açıklarının faiz oranlarını belirleyen temel faktör haline gelmiş olması ve Fisher denkleminin geçerliliği olguları dikkate alınmıştır.

Markov-değişimli varyansın olduğu değişken parametre modeli, matris notasyonunda aşağıdaki gibi ifade edilmektedir:

$$\begin{aligned} m_t &= X_{t-1}\beta_t + e_t, & t=1,2,\dots,T \\ \beta_t &= \beta_{t-1} + v_t \\ v_t &\sim N(0, Q) \\ e_t &\sim N(0, h_t) \\ h_t &= \sigma_0^2 + (\sigma_1^2 - \sigma_0^2)S_t \end{aligned} \quad (2)$$

burada X_{t-1} 1×5 boyutlarında dışsal veya önceden belirlenmiş değişkenler vektörü; β_t 5×1 boyutlarında değişken regresyon katsayıları vektörü ve Q pozitif belirli bir matristir. h_t değişken varyanslı terim için Markov-değişimli modeli göstermektedir. S_t gözlenemeyen iki ayrık değere sahip plato (durum) değişkenini göstermektedir. Parametrelerin değişme süreci iki farklı plato için şöyle tanımlanmaktadır:

plato 1, $S_t = 0$ olduğu durumu göstermektedir; burada para arzındaki değişkenliğin ölçüsü olan varyans küçüktür.

plato 2, $S_t = 1$ olduğu durumu göstermektedir; burada para arzındaki değişkenliğin ölçüsü olan varyans yüksektir.

Modelde platolar içsel olarak belirlenmekte; başka bir deyişle, platoları birbirinden ayıran sınırlar dışsal olarak getirilmemektedir. Platolar arasındaki geçiş, Hamilton (1989)'u izleyerek, aşağıdaki gibi ifade edilen, 1. dereceden Markov süreci ile tanımlanmaktadır. 1. dereceden Markov zinciri, herhangi bir platoda iken, bu platodaki gerçekleşmenin daha önceki dönemlerdeki gerçekleşmeleri içerdiği; başka bir deyişle, geçmişe ait tüm bilgileri yansıttığı kabulü altında, yalnızca bugünkü gerçekleşme dikkate alınarak gelecekte hangi platoda olunacağı hakkında tahmin yapma sürecini ifade etmektedir. Dolayısıyla,

$$\Pr[S_t = 1|S_{t-1} = 1] = p_{11}$$

$$\Pr[S_t = 0|S_{t-1} = 1] = 1 - p_{11}$$

$$\Pr[S_t = 1|S_{t-1} = 0] = 1 - p_{00}$$

$$\Pr[S_t = 0|S_{t-1} = 0] = p_{00}$$

Burada p_{11} , t-1 döneminde 2. platoda bulunan ekonominin t döneminde 2. platoda olma olasılığını ve $1 - p_{11}$, t-1 döneminde 2. platoda iken t döneminde 1. platoya geçme olasılığını ifade etmektedir. Benzer şekilde, t-1 döneminde 1. platoda olan ekonominin t döneminde 2. platoya geçme olasılığı $1 - p_{00}$ ile ve t-1 döneminde 1. platoda olan ekonominin t döneminde de aynı platoda kalma olasılığı p_{00} ile gösterilmektedir.

(2) denklemi ile verilen genel modelde $Q, \sigma_1^2, \sigma_0^2, p_{11}$ ve p_{00} değerlerinin bilindiğini varsayalım. $S_{t-1} = i$ ($i = 0,1$) ve $S_t = j$ ($j = 0,1$) iken, Kalman filtresi aşağıdaki gibi yazılabilir:

$$\beta_{t|t-1}^i = \beta_{t-1|t-1}^i \quad (3)$$

$$R_{t|t-1}^i = R_{t-1|t-1}^i + Q \quad (4)$$

$$\eta_{t|t-1}^i = m_t - X_{t-1} \beta_{t|t-1}^i \quad (5)$$

$$H_t^{(i,j)} = X_{t-1} R_{t|t-1}^i X_{t-1}' + \{\sigma_0^2 + (\sigma_1^2 - \sigma_0^2)j\} \quad (6)$$

$$K_t^{(i,j)} = \frac{R_{t|t-1}^i X_{t-1}'}{H_t^{(i,j)}} \quad (7)$$

$$\beta_{t|t}^{(i,j)} = \beta_{t|t-1}^i + K_t^{(i,j)} \eta_{t|t-1}^i \quad (8)$$

$$R_{t|t}^{(i,j)} = (I - K_t^{(i,j)} X_{t-1}') R_{t|t-1}^i \quad (9)$$

burada $\beta_{t|t-1}^i$, $S_{t-1} = i$ veri iken β_t 'nin t-1 dönemindeki bilgiye dayalı olan tahmini; $R_{t|t-1}^i$, $\beta_{t|t-1}^i$ 'nin kovaryans matrisi; $\eta_{t|t-1}^i$, $S_{t-1} = i$ veri iken M_t 'nin t-

1 dönemine kadar olan bilgiye dayalı koşullu öngörü hatası; $H_t^{(i,j)}$, $S_{t-1} = i$ ve $S_t = j$ veri iken öngörü hatası $\eta_{t|t-1}$ 'nin koşullu varyansı ve $K_t^{(i,j)}$, $S_{t-1} = i$ ve $S_t = j$ veri iken oluşan Kalman kazancıdır.

Yukarıda verilen Kalman filtresini uygulamak için, (2×2) sonraki değeri (posterior) $(\beta_{t|t}^{(i,j)}$ ve $R_{t|t}^{(i,j)})$ aşağıdaki şekilde (2×1) boyutlarındaki vektörlere ayırmak uygun olacaktır.

$$\beta_{t|t}^j = \frac{\sum_{i=0}^1 \Pr[S_{t-1} = i, S_t = j | \psi_t] \beta_{t|t}^{(i,j)}}{\Pr[S_t = j | \psi_t]} \quad j=0,1 \quad (10)$$

ve

$$R_{t|t}^j = \frac{\sum_{i=0}^1 \Pr[S_{t-1} = i, S_t = j | \psi_t] \left\{ R_{t|t}^{(i,j)} + (\beta_{t|t}^j - \beta_{t|t}^{(i,j)}) (\beta_{t|t}^j - \beta_{t|t}^{(i,j)})' \right\}}{\Pr[S_t = j | \psi_t]}, \quad j=0,1 \quad (11)$$

Burada ψ_t t döneminde mevcut bilgiyi göstermektedir.

(10) ve (11)'de kullanılan olasılık terimleri Hamilton (1989)'un algoritması genişletilerek şu şekilde elde edilebilmektedir:

$$\begin{aligned} \Pr[S_{t-1} = i, S_t = j | \psi_t] &= \frac{f(m_t, S_{t-1} = i, S_t = j | \psi_t)}{f(m_t | \psi_{t-1})} \\ &= \frac{f(m_t | S_{t-1} = i, S_t = j, \psi_{t-1}) \Pr[S_{t-1} = i, S_t = j | \psi_{t-1}]}{f(m_t | \psi_{t-1})} \end{aligned} \quad (12)$$

Burada

$$f(m_t | S_{t-1} = i, S_t = j, \psi_{t-1}) = \frac{1}{\sqrt{2\pi H_t^{(i,j)}}} \exp \left\{ -\frac{(\eta_{t|t-1}^i)^2}{2H_t^{(i,j)}} \right\} \quad (13)$$

$$f(m_t|\psi_{t-1}) = \sum_{i=0}^1 \sum_{j=0}^1 f(m_t, S_{t-1} = i, S_t = j|\psi_{t-1}) \quad (14)$$

ve

$$\Pr[S_{t-1} = i, S_t = j|\psi_{t-1}] = \Pr[S_t = j|S_{t-1} = i] \times \Pr[S_{t-1} = i|\psi_{t-1}] \quad (15)$$

$$\Pr[S_t = j|\psi_t] = \sum_{i=0}^1 \Pr[S_{t-1} = i, S_t = j|\psi_t] \quad (16)$$

'dır.

Dolayısıyla, (3)-(16) denklemleri, değiştirilmiş Kalman filtresini tamamlamaktadır.

(6) numaralı denklemden görüldüğü gibi, öngörü hatalarının koşullu varyansı şu iki ayrık terimden oluşmaktadır: Regresyon katsayılarındaki değişmeden kaynaklanan koşullu varyans $[H_{1t} = X_{t-1} R_{t|t-1}^i X'_{t-1}, i = 0,1]$ ve hata terimlerindeki “varyansın değişmesi” olgusuna bağlı olarak ortaya çıkan koşullu varyans $[H_{2t} = \sigma_0^2 + (\sigma_1^2 - \sigma_0^2)j, j = 0,1]$. Bunlardan birincisi t-1 dönemindeki durumu gösteren S_{t-1} 'e bağlı iken, ikincisi t dönemindeki durumu gösteren S_t 'ye bağlıdır. Dolayısıyla, H_1 ve H_{2t} 'nin herbirindeki 2×1 elemanı teke indirgersek, uygun ağırlıklar, sırasıyla, $\Pr[S_{t-1} = i|\psi_{t-1}]$, ($i = 0,1$) ve $\Pr[S_t = j|\psi_{t-1}]$ ($j = 0,1$) olacaktır. Söz konusu ağırlıkların kullanılması ile, farklı kaynağa sahip iki belirsizlik terimi aşağıdaki gibi hesaplanabilir:

$$\tilde{H}_t = \tilde{H}_{1t} + \tilde{H}_{2t} \quad (17)$$

$$\tilde{H}_{1t} = X_{t-1} \tilde{R}_{t|t-1} X'_{t-1} \quad (18)$$

ve

$$\tilde{H}_{2t} = \sum_{j=0}^1 \Pr[S_t = j|\psi_{t-1}] \sigma_j^2$$

Burada

$$\tilde{R}_{t|t-1} = \sum_{i=0}^1 \Pr[S_{t-1} = i | \psi_{t-1}] \times \left\{ R_{t|t-1}^i + (\tilde{\beta}_{t|t-1} - \beta_{t|t-1}^i) \times (\tilde{\beta}_{t|t-1} - \beta_{t|t-1}^i)' \right\}$$

olup, giderek $\tilde{\beta}_{t|t-1} = \sum_{i=0}^1 \Pr[S_{t-1} = i | \psi_{t-1}] \beta_{t|t-1}^i$ ve $R_{t|t-1}^i$ de $\beta_{t|t-1}^i$ 'nin kovaryans matrisidir.

C. TAHMİN SONUÇLARI

Tablo 1'de (1) numaralı denklemin tahmin sonuçları verilmektedir.

Tablo 1. Değişken Katsayılı Markov-Değişimli Varyans Modeli

Bağımlı Değişken: Para Arzı Artış Oranı (m_t)		
	Katsayı Tahmini	Standart Sapma
σ_{v_0}	0.025802	0.021840
σ_{v_1}	0.060850	0.052305
σ_{v_2}	0.431145	0.437871
σ_{v_3}	0.049785	0.125368
σ_{v_4}	0.096545	0.000001
σ_{u0}	0.064402	0.018389
σ_{u1}	0.109918	0.018722
p_{00}	0.847513	0.134562
p_{11}	0.821884	0.077751
Log olabilirlik= -7.144351		

Değişken katsayılı model çerçevesinde, p_{11} 0.82 ve p_{00} 0.85 olarak bulunmuştur. Bu sonuçlar, platolar arasındaki geçiş olasılığının oldukça düşük olduğu anlamına gelmektedir. Para arzı artış oranı denkleminde trendi temsil eden sabit terime ilişkin katsayıdaki değişkenliğin (σ_{v_0}) istatistiksel olarak anlamlı bulunamaması, dönemlerarası geçiş olasılığının düşük olduğu sonucunu desteklemektedir. Faiz oranı ve bütçe açığı/GSYİH değişim oranlarındaki değişkenlik (σ_{v_1} ve σ_{v_2}) istatistiksel olarak anlamsız bulunurken, enflasyon

oranı ile dolaşımdaki para artış oranının bir dönem gecikmeli değerlerindeki değişkenlik ise (σ_{v3} ve σ_{v4}) istatistiksel olarak anlamlı bulunmaktadır. Son iki değişkene ilişkin bulgular, para arzı artış oranı ile enflasyon oranı ve bir dönem önceki para arzı artış oranının değişkenliği arasındaki ilişkinin istikrarsız olduğunu göstermektedir. Başka bir deyişle, para arzı artış oranının politika enstrümanı olarak kullanılması halinde, enflasyonu düşürmeye yönelik politika tepkileri istikrarsız olacaktır. Ayrıca, para arzı artış oranının kendi gecikmeli değeri ile ilişkisinin istikrarsız olması da, para arzı sürecine ilişkin belirsizliği ortaya koyan bir diğer bulgudur.

IV. SONUÇ

Bu çalışmada, Türkiye ekonomisinin 1987-2000 yılları arasında sergilediği istikrarsız yapı dikkate alınarak, politika enstrümanları ile hedef değişkenler arasındaki ilişki açısından ortaya çıkan belirsizlik olgusu modellenmiştir. Politika enstrümanı olarak kullanılan dolaşımdaki para arzı artış oranı ile enflasyon oranındaki değişkenlik arasında gerçekten de istikrarsız bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. Bu bulgu, Türkiye'de analiz döneminde yalnızca sıkı para politikaları aracılığıyla enflasyonu düşürme amacına ulaşmanın mümkün olamayacağı şeklindeki öngörüğü destekler niteliktedir. Ayrıca, çalışmanın sonuçları, istikrar programlarının başarısızlığı ile özel kesimin enflasyon beklentilerinin düşürülememesi arasında karşılıklı bir etkileşim sürecinin varlığına işaret etmektedir. Buna göre, makroekonomik yapıdaki istikrarsızlığın reaksiyon fonksiyonlarına kattığı belirsizlik, ekonomik birimlerin davranışlarını yansıtan parametrelerdeki değişiklik aracılığıyla ortaya çıkmaktadır. Parametrelerde zaman içinde ortaya çıkan değişimin yarattığı belirsizlik ise, para politikası enstrümanlarını kullanarak enflasyonu düşürme amacına ulaşılmasını engellemektedir. Dolayısıyla, Türkiye'de makroekonomik istikrarsızlık ve buna bağlı belirsizlik ortamı ortadan kaldırılmadan, para politikası araçları ile amaç değişkenleri için belirlenen hedeflere ulaşılmasının mümkün olmayacağı söylenebilir.

KAYNAKLAR

- Abrams, R. K., R. Froyen ve R. Waud, 1980, "Monetary Policy Reaction Functions, Consistent Expectations, and the Burns Era", **Journal of Money, Credit, and Banking**, 12(1): 30-42.
- Alt, J.E. ve K.A. Chrystal, 1983, **Political Economics**, University of California Press.
- Blinder, A., 1998, **Central Banking in Theory and Practice**, Cambridge: The MIT Press.

- Chappell, H. W., T. M. Havrilesky ve R. R. McGregor, 1993, "Partisan Monetary Policies: Presidential Influence Through the Powers of Appointment", **Quarterly Journal of Economics**, 107: 185-218.
- Friedman, B. M., 1979, "Optimal Expectations and the Extreme Information Assumptions of Rational Expectations Macromodels", **Journal of Monetary Economics**, 5: 23-41.
- Friedman, M., 1968, "The Role of Monetary Policy", **The American Economic Review**, 58(1): 1-17.
- Gamber, E. N. ve D. R. Hakes, 1997, "The Federal Reserve's Response to Aggregate Demand and Supply Shocks: Evidence of a Partisan Political Cycle", **Southern Economic Journal**, 63: 680-691.
- Hakes, D. R., 1988a, "Monetary Policy and Presidential Elections: A Nonpartisan Political Cycle", **Public Choice**, 57: 175-182.
- Hakes, D. R. 1988b, "October 1979: Did the Federal Reserve Change Policy Objectives?", **Journal of Economics and Business**, 40: 159-167.
- Hakes, D. R. ve E. N. Gamber, 1992, "Does the Federal Reserve Respond to Errant Money Growth? Evidence from Three Monetary Regimes", **Journal of Money, Credit, and Banking**, 24: 127-134.
- Hamilton, J. 1989, "A New Approach to the Economic Analysis of Nonstationary Time Series and Business Cycle", **Econometrica**, 57(2): 357-384.
- Havrilesky, T. M., R. Sapp ve R. Schweitzer, 1975, "Tests of the Federal Reserve's Reaction to the State of the Economy", **Social Science Quarterly**, 55:835-852.
- Kim, C.J., 1993, "Sources of Monetary Growth, Uncertainty and Economic Activity: The Time-Varying-Parameter Model With Heteroskedastic Disturbances", **The Review of Economics and Statistics**, 75: 483-492.
- Lucas, R.E., Jr., 1976, "Econometric Policy Evaluation: A Critique", K. Brunner ve A. Meltzer (der.) içinde, **The Phillips Curve and Labor Markets**, Carnegie-Rochester Series no.1: 19-46.
- Potts, G.T. ve D. G. Luckett, 1978, " Policy Objectives of the Federal Reserve Systems", **Quarterly Journal of Economics**, 92: 525-534.
- Sargent, T. ve N. Wallace, 1975, "Rational Expectations, the Optimal Monetary Instrument and the Optimal Money Supply Rule", **Journal of Political Economy**, 83:241-254.

Shen, C. H., D. R. Hakes ve K. Brown, 1999, "Time-Varying Response of Monetary Policy to Macroeconomic Conditions", **Southern Economic Journal**, 65(3): 583-593.

Theil, H., 1961, **Economic Forecasts and Policy**, 2. baskı, Amsterdam: North-Holland

Tinbergen, J., 1952, **On the Theory of Economic Policy**, 2. baskı, Amsterdam: North-Holland

SONNOTLAR:

¹ Söz konusu programlar, 1946, 1958, 1970, 1978, 1979, 1980, 1994, 1999 ve 2001 yıllarında uygulamaya konulmuştur.

² 1987-2000 arasında, başbakan isimleri ile ve sırasıyla, I.Özal (1983-1987), II.Özal (1987-1989), Akbulut (1989-1991), I.Yılmaz (1991-1991), VII.Demirel (1991-1993), I.Çiller (1993-1995), II.Çiller (1995-1995), III.Çiller (1995-1996), II.Yılmaz (1996-1996), Erbakan (1996-1997), III.Yılmaz (1997-1999), IV.Ecevit (1999-1999) ve V.Ecevit (1999-) hükümetleri görev yapmıştır.

³ Fiyat istikrarının para politikasının birincil hedefi olarak belirlenmesi yönündeki güncel eğilimler, söz konusu fedakarlıkların yarattığı sorunlardan kurtulma çabası olarak değerlendirilebilir.

⁴ Makroekonomik bir modelin bulunmaması halinde, politika enstrümanlarındaki değişikliklerin nihai etkilerinin tahmin edilmesi mümkün olmayacaktır.

⁵ Theil'in önerisinin ekonomik politika analizine uygulanmasına verilebilecek en iyi örnek, Phillips eğrisi analizidir.

⁶ Kısıtlar kümesi, ekonomik değişkenleri birbirine bağlayan denklemler kümesini ifade etmektedir. Bu denklemlerden bazıları özdeşlik veya tanımsal eşitlikler şeklinde iken (bütçe açığının 'harcama-gelir' ilişkisi olarak tanımlanması gibi), bazıları da stokastik yapıdadır ve hata terimi içermektedir (gelir ve harcamaları yarattığı düşünülen süreçleri tanımlayan denklemler gibi).

⁷ 'Bağlayıcı olmayan tarzda davranış', politika otoritesinin ilan ettiği hedeflerden ayrıldığı veya bu hedeflere ulaşamadığı takdirde herhangi bir maliyet ile karşılaşmadığı; başka bir deyişle politika otoritesinin cezalandırılmasına olanak sağlayan bir taahhüt (commitment) ortamının bulunmadığı politika ortamını tanımlamaktadır.

⁸ Kuşkusuz, makroekonomik değişkenlere ait gözlenen gerçekleştirmelerin politika otoritelerinin herhangi bir kısıta tabi olmayan tercihlerini yansıttığını ileri sürmek, otoritelerin sahip oldukları inisiyatif abartmak anlamına geleceği gibi, politika yoluyla başarabilecekleri konusunda da gerçekçi olmayan bazı beklentilerin doğması sonucunu yaratabilecektir.

⁹ Bir sosyal refah fonksiyonunun gerçekte belirlenip belirlenemeyeceği sorusu, ayrı bir tartışma konusu olması nedeniyle çalışmanın kapsamı dışında tutulmuştur.

¹⁰ Blinder (1998), yarattığı sorunlara rağmen Tinbergen-Theil yaklaşımının politika karar sürecinde benimsenmesinin uygun olacağı şeklindeki görüşünü, güncel yaşamdan bir örnek ile açıklamaktadır. Blinder'a göre, araba sahibi olan insanlar, işe, alışverişe gitmek ve seyahate çıkmak gibi nihai amaçların ağırlıklandırıldığı açık bir fayda fonksiyonuna sahip olmasalar da, arabalarını kullanarak maksimum faydayı sağlamaya

çalışırlar. Ancak, güvenli yolculuk vb. amaçlara ulaşma amacı bazı kısıtlara tabidir. Bunlardan en önemlisi, arabanın normal bakımının düzenli biçimde yapılmasıdır. Arabanın bakımı belirli bir harcamayı gerektirmekte iken, gaz, benzin, tekerlek gibi girdileri güvenli yolculuklara dönüştüren 'model' hakkında bir belirsizlik söz konusudur. Ayrıca, tıpkı para politikası açısından söz konusu olan gecikmelere benzer biçimde, (sık yağ değişimleri gibi) bakım harcamaları ile bu harcamaların (daha uzun motor ömrü gibi) yaratacağı sonuçlar arasında önemli ve stokastik gecikmeler bulunmaktadır. Pekî, gerçek modelin bilinmiyor olması ve maliyetli olan bakım harcamalarının etkilerinin ortaya çıkmasında gecikmeler olması nedeniyle, düzenli bakım yaptırmak yerine 'yangını çıktığında söndürme' politikasını mı tercih etmeliyiz? Blinder'a göre, arabaya düzenli olarak bakım yaptırmak yerine bakım için arabanın bir parçasının bozulmasını beklemek, uzun vadede çok daha ciddi sorunlar yaratabilecektir. Dolayısıyla, fayda fonksiyonundaki ağırlıkların bilinmiyor olmasına ve bakım için belirli bir harcama yapma durumunda kalınmasına rağmen, Tinbergen-Theil yaklaşımına uygun davranılması, uzun vadede daha iyi sonuçlar elde edilmesini sağlayacaktır.

¹¹ Milton Friedman'ın para arzı için önerdiği ünlü k-yüzde artış kuralı, döviz kurunu sabitleme (pegging) politikası ve kısa-dönem faiz oranının belirli bir düzeyde sabit tutulması, buna verilebilecek başlıca örneklerdir.

¹² Politika rejimi veya siyasi rejim değişiklikleri bazında yapısal kırılma noktalarının dışsal olarak belirlendiği ve her bir rejim için ayrı bir sabit katsayılı modelin tahmin edildiği çalışmalara örnek olarak Havrilesky, Sapp ve Schwitzer (1975), Potts ve Luckett (1978), Hakes (1988b), Hakes ve Gamber (1992) verilebilir.

¹³ Friedman (1979), ekonomik birimlerin hangi politika kuralının izlendiğini öğrenmelerini sağlayacak bir mekanizmanın içerilmediği gerekçesi ile Lucas'ın rasyonel beklentiler modelini eleştirmektedir. Para politikası sık sık değişikliklere konu olduğu için, ekonomik birimler politikadaki kaymaları öğrenmek zorunda kalacaklar ve bu da, reaksiyon fonksiyonu katsayıları açısından bir belirsizlik doğması sonucunu yaratacaktır.

¹⁴ Sabit katsayılı reaksiyon fonksiyonu tahminleri için Hakes (1988a), Chappell, Havrilesky ve McGregor (1993), Gamber ve Hakes (1997)'ye bakılabilir.