

**T.C.
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
EKONOMETRİ ANABİLİM DALI
EKONOMETRİ BİLİM DALI**

**İKTİSADİ BEKLENTİ MODELLERİNİN DOĞRUSAL OLMAYAN
EŞİK REGRESYON MODELLERİ ÇERÇEVESİNDE İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Hazırlayan
Mehmet ÖZCAN**

**Tez Danışmanı
Doç. Dr. Funda YURDAKUL**

Ankara-2013

**T.C.
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
EKONOMETRİ ANABİLİM DALI
EKONOMETRİ BİLİM DALI**

**İKTİSADİ BEKLENTİ MODELLERİNİN DOĞRUSAL OLMAYAN EŞİK
REGRESYON MODELLERİ ÇERÇEVESİNDE İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

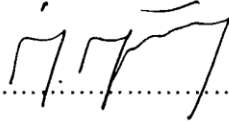
**Hazırlayan
Mehmet ÖZCAN**

**Tez Danışmanı
Doç. Dr. Funda YURDAKUL**

Ankara-2013

ONAY

Mehmet Özcan tarafından hazırlanan “ İktisadi Beklenti Modellerinin Doğrusal Olmayan Eşik Regresyon Modelleri Çerçevesinde İncelenmesi” adlı bu çalışma 21/08/2013 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda oybirliği ile başarılı bulunarak jürimiz tarafından Ekonometri Anabilim Dalında Yüksek Lisans Tezi Olarak kabul edilmiştir.



Doç. Dr. Hakan Affan ÇERMİKLİ
(Başkan)



Doç. Dr. Funda YURDAKUL



Doç. Dr. Zeynel Abidin ÖZDEMİR

ÖZET

Özcan Mehmet, İktisadi Beklenti Modellerinin Doğrusal Olmayan Eşik Regresyon Modelleri Çerçevesinde İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 2013

İktisat teorisinde beklentiler kavramı son 50 yıla damgasını vurmuş önemli gelişmelerden biridir. Diğer taraftan ekonometrik çalışmalarda kullanılan doğrusal olmayan modelleme tekniklerinin popülerliği de artmış bulunmaktadır. Bu çalışmada da, Uyarlanmış ve Rasyonel Beklentiler teorileri doğrusal modeller ve doğrusal olmayan Eşik Regresyon Modelleri çerçevesinde incelenmiş ve Monte Carlo simülasyon tekniği yardımı ile parametre tahminlerindeki sapma değerleri elde edilmiştir. Gerçekleştirilen analizlerin sonucunda, Uyarlanmış Beklentiler modeli gerek doğrusal gerekse doğrusal olmayan modeller ile sapmalı parametre tahmin değerleri verirken, Rasyonel Beklentiler modeli ise sapmasız parametre tahmin değerleri vermiştir.

Anahtar Sözcükler

1. Uyarlanmış Beklentiler
2. Rasyonel Beklentiler
3. Doğrusal Olmayan Ekonometrik Modeller
4. Eşik Regresyon Modelleri
5. Ekonometrik Simülasyon

ABSTRACT

Özcan Mehmet, Analysis of Economic Expectation Models within Framework of Nonlinear Threshold Regression Models, Master Thesis, Ankara, 2013.

The concept of Expectations is one of the important developments in the last 50 years in Economic Theory. On the other hand, popularity of nonlinear modeling techniques which are used in econometric studies has been increasing. In this study, Adaptive and Rational Expectation theories are analyzed within frame of linear and nonlinear Threshold Regression Models and parameter estimation biases are provided with Monte Carlo simulation technique. According to analysis results, while Adaptive Expectations model offers biased parameter estimation values with both linear and nonlinear models, Rational Expectation model offers unbiased parameter estimation values.

Key Words

1. Adaptive Expectations
2. Rational Expectations
3. Nonlinear Econometric Models
4. Threshold Regression Models
5. Econometric Simulation

ÖNSÖZ

Lisans öğrenimi yıllarımdan bugüne insanoğlunun zaman algısının gündelik yaşama etkisi ve iktisat biliminde zaman kavramının incelenmesi hep dikkatimi çekmiştir. Bugün halen başta iktisat olmak üzere diğer sosyal bilimler zamanın doğasını anlamakta ve kendi yöntemlerinde yer vermekte doğa bilimlerinin gerisindedir. Bu çalışmada ilgilerim doğrultusunda hareket ederek zaman serisi ekonometrisinin önemli konularından biri olan Eşik Regresyon Modelleri ile iktisadi beklenti teorilerini incelemeyi tercih ettim. Çünkü gerek beklenti teorileri gerekse doğrusal olmayan zaman serisi modelleri iktisatta zaman kavramını dikkate alınması sonucu geliştirilmiş önemli fikir ve yöntemlerdir. Bu bağlamda çalışmanın amacı iktisadi beklenti teorilerini dikkate alan ampirik çalışmaların, bir adım ileriye götürülerek doğrusal ekonometrik modellerin yanında doğrusal olmayan ekonometrik modeller ile de tahmin edilemeyeceklerini araştırmaktır.

Çalışma boyunca karşılaşılan en önemli sorun bahsi geçen doğrusal olmayan modellerin tahmin çalışmalarına imkan verecek bilgisayar programı bulmak olmuştur. Doğrusal olmayan modellerin tahminin yanı sıra bir de simülasyon analizi gerçekleştirilmesi de günümüzde kullanılan hazır istatistik paket programları ile mümkün değildir. Bu nedenden ötürü çalışma süresince büyük bir vaktimi R programlama dilini öğrenmek için harcadım.

Bu çalışmada benden esirgemedikleri desteklerinden dolayı başta danışmanım Doç. Dr. Funda Yurdakul'a ve sayın hocam Prof. Dr. Bedriye Saraçoğlu'na ne kadar teşekkür etsem azdır. Çalışmadaki analizleri inceleyerek görüş ve önerilerini benimle paylaşan sayın Dr. Furkan Emirmahmutoğlu'na ve maddi manevi bu çalışmanın ortaya çıkmasında desteklerini gördüğüm Gazi

Üniversitesi Ekonometri Bölümü araştırma görevlileri sayın Halil İbrahim Keskin ve sayın Emin Ahmet Kaplan'a teşekkür ederim.

Ayrıca R programlama diline karşı kendime güvenmemi sağlayan ve bu dili öğrenmememe önyak olan ODTÜ İstatistik Bölümü son sınıf öğrencisi sevgili kardeşim Burcu Özcan'a ve bu çalışmayı sürdürdüğüm sırada her daim desteğini gördüğüm sevgili kardeşim Mustafa Mert Özcan'a teşekkürü borç bilirim.

Şüphesiz bu çalışmanın ortaya çıkmasına en çok sevinenler, sevgili annem Hatice Özcan ve sevgili babam Temel Özcan'dır. Her şeyden önce, eğitime ve öğrenime hayati önem veren iki ailenin mensubu bu iki güzide insan sayesinde bu çalışma ortaya çıkmıştır. Teşekkürlerin en büyüğünü hak eden anne ve babama ne kadar minnet duysam azdır.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
ÖNSÖZ	iii
İÇİNDEKİLER	v
KISALTMALAR	viii
TABLolar DİZİNİ	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ	x
GİRİŞ	1

BİRİNCİ BÖLÜM

İKTİSADİ BEKLENTİLER VE BEKLENTİ MODELLERİ

1.1. UYARLANMIŞ BEKLENTİLER.....	5
1.1.1. Uyarlanmış Beklentilerin Gelişimi ve Tarihçesi	5
1.1.2. Uyarlanmış Beklentilerin Modellenmesi	8
1.1.2.1. Koyck Dönüştürmesi	10
1.1.2.2. Cagan'ın Uyarlanmış Beklentiler Çalışması	14
1.1.3. Uyarlanmış Beklenti Teorisine Getirilen Eleştiriler	20
1.2. RASYONEL BEKLENTİLER	21
1.2.1. Muth (1961) Çalışması.....	22
1.2.2. Rasyonel Beklenti Teorisinin Temel Varsayımları	24
1.2.2.1. Genel Varsayımlar.....	24
1.2.2.2. Beklenti Hatasına Yönelik Varsayımlar.....	26

1.2.3. Cagan Enflasyon Modelinin Rasyonel Beklentiler Teorisine Göre Çözümü.....	29
1.2.4. Rasyonel Beklentilere Getirilen Eleştiriler	39

İKİNCİ BÖLÜM

EŞİK REGRESYON MODELLERİ

2.1. DOĞRUSAL OLMAMANIN TEST EDİLMESİ.....	44
2.1.1. McLeod-Li (1983) Testi.....	44
2.1.2. Spesifikasyon Hatasını Ortaya Koyan RESET Testi	46
2.1.3. Lagrange Çarpanı (LM) Testi.....	47
2.2. EŞİK REGRESYON MODELLERİ	49
2.2.1. Eşik Regresyon Modellerinin Tahmini	53
2.2.1.1. Eşik Değerinin Bilinmesi Durumunda Modelin Tahmin Edilmesi.....	53
2.2.1.2. Eşik Değerinin Bilinmemesi Durumunda Modelin Tahmin Edilmesi.....	57
2.2.1.3. Eşik Regresyon Modeli ve Tahmini	63
2.2.1.4. Gecikme Uzunluklarının Belirlenmesi.....	64

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

BEKLENTİ MODELLERİ SİMÜLASYON ÇALIŞMALARI

3.1. UYARLANMIŞ BEKLENTİLER MODELİNDE SİMÜLASYON ÇALIŞMALARI	75
3.1.1. Doğrusal Uyarlanmış Beklentiler Modeli Simülasyon Çalışmaları	75
3.1.2. Doğrusal Olmayan Uyarlanmış Beklentiler Modeli Simülasyon Çalışmaları.....	84

3.2. RASYONEL BEKLENTİLER MODELİNDE SİMÜLASYON	
ÇALIŞMALARI	94
3.2.1. Doğrusal Rasyonel Beklentiler Modeli Simülasyon Çalışması	94
3.2.2. Doğrusal Olmayan Rasyonel Beklentiler Modeli Simülasyon	
Çalışması	100
SONUÇ	108
KAYNAKÇA	110
EKLER	116
EK – 1. PARAMETRE SAPMALARINI İÇEREN TABLOLAR	116
EK – 2. PARAMETRE SAPMA DEĞERLERİNİN GRAFİKLERİ	121

KISALTMALAR

- ACF** : Autocorrelation Function, Otokorelasyon Fonksiyonu
- ADF** : Augmented Dickey Fuller, Genişletilmiş Dickey Fuller
- AIC** : Akaike Information Criterion, Akaike Bilgi Kriteri
- AR** : Auto-Regression, Otoregresyon
- ARMA** : Auto-Regressive Moving Average, Otoregresif Hareketli Ortalama
- DUBM** : Doğrusal Uyarlanmış Beklentiler Modeli
- EKK** : En Küçük Kareler
- LM** : Lagrange Multiplier, Lagrange Çarpanı
- MA** : Moving Average, Hareketli Ortalama
- MC** : Monte Carlo
- NRU** : Natural Rate of Unemployment, Doğal İşsizlik Oranı
- PACF** : Partial Autocorrelation Function, Kısmi Otokorelasyon Fonksiyonu
- RESET** : Regression Error Specification Test, Regresyon Hata Belirleme Testi
- SIC** : Schwarz Information Criterion, Schwarz Bilgi Kriteri
- TAR** : Threshold Auto-Regression, Eşik Otoregresyon
- TRM** : Threshold Regression Model, Eşik Regresyon Modeli

TABLULAR DİZİNİ

Tablo 2.1. Model (2.5)'ün Tahmin Sonuçları	58
Tablo 2.2. Model (2.5)'in eşik Değerin Bilinmemesi Halinde Bulunan Tahmin Sonuçları.....	64
Tablo 2.3. Enflasyon Serisi için ACF ve PACF Grafiği.....	68
Tablo 2.4. Model (2.10)'un Tahmin Sonuçları	69
Tablo 2.5. Model (2.11)'in Üç eşik Değişkeni İçin Bulunan Tahmin Sonuçları	71
Tablo 3.1. Tüm Doğrusal Veri Üretim Süreçleri için Parametrelerin Ortalama Sapma Değerleri.....	82
Tablo 3.2. Veri Üretim Süreci (3.10) için Parametre Sapma Değerleri	91
Tablo 3.3. Veri Üretim Süreci (3.11) için Parametre Sapma Değerleri	94
Tablo 3.4. Veri Üretim Süreci Model (3.14) İçin Parametre Tahmin Sapması Değerleri.....	100
Tablo 3.5. Doğrusal Olmayan Rasyonel Beklentiler Modeli Parametre Tahmin Sapması Değerleri	107

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Beklentiler ile Genişletilmiş Phillips Eğrisi (Çevik, 2005)	8
Şekil 1.2. Koyck Geometrik Gecikme Dizinleri (Gujarati, 1995)	13
Şekil 2.1. AR(1) ve TAR Süreçleri Zaman Serisi Grafiği.....	54
Şekil 2.2. Enflasyon Serisinin Zaman Serisi Grafiği	57
Şekil 2.3. Tahmin Edilen Hata Kareler Toplamı Değerleri.....	62
Şekil 2.4. Tahmin Edilen Eşik Değerinin Enflasyon Serisindeki Yeri.....	63
Şekil 2.5. Elde Edilen Üç Eşik Değerinin Zaman Serisi Grafiği	73
Şekil 3.1. Veri Üretme Süreci (3.10) için Parametre Sapma Değeri Grafikleri...	92
Şekil 3.2. Veri Üretme Süreci (3.11) için Parametre Sapma Değeri Grafikleri ...	94
Şekil 3.3. Veri Üretme Süreci Model (3.14) için Parametre Tahmin Sapması Değerlerinin Grafikleri.....	101
Şekil 3.4. Doğrusal Olmayan Rasyonel Beklentiler Modeli Parametre Tahmin Sapması Grafikleri	108

GİRİŞ

Bilimsel varsayımların değişmesi, incelenen kavramlara ilişkin yeni bilgilerin ve en önemlisi farkındalıkların da araştırmaya dahil edilmesine iktisat tarihinde sıklıkla rastlanır. Bu değişimlerin en önemlilerinden birisi de 1950'li yıllarda iktisadi analize Paracı Okul'un kazandırdığı beklentiler kavramıdır. Paracı Okul'a kadar beklentiler dışsal kabul edilmekte ve iktisadi analizin dışında tutulmakta idi. İktisadi birimlerin ellerindeki bilgiler ve bu bilgiler sayesinde oluşturdukları geleceğe dair beklentiler ile bugünkü iktisadi faaliyetlerini optimize ettikleri varsayımı bir gerçeklik olarak hızla iktisat teorisinde yerini almış, daha sonra Keynesyen Okul başta olmak üzere diğer okullar da fikir ve teorilerini yer yer beklentilere göre yeniden şekillendirmek zorunda kalmışlardır.

Bu gelişmeler ile birlikte ekonometrinin erken zamanlarında modellemede çok yaygın bir evre tarafından uzun bir süre kabul edilen iktisadi değişkenler arasında doğrusal ilişki olduğu varsayımı, giderek geçerliliğini kaybederek iktisadi uygulamalarda yerini doğrusal olmayan ilişkileri ortaya koyan modellere bırakmıştır. Regresyon analizinin ilk zamanlarında hesaplamayı ve yorumlamayı kolaylaştırmak adına ortaya konan doğrusallık varsayımının ardından ileri hesaplama yöntemlerinin geliştirilmesi ve bilgisayar bilimindeki ilerlemenin sonucu olarak gerçeğe daha yakın doğrusal olmayan ilişkilerin de analizi mümkün olmuştur. Bu nedenlerden dolayı bu çalışmada, ekonometri ve iktisat bilimlerinde bahsi geçen iki önemli değişim beraber ele alınmıştır. Dolayısıyla bu çalışmanın amacı, iktisadi ilişkilerde birimlerin beklentilerinin dikkate alındığı iktisadi beklenti modellerinin, yine iktisadi ilişkilerin doğrusal olamayacağını iddia eden doğrusal olmayan ekonometrik modelleme tekniği ile tahmin edilip edilemeyeceğini araştırmaktır.

Bu amaçla çalışmanın Birinci bölümünde, iki temel iktisadi beklenti teorisi olan Uyarlanmış Beklentiler (Adaptive Expectations) ve Rasyonel Beklentiler (Rational Expectations) teorilerine ve bu teorilerin modellenmesine değinilmiştir.

İkinci bölümde doğrusal olmayan ilişkilerin istatistiksel olarak incelenmesine odaklanılmış, bu bağlamda doğrusal olmayan ilişkilerin tespiti için gerekli istatistiki testler açıklanmış ve doğrusal olmayan ekonometrik modelleme yöntemlerinden Eşik Regresyon Modelleri tüm yönleri ile incelenmiştir. Aynı zamanda, doğrusal ve doğrusal olmayan zaman serisi modelleri karşılaştırılarak, Eşik Regresyon Modelleme tekniklerinin daha iyi anlaşılması amacı ile yer yer iktisadi uygulamalara yer verilmiştir. Birinci ve İkinci bölümlerde gerek iktisadi beklenti modellerini açıklarken gerekse doğrusal olmayan ekonometrik modelleme tekniklerine yönelik örnek uygulamalar yapılırken beklenti kavramının ilk olarak uygulandığı enflasyon konusu üzerinde durulmuştur. İkinci Bölüm'de icra edilen ampirik çalışmalar Türkiye için elde edilen enflasyon verisi üzerinde uygulanmıştır.

Üçüncü bölümde, Uyarlanmış ve Rasyonel Beklentiler modelleri hem doğrusal zaman serisi modelleri hem de doğrusal olmayan Eşik Regresyon modelleri olarak modellenmiş ve bu modeller Monte Carlo simülasyon tekniği ile simüle edilerek çeşitli örneklemlerde parametre tahmin sapmalarının olup olmadığı araştırılmıştır.

Sonuç bölümünde ise analiz sonuçları yorumlanmış ve önerilerde bulunulmuştur.

BİRİNCİ BÖLÜM

İKTİSADİ BEKLENTİLER VE BEKLENTİ MODELLERİ

Ekonomide faal birimlerin ekonominin gidişatı üzerine oluşturdukları beklentilerin meydana getirdiği sorular iktisat tarihi kadar eskidir. Dolayısıyla beklentiler fikri, iktisat biliminde daha analitik incelemeye başlayıncaya kadar zaten iktisat üzerine düşünenlerin her daim akıllarının bir ucunda bulunmuştur. Fakat iktisat biliminin özellikle sayısal analiz araçlarından yoksun olduğu 1800'lü yılların sonu ve 1900'lü yılların başında beklentiler ancak mantıksal akıl yürütmelere dayanan metinler içinde akademik çalışmalarda yer alabilmiştir. Sistematik iktisadi analizde beklentilerin önemli rolünün incelenmesi; Emile Cheysson'nun 1887 çalışmasında çerçevesini çizdiği, daha sonra örümcek ağı döngüsü olarak bilinecek incelemesine kadar uzanır. Daha sonra Stockholm Okulu'nun da kurucularından olacak İsveçli iktisatçı Gunnar Myrdal 1927 yılında çalıştığı doktora tezinde fiyat oluşum süreci üzerinde beklentilerin oynadığı rolü açıkça irdelenmiştir. Ardından Alfred Marshall, örümcek ağı modelini üretim gecikmeleri ile yeniden modellemiş ve 1930 yılında gerçekleştirdiği bu çalışması beklenti fikrinin bilinen ilk matematiksel ifadesi olmuştur. Daha sonra, John Maynard Keynes'in çalışması Genel Teori'de beklentilerin genel çıktı ve işsizlik üzerindeki merkezi rolünden sıkça bahsetmiş fakat beklentilerin nasıl oluştuğuna dair herhangi bir model önermemiştir (Evans ve Honkapohja, 2001). İktisatta bu gelişmeler yaşanırken, bir yandan ekonometri biliminin gelişmesi Genel Teori sonrası beklenti fikrinin matematiksel analizine daha uygun bir ortam doğurmaktaydı. Bu gelişmelerden en önemlisi, iktisatta dinamik modellemenin artan popüleritesinden ötürü, Leendert Marinus Koyck'un 1954 yılında kaleme aldığı kitabında önerdiği dönüştürme işlemidir. Koyck, ortaya koyduğu pratik çözüm sayesinde bir modelde yer alan ve gecikmesi sonsuza giden açıklayıcı değişkenin, bağımlı değişkenin bir dönem gecikmeli değeri ile ifade

edilebileceğini göstermiştir. Koyck'un bu çözümü daha sonra bir değişkenin geçmişte gerçekleşen ve geçmişteki beklenti değerlerine dayanarak beklenti oluşumunu açıklayacak olan Phillip David Cagan için önemli bir çıkış noktası olacaktır. Milton Friedman editörlüğünde 1956 yılında yayınlanan ve parasal iktisadın matematiksel incelemelerini konu edinen kitabın bekli günümüzde en çok hatırlanan bölümünü yazan Cagan, bu çalışması ile daha sonra Uyarlanmış Beklentiler olarak anılacak teorinin temelini atmıştır ve beklentilerin oluşumunu mantıklı bir çerçeveye oturtup bir iktisadi modelde içselleştirerek analiz eden ilk iktisatçı olmuştur. Cagan'ın bu başarısı başta paracı okulun mensupları tarafından hızla benimsenmiş ve Uyarlanmış beklentiler fikri, Friedman'ın 1957 makalesinde neo-klasik sentezin en önemli eseri olan Philips Eğrisi fikrini çürütmesine yardım eden önemli bir faktör olmuştur. Bu nedenle, Uyarlanmış beklentiler 1960'lı ve 1970'li yıllarda iktisadi analizde önemli bir alan kazanmış ve gittikçe popüler hale gelmiştir. Lakin her çıkış yapan ve kendini gösteren bilimsel fikir gibi Uyarlanmış beklentiler teorisinin de bünyesinde barındırdığı zayıflıkları bir takım iktisatçılar tarafından anlaşılmış ve teori çeşitli eleştirilere maruz kalmıştır. Fakat John Muth'un yeni bir devrimi başlatacak 1961 çalışmasına kadar analitik ve matematiksel düzeyde Uyarlanmış beklentilere alternatif olacak bir teori geliştirilememiştir. 28-30 Aralık 1959'da Washington'da düzenlenen, Econometric Society'nin yıllık kış toplantısında Muth, Rasyonel Beklentiler ve Fiyat Hareketliliği Teorisi adını vermiş olduğu çalışmasını ilk kez duyurmuştur. Daha sonra Econometrica'da 1961 yılında yayınlanacak olan bu çalışma literatüre yeni bir beklenti teorisi kazandıracak ve bu yeni teorinin hızla yaygınlaşmasının ardından iktisadi düşünce ve analizi çok başka bir boyuta taşıyacaktır. Özellikle iktisat politikalarının geçersiz kalacağı hususunda Lucas'a önemli bir çıkış noktası sunacak rasyonel beklentiler fikri, uzun bir süre sessiz kalan Klasik okulun Yeni Klasik Okul adı altında yeniden canlanmasına sebep olacak hatta bu fikir Keynesyen okulun bile kendisini güncellemesini zorunlu kılacaktır.

İktisat tarihinde beklentilerin önemine değindikten sonra bu çalışmada beklentilerin yerini belirtmekte fayda vardır. Bu bölümde Uyarlanmış Beklentiler ve Rasyonel Beklentiler teorileri yer alacak ve bu iki teori matematiksel yönleri ile incelenecektir. Nihayetinde Cagan'ın enflasyon modeli bu iki teorinin önermeleri çerçevesinde incelenecek ve modelin iki farklı beklenti teorisine göre çözümü ayrıntıları ile anlatılacaktır. Daha sonraki kısımlarda bu çözümlerden elde edilen modeller simüle edilecek ve ortaya çıkan sonuçlar yorumlanacaktır.

1.1. UYARLANMIŞ BEKLENTİLER

1.1.1. Uyarlanmış Beklentilerin Gelişimi ve Tarihçesi

P.D. Cagan (1956), M. Friedman (1957) ve M. Nerlove (1958) beklenti kavramını iktisat teorisinde ilk kez sistematik olarak ve matematiksel yöntemler ile inceleyerek Uyarlanmış Beklentiler adı altında literatüre kazandırmışlardır. Uyarlanmış beklentiler, iktisadi aktörlerin bir iktisadi değişkenin gelecek değeri hakkında bir beklenti oluştururken o değişkenin geçmiş değerlerinin ağırlıklı ortalama değerlerinden faydalanacakları varsayımını öne sürer. Buna göre t anında ilgili değişkenin gerçekleşen değeri ile $t-1$ anında ilgili değişkenin t anında gerçekleşmesi beklenen değeri arasındaki fark, bir dönem sonra $t+1$ anı için oluşturulacak beklentiye etkilemektedir.

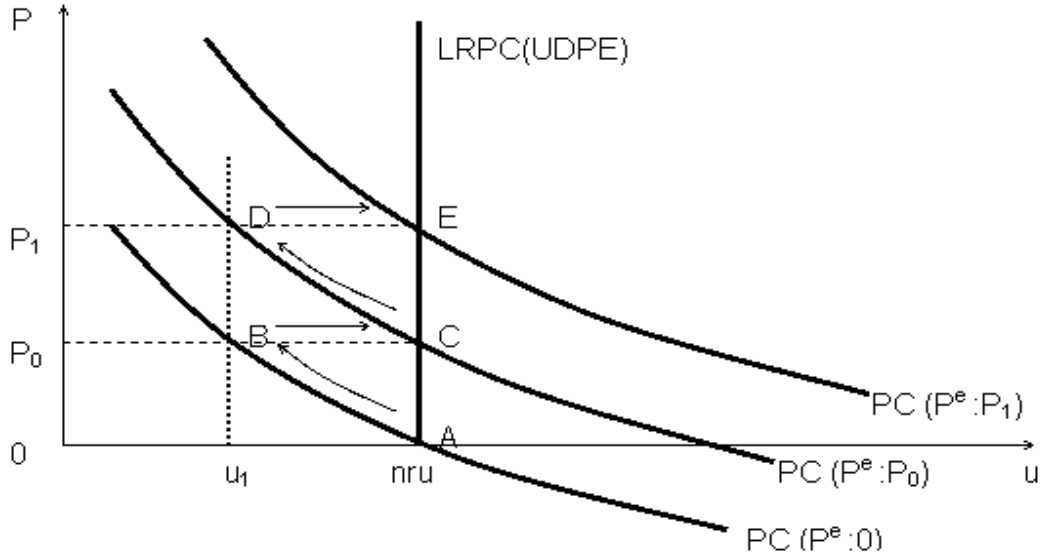
Uyarlanmış Beklentilere göre eğer ekonomi istikrarlı ve denge durumunda ise iktisadi değişkenlerin gerçekleşen değerleri ile beklenen değerleri arasındaki fark sıfır olacaktır. Bu durumun aksine ekonomi denge durumundan saparsa, aktörler ilgili değişken hakkında gerçekleştirdikleri tahmin hatalarını düzelterek öngörülerini gerçekleşen değerlere yaklaştıracaklardır. Diğer bir ifade ile bireyler zamanla öğrenerek beklentilerini iyileştireceklerdir. Denge durumunda olmayan

bir ekonomi için öğrenerek beklentileri geliştirme sürekli devam eder. Bu süreçte gerçekleşen öngörü hatalarına sistematik hata adı verilir.

P.D. Cagan 1956'da hiperenflasyonu konu edinen çalışmasında oluşturduğu enflasyon modelinde beklenti kavramına değinmek zorunda kalmıştır. Toplam Para Talebi modelinden yola çıkan ve sadece para stoku ile fiyatlar genel düzeyi arasındaki ilişkiyi incelemek için reel değişkenleri dışlayan bir enflasyon modeli oluşturan Cagan, modelde yer alan nominal faiz değişkeninin bir birleşeni olan beklenen enflasyon değişkeni için uyarlanan beklentiler modelini geliştirmiştir¹.

Cagan'ın bu çalışmasından sonra, Philips Eğrisini eleştiren, literatüre doğal işsizlik oranı kavramını katan, Milton Friedman'ın 1957'de yayımladığı çalışmasında, toplam talepte meydana gelen tahmin edilmemiş değişikliklerin kısa ve uzun dönemli etkileri arasındaki farka dayanarak Phillips eğrisine getirdiği alternatif yorum, uyarlanabilir beklentiler kavramına dayanmaktadır. Aşağıdaki grafikte her bir negatif eğimli eğri, farklı bir fiyat artış beklentisine karşılık gelen kısa dönemli Phillips eğrisidir. Uzun dönemli Phillips eğrisi ise doğal işsizlik oranında (n_{ru}) yatay eksene diktir ve değişik fiyat artış beklentilerine göre oluşan kısa dönemli Phillips eğrilerini doğal işsizlik oranında kesmektedir (Çevik, 2005).

¹ Cagan enflasyon modelini oluştururken, Koyck'un 1954 yılında yayımladığı kitabında ortaya koyduğu gecikme ağırlıklarının geometrik bir diziye göre azaldığını ifade eden gecikmesi dağıtılmış modelinden faydalanmıştır. Bu modelin oluşturulması bir sonraki bölümde ayrıntılı olarak ele alınacaktır.



Şekil 1.1. Beklentiler ile Genişletilmiş Phillips Eğrisi (Çevik, 2005)

Şekil 1.1'de Friedman, ekonominin durağan denge durumunda A noktasında bulunduğunu varsayarak eğriyi yorumlamaya başlamaktadır. A noktasında iken toplam talebin artması durumunda meydana gelecek fiyat artışları hissedilinceye kadar fiyat artışı beklentileri ortaya çıkacak fiyat artışından küçük olacaktır. Bu süre kısa olmasına karşın reel ücretlerin azalması ve işsizliğin azalması sebebiyle ekonomi $PC (P^e : 0)$ eğrisi üzerinde bulunan B noktasına gelecektir. Bu durumda işsizlik, doğal işsizlik seviyesinin altına u_1 seviyesine düşecektir. Fakat zaman ilerledikçe işçiler fiyatlardaki artışın (P_0 kadar) farkına varacaklar ve ücretlerinde P_0 kadar artış talep edeceklerdir. Böylece reel ücretler tekrar artacak ve işsizlik düzeyi doğal seviyeye yeniden ulaşacaktır. Sonuç olarak Phillips eğrisi sağa kayacak ve ekonominin dengesi tekrar C noktasında sağlanacaktır. Bu durumdan açıkça anlaşılır ki, eğer politika belirleyiciler talep genişletici politikalara devam ederlerse Phillips eğrisi sağa kaymaya devam edecek ekonomi önce D noktasında sonra E noktasına ulaşacaktır. Friedman bu açıklamasıyla Keynesyen talep artırıcı politikaların işsizliği azaltmayacağını aksine sürekli fiyat seviyesini arttıracığını ortaya

koymuş, o yıllarda gözlenen stagflasyon durumunu açıklamaya çalışmıştır. Friedman'ın bu izahı uyarlanan beklentileri anlamak için de önemlidir. Phillips eğrisi örneğinden açıkça görüldüğü gibi toplam talebi artırıcı politikalar, iktisadi aktörlerin zaman içinde beklentilerindeki sistematik hataları gidermesiyle (uyarlamasıyla veya öğrenmesiyle) işlevsiz kalmakta, sonuç olarak işsizlik düzeyi, beklentiler uyarlanıncaya kadar düşmekte fakat nihayetinde uyarlanma süreci tamamlandığında tekrar doğal düzeyine ulaşmaktadır.

Cagan ve Friedman'ın öncü çalışmalarının ardından MackNerlove'un 1958 çalışmasında farklı bir davranış varsayımına dayanan kısmi uyarlama modelini geliştirmiştir. Nerlove'a göre işletmeler üretim süreci yönetimlerinde, ürünlerinin taleplerinde meydana gelebilecek değişikliklerden yola çıkarak kontrollerinde olan değişkenleri değiştirmek suretiyle belli bir hedef değere ulaştırmak isteyebilirler. Örneğin ürünlerinin talebinde bir artış olacağını öngören bir firma stoklarını belli bir düzeye arttırmak isteyecektir. Bu ayarlamayı hemen gerçekleştiremeyeceği için t-1 anında mevcut olan stoklarını istediği düzeye zamanla ulaştıracak yani bir başka ifade ile uyarlayacaktır. Bu model örnekte bahsedildiği gibi firmalar tarafından stok ayarlamalarında kullanıldığı için stok uyarlama modeli olarak adlandırılmıştır. Ayrıca Nerlove gecikmesi dağıtılmış modelleri tarım ekonomisindeki talep-arz araştırmalarında da kullanmış 1958 çalışmasında daha istikrarlı bir örümcek ağı modeli geliştirmiştir.

1.1.2. Uyarlanmış Beklentilerin Modellenmesi

Uyarlanmış beklentilerin, ilk olarak Cagan tarafından 1956 gerçekleştirdiği çalışmada ekonometrik modellemesi yapılmıştır. Bu çalışmada Cagan açıklayıcı değişkenlerin gecikmeli değerlerinin bulunduğu gecikmesi dağıtılmış model kavramından yola çıkmıştır. Hatırlanacağı üzere Uyarlanmış beklentiler, iktisadi

aktörlerin bir iktisadi değişkenin gelecek değeri hakkında bir beklenti oluştururken o değişkenin geçmiş değerlerinin ağırlıklı ortalama değerlerinden faydalanacakları varsayımını öne sürmekte idi. Dolayısıyla Cagan bu beklenti fikrini modellemesi için hakkında beklenti oluşturulacak değişkenin geçmişte aldığı değerleri de göz önünde bulunduracak bir model oluşturması gerekmektedir.

Gecikmesi dağıtılmış modeller bu amaç için iyi bir seçenek gibi görünseler de sahip oldukları iki önemli sakınca vardır. Birincisi bu modellerin içerdiği gecikmeli değişken sayısının artması durumunda, özellikle de küçük örneklem barındıran modellerde geleneksel test istatistikleri için önemli olan serbestlik derecelerindeki düşüş çok fazla olacak ve bu durum parametre tahminlerinin anlamlılıklarını sınımamızı güçleştirecektir. İkinci olarak, bir bağımsız değişkenin gecikmeli değerlerini içeren değişkenler ile birlikte bir modelde olması çok açıktır ki çoklu bağlantı sorunu doğuracaktır ve bu sorunda modelin tahmin sonuçlarının güvenilirliği için ciddi bir sorundur.

Gecikmesi dağıtılmış modellerin sahip olduğu bu iki sorun, Cagan'ın çalışmasından iki yıl önce 1954 yılında yayınlanan L. M. Koyck'un yatırımları gecikmesi dağıtılmış modeller çerçevesinden inceleyen kitabında geliştirdiği bir dönüştürme işlemi sayesinde kısmen çözülmüştür. Bu dönüştürme, ekonometri çalışmalarında sıkça kullanılmış ve Cagan'ın 1956'da Uyarlanmış beklenti fikrini modellemesinin önünü açarak beklentilerin modellenmesini başlatması bakımından iktisat tarihinde önemli bir yer edinmiştir. Bu sebepten ötürü önce Koyck dönüştürmesine değinilecektir.

1.1.2.1. Koyck Dönüştürmesi

L. M. Koyck önce, parametre ağırlıkları geometrik olarak azalan gecikmeli dağıtılmış modeli öne sürmekte, ardından (1.1) numaralı gecikmesi sonsuza giden modeli ile dönüştürüp otoregresif hale getirmektedir.

$$Y_t = \alpha + \beta_0 X_t + \beta_1 X_{t-1} + \beta_2 X_{t-2} + \dots + u_t \quad (1.1)$$

Koyck, dönüştürme yöntemine başlamadan önce sonsuz gecikmeye sahip bir model üzerinde çalıştığını, tüm β 'lerin aynı işarete sahip olduğunu ve bunların geometrik bir biçimde azaldığını varsaymaktadır (Koyck, 1954).

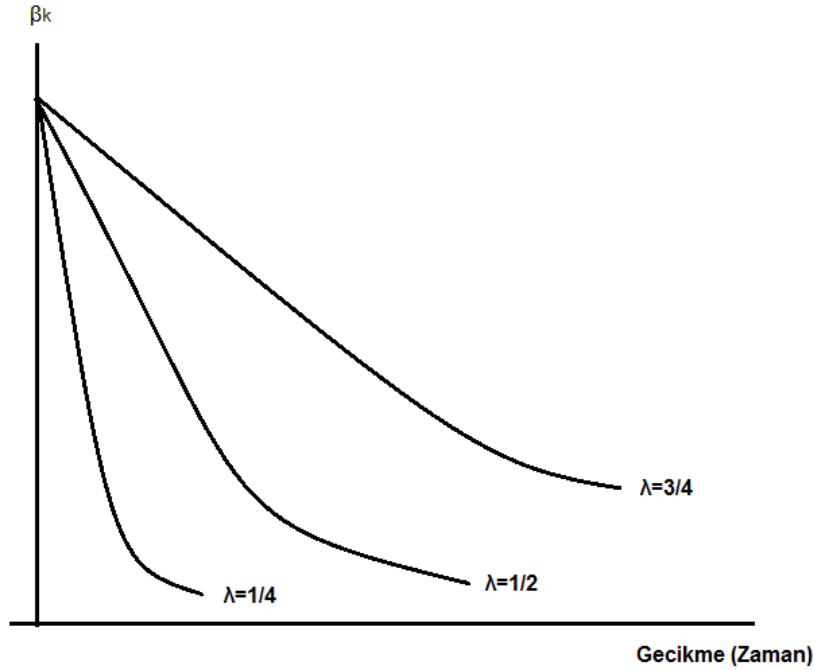
β 'lerin geometrik azalan yapısı şu şekilde ifade edilebilir:

$$\beta_k = \beta_0 \cdot \lambda^k \quad k = 0, 1, 2, \dots$$

Bu ifadede λ , sıfır ile bir arasında değer alan gecikmenin azalma ya da düşme oranını gösterirken, $(1-\lambda)$ 'da da uyarlanma hızını ifade etmektedir.

Burada λ 'nın 1'den küçük olmasının önemli bir anlamı vardır. 1'den küçük λ , β 'lerin gecikme arttıkça daha küçük değer almalarını dolayısıyla uzak geçmişe ait değerlerin bağımlı değişkeni yakın geçmişteki değerlere nazaran daha az etkilediği gerçeğini gösterir.

Koyck'un geometrik gecikme dizini şekil 1.2'de gösterilmiştir.



Şekil 1.2. Koyck Geometrik Gecikme Dizinleri (Gujarati, 1995)

Şekil 1.2'ye göre β_k gecikme parametrelerinin değeri β_0 ve λ 'ya bağlıdır. λ 'da 1'e yakın bir değer aldığıında β_k 'lardaki azalma yavaş olurken, λ , 0'a yaklaştıkça β_k 'ların değerlerindeki azalma daha hızlı olur. İlk durumda bağımsız değişkenin uzak geçmişteki değerleri bağımlı değişken üzerindeki etkisinin büyük olduğu, ikinci durumda ise bu değişkenlerin etkisinin daha çabuk azaldığı gözlemlenebilir. Bu iki durum ile de izah edilebilecek ilişkiler günümüz ekonomilerinde mevcuttur. Örneğin ekonominin reel kısmını ilgilendiren ilişkilerde veya ekonominin daha istikrarlı olduğu dönemlerde bağımsız değişkenlerin geçmiş değerlerinin bağımlı değişken üzerindeki etkisi fazla olurken, ekonominin parasal kısmında veya daha istikrarsız bir dönemde bağımsız değişkenlerin geçmiş değerlerinin bağımlı değişken üzerindeki etkisinin daha az olduğu söylenebilir.

Koyck dizini şu özelliklere sahiptir:

Koyck λ 'ya eksi olmayan değerler vererek β 'ların işaret değiştirmelerini engeller.

$\lambda < 1$ varsaymakla uzak β 'lara yakındakilere göre daha az ağırlık tanımış olur.

Uzun dönem çarpanının β 'ların toplamının sonlu, yani şu şekilde olmasının sağlar:

$$\sum \beta_k = \beta_0 (1 + \lambda + \lambda^2 + \lambda^3 + \dots) = \beta_0 \left(\frac{1}{1 - \lambda} \right) \quad (1.2)$$

Koyck geometrik dizininden kaynaklanan gecikmesi sonsuz model aşağıdaki gibi ifade edilebilir (Gujarati, 1995):

$$Y_t = \alpha + \beta_0 X_t + \beta_0 \lambda X_{t-1} + \beta_0 \lambda^2 X_{t-2} + \dots + u_t \quad (1.3)$$

Bu model tahmin edilecek katsayı miktarının sonsuz olmasından ve λ katsayılarının doğrusal olmamasından ötürü doğrusal regresyon tahmini yöntemi bu modele uygulanamaz. Bu durumda Koyck dönüştürmesi devreye girer bu dönüştürme adım adım şu şekilde ilerlemektedir:

Önce (1.3) numaralı denklem bir dönem geciktirilir.

$$Y_{t-1} = \alpha - \beta_0 X_{t-1} + \beta_0 \lambda X_{t-2} + \beta_0 \lambda^2 X_{t-3} + \dots + u_{t-1} \quad (1.4)$$

İkinci adımda (1.4) numaralı denklem λ ile çarpılır.

$$\lambda Y_{t-1} = \lambda \alpha + \beta_0 \lambda X_{t-1} + \beta_0 \lambda^2 X_{t-2} + \beta_0 \lambda^3 X_{t-3} + \dots + \lambda u_{t-1} \quad (1.5)$$

Son olarak denklem (1.5) denlem (1.3)'den çıkarılır.

$$Y_t - \lambda Y_{t-1} = \alpha(1 - \lambda) + \beta_0 X_t + (u_t - \lambda u_{t-1}) \quad (1.6)$$

Bu ifade düzenlenirse;

$$Y_t = \alpha(1 - \lambda) + \beta_0 X_t + \lambda Y_{t-1} + v_t \quad (1.7)$$

Burada $v_t = (u_t - \lambda u_{t-1})$ 'dir.

Koyck, geometrik gecikmesi yapısı ile gecikmesi dağıtılmış modellerin iki sakıncasını aşmıştır. İlk olarak bütün gecikmeli X 'lerin anlamlı bir şekilde tek bir Y_{t-1} ile ifade edilebilmesinden ötürü serbestlik derecesinin değerindeki aşırı düşüşün önüne geçilmiştir. İkinci olarak çoklu bağlantı bir ölçüde giderilmiş olur. Çünkü Y_{t-1} ile X_t arasındaki bağlantı X 'lerin ardışık değerleri arasındaki bağlantıdan genellikle daha azdır (Koutsoyiannis, 1992: 309).

(7) numaralı Koyck dönüştürmesinde, bağımlı değişkenin gecikmelisinin açıklayıcı değişken olarak modelde yer alması istenmeyen başka sorunlara yol açabilir. Bu sorunlar üçe ayrılabilir. Birincisi başlangıçtaki u hata teriminin ardışık bağımlı olmamasına karşın, Koyck dönüştürmesi sonrası ortaya çıkan modeldeki hata terimi $v_t = u_t - \lambda u_{t-1}$ ardışık bağımlıdır.

$$\begin{aligned}
E(v_t v_{t-1}) &= E[(u_t - \lambda u_{t-1})(u_{t+1} - \lambda u_t)] \\
&= E[u_t u_{t+1} - \lambda u_{t-1} u_{t+1} - \lambda u_t^2 + \lambda^2 u_{t-1} u_t] \\
&= -\lambda E(u_t^2) = -\lambda \sigma_u^2 \neq 0
\end{aligned}$$

İkincisi, Y_{t-1} 'in açıklayıcı değişken olarak modelde yer almasından kaynaklanır. Koyck dönüştürmesi sonucunda ortaya çıkan modelde açıklayıcı değişken Y_{t-1} ile v_t arasında korelasyon olduğu çok açıktır. Çünkü Y_{t-1} 'in bir birleşeni olan u_{t-1} hata terimi açıkça v_t 'nin de bir birleşenidir. Bu durum, EKK tahmin edicilerinin sapmalı olmasının yanında büyük örneklerde de tutarsız olması sonucunu doğurur². Bu nedenle EKK tahmin yöntemi, Koyck dönüştürmesi kullanan Uyarlanmış beklentiler modellerinin tahmin sonuçlarını yanıltıcı olarak bulur.

Üçüncüsü, Koyck dönüştürmesi ardından modelde açıklayıcı değişken olarak yer alan Y_{t-1} 'in Durbin-Watson d istatistiğinin altında yatan varsayımları çığnemesinden ötürü bu tip modellerde hata teriminde otokorelasyon araştırarak alternatif bir test olan Durbin-h testinin kullanılması önerilir³.

1.1.2.2. Cagan'ın Uyarlanmış Beklentiler Çalışması

Cagan 1956'daki çalışmasında enflasyon ve para arzı (para stoku) değişkenlerini içeren iki değişkenli bir enflasyon modeli oluşturmak istemiştir. Hiperenflasyon durumunda, Cagan, bu iki değişkenin tatmin edici bir analiz ortaya koyabileceğini iddia etmektedir. Çünkü yüksek enflasyon durumunda

² Bu durumun ispatı Koutsoyiannis (1992) sayfa 308-310'da ayrıntıları ile verilmiştir.

³ Gujarati (1995) sayfa 421'e göre Durbin-d istatistiği ile ilgili 4. varsayımın olan "Regresyon modeli, bağımlı değişkenin gecikmeli değer(ler)ini açıklayıcı değişken olarak alamaz." varsayımının çığnendiği açıktır.

fiyatlar genel düzeyi ve para arzındaki hareketler diğer reel değişkenlerin hareketlerini bastırarak kadar büyük olacaklardır. Bu sebepten ötürü reel değişkenlerdeki hareketlilik ihmal edilebilir.

Cagan analizine aşağıdaki gibi tanımladığı tanımlandığı para talebi fonksiyonu ile başlamıştır:

$$\log \frac{M_t}{P_t} = \alpha_0 + \alpha_1 \log Y_t + \alpha_2 R_t + u_t \quad (1.8)$$

Burada M_t , para arzı, P_t , fiyatlar genel düzeyi, Y_t , reel gelir, $R_t = r_t + \pi_t$ nominal faiz oranı ve u_t stokastik hata terimidir. Sonraki adımda reel değişkenler r_t ve Y_t 'nin hareketi ihmal edilirse;

$$\log \frac{M_t}{P_t} = (\alpha_0 + \alpha_1 \log Y_t + \alpha_2 r_t) + \alpha_2 \pi_t + u_t \quad (1.9)$$

$$\log \frac{M_t}{P_t} = \gamma + \alpha \pi_t + u_t \quad (1.10)$$

Model (1.10)'da π_t t+1'de beklenen enflasyonu göstermekte iken $\alpha = \alpha_2$ ve $\gamma = (\alpha_0 + \alpha_1 \log Y_t + \alpha_2 r_t)$ 'dir. Reel değişkenlerin dışlanması ardından, modelin sağ tarafına logaritmik dönüşüm yapılmalıdır.

$$\log \frac{M_t}{P_t} = \log M_t - \log P_t = m_t - p_t \quad \text{olarak ifade edilebilir ise para talebi}$$

modelinin son hali şu şekilde olur:

$$m_t - p_t = \gamma + \alpha\pi_t + u_t \quad (1.11)$$

Para talebinin bu basitleştirilmiş hali Cagan'ın analizinin temelini oluşturur. Bu modelde sadece iki değişkenin ilişkisi mevcuttur çünkü π_t , $\Delta p_{t+1} = p_{t+1} - p_t$ 'in beklenen değeri, yani beklenen enflasyondur. Ayrıca Cagan bu modelde m_t 'yi para otoritesi tarafından belirlenen bir dışsal değişken olarak kabul etmiştir. Böylece model, dışsal para arzındaki değişimler ile fiyatlar genel düzeyi arasındaki ilişkiyi ortaya koymaya yöneliktir (Cagan, 1956).

Model (1.11)'in tahmini önünde açıkça görülebilen bir engel vardır. Bu engel modelin açıklayıcı değişkenlerin π_t 'nin gözlenebilir değil bir beklenti değişkeni olmasıdır. π_t , bahsedildiği gibi bir enflasyon beklentisi değişkenidir. Bu değişkenin gözlemlenebilir ve ölçülebilir değerler ile ifade edilebilmesi için Cagan, Friedman'nın desteğiyle Uyarlanmış beklentiler adı verilen modeli geliştirmiştir. Bu model şu aşamalar ile elde edilir:

Beklenen enflasyonun geçmiş değerlerinden meydana gelen geometrik azalan ağırlıklara sahip sonsuza giden gecikmesi dağıtılmış model aşağıdaki gibidir:

$$\pi_t = \beta_0 \Delta p_t + \beta_1 \Delta p_{t-1} + \dots + \beta_k \Delta p_{t-k} \quad (1.12)$$

Ayrıca bu model;

$$\pi_t = \sum_{i=0}^{\infty} \beta_i \Delta p_{t-i} \quad (1.13)$$

olarak da yazılabilir.

Eğer β_i geometrik olarak azalıyor ise;

$$\beta_i = \beta_0 \theta^i \quad 0 < \theta < 1 \quad (1.14)$$

Bu sonsuz serinin toplamı : $\beta_0 / 1 - \theta$ olacaktır. Bu toplamın 1'e eşit olduğu varsayımını yaparsak; $\beta_0 = 1 - \theta$ sonucunu elde ederiz. Bu sonucu (1.13)'de yerine yazdığımızda;

$$\pi_t = \sum_{i=0}^{\infty} (1-\theta) \theta^i \Delta p_{t-i} \quad (1.15)$$

Üçüncü aşamada Koyck dönüştürmesinden faydalanılır. Bunun için model (1.15)'in bir dönem gecikmesi alınır ve geometrik ağırlıklandırma katsayısı θ ile çarpılır:

$$\theta \pi_{t-1} = \theta \sum_{i=0}^{\infty} (1-\theta) \theta^i \Delta p_{t-i-1} = \sum_{i=0}^{\infty} (1-\theta) \theta^{i+1} \Delta p_{t-i-1}$$

$j = i + 1$ denirse,

$$\theta \pi_{t-1} = \sum_{j=1}^{\infty} (1-\theta) \theta^j \Delta p_{t-j} \quad (1.16)$$

elde edilir. Koyck dönüştürmesinin son aşamasında model (1.16), model (1.15)'den çıkarılarak şu sonuç bulunur:

$$\pi_t - \theta \pi_{t-1} = (1-\theta) \Delta p_t \quad (1.17)$$

Model (1.17) daha anlaşılır bir hale getirilirse;

$$\pi_t - \pi_{t-1} = (1 - \theta)(\Delta p_t - \pi_{t-1}) \quad (1.18)$$

Son olarak, beklenti katsayısı $(1 - \theta) = \lambda$ şeklinde ifade edilirse⁴;

$$\pi_t - \pi_{t-1} = \lambda(\Delta p_t - \pi_{t-1}) \quad 0 \leq \lambda \leq 1 \quad (1.19)$$

$$\pi_t = \lambda \Delta p_t + (1 - \lambda) \pi_{t-1}$$

Uyarlanmış beklentiler modeline erişilir.

Model (1.19)'da t anındaki fiyat beklentilerinin, bir dönem önceki fiyat beklentisinin uyarlanması ile oluştuğu çok açıktır. Uyarlama ise t anında gerçekleşen fiyat düzeyi ile t-1 anında oluşturulmuş fiyat beklentileri arasındaki farkın belli bir kısmının bir dönem önceki fiyat beklentilerine eklenmesi ile gerçekleşir. Uyarlama esnasında λ ile gösterilen “beklenti katsayısı” çok önemli bir role sahiptir. Beklenti katsayısı, t anında gerçekleşen fiyat düzeyi ile bir dönem önceki beklenti arasındaki farkın ne kadarının t anı beklentisinin oluşturulmasında kullanılacağını gösterir ve 0 ile 1 arasında bir değer alır. Uyarlanmış beklentiler için bir örnek vermek gerekirse $\pi_{t-1} = 2.4$, $\Delta p_t = 4$ ve $\lambda = 0.8$ olduğu bir durumu ele alalım. Bu durumda gerçekleşen fiyat ile bir dönem önceki beklenti arasındaki fark 1.6 olacaktır. Yani enflasyon beklenenden 1.6 puan daha fazla bir değer ile gerçekleşmiştir. Dolayısı ile iktisadi birimlerin bir sonraki dönem için daha yüksek bir enflasyon değeri beklemeleri gerekir. Bunun için de 1.6 puan fazlanın 0.8 ile çarpımı kadar bir miktarı bir dönem

⁴ $(1 - \theta)$ Koyck modellemesinde uyarlama hızı olarak geçmektedir. Dolayısıyla Beklenti Katsayısı λ uyarlama hızına eşittir. Yani Beklenti Katsayısı λ ne kadar büyük olursa (θ ne kadar küçük olursa.) beklentilerin uyarlanması o kadar hızlı olacaktır.

önceki beklenti değerinin üstüne eklemek sureti ile yeni beklenti oluşturulur. Yani $\pi_t = 3.68$ olarak elde edilir. Böylece aktörlerin beklentilerini yukarı doğru uyarlamışlardır. Bu duruma ek olarak benzer şartlar altında beklenti katsayısının değerini düşürmek sureti ile bir deneme daha yapılabilir. $\lambda = 0.2$ olarak kabul edildiğinde ise oluşacak yeni beklenti, $\pi_t = 2.72$ olur. Bu sanal örneklerden anlaşılabilir ki beklenti katsayısı sıfıra yaklaştıkça uyarlamanın hızı (dolayısı ile miktarı) azalırken, beklenti katsayısının bire yaklaşması uyarlama hızını arttırmaktadır. Sonuç olarak λ bize beklentilerin uyarlanma hızını ifade etmektedir.

Cagan gözlenemeyen enflasyon ile ilgili gerçekleştirdiği çözümlemenin ardından, para talebi modelini Uyarlanmış beklenti teorisine göre yeniden şekillendirmiştir. Bu süreç adım adım şu şekilde işletilebilir⁵:

Önce model (1.19), model (1.11)'de yerine yazılır:

$$m_t - p_t = \gamma + \alpha [\lambda \Delta p_t + (1 - \lambda) \pi_{t-1}] + u_t \quad (1.20)$$

Ardından model (1.11)', π_{t-1} için çözülür ve çıkan sonuç yerine yazılır:

$$\begin{aligned} \pi_{t-1} &= (m_{t-1} - p_{t-1} - \gamma - u_{t-1}) / \alpha \\ m_t - p_t &= \gamma \lambda + \alpha \lambda \Delta p_t + (1 - \lambda) (m_{t-1} - p_{t-1}) + v_t \end{aligned} \quad (1.21)$$

Burada $v_t = u_t - (1 - \lambda) u_{t-1}$ 'dir.

⁵ Tüm bu süreçler McCallum (1989) ve Maddala (2006)'dan faydalanılarak yeniden düzenlenmiştir. Çünkü McCallum (1989) modelleme sürecini iyi anlatırken Koyck dönüştürmesine yer vermemiş, Maddala (2006) da Koyck dönüştürmesine yer yermiş fakat modelleme sürecine değinmemiştir. Bu sebepten ötürü bu iki kaynaktaki bilgiler birebir değil, Cagan'ın 1954 çalışmasındaki gösterimlere olabildiğince sadık kalınarak yeniden özgün bir şekilde türetilmiş ve bu çalışmaya eklenmiştir.

Sürecin sonunda elde edilen model (1.16) tahmine hazırdır. Bu model daha genel bir gösterimle aşağıdaki gibi ifade edilir:

$$y_t = \lambda\beta_0 + \lambda\beta_1x_t + (1-\lambda)y_{t-1} + u_t - (1-\lambda)u_{t-1} \quad (1.22)$$

Uyarlanmış beklentiler modeli de Koyck dönüştürmesi bölümünde bahsi geçen, bağımlı değişkenin gecikmeli halinin açıklayıcı değişken olarak modelin sağ tarafında yer almasının yarattığı üç olumsuzluğun hepsini bünyesinde barındırır. Bu sebeplerden ötürü geleneksel En Küçük Kareler yöntemi ile tahmin edilmesi büyük sakıncalar içerir. Dolayısı ile bu model ile gerçekleştirilecek simülasyon çalışmalarında y_{t-1} için uygun bir araç değişken kullanılacaktır.

1.1.3. Uyarlanmış Beklenti Teorisine Getirilen Eleştiriler

1950'lerin sonu ve 1960'lı yıllarda Uyarlanmış beklentiler fikri ağır eleştirilere maruz kalmıştır. Özellikle daha sonraki dönemlerde Rasyonel Beklenti kavramını ortaya atacak olan iktisatçılar Uyarlanmış beklenti teorisinin varsayımlarını şiddetle eleştirmişlerdir. Uyarlanmış beklenti kavramı üzerine getirilen eleştirileri üç başlık altında toplamak mümkündür. İlk olarak Uyarlanmış beklentilere göre iktisadi aktörler beklentilerini sadece geçmiş dönem bilgilerinden faydalanarak oluşturmaktadırlar. Fakat gerçekte bireyler ya da firmalar geleceğe dair beklentilerini oluştururken cari dönemin bilgilerinden de faydalanmaktadırlar. İkinci olarak ekonomide her hangi bir değişkene dair bir beklenti oluşturulurken Uyarlanmış beklentilere göre sadece o değişkene ait değerlerden elde edilecek bilgiden faydalanılmaktadır. Oysa iktisadi düzen içerisinde değişkenlerin birbirini etkilediği çok açık bir gerçektir ve belli bir değişken üzerinde beklenti oluşturacak birimler elbet sadece o değişkenin değil onu etkilemesi mümkün diğer değişkenlerin almış olduğu ve aldığı değerlerden

de faydalanacaklardır. Bu ilk iki eleştiriden açıkça anlaşılmaktadır ki Uyarlanmış beklentiler, iktisadi aktörlerin beklenti oluşturmada mevcut tüm bilgileri kullanmasını engellemektedir. Bu durum bir sonraki beklenti teorisi olacak olan Rasyonel beklenti teorisinin çıkış noktası olacaktır. Üçüncü eleştiri beklentilerin uyarılma hızına ilişkindir. Beklentilerin gerçekleşen değere göre değiştirilmesi Uyarlanmış beklentilere göre oldukça yavaş olmaktadır. Örneğin genişletici bir para politikası sonucunda enflasyona ilişkin beklentilerde bir artış olabilmesi için öncelikle enflasyonun yükselmesi gerekmektedir (Tunalı, 2009). Beklentilerin sadece geçmiş değerlerden ve tek bir değişkenden yola çıkarak oluşturulmasından kaynaklanan bu durum, Uyarlanmış beklentilere getirilen eleştirilerin birbirleri ile sıkı bir bağlantı içerisinde olduklarını bize göstermektedir. Son olarak, Uyarlanmış beklentilerin matematiksel doğası bize göstermektedir ki, ajanların beklenti hataları sürekli ve sistematiktir. Yani π_t her zaman Δp_t 'den küçük olacaktır. Bu olumsuzluk da Uyarlanmış beklentilere getirilen eleştirilerden biri olarak kabul edilebilir.

1.2. RASYONEL BEKLENTİLER

Uyarlanmış beklentilere getirilen önemli eleştirilerden dolayı ve kısmen iktisadi modellerin Uyarlanmış beklenti fikrine göre çözümlerinin hatalı tahminler üretmesi sonucu iktisat bilimi yeni bir beklenti teorisine ihtiyaç duyar hale gelmişti. Bu şartlar altında Econometric Society'nin düzenlediği 1959 yılının kış toplantısında Muth sahne almış ve rasyonel beklentiler fikrini açıklamıştır. Daha sonra 1961 yılında *Econometrica*'da yayımlanacak bu çalışma iktisat tarihinde çok önemli bir değişime sebep olacak, en basitinden literatüre yeni iktisat okulları tanımlanacak hatta var olan iktisat okulları kendi fikir ve modellerini rasyonel beklentilere göre uyarlamak zorunda kalacaklardır. Bu bölümde Muth'un çalışmasından başlanarak rasyonel beklentiler fikri açıklanacak ve

bölümün sonunda Cagan'nın enflasyon modelinin rasyonel beklentilere göre adım adım çözümü anlatılacaktır.

1.2.1. Muth (1961) Çalışması

Muth (1961) çalışmasına toplumların iktisadi yaşamında meydana gelen dalgalanmaların büyük bir kısmının iktisadi değişkenler hakkında gerçekleştirilen beklentilerin tutmaması sonucu ortaya çıktığını, yani beklenti hatalarının ekonomik yaşama olumsuz etkilerinin olduğunu belirterek başlar. Çalışmasının giriş bölümünde, bu tür sıkıntılar için Stockholm Okulu'nun ex-ante analizi yaklaşımının kısa dönemli sorunlar için tavsiye edilir olmasına karşın beklentilerin nasıl gerçekleştiğini açıklamaması bu analizlerin kullanım alanını kısıtladığından bahseder. Ayrıca Muth, dinamik iktisadi modelleri tamamlamak için birçok beklenti yaklaşımının oluşturulduğunu fakat bunların hiçbirinin ekonominin nasıl işlediğini anlatamadığını belirtir. Bu nedenle, gelecekteki koşulları tahmin etmede hangi tür verilerin nasıl bir çerçevede birleştirilerek kullanılacağı çok önemlidir çünkü dinamik sistemler, beklentilerin cari zamanda meydana gelecek olaylardan akış şekline çok etkilenir. Dolayısıyla, elde bulunan bilgi ve sistemin yapısı değiştiğinde bile hassas tahminlerde bulunmak gerekebilir. Muth'a göre bu konu çok önemlidir, çünkü yanlış değişkenlerin beklenti yerine kullanılması parametre sapmalarını ciddi biçimde sıfırdan farklı kılar. Tüm bu sebeplerden yola çıkan Muth, amacının yeni bir beklenti teorisi geliştirmek olduğunu belirtir (Muth, 1961).

Bir sonraki bölümde Muth rasyonel beklentiler hipotezini geliştirmeye başlar. Bunun için beklenti verilerini inceler ve şu sonuçlara ulaşır:

- Bir endüstrideki beklentilerin ortalaması sade modellerden daha doğru olduğu gibi gelişmiş denklem sistemlerinininki kadar da doğrudur.
- Gerçekleşen değişimlerin boyutu genellikle açıklanan beklentiler tarafından daha küçük tahmin edilmektedir.

Bu iki bariz durumdan yola çıkan Muth, beklentilerin, gerçek olayların, ilgili bilgi birikimine göre gerçekleştirilen tahminler olduğunu ve bu tahminlerin ilgili iktisat teorisince gerçekleştirilecek tahminler ile aynı olacağı sonucuna varır. Yani aynı bilgi kümesine dayanan iktisadi ajanların beklentileri ile iktisat teorisinin beklentileri birbirinin aynıdır. Söz konusu bu hipotez Muth'a göre üç ilkeyi gerekli kılar:

- Bilgi kıttır ve iktisadi sistem onu genellikle israf etmez.
- Beklentilerin oluşturulma şekli, iktisadi sistemin yapısına dayanır.
- Bir toplumsal tahminin (bir içsel bilgi kümesine dayandığı sürece) iktisadi sistemin işleyişi üzerinde önemli bir etkisi yoktur.

Tüm bu temel yargılara ulaştıktan sonra Muth, çalışmasının devamında rasyonel beklentiler fikrini matematiksel olarak sırayla, dışa kapalı bir piyasada fiyat dalgalanmaları, envanter spekülasyonları etkisi ve örümcek ağı teorileri için incelemiştir.

1.2.2. Rasyonel Beklenti Teorisinin Temel Varsayımları

Bilimsel bir olgu olan teorileri incelerken ilgili teorinin üzerine inşa edildiği varsayımların açıklanması çok önemlidir. Açıkça bellidir ki, bilimlerin tarihine bakıldığında yeni teoriler bir önceki teorinin varsayımlarını çürütmesi ile ortaya çıkarlar ve kendilerini kabul ettirirler. Bilimsel ilerlemenin bu genel çerçevesi iktisat bilimi için de aynıdır. Dolayısıyla, beklenti teorileri de bu çerçevenin içindedir. Kısaca belirtmek gerekirse rasyonel beklentiler kavramı, Uyarlanmış beklentilerin tek değişken ve tek beklenti parametresi (λ) varsayımlarının geçerliliğinin sorgulanması ile ortaya çıkmıştır. Hatta bu tek değişken ve tek parametrenin sürekli sistematik beklenti hatasına sebep olması Muth'un ilk hareket noktası olmuştur. Tüm bu anlatılanlardan ötürü bu başlık altında rasyonel beklentiler teorisi için ortaya konan varsayımlar açıklanacaktır. Bu varsayımlar ikiye ayrılarak incelenebilir. Varsayımları, daha çok iktisadi yoruma müsait olan genel varsayımlar ve matematiksel olarak ispatı mümkün olan beklenti hatalarına yönelik varsayımlar olarak ayırmak uygundur. Buna göre söz konusu varsayımlar aşağıdaki başlıklar altında anlatılacaktır.

1.2.2.1. Genel Varsayımlar

Rasyonel beklentilerin iktisadi yoruma müsait özellikleri Shaw (1987) çalışmasında üçe ayrılarak incelenmiştir. Buna göre ilk olarak Shaw rasyonel beklentiler için, "geleceğe yönelik beklentilerin geçmiş döneme ait gözlemlere bağlı olarak belirlenmektedir" der. Fakat bu söylem Uyarlanmış beklenti sürecinin geçmiş değerlere bağlı çalışmasına benzetilmemelidir. Çünkü Uyarlanmış beklentilerde bir değişken için beklenti oluşturulurken sadece o değişkenin geçmiş değerlerinden faydalanılırdı ve beklentinin oluşunu için önerilen sadece bir beklenti süreci mevcuttu. Rasyonel beklentilerde ise bir

değişken için beklenti oluşturulurken mümkün tüm değişkenlerin geçmiş değerlerinden faydalanılır. Aslına bakılırsa bu ilk ifade her iki beklenti teorisi için ortada duran bir gerçeği ifade eder. Doğaldır ki, iktisadi bireylerin beklenti oluşturmak için faydalanacağı zamanın boyutu şimdi ve mümkün geçmiş ile sınırlıdır.

İkinci temel varsayım ise iktisadi ajanların, beklenti oluşturmak için eldeki değişkenlerin sadece geçmiş değerlerine değil aynı zamanda ilgili değişkenler ve sahip olunan bilgiler ile beklentilerini oluşturacakları matematiksel modeli de bildiklerini belirtir (Shaw,1987). Yani rasyonel beklentiler teorisi, ajanların ne yaptığını bilen rasyonel bireyler olduğunu ve ekonominin işleyişinden haberdar olduklarını varsayar. İleriki başlıklarda bahsedilecek, rasyonel beklentilerin iktisadi analize getirdiği esneklik bu varsayımın sonucudur. Buna göre ajanlar iktisada ve iktisadi analizde kullanılan sayısal yöntemlere aşinadır ve en iyi beklenti oluşturacakları modelleri bilmektedirler. Bu varsayım, araştırmacılara istedikleri (güvendikleri) her türlü modeli, matematiksel ilişkiyi kullanabilme özgürlüğü verir. Elbette, ajanların burada bahsedilenler gibi ileri düzey kabul edilebilecek bilgilere gerçekte sahip olup olmadıkları rasyonel beklentilerin eleştirilen önemli bir noktası olacaktır.

Üçüncü varsayım, rasyonel beklentilere göre oluşturulacak beklentinin ya doğru olacağı ya da gerçekleşen değerden sadece önceden tahmin edilmesi mümkün olmayan tesadüfi unsurlar sebebiyle sapacağını ifade eder (Shaw, 1987). Bu üçüncü varsayım aslında ilk iki varsayımın sonucudur. Mümkün tüm verilere sahip ve aynı zamanda iktisat bilimine tüm matematiksel yönleri ile hakim bireyler, tabii olarak beklentilerini en doğru biçimde oluşturacaklardır. Ayrıca belirtmelidir ki, rasyonel beklentiler burada ajanların ne kadar bilgiye sahip olduğuna, bilginin maliyetli olup olmadığına, ajanların bilgiye nasıl eriştiklerine yer vermez. Çünkü tüm bu bahsedilen detaylar iktisadi birimlerin

öğrenme süreçlerini temsil eder ve rasyonel beklentiler birimlerin öğrenme süreçlerini tamamladıklarını üstü kapalı olarak varsayar. Bu varsayım da tıpkı ikinci varsayım gibi şiddetli eleştirilere maruz kalacak ve bu eleştiriler daha sonra iktisat literatürüne öğrenme modellerinin kazandırılmasına sebep olacaktır.

1.2.2.2. Beklenti Hatasına Yönelik Varsayımlar

Beklenti hataları maliyetlidir. Dolayısı ile sistematik yapılmamaya özen gösterilir. Bir başka görüşe göre birimler beklentilerde meydana gelen hatanın düzenli kaynağından kaçınırlar. Bunu başarmak için sübjektif beklentilerinin objektif beklentilere, yani mümkün tüm bilgiler kullanılarak oluşturulan, değişkenin olasılık dağılımının ortalamasına eşit olacağı varsayılır. Objektif beklenti aynı zamanda matematiksel beklenti olarak da bilinir ve şu şekilde gösterilir:

$$p_{t+1}^e = E(p_{t+1} | I_t) \quad (1.23)$$

Burada p_{t+1}^e bir dönem sonrası için genel fiyat düzeyi hakkında oluşturulan beklentidir. Bu beklenti matematiksel beklenti olarak adlandırılan $E(p_{t+1} | I_t)$ 'ye eşittir. Bir başka değişle sübjektif beklenti, eldeki tüm mevcut bilgilere (I_t) göre elde edilen fiyat düzeyinin koşullu ortalamasıdır.

Bu noktadan sonra iktisatçıların aklına şu soru takılır: Objektif beklenti ve bilgi kümesi I_t nereden gelir veya nasıl oluşur? Bu sorunun maalesef genel kabul görmüş bir cevabı yoktur. Fakat rasyonel beklenti fikrini modellerinde kullanmak isteyen bir iktisatçı, iktisadi düzen hakkında görüşlerine dayanarak oluşturacağı

bir p_t üretim modelinden faydalanarak $E(p_{t+1}|I_t)$ değerini yani sübjektif beklenti değerini hesaplayabilir. Rasyonel beklentilerin bu özelliği iktisadi analize büyük bir esneklik katmıştır. Dolayısıyla, rasyonel beklentiler teorisinin yaygın kullanıma sahip olmasındaki en önemli etken, beklenti oluşumunu etkileyecek bilgi kümesinin oluşumu için araştırmacıları özgür bırakan bu özelliktir. Bu nedenle, rasyonel beklenti fikri daha sonra, başta Keynesyen okul olmak üzere diğer iktisat okullarına uygulanabilmiştir. Bu esneklik rasyonel beklenti fikrine büyük bir hareket alanı sağlamış ve mevcut iktisadi düzeni ve fikirleri eleştirmesine ve yerlerine nüfus etmesine olanak sağlamıştır.

Muth'un rasyonel beklenti teorisini oluştururken dayandığı en sağlam ve önemli görüş iktisadi birimlerin beklenti oluştururken sistematik hata yapmayacakları fikridir. Bu fikir beklenti hatasına yönelik iki varsayımı zorunlu kılar. Pesaran (1987)'ye göre ilk varsayım, ortogonallik olarak adlandırılır ve beklenti hatasının koşullu beklenen değerini sıfıra eşit olduğunu söyler. Matematiksel gösterim ile bu fikir şu şekilde ifade edilebilir:

$$E(p_{t+1} - p_{t+1}^e) = 0 \quad (1.24)$$

Aynı zamanda bu varsayım aşağıdaki gibi ispatlanabilir:

$$\begin{aligned} E(p_{t+1} - p_{t+1}^e) &= E[p_{t+1} - (p_{t+1}|I_t)] \\ &= E(p_{t+1}) - E[E(p_{t+1}|I_t)] \\ &= E(p_{t+1}) - E(p_{t+1}) \\ &= 0 \end{aligned}$$

Bu ispatta dikkat edilmesi gereken husus $E(E(p_{t+1}|I_t))$ ifadesinin $E(p_{t+1})$ 'e eşit olması durumudur. Bu eşitlik durumu yinelenen beklentiler

kanunundan ötürü gerçekleşir. Bu ispat beklenti hatalarının ortalamasının sıfır olacağını iyi bir gösterimidir.

Sistemik beklenti hatalarının oluşmayacağı fikrini destekleyen bir diğer önemli varsayım sistemik beklenti hatalarının o an sahip olunan bilgi kümesinden bağımsız, yani ilişkisiz olduğunu ifade eder Pesaran (1987). Bu durumu serisel otokorelasyonun bulunmaması olarak adlandırır. Bu varsayımın ispatı için önce x_t t anında iktisadi birimler tarafından bilinen I_t bilgi kümesine ait bir değişken olarak kabul edilir ve bu değişkenin sistemik beklenti hatası ile aralarındaki kovaryans ilişkisine bakılır. $E(p_{t+1} - p_{t+1}^e) = 0$ olduğu bilindiğine göre, x_t ile $(p_{t+1} - p_{t+1}^e)$ aralarındaki kovaryans şu şekilde gösterilir:

$$\begin{aligned} E[(p_{t+1} - p_{t+1}^e)x_t] &= E[(p_{t+1} - E(p_{t+1}|I_t))x_t] \\ &= E(p_{t+1}x_t) - E[E(p_{t+1}|I_t)x_t] \\ &= E(p_{t+1}x_t) - E[E(x_t p_{t+1}|I_t)] \\ &= E(p_{t+1}x_t) - E(p_{t+1}x_t) \\ &= 0 \end{aligned}$$

Yine benzer bir şekilde $E[E(x_t p_{t+1}|I_t)] = E(p_{t+1}x_t)$ eşitliği yinelenen beklentiler kanunu yüzünden meydana gelmiştir. Bu son açıklanan ispat, beklenti hataları ile bilgi kümesindeki elemanlar arasında hiçbir ilişkisinin olmadığını kanıtlamıştır. Dolayısıyla bilgi kümesi ile beklenti hatalarının kovaryansının sıfır olması ile birlikte, sistemik hatanın olmayacağını iddia eden rasyonel beklentiler teorisinin temel varsayımı bir kez daha ispatlanmış ve doğrulanmış olur. Bu temel gösterim ve anlatımlardan sonra, rasyonel beklenti fikrinin iktisadi bir modele uygulanışı anlatılabilir.

1.2.3. Cagan Enflasyon Modelinin Rasyonel Beklentiler Teorisine Göre Çözümü

Uyarlanmış beklentiler teorisi Cagan'ın enflasyon çalışmasında ortaya attığı model ile çözülmüş ve tahmini mümkün model bulunmuştu. Rasyonel beklentilerin incelendiği bu bölümde de Cagan tarafından literatüre kazandırılmış enflasyon modeli rasyonel beklentilere göre çözülecek ve tahmini mümkün model ortaya çıkarılacaktır. Cagan modeli üzerinde rasyonel beklentiler açısından ilk çalışmaları gerçekleştiren 2011 Nobel ödülü sahibi Thomas J. Sargent'dır. Özellikle Sargent ve Lucas, Muth'un 1961 çalışmasından sonra hızla bir önceki beklenti teorisi olan Uyarlanmış beklentileri (Dolayısıyla Paracı Okulu.) ve Keynesyen iktisadi eleştirmeye başladılar. Sargent ve Wallace (1973) ve Sargent (1977) çalışmalarında, Sargent-Cagan'ın enflasyon modelinin rasyonel beklentilere göre çözümünü önermiş ve elde ettiği çözümlere dayanarak modeli Cagan'ın çalışmasında yer alan ekonomiler için yeniden tahmin etmiştir. Sargent'in çalışmalarının ardından Bennett-McCallum, beklenti teorilerinin matematiksel çözümleri ile ilgilenmiş ve 1989 yılında yayınladığı kitabında Cagan modelinin her iki beklenti teorisince çözümünü daha anlaşılır notasyonlar ile ifade etmiştir. McCallum, beklentilerin Cagan modeli üzerinden anlatılmasını, modelin sade olmasından ve basitliğinden ötürü tavsiye etmiştir. Bunun ardından, ekonometride meydana gelen gelişmelere paralel olarak Mark Taylor, 1991 ve 1993'de yapmış olduğu çalışmalar ile Cagan'ın enflasyon modelinde yer alan değişkenleri birim kök testlerine tabi tutmuş ve o yıllarda popüler olan eşbütünleşme analizini çeşitli ekonomilerden elde ettiği veriler ile uygulamıştır.

Bu çalışmanın bütünü için benzer iktisat teorisine dayanan bir modeli iki farklı beklenti teorisi bazında ele alıp incelemek daha faydalı olacaktır. Böylece iki farklı beklenti teorisine göre elde edilmiş çözümleri karşılaştırma imkânı

doğar. Nitekim bu çalışmanın son bölümünde gerçekleştirilecek simülasyon çalışmasında, iki beklenti teorisine göre çözülmüş enflasyon modelleri doğrusal ve doğrusal olmayan tahmin yöntemleri ile simüle edilerek karşılaştırılmıştır. Ayrıca bu bölümde Cagan enflasyon modeli için anlatılacak çözüm aşamaları, daha sonra isteyen araştırmacı tarafından kolaylıkla başka iktisadi modellere de uygulanabilir.

Öncelikle Cagan'nın baz alınan enflasyon modeli tekrar belirtilmelidir.

$$m_t - p_t = \gamma + \alpha \Delta p_{t+1}^e + u_t \quad (1.25)$$

Bu modelde ilk göze çarpan Uyarlanmış beklentiler bölümünde yer alan π_{t+1} ifadesinin burada Δp_{t+1}^e olarak görünmesidir. Temelde iki ifadenin de iktisadi mantığı aynıdır. İki gösterimde de iktisadi birimlerin enflasyon oranına ilişkin bir dönem sonraki beklentisi anlatılmak istenir. Fakat iki teoride iki farklı gösterim kullanılmasının elbette bir nedeni vardır. Farklı bu iki beklenti teorisine göre beklentiler matematiksel olarak farklı süreçlerde olduğundan beklenti değişkeninin gösterimi de farklılaşmıştır. Uyarlanmış beklentiler teorisinde beklentiler geriye bakışlımlı olarak kesin bir matematiksel süreç ile hesaplanırken, rasyonel beklentilerde elde mevcut tüm bilgilere kullanılarak işlenen istatistiksel bir beklenti oluşturma süreci vardır. Bu ayrıntıya değindikten sonra bir başka önemli husus hatırlatılmalıdır. Model (1.25) tahmin edilmek istenen asıl, temel modeldir. Dolayısıyla bu modelde γ ve özellikle eğim katsayısı α 'yı tahmin etmek ana hedefdir. Bilindiği üzere α bu modelde beklenen enflasyon ile para talebi arasındaki ilişkiyi veren katsayıdır. Bu bölümde rasyonel beklentiler varsayımlarına göre şekillendirilmiş enflasyon modelinde α 'nın tahminine ulaşmamızı sağlayacak bir çözüm izah edilecektir. Öncelikle beklenen enflasyonun subjektif beklenti gösterimi ifade edilmelidir:

$$\Delta p_{t+1}^e = E(\Delta p_{t+1} | I_t) \quad (1.26)$$

Bu gösterim, t+1'de subjektif beklenen enflasyonun, p_{t+1} 'in t anında eldeki bütün bilgilere göre koşullu ortalamasına eşit olduğunu belirtir. Bu, daha önce de bahsedilen matematiksel, yani objektif beklentidir. Bununla birlikte (1.26)'nın literatürdeki bir diğer gösterimi şu şekildedir:

$$\Delta p_{t+1}^e = E_t \Delta p_{t+1} \quad (1.27)$$

Burada da anlatılmak istenen ifade, t+1 dönemi için t anında, mevcut bilgiler ile oluşturulan enflasyon beklentisidir. (1.27)'deki gösterim (1.25) ile birleştirilirse aşağıdaki modeli elde ederiz:

$$m_t - p_t = \gamma + \alpha E_t \Delta p_{t+1} + u_t \quad (1.28)$$

Rasyonel beklentiler gösterimi ile yazılan temel enflasyon modeli (1.28)'dir. Araştırmada incelenecek ana model belirlendikten sonra model üzerinden matematiksel olarak rasyonel beklentiler fikrini açıklamak da faydalı olacaktır. Özellikle muallakta kalan bilgi kümesi ve bu kümenin içeriğinin ne olacağı açıklanmalıdır. Rasyonel beklentilere göre iktisadi birimlerin t anında sahip olduğu bilgiler ele alınan modelin tüm değişkenlerinin cari ve tüm gecikmeli değerleridir. Örneğin model (1.28) için birimler p_t, p_{t-1}, L ve m_t, m_{t+1}, L değerlerini t anında bilmektedirler. Bununla birlikte birimlerin o anki iktisadi durumu bildikleri ve gelişmeleri takip ettikleri bilgisi de bahsi geçen t anındaki bilgi kümesine dâhildir. O halde Cagan'ın enflasyon modelinden faydalanmak isteyen birimler Cagan'ın bu çalışmasında da haberdardır ve modeli bilmektedirler denilebilir. Dolayısıyla birimler, modelde yer alan hata terimi değerlerinden de (u_t, u_{t-1}, L) haberdardırlar. Son olarak model (1.28) için

varsayılan bilgi kümesine hata teriminin cari ve gecikmeli değerleri de dâhil edilir. Bu açıklamalar ile birlikte rasyonel beklentiler teorisinde sıkça karşılaşılan bilgi kümesi kavramı daha net bir şekilde ifade edilmiştir (McCallum, 1989: 149). Bu bilgiler ile devam edilecek olursa bir sonraki adımda enflasyon değişkenini genel fiyat düzeyi değişkenleri ile ifade ederek model şu şekilde genişletilebilir:

$$m_t - p_t = \gamma + \alpha(Ep_{t+1} - p_t) + u_t \quad (1.29)$$

Bu genişletmede $E_t p_t$ 'nin p_t 'ye eşit olması gözden kaçırılmamalıdır. Bu durum t anında birimlerin p_t hakkında oluşturdukları beklenti anlamına gelir. Oysa bir önceki paragrafta açıkça belirtilmiştir ki birimler t anında p_t değerini zaten bilmektedirler. Dolayısıyla bu eşitlik durumu zorunludur. Model (1.29) m_t için yazılırsa;

$$m_t = \gamma + \alpha E_t p_{t+1} + (1 - \alpha) p_t + u_t \quad (1.30)$$

Elde edilen model (1.30) rahatlıkla p_t için çözülebilir.

$$p_t = \frac{m_t - \gamma - \alpha E_t p_{t+1} - u_t}{1 - \alpha} \quad (1.31)$$

Model (1.31) beklenti değişkeni $E_t p_{t+1}$ 'i içerdiğinden çözüm olarak kabul edilemez. Bu sebepten ötürü model (1.31) bir dönem ileri götürülüp t anındaki beklentisi alınırsa şu ifade elde edilir:

$$\begin{aligned} E_t p_{t+1} &= \frac{E_t (m_{t+1} - \gamma - \alpha E_{t+1} p_{t+2} - u_{t+1})}{1 - \alpha} \\ &= \frac{E_t m_{t+1} - \gamma - \alpha E_t p_{t+2}}{1 - \alpha} \end{aligned} \quad (1.32)$$

Hata terimi bu modelde beyaz gürültü olduğundan $E_t u_{t+1} = 0$ 'dır. Aynı zamanda yinelenen beklentiler kanununa göre $E_{t+1} p_{t+2} = E_t p_{t+2}$ durumu ortaya çıkar. Model (1.32), model (1.31)'deki beklenti değişkenini temsil ettiği hemen görülebilir. Dolayısıyla model (1.32), model (1.31)'de yerine yazılır ve düzenlenirse aşağıdaki model bulunur:

$$\begin{aligned}
 p_t &= \frac{m_t}{1-\alpha} - \frac{\gamma}{1-\alpha} - \frac{\alpha}{1-\alpha} \left(\frac{E_t m_{t+1} - \gamma - \alpha E_t p_{t+2}}{1-\alpha} \right) - \frac{u_t}{1-\alpha} \\
 &= \frac{m_t}{1-\alpha} - \left(\frac{\alpha}{1-\alpha} \right) E_t m_{t+1} + \left(\frac{\alpha}{1-\alpha} \right)^2 E_t p_{t+2} - \frac{1}{1-\alpha} \gamma + \frac{\alpha}{(1-\alpha)^2} \gamma - \frac{u_t}{1-\alpha}
 \end{aligned} \tag{1.33}$$

Elde edilen model (1.33) de p_{t+2} 'in beklenen değerini içermektedir. Dolayısıyla bu kez model (1.31) p_{t+2} için çözümlenip model (1.33)'de yerine yazılmalıdır. Fakat bu kez de elde edilecek modelde $E_t p_{t+3}$ ifadesi ile karşılaşılır:

$$\begin{aligned}
 p_t &= \frac{m_t}{1-\alpha} - \left(\frac{\alpha}{1-\alpha} \right) E_t m_{t+1} + \left(\frac{\alpha}{1-\alpha} \right)^2 E_t m_{t+2} - \left(\frac{\alpha}{1-\alpha} \right)^3 E_t p_{t+3} \\
 &\quad - \frac{1}{1-\alpha} \gamma + \frac{\alpha}{(1-\alpha)^2} \gamma - \frac{\alpha^2}{(1-\alpha)^3} \gamma - \frac{u_t}{1-\alpha}
 \end{aligned} \tag{1.34}$$

Açıkça görülmektedir ki modelde yer alan p_t değişkenin gelecek değerlerinin beklentisi şu kalıba uymaktadır:

$$\left[\left(\frac{\alpha}{1-\alpha} \right) \right]^j E_t p_{t+j} \tag{1.35}$$

Eğer $\left(\frac{\alpha}{1-\alpha}\right)$ ifadesinin birden küçük olduğu varsayılırsa, j sonsuza giderken denklem (1.35) sıfıra yakınsar. Bu özellikten ötürü p_t 'nin çözüm denklemlerinden p_t değişkenin gelecek değerlerinin beklentisi çıkarılabilir. Öyleyse, sadece m_t değişkeninin cari değeri ile birlikte gelecek değerlerinin beklentisini içeren aşağıdaki model elde kalır:

$$p_t = \frac{m_t}{1-\alpha} - \frac{1}{1-\alpha} \gamma + \frac{\alpha}{(1-\alpha)^2} \gamma - \frac{\alpha^2}{(1-\alpha)^3} \gamma - \frac{u_t}{1-\alpha} - \left(\frac{\alpha}{1-\alpha}\right) E_t m_{t+1} + \left(\frac{\alpha}{1-\alpha}\right)^2 E_t m_{t+2} L \quad (1.36)$$

Bu aşamaya kadar gelindiğinde anlaşılmaktadır ki rasyonel beklentilere göre Cagan modelinde genel fiyat düzeyinin cari değeri, para stokunun her dönem için beklenen değerinden etkilenmektedir. Bu sonuç bize, iktisadi ajanların para stoku hakkında da beklenti oluşturmaları gerekliliğini belirtmektedir. Şüphesizdir ki, ajanların para stoku hakkında beklenti oluşturmaları için para stokunun süregelen doğasını, başka bir değişle para otoritesinin para arzı politikasını bilmesi gerekmektedir (McCallum, 1989: 150). Bu nedenle, rasyonel beklentiler ile analiz yapacak araştırmacı bulunduğu ekonominin durumuna veya kendi görüşlerine göre en uygun para arzı modelini belirlemelidir. Burada para arzı modeli AR(1) süreci olarak şu şekilde kabul edilecektir:

$$m_t = \delta_0 + \delta_1 m_{t-1} + e_t \quad (1.37)$$

Model (1.37), para stokunun cari logaritmik değerinin bir dönem önceki para stokuna bağlı olduğunu ifade eder. Aynı zamanda model de yer alan e_t terimi modelin standart özelliklere sahip beyaz gürültü hata terimidir. Model (1.37)'de karar kılındıktan sonra $E_t m_{t+1}$ ifadesinin eşiti kolaylıkla bulunabilir:

$$E_t m_{t+1} = E_t (\delta_0 + \delta_1 m_t + e_{t+1}) = \delta_0 + \delta_1 m_t \quad (1.38)$$

(1.38)'de elde edilenler ile de $E_t m_{t+2}$ ifadesinin eşitine ulaşılabilir:

$$\begin{aligned} E_t m_{t+2} &= E_t (\delta_0 + \delta_1 m_{t+1} + e_{t+2}) \\ &= \delta_0 + \delta_1 E_t m_{t+1} \\ &= \delta_0 + \delta_1 (\delta_0 + \delta_1 m_t) \end{aligned} \quad (1.39)$$

Para stokunu gelecek tüm beklenen değerleri (1.38) ve (1.39)'da belirtilen süreç ile hesaplanabilir. Elbette, model (1.37) ile belirlenen para arzı modeli farklı biçimlerde oluşturulabilir ve beklenen değerler bulunabilir. Farklı para arzı modelleri farklı sonuçlar verecek olsa da rasyonel beklentiler çözümü için para stokunu ifade edecek modelin mutlaka belirlenmesi gerekmektedir. Bu durum, rasyonel beklentilerin daha önce bahsedilen esneklik özelliğinin açık bir ifadesidir. Çünkü araştırmacı istediği para arzı modelini rasyonel beklentiler çözümü için kullanabilir. Tüm bu açıklamalardan hareketle model (1.37) ve model (1.30)'u birlikte yazarak aşağıdaki model elde edilebilir:

$$\delta_0 + \delta_1 m_{t-1} + e_t = \gamma + \alpha E_t p_{t+1} + (1 - \alpha) p_t + u_t \quad (1.40)$$

Model (1.40) p_t 'nin m_{t-1} , e_t , u_t ve $E_t p_{t+1}$ tarafından belirlendiğini açıkça göstermektedir. Bu noktadan sonra model (1.36)'dan bilmekteyiz ki $E_t p_{t+1}$ de $E_t m_{t+1}$ tarafından açıklanabilmektedir. $E_t m_{t+1}$ ise model (1.38)'de belirtildiği üzere m_t ile açıklanabilir ve m_t de model (1.37)'den hareketle söylenecek olursa m_{t-1} tarafından belirlenir. Özetle p_t değişkeni m_{t-1} , e_t ve u_t tarafından

açıklanabilmektedir. Bu belirtilen değişkenler ile p_t arasında doğrusal bir ilişki olduğu varsayılırsa bu ilişki matematiksel olarak aşağıdaki gibi gösterilebilir:

$$p_t = \phi_0 + \phi_1 m_{t-1} + \phi_2 u_t + \phi_3 e_t \quad (1.41)$$

Bu ifadenin t+1 için genişletilir ve t anındaki beklentisi alınır;

$$E_t p_{t+1} = \phi_0 + \phi_1 m_t = \phi_0 + \phi_1 (\delta_0 + \delta_1 m_{t-1} + e_t) \quad (1.42)$$

Model (1.41) ve (1.42), model (1.40)'da yerine yazılırsa aşağıdaki sonuç elde edilir:

$$\begin{aligned} \gamma + [\phi_0 + \phi_1 (\delta_0 + \delta_1 m_{t-1} + e_t)] + (1-\alpha)(\phi_0 + \phi_1 m_{t-1} + \phi_2 u_t + \phi_3 e_t) + u_t \\ = \delta_0 + \delta_1 m_{t-1} + e_t \end{aligned} \quad (1.43)$$

Bu son denklemin her iki tarafındaki değişkenlerin katsayılarını birbirine eşitlenerek çözüm için gerekli olan ϕ katsayılarını elde edilir. Sözü edilen değişkenler p_t 'yi açıklayan değişkenlerdir. Bunlar: m_{t-1} , u_t , e_t ve sabit katsayılarının önünde bulunan ve sadece 1 değerini alan değişkendir. (1.43)'de belirtilen eşitliğin her iki tarafındaki katsayıların bir birine eşitlenmesiyle şu eşitlikler elde edilir:

$$\alpha \phi_1 \delta_1 + (1-\alpha) \phi_1 = \delta_1 \quad (1.44)$$

$$(1-\alpha) \phi_2 + 1 = 0 \quad (1.45)$$

$$\alpha \phi_1 + (1-\alpha) \phi_3 = 1 \quad (1.46)$$

$$\gamma + \alpha \phi_0 + \alpha \phi_1 \delta_0 + (1-\alpha) \phi_0 = \delta \quad (1.47)$$

Nihayetinde bu denklemler ϕ 'ler için çözümlerse, her bir ϕ için çözüm elde edilir:

$$\phi_1 = \frac{\delta_1}{1-\alpha + \alpha\delta_1} \quad (1.48)$$

$$\phi_2 = \frac{-1}{1-\alpha} \quad (1.49)$$

$$\phi_3 = \frac{1}{1-\alpha + \alpha\delta_1} \quad (1.50)$$

$$\phi_0 = \frac{\delta_0(1-\alpha)}{1-\alpha + \alpha\delta_1} - \gamma \quad (1.51)$$

Tüm bu ifadeler elde edildiğine göre artık son safha olan tahmini mümkün ekonometrik model bulunabilir. Önce $E_t p_{t+1}$ 'in model (1.42)'de ifade edilen eşiti yazılır:

$$\begin{aligned} E_t p_{t+1} &= \phi_0 + \phi_1 (\delta_0 + \delta_1 m_{t-1} + e_t) \\ &= \frac{\delta_0(1-\alpha)}{1-\alpha + \alpha\delta_1} - \gamma + \frac{\delta_1}{1-\alpha + \alpha\delta_1} (\delta_0 + \delta_1 m_{t-1} + e_t) \\ &= \frac{\delta_0(1-\alpha)}{1-\alpha + \alpha\delta_1} - \gamma + \frac{\delta_0\delta_1}{1-\alpha + \alpha\delta_1} + \frac{\delta_1^2}{1-\alpha + \alpha\delta_1} m_{t-1} + \frac{\delta_1}{1-\alpha + \alpha\delta_1} e_t \end{aligned} \quad (1.52)$$

Bu ifade model (7)'de yerine yazılırsa, Cagan enflasyon modelinin rasyonel beklenti fikrine göre çözülmüş tahmine hazır makroiktisadi modeli elde edilir:

$$m_t - p_t = \gamma + \alpha \left[\frac{\delta_0(1-\alpha)}{1-\alpha + \alpha\delta_1} - \gamma + \frac{\delta_0\delta_1}{1-\alpha + \alpha\delta_1} + \frac{\delta_1^2}{1-\alpha + \alpha\delta_1} m_{t-1} + \frac{\delta_1}{1-\alpha + \alpha\delta_1} e_t \right] - \alpha p_t + u_t \quad (1.53)$$

Burada;

$$\begin{aligned}
(1-\alpha)\gamma + \frac{\alpha\delta_0(1-\alpha)}{1-\alpha+\alpha\delta_1} + \frac{\alpha\delta_0\delta_1}{1-\alpha+\alpha\delta_1} &= \beta_0 \\
\frac{\alpha\delta_1^2}{1-\alpha+\alpha\delta_1} &= \beta_1 \\
\frac{\alpha\delta_1}{1-\alpha+\alpha\delta_1} &= \beta_2
\end{aligned}$$

olarak kabul edilirse, daha açık bir şekilde model (1.53) aşağıdaki gibi ifade edilebilir:

$$m_t - p_t = \beta_0 + \beta_1 m_{t-1} - \alpha p_t + \beta_2 e_t + u_t \quad (1.54)$$

Son olarak elde edilen bu modelde tekrar hatırlatılması gereken m_t ve p_t 'nin sırasıyla para stoku ve fiyatlar genel düzeyinin logaritması olması ve e_t 'nin para arzı modelinde rassal şokları ifade eden, ortalaması sıfır ve varyansı bir olan hata terimini temsil ettiği. Bununla birlikte, ele alınan tüm beklenti teorileri çözümlerinde asıl tahmin edilmek istenen Cagan'ın fikirlerine göre makroiktisadi ana model olan model (1.28)'deki iki temel parametre γ ve α 'yı en iyi biçimde tahmin etmektir. Yani, model (1.54) rasyonel beklentiler açısından araştırmacılara bu iki parametrenin tahmini verecektir. Daha sonra model (1.54)'ün tahmini ile elde edilen bu iki parametre model (1.28)'de yerine yazılır ve böylece bir dönem sonraki enflasyon beklentisinin para talebi üzerindeki etkisi rasyonel beklentiler teorisince belirlenmiş olur.

Ayrıca eşitlik 1.48, 1.47, 1.48 ve 1.49 model (1.41)'de yerlerine konarak p_t 'nin bağımlı değişken olduğu aşağıdaki model elde edilebilir:

$$p_t = \frac{\delta_0(1-\alpha)}{1-\alpha+\alpha\delta_1} - \gamma + \frac{\delta_1}{1-\alpha+\alpha\delta_1} m_{t-1} - \frac{1}{1-\alpha} u_t + \frac{1}{1-\alpha+\alpha\delta_1} e_t \quad (1.55)$$

Hatta $\delta_0 + \delta_1 m_{t-1} + e_t$ 'nin m_t 'ye eşit olduğu hatırlanırsa model (1.55) daha da sadeleştirilebilir:

$$p_t = \frac{-\alpha\delta_0}{1-\alpha+\alpha\delta_1} - \gamma + \frac{1}{1-\alpha+\alpha\delta_1} m_t - \frac{1}{1-\alpha} u_t \quad (1.56)$$

Model (1.54), Cagan enflasyon modelinin Uyarlanmış beklentiler çözümünde ortaya çıkan tahmin sorunlarına sahip değildir. Yani EKK ve diğer çeşit tahmin yöntemleri ile tahmin edilebilir. Bu nedenle, Uyarlanmış beklentilerin tahmin zorluklarına ve hatalarına karşılık iyi bir alternatif sunar. Buna karşın, rasyonel beklentiler çözümü Uyarlanmış beklentilerde ifade edilen λ gibi bir test edilebilir beklenti katsayısına sahip değildir. Daha sonra belirtileceği üzere böyle bir test edilebilir elde tutulacak bir parametreden yoksun olması rasyonel beklentilere getirilecek önemli bir eleştiri olacaktır.

1.2.4. Rasyonel Beklentilere Getirilen Eleştiriler

Rasyonel beklentiler teorisinin incelendiği bu bölümünün başlarında, bilimsel birikimin bir parçası olan her teorisin belli başlı varsayımlar üzerinde yükseldiği, yeni teorilerin de eski teorilerin çürüten varsayımlarının birer birer geçerliliğini yitirmesiyle kendilerini kabul ettirdiklerine değinilmişti. Benzer süreç rasyonel beklentiler içinde meydana gelmiş hatta günümüzde hala meydana gelmektedir. Görülmektedir ki, bir teoriye yapılan eleştiriler aslında o teorisin

varsayımlarına yapılmaktadır. Rasyonel beklentilere yönelik eleştiriler de yine bu bağlamda incelenebilir.

Öncelikle eleştirilerin yöneldiği ilk varsayım iktisadi birimlerin rasyonel davranacaklarını belirten varsayımdır. Bu varsayıma göre birimler, beklenti oluşturmak için eldeki tüm verileri ve bilgiyi kullanmaktadır. Dikkat edilirse, rasyonel bir davranış olarak varsayımın kendisi oldukça doğrudur. Fakat gerçekte birimler karar alırken faydalanacakları bilgi sınırlıdır. Hatta birçok kez birimlerin karar alırken alışkanlıklarına göre davrandığına da bilinen bir gerçektir. Bu eleştiri aslında iktisat teorisine yöneltilen bir genel eleştirinin uzantısından ibarettir. Bu genel eleştiri, tüketicilerin “fayda maksimizasyonu” ve üreticilerin de “kar maksimizasyonu” teorilerinden habersiz olarak tüketim ve üretim kararları aldığını öne sürer (Savaş, 2007). Rasyonel beklentiler cephesinin bu eleştiriye cevabı, toplumda bireyler adına gerekli tahminleri yapan ve tahminlerini toplumla paylaşan profesyonel ekiplere sahip kuruluşların olduğu yönündedir. Fakat iktisadın bazı alanlarında bilginin maliyetli olması (Marjinal maliyetinin sıfır olmaması.) ve zor elde edilmesinden ötürü ilgili kuruluşların yüksek maliyeti olan bir bilgi kümesinden elde edeceği tahminleri toplumla paylaşmak yerine kendi faydasına kullanacağı gerçeği bu karşı cevabı bastırmıştır. Aynı zamanda bu durum, toplumda oluşacak beklentilerin homojen değil aksine heterojen olacağına işaret eder. Böylece toplumda ortaya çıkacak heterojen beklentiler, daha sonra rasyonel beklentiler teorisi sayesinde literatürde var olacak yeni klasik okulun birçok politika geçersizliği öngörüsünü kendiliğinden geçersiz kılacaktır.

Bir sonraki eleştiri, rasyonel beklentilerin ekonomideki birimlerin, beklentiyi oluşturacakları süreci yani matematiksel modeli ve istatistiksel yöntemleri çok iyi bildikleri varsayımına yöneliktir. Bir nebze bir önceki eleştiri ile bağlantılı olan bu eleştiri; hakkında beklenti oluşturulacak değişkenin hangi

değişkenlerden, nasıl etkilendiğinin, kendi otoregresif işleyişinin nasıl olduğunun özetle beklenti sürecinin en iyi nasıl belirleneceğinin toplum tarafından bilinemeyeceğini ifade eder. Cagan modelinin rasyonel beklentiler teorisine göre çözüldüğü bölümde para arzı modelinin belirlenmesi yani para arzı davranışının açıklanması gerekmiş, en iyi para arzı modelinin birinci dereceden otoregresif bir model olacağı varsayılmıştı. Bilinen bu örnek üzerinden açıklamak gerekirse bu eleştiriye göre birimler; Cagan'ın temel enflasyon modelinden, en iyi para arzı modelinden ve Rasyonel Beklenti teorisine göre çözüm sürecinden tam anlamıyla haberdar olmaları mümkün değildir. Özellikle bu eleştiri daha sonra öğrenme modelleri olarak bilinecek teorik gelişmeleri iktisatta zorunlu hale getirmiştir. Çünkü yukarıda bahsi geçen modellerin ve sürecin nasıl işlediğinin ve hangi yollarla uygulanacağını toplumun öncelikle öğrenmesi gerekmektedir.

Rasyonel beklentisinin ilk zamanlarda araştırmacılara büyük rahatlık sağlayan esneklik özelliği daha sonra ağır eleştirilerin odağında yer alan bir diğer önemli nokta olmuştur. Çünkü rasyonel beklentilerin ucu açık tanımı olan "mümkün tüm bilgilerin kullanılması" varsayımı büyük bir serbest hareket alanı yaratmıştır. Eğer rasyonel beklentiler teorisi, birimlerin ellerinde mevcut bilgiyi en iyi şekilde değerlendirecekleri anlamında kullanılacaksa, mevcut bilgi öyle bir tanımlanır ki teori test edilmekten kurtarılabilir (Savaş, 2007). Örneğin Uyarlanmış beklentiler teorisinde beklenti oluşturma süreci çok barizdir ve sürecin sonunda ortaya çıkan beklenti katsayısı λ rahatlıkla tahmin edilebilir ve gerçekleştirilen tahmin bilinen istatistiksel yollar ile test edilebilir. Fakat rasyonel beklentiler teorisinin çözüm sürecinde açıkça görüldüğü gibi rasyonel beklentilerde elde tutulabilecek bir beklenti katsayısı veya test edilebilecek belli bir süreç yoktur. Çözüm boyunca kullanılacak modellerin belirlenmesi tamamıyla araştırmacının bilgi ve tecrübesine bırakılmıştır. Örneğin, Cagan modelinde karşılaşılan para arzı modeli birçok şekilde belirlenebilir. Hatta para arzı modeli para arzını etkilediği düşünülen bir başka açıklayıcı değişken içerebilir de. Böyle

bir durumda ancak çözüm süreci biraz daha karışık olur fakat yine de bir rasyonel beklentiler çözümüne ulaşılabilir. Özetle rasyonel beklentilerin bu esnek tutumu birimlerce kötüye kullanılmadıkça bir sıkıntı teşkil etmez.

İKİNCİ BÖLÜM

EŞİK REGRESYON MODELLERİ

Ekonometri yazınında genellikle ilgi alanı doğrusal modellerdir. Modeller, kurulurken, tahmin edilirken ve test edilirken çoğunlukla doğrusallık varsayımı ile karşılaşılır. Fakat iktisadi hayatta yaşananlar bu varsayımların geçersizliğini sürekli araştırmacılara hissettirmiştir. Basit bir örnek vermek gerekirse, belli bir ülke ekonomisinde veya küresel boyutta meydana gelen ekonomik krizler ampirik analizde kullanılacak verilerin değerinde önemli değişmeye neden olmakta ve doğrusallık varsayımı altında gerçekleştirilen analizleri geçersiz kılmaktadır. Yine benzer şekilde, makro iktisat çalışmalarında karşılaşılan işsizlik verileri gibi düştüğü miktarda artmayan (veya tam tersi) iktisadi zaman serilerinin varlığı ekonometri çalışmalarında doğrusal olmayan yöntemlerin araştırılmasını zorunlu kılmaktadır. Bu amaçla 1960'lı yıllardan itibaren serilerde, özellikle kriz dönemlerinde olmak üzere çeşitli nedenlerden ötürü meydana gelen yapısal kırılmaların incelenmesi amacı ile yapısal kırılma testleri geliştirilmiş ve ardından yapısal kırılmaların modele etkisinin ikili değişken yardımıyla aşılması önerilmiştir. Benzer yıllarda çeşitli logaritmik ve cebirsel dönüşümler yardımı ile doğrusal regresyon modellerinin doğrusal olmayan ilişkilere genişletildiğini görülmektedir. Bu modellerden en önemlisi olan eşik otoregresyon⁶ modelleri, daha sonra rejim değişim modelleri olarak adlandırılacak sınıfın ilk temsilcisi olarak Tong tarafından 1978'de gerçekleştirilen çalışmada ortaya konmuştur. Bu bölümde bahsi geçen eşik regresyon modellerine değinilecektir.

⁶ İlk olarak tek seri ve o serinin gecikmelerinden oluşan otoregresif süreçler için ortaya konan eşik modelleri daha sonra geleneksel çok değişkenli regresyon modellerine de uyarlanmıştır.

2.1. DOĞRUSAL OLMAMANIN TEST EDİLMESİ

Doğrusal olmayan modellerden bahsedilmeden önce, seriler arasındaki ilişkinin doğrusal olmadığını anlamamıza yarayacak öncül testlere ihtiyaç vardır. Bu nedenle bu bölümde üç test yöntemi açıklanacaktır. Bu testler: McLeod-Li (1983) testi, Regresyon Hata Belirleme testi (RESET) ve Lagrange Çarpanı (LM) testidir. Bu üç testten ilk ikisi seriler arasındaki ilişkinin sadece doğrusal olup olmadığı konusunda bilgi verirken, Lagrange çarpanı testi bu belirlemeyi bir adım daha ileri götürerek, uygun model biçimi hakkında da bilgiler sunabilmektedir.

2.1.1. McLeod-Li (1983) Testi

McLeod-Li testi serilere en iyi uyan doğrusal modelin tahmininden elde edilen hataların kareleri içindeki anlamlı otokorelasyonları belirlemeye çalışır (Enders, 2010: 434-435). Diğer testlerde de karşılaşılabileceği gibi, bu test de eğer seriler arasında doğrusal olmayan bir ilişki var ise, önceden tahmin edilecek doğrusal bir regresyondan elde edilen hataların bu doğrusal olmayan ilişkiyi yakalayabileceği varsayımından yola çıkar. McLeod-Li testinin işleyişi adım adım şu şekilde açıklanabilir:

- i. Eldeki seriler arasındaki ilişkiyi en iyi açıklayan doğrusal model tespit edilir ve tahmin edilir. Tahmininden elde edilen hatalar \hat{e}_t olsun.
- ii. İlk adımda elde edilen hataların karesi alınarak oluşturulan \hat{e}_t^2 serisi ile aşağıdaki model tahmin edilir:

$$\hat{e}_t^2 = \gamma_0 + \gamma_1 \hat{e}_{t-1}^2 + \dots + \gamma_n \hat{e}_{t-n}^2 + v_t$$

Bu modelde, v_t normal dağılıma uyan sıfır ortalamalı; sabit varyanslı hata terimidir. Modelin tahminden elde edilecek R^2 değeri ile gözlem sayısı T 'nin çarpımıyla elde edilecek test istatistiğinin, gecikme sayısı n serbestlik derecesinde χ^2 dağılımına uyması beklenir.

iii. Test için hipotezler şu şekildedir:

$$H_0 : \gamma_0 = \gamma_1 = \dots = \gamma_n = 0$$

H_A : En az biri sıfırdan farklıdır.

Burada boş hipotez seriler arasındaki ilişkinin doğrusal olduğunu, alternatif hipotez ise ilişkinin doğrusal olmadığını ifade etmektedir.

iv. Hesaplanan $T.R^2$ değeri n serbestlik derecesinde kritik χ^2 tablo değerinden büyük ise boş hipotez reddedilir. Yani seriler arasındaki ilişki doğrusal değildir. Tam tersi durumda hesaplanan test istatistiği kritik tablo değerinden küçük çıkarsa, bu sefer boş hipotez kabul edilir. Bu durumda ilk başta kurulan doğrusal model seriler arasındaki ilişkiyi en iyi açıklayabilen model olur.

Bu sürecin dışında, küçük örneklemlerde F testinin de kullanılabileceğinin belirtilmesinde fayda vardır (McLeod, Li, 1983).

2.1.2. Spesifikasyon Hatasını Ortaya Koyan RESET Testi

RESET testi, doğrusallık konusunu test eden testlerden birisidir. Bu test de doğrusal bir modelden elde edilen hatalardan yola çıkarak uygulanır. RESET testinin ana varsayımı, doğrusal bir modelden tahmin edilecek hataların, bağımlı değişkenin tahmin değerlerinden bağımsız olduğudur. Eğer tahmin edilen hataların ortalama değerleri tahmin edilen bağımlı değişkenin değerlerine göre değişiyor ise ilgili değişkenler için doğrusal model kurmak yanlıştır. Çünkü bu durumda bağımlı değişkenin tahmin edilen serisinin modelde açıklayıcı değişken olarak yer alması modelin R^2 değerini arttıracaktır. Bu artış sayesinde bahsi geçen olumsuz durum F testi yardımıyla anlaşılabilir ve doğrusal modelin geçerliliği sınanabilir. RESET testi aşağıdaki adımlar yardımı ile uygulanabilir:

i. Seriler arasındaki ilişkiyi en iyi açıklayacak doğrusal model bulunur ve tahmin edilir. Bu tahminden elde edilecek hata serisi \hat{e}_t ve bağımlı değişkenin tahmin değerleri \hat{y}_t elde edilir.

ii. Aşağıdaki model tahmin edilir.

$$\hat{e}_t = \gamma m_t + \beta_2 \hat{y}_t^2 + \beta_3 \hat{y}_t^3 + u_t$$

Bu modelde u_t normal dağılıma uyan sıfır ortalamalı sabit varyanslı hata terimidir. m_t ise ilk aşamada tahmin edilen doğrusal modelin içerdiği açıklayıcı değişkenleri kapsayan bir vektördür. Örneğin doğrusal model x_1 ve x_2 açıklayıcı değişkenlerine sahip ise tahmin edilecek model:

$$\hat{e}_t = \gamma_1 x_1 + \gamma_2 x_2 + \beta_2 \hat{y}_t^2 + \beta_3 \hat{y}_t^3 + u_t$$

halini alacaktır.

iii. İkinci aşamada tahmin edile model geçerli ise, yani seriler arasında doğrusal olmayan bir ilişki mevcut ise ikinci aşamadaki modelin yüksek açıklama gücü olmalıdır. Bundan ötürü, bu modelin F test istatistiği değerinin $\beta_2 = \beta_3 = 0$ boş hipotezini rahatlıkla reddedecek büyüklükte çıkması beklenir. Tam tersi bir durumda seriler arasındaki ilişkinin doğrusal olmayacağı sonucuna varılabilir.

RESET testi, uygulaması kolay, yüksek sayıda parametre tahmini gerektirmeyen ve doğrusal ilişkileri tespit etmede başarılı bir testtir (Enders, 2010: 436).

2.1.3. Lagrange Çarpanı (LM) Testi

Lagrange Çarpanı testi seriler arasındaki ilişkinin doğrusal olup olmadığı konusunda başvurulabilecek bir diğer testtir. LM testini diğer testlerden ayıran önemli özelliği, doğrusal olmayan model biçimlerini sınımamıza izin vererek araştırmacıya en doğru doğrusal olmayan modeli önerebilmesidir. Birçok giriş düzeyi ekonometri kaynağında LM testinin sadece açıklayıcı değişkenin ikinci ve üçüncü dereceden kuvvetlerine sahip doğrusal olmayan modelleri sınamak için kullanıldığı görünse de LM testinin en geniş kullanımı şu adımlar ile açıklanabilir⁷:

i. İlk olarak seriler arasındaki ilişkiyi en iyi açıkladığına inanılan doğrusal model tahmin edilir ve hataların tahmin değerleri \hat{e}_t elde edilir:

$$y_t = \phi_0 + \phi_1 x_t + e_t$$

⁷ LM testi, $y_t = \alpha_0 + \alpha_1 y_{t-1} + \alpha_2 y_{t-2} + \alpha_3 y_{t-1} y_{t-2} + \mu_t$ gibi Genelleştirilmiş Otoregresif modeller ve diğer tüm doğrusal olmayan model biçimlerini sınamak için kullanılabilir.

ii. İkinci aşamada seriler için uygun bir doğrusal olmayan model belirlenmelidir. En geleneksel hali ile bu model şu biçimde olabilir:

$$y_t = \rho_0 + \rho_1 x_t + \rho_2 x_t^2 + \rho_3 x_t^3 + u_t$$

Sınanmak istenen değişkenlere göre doğrusal olmayan model belirlendiğinde, $y_t = f(x)$ olarak ifade edilebilen modelin her bir parametreye göre kısmi türevleri $\partial f(x)/\partial \rho_i$ alınır.

iii. Üçüncü aşamada, elde edilen kısmi türev değerleri “seriler arasındaki ilişki doğrusaldır.” boş hipotezini test edebilmek için, \hat{e}_t ’nin bağımlı değişken olacağı yardımcı regresyonda açıklayıcı değişken olarak katılırlar:

$$\hat{e}_t = \beta_0 + \beta_1 x_t + \beta_2 x_t^2 + \beta_3 x_t^3 + v_t$$

Bu modelin tahmininden elde edilen R^2 değeri gözlem sayısı T değerinin çarpımıyla hesaplanacak test istatistiğinin ikinci aşamada kullanılan modelde yer alan parametre sayısına eşit serbestlik derecesinde χ^2 dağılımına uyması beklenir. Örneğimiz için serbestlik derecesi dördttür. Eğer hesaplanan test istatistiği χ^2 kritik tablo değerinden büyük ise, ilişkinin doğrusal olduğunu söyleyen boş hipotezi reddedilir. Aksi durumda boş hipotez kabul edilir ve ilk aşamadaki doğrusal model en iyi model olarak seçilir.

LM testi uygulanırken doğrusal olmayan model tahmini yapılmayışı bu testin faydalı bir yanı iken doğru model biçimini bulmak için defalarca uygulanabilecek olması olumsuz bir yanıdır. (Enders, 2010: 437-438)

2.2. EŞİK REGRESYON MODELLERİ

Ekonometri yazınında doğrusal olmayan süreçleri betimlemek için önerilen birçok yöntem ve analiz yöntemi mevcuttur. Bunlardan bazıları; Granger ve Andersen'in (1978) Bilinear Modeli, Hamilton (1989)'un Markov Geçiş Modeli ve bu çalışmanın konusunu oluşturan Tong (1978)'in Eşik Otoregresyon Modelidir (Threshold Auto-Regression Models, TAR). Tüm bu modellerin altında yatan temel fikir, koşullu ortalamaların zaman içinde bazı basit doğrusal olmayan fonksiyonlara göre değişmesine izin vermeleridir (Tsay, 2010: 129-131). Genel itibarı ile doğrusal olmama durumu, kırılma olarak adlandırılan serilerin ortalamalarında meydana gelen ani değişimler olarak ele alınmakta ve bu kırılmalar yüzünden meydana gelen parametre tahmin sapmaları ve öngörü sapmalarının en aza indirilmesine çabalanmaktadır. Bu doğrultuda bu çalışmanın konusunu oluşturan Eşik Otoregresyon ve Regresyon modeller (Threshold Regression Models, TRM) ilk olarak Tong (1978), Tong ve Tim (1980) ve Tong (1983) çalışmalarında ortaya konmuş doğrusal olmayan zaman serisi modelleridir. Bu modeller aynı zamanda rejim değişim modelleri olarak da bilinirler.

Temel olarak TAR ve TRM modellerinin çalışma prensibi, doğrusal olmayan davranışı, doğrusal modeli parça parça tahmin ederek açıklamaya dayanır. Ekonometri lisans müfredatında sıkça bahsedilen yapısal kırılmaları ifade etmek amacı ile kukla değişkenlerin kullanılması, TAR ve TRM modellerinin tahmin sürecine benzer bir yöntemdir. Aralarındaki fark kullanılan kukla değişkenin oluşturulmasında yatar. Klasik kukla değişken içeren bir modelde kukla değişken zamana göre oluşturulurken, örneğin t anındaki bir yapısal kırılmada, t anından önceki zamanlarda 0, sonraki zamanlarda 1 değerini alan bir kukla değişken oluşturulur. TAR ve TRM modellerinde belli bir açıklayıcı değişkenin aldığı değerlere göre oluşturulan kukla değişken kullanılır.

Bundan ötürü tahmin sürecini açıklamadan önce TAR ve TRM modellerine özgü bir iki kavram izah edilmelidir. Bunlardan ilki eşik değişkenidir. Eşik değişkeni (Threshold Variable), açıklayıcı değişkenler arasında yer alan ve sahip olduğu değerlere göre modelin doğrusal dışı yapısını tahmin sürecine katan değişkendir. Eşik değişkeni bünyesinde bir diğer önemli kavram olan eşik değerini (Threshold Value) barındırır. Eşik değeri, önceden belirlenen ya da parametre olarak sonradan tahmin edilen eşik değişkeninin değerlerinden biridir. Model, eşik değişkeninin, eşik değerine göre ikiye ayrılmasına dayanılarak oluşturulur. Tong tarafından ortaya atılan temel TAR modelini şu şekilde gösterebiliriz:

$$y_t = \begin{cases} \rho_{10}y_{t-1} + \varepsilon_{1t} & \text{eğer } y_{t-1} > \tau \text{ ise} \\ \rho_{20}y_{t-1} + \varepsilon_{2t} & \text{eğer } y_{t-1} \leq \tau \text{ ise} \end{cases} \quad (2.1)$$

Yukarıdaki örnek basit AR(1) sürecinin Eşik Otoregresyon olarak biçimlendirilmiş halidir. Eşik mantığı ile modelleme ilk olarak zaman serisi modellerinde ortaya çıkmıştır ve ağırlıklı olarak hala bu yönde kullanılır. Burada eşik değişkeni y_{t-1} 'dir. Eşik değişkenin aldığı değerlerden biri olan τ da eşik değeridir (parametresidir.). Buna göre eşik değişkeni y_{t-1} 'in eşik değeri τ 'dan büyük değerleri için uygun regresyon modeli $y_t = \rho_{10}y_{t-1} + \varepsilon_{1t}$ iken, tam tersi durumda yani eşik değişkeni y_{t-1} 'in eşik değeri τ 'dan küçük değerleri için uygun regresyon modeli ise $y_t = \rho_{20}y_{t-1} + \varepsilon_{2t}$ biçiminde olur. Model (1)'de yer alan iki ayrı denklemin sahip olduğu hata terimlerinin varyanslarının eşit olması varsayımı altında ($\text{var}(\varepsilon_{1t}) = \text{var}(\varepsilon_{2t})$) bu iki denklem bir kukla değişken yardımı ile tek denklem olarak ifade edilebilir (Enders, 2010:440):

$$I_t = \begin{cases} 1 & \text{eğer } y_{t-1} > \tau \text{ ise} \\ 0 & \text{eğer } y_{t-1} \leq \tau \text{ ise} \end{cases} \quad (2.2)$$

$$y_t = \rho_{10}I_t y_{t-1} + \rho_{20}(1 - I_t)y_{t-1} + \varepsilon_t$$

Bu modelde anlaşılacağı üzere I_t eşik değeri kuklasıdır.

TAR modelinin daha iyi anlaşılması için bir AR(1) modelinin ürettiği veriler ile TAR modelinin ürettiği veriler karşılaştırılabilir. Bu amaçla iki modeli de birer veri üretim süreci (Data Genetic Process) olarak ele alıp bu iki süreçten iki farklı y_t serisi üretip bunları görsel olarak karşılaştırabiliriz. Örneğin, ele alınacak iki veri üretim süreci şu şekilde tanımlansın:

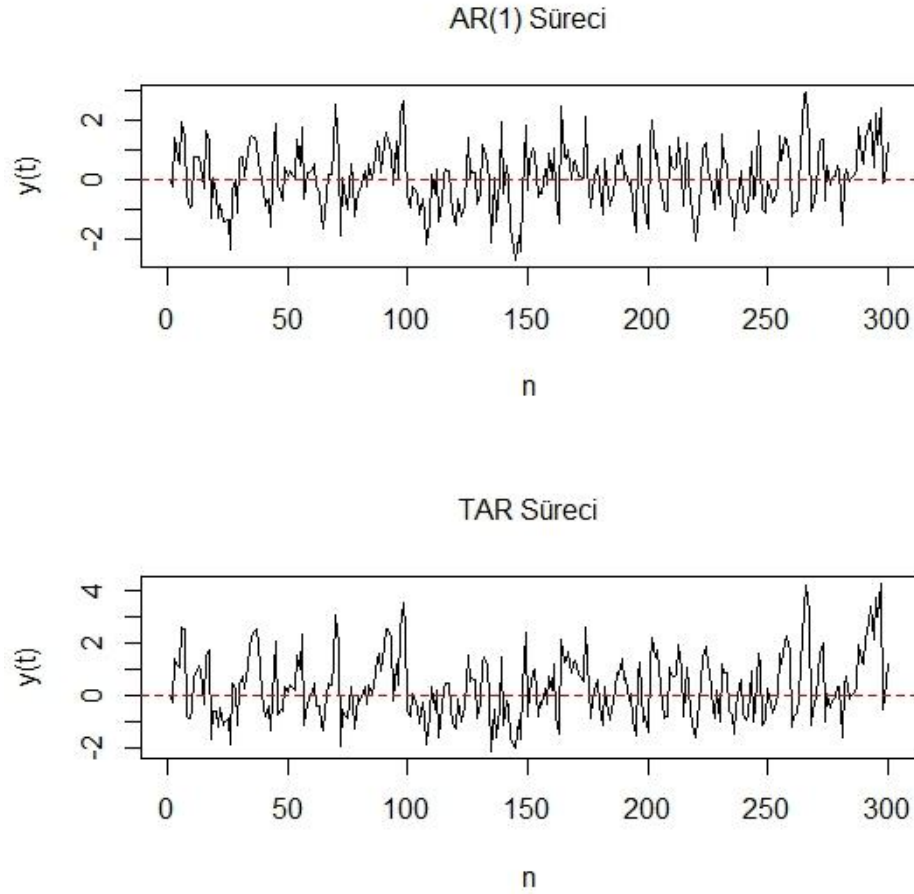
$$y_t = 0.8y_{t-1} + \varepsilon_t \quad \text{AR(1)}$$

$$y_t = 0.8I_t y_{t-1} + 0.2(1 - I_t)y_{t-1} + \varepsilon_t \quad \text{TAR}$$

$$\varepsilon_t \sim N(0,1)$$

$$I_t = \begin{cases} 1 & \text{eğer } y_{t-1} > 0 \text{ ise} \\ 0 & \text{eğer } y_{t-1} \leq 0 \text{ ise} \end{cases}$$

Yukarıdaki örnekte, y_{t-1} eşik değişkeni, 0 ise eşik değeri olarak ele alınmıştır. ε_t ise sıfır ortalama ve 1 standart sapmaya sahip hata terimidir. Karşılaştırma yapabilmek amacı ile hata terimi her iki veri üretim süreci için aynı olacaktır. Bu süreçlere bağlı olarak üretilen 300 gözlemlilik iki y_t serisinin zaman patikası aşağıdaki gibidir.



Şekil 2.1. AR(1) ve TAR Süreçleri Zaman Serisi Grafiği

Şekil 2.1'de incelenen TAR sürecinin eşik değeri üstünde izlediği seyir ile AR(1) süreci hemen hemen aynıdır. Çünkü TAR modeli eşik değerin üstü için AR(1) modeli ile aynı forma sahip olur. Fakat eşik değerin altı için iki model karşılaştırılırsa, TAR modelinin ortalamaya dönme eğiliminin daha fazla olduğu görülür. Bunun nedeni eşik değer sıfırın altındaki değerler için TAR sürecinde y_t 'nin cari değerinin sadece %20'si takip eden dönemde devam etme eğilimindedir. Fakat AR(1) sürecinde eğim katsayısı değişmediğinden, seri eşik değeri üstünde sürdürdüğü davranışı sürdürmeye devam eder.

2.2.1. Eşik Regresyon Modellerinin Tahmini

Eşik regresyon modellerinin tahmin süreci öncelikle eşik değerinin bilinip bilinmemesine göre değişir. İktisadi uygulamalarda her iki durum da gerekebilir. Örneğin, bir ekonomideki para politikası otoritesi, ortaya koyduğu belli bir değere dayanan enflasyon hedefine göre politika geliştirmek isterse belirlemiş olduğu enflasyon hedefi değerini eşik değer olarak kabul edebilir ve bu doğrultuda faydalanmak isteyeceği ekonometrik modeli eşik regresyon şeklinde kurup tahmin edebilir. Buna karşın, araştırmacılar eşik değeri için her hangi bir öncül bilgiye sahip olmayabilirler veya eşik değerin veriler tarafından belirlenmesi gerekliliğine karar kılıp eşik değerin bilinmemesi durumunda faydalanabileceği yöntemler ile eşik regresyon tahmini yapabilirler. Bu sebeplerden ötürü bu iki durumun ayrı ayrı incelenmesinde fayda vardır.

2.2.1.1. Eşik Değerinin Bilinmesi Durumunda Modelin Tahmin Edilmesi

Eşik değerinin bilinmesi durumunda En Küçük Kareler (EKK) yöntemi rahatlıkla TAR modellerinin tahmininde kullanılabilir. Bunun için öncelikle modelin oluşturulması gerekir. Model ise eşik değişkenin bilinen eşik değere göre yeniden biçimlendirilmesi ile kurulur. Bu biçimlendirme daha önce de bahsedildiği gibi bir kukla değişken yardımı ile gerçekleştirilebilir. Örneğin eşik değişkeninin y_{t-1} , eşik değerinin 0 olduğu bir TAR modeli düşünelim. Modelde kullanılacak kukla değişkeni I_t , eğer $y_{t-1} > 0$ ise 1 değerini, $y_{t-1} \leq 0$ ise 0 değerini alsın. Bu durumda eşik değişkeni y_{t-1} iki farklı değişken olarak ifade edilebilir. İlk değişken $y_{t-1}^1 = I_t y_{t-1}$ olarak oluşturulurken ikinci değişken $y_{t-1}^2 = (1 - I_t) y_{t-1}$ olarak oluşturulur. Böylece eşik değişkeni iki rejimi ifade edecek

şekilde bölünür. Bu aşamadan sonra aşağıdaki modeli EKK ile tahmin etmek yeterlidir.

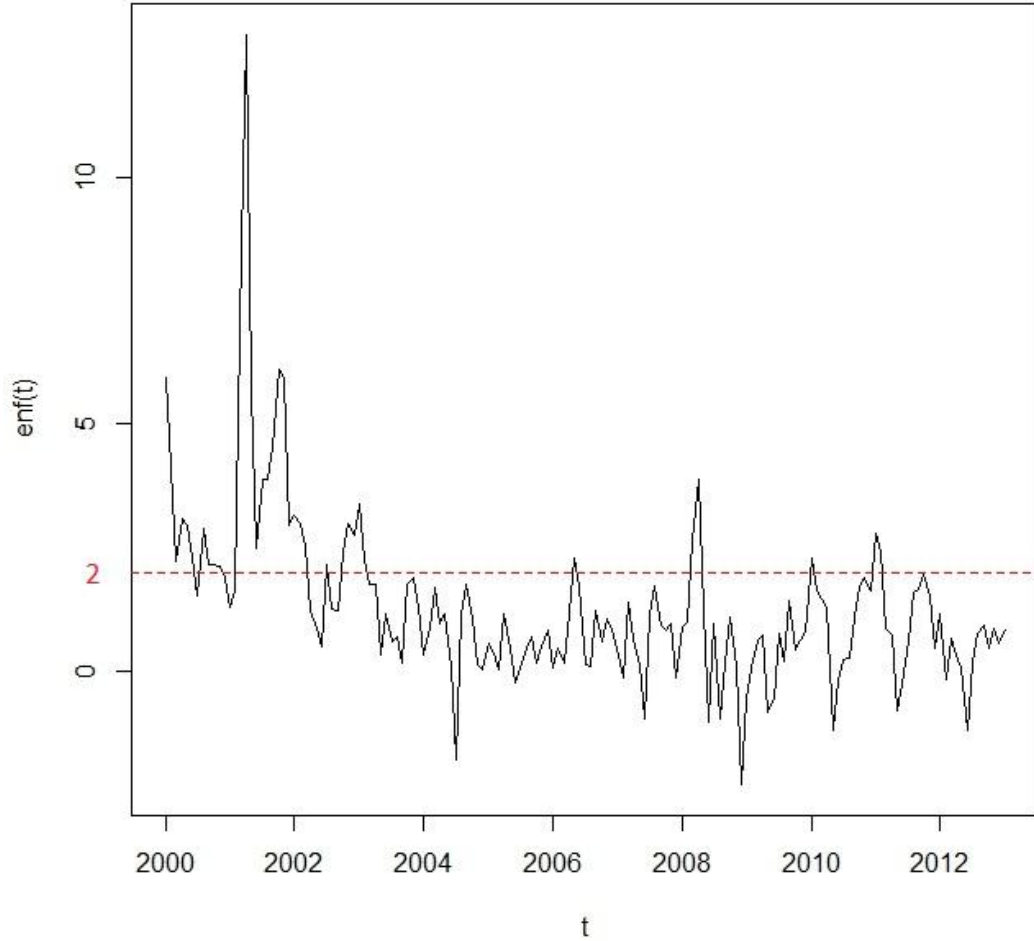
$$y_t = \beta_1 y_{t-1}^1 + \beta_2 y_{t-1}^2 + u_t \quad (2.3)$$

Model (2.3)'ün daha geniş gösterimi de şu şekildedir:

$$y_t = I_t \left[\beta_{10} + \sum_{i=1}^p \beta_{1i} y_{t-i} \right] + (1 - I_t) \left[\beta_{20} + \sum_{i=1}^r \beta_{2i} y_{t-i} \right] + u_t \quad (2.4)$$

Bu genel açıklamaları yaptıktan sonra Türkiye için gerçek enflasyon verilerinin kullanıldığı bir örnek uygulama gerçekleştirilebilir. Merkez Bankası Elektronik Veri Dağıtım Sistemi'nden elde edilen toptan eşya fiyat endeksi ile hesaplanan enflasyon serisini⁸ iki gecikmeli bir TAR modeli olarak modellenip tahmin edileceği bu örnekte enflasyon serisinin zaman serisi grafiği aşağıdaki gibidir:

⁸ Kullanılan seri 1968 yılı bazlı aylık Toptan Eşya Fiyat endeksidir. Enflasyon serisi, Toptan Eşya Fiyat Endeksi'nin bir önceki aya göre yüzde değişimi alınarak elde edilmiştir. Serinin zaman aralığı Ocak 2000 – Ocak 2013'tür ve toplam 157 adet gözlem içermektedir.



Şekil 2.2. Enflasyon Serisinin Zaman Serisi Grafiği

Şekil 2.2'ye göre, para politikası otoritesinin toptan eşya fiyat endeksinin bir önceki aya göre yüzde değişimini ifade eden bu seri için eşik değişkeni olarak bir dönem gecikmeli seriyi ve eşik değeri olarak da %2'yi belirlediğini farz edelim. O halde, tahmin edilecek model aşağıdaki gibi olur:

$$enf_t = \beta_{10}I_t + \beta_{11}I_t enf_{t-1} + \beta_{12}I_t enf_{t-2} + \beta_{20}(1-I_t) + \beta_{21}(1-I_t) enf_{t-1} + \beta_{22}(1-I_t) enf_{t-2} + \varepsilon_t \quad (2.5)$$

Burada I_t eşik kuklasıdır ve şu kurala göre değer alır:

$$I_t = \begin{cases} 1 & \text{eğer } enf_{t-1} > 2 \text{ ise} \\ 0 & \text{eğer } enf_{t-1} \leq 2 \text{ ise} \end{cases}$$

Model tahminine geçmeden önce serinin durağanlık durumu Genişletilmiş Dickey-Fuller (ADF) testi ile test edilmelidir. Sabit ve trend içermeyen model için gerçekleştirilen test sonuçlarına göre test istatistiği değeri -2.035199 ve olasılık değeri 0.0405 olarak elde edilmiştir. Buna göre seri birim köke sahiptir boş hipotezini %5 anlamlılık düzeyinde reddedilir. Birim kök sorunu içermeyen seri, eşik değerinin bilinmesi durumunda gerçekleştirilecek TAR tahminine müsaittir. Model (2.5)'in TAR tahmini aşağıdaki tabloda verilmiştir:

Tablo 2.1. Model (2.5)'ün Tahmin Sonuçları

Değişkenler	Tahmin Parametresi	Std. Hata	t İstatistiği Değeri	p - Değeri
1.Rejim Sabiti ($\beta_{10}I_t$)	1.64981	0.40913	4.032	8.81×10^{-5}
$I_t enf_{t-1}$	0.89798	0.12565	7.147	3.76×10^{-11}
$I_t enf_{t-2}$	-0.48066	0.12629	-3.806	0.0002
2.Rejim Sabiti ($\beta_{20}(1-I_t)$)	0.47639	0.14699	3.241	0.0015
$(1-I_t) enf_{t-1}$	0.46516	0.14325	3.247	0.0014
$(1-I_t) enf_{t-2}$	-0.03962	0.10046	-0.394	0.6939
R^2	0.7234	F İstatistiği		64.5
\bar{R}^2	0.7122	p – Değeri (F İstatistiği)		2.2×10^{-16}
AIC	498.3351	Hata Kareler Toplamı		209.3711

Tablo 2.1'e göre virgülden sonra üç basamak kalacak şekilde yuvarlanmış parametre tahminleri ile elde edilen model şu şekildedir:

$$enf_t = 1.65 + 0.898I_t enf_{t-1} - 0.48I_t enf_{t-2} + 0.476 + 0.465(1-I_t)enf_{t-1} - 0.04(1-I_t)enf_{t-2} \quad (2.6)$$

Tahmin sonuçlarına göre, sadece ikinci rejimin iki gecikmeli değişkenini ifade eden $(1-I_t)enf_{t-2}$ değişkeninin parametre tahmini istatistiki olarak anlamsızdır. Diğer parametrelerin tamamı t istatistiğine göre anlamlıdır. Modelin tamamının anlamlılığını sınavan F Testi değeri de modelin bütünüyle anlamlı olduğunu belirtmektedir. Düzeltilmiş R^2 değeri de yüksektir. Sonuç olarak para politikası otoritesi uygulayacağı politikaların sağlık sonuç vermesi için %2 enflasyon değişimini kendisine eşik olarak seçtiğini düşünülürse, para politikası otoritesi bu tahminin ardından enflasyondaki değişimin %2'yi aştığı durumda birinci rejim değişkenlerinin parametre tahminleri tarafından belirlenen modele güvenirken, enflasyondaki değişimin %2'nin altında olduğu durumlarda ikinci rejim değişkenlerinin tahmin edilmiş parametreleri ile elde edilen modele güvenecektir.

2.2.1.2. Eşik Değerinin Bilinmemesi Durumunda Modelin Tahmin Edilmesi

Eşik değerinin bilinmemesi durumu literatürde daha sık karşılaşılan bir sorundur. Bu bilinmezlik ise S.K. Chan'nin 1993 yılında gerçekleştirdiği çalışmasında önerdiği basit fakat 90'lı yılların bilgisayar teknolojisine göre uygulanması zor bir metodoloji ile çözülmüştür. Günümüzde ise daha güçlü bilgisayarlar ve yazılımlar ile eşik modellerin tahmininde Chan yönteminin uygulanışı daha kolay ve popüler hale gelmiştir.

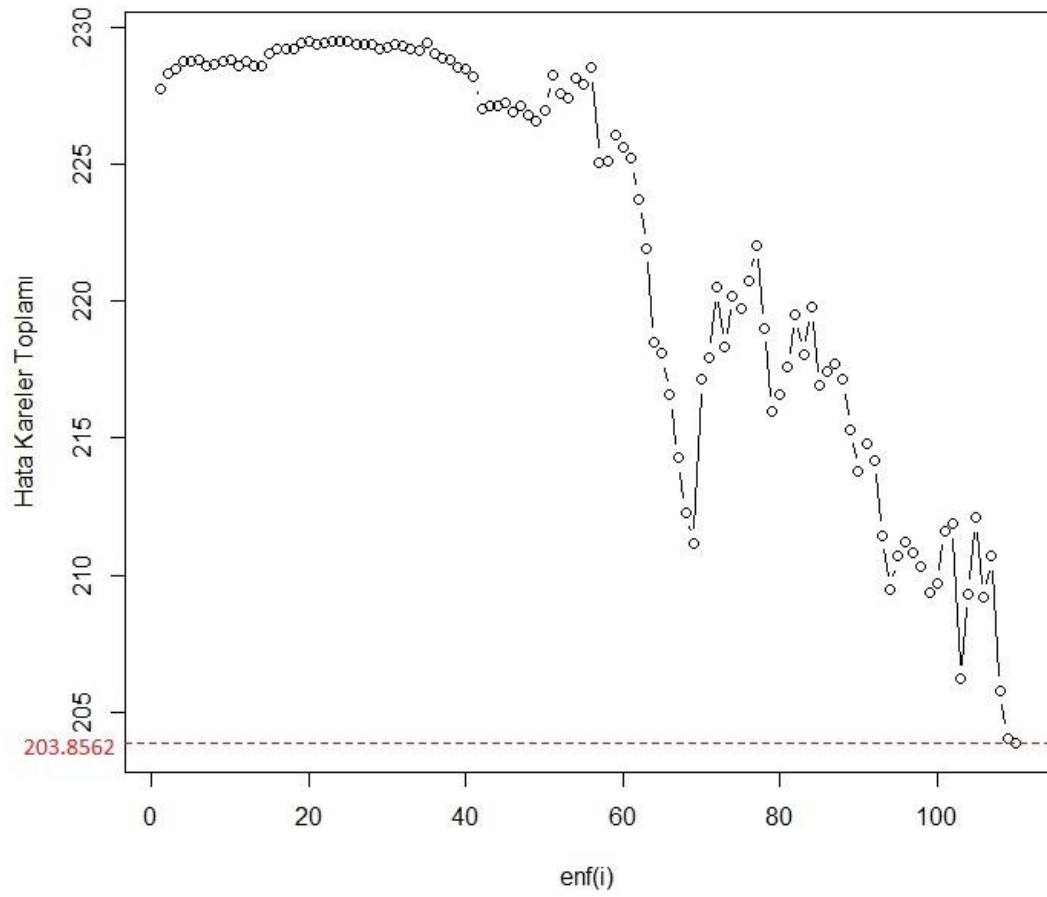
Chan'nin tahmin yöntemi esasında en iyi modelin seçilmesine dayanan bir süreçtir ve aşağıdaki adımlar ile açıklanabilir (Enders, 2010: 446-447):

- i. Öncelikle, optimal eşik değeri eşik değişkeninin aldığı bir değer olmalıdır ve eşik değeri eşik değişkeninin en büyük ve en küçük değeri arasında bir yerdedir. Bu nedenle, önce eşik değişkeni y_{t-d} küçükten büyüğe (veya büyükten küçüğe) sıralanır ve en küçük değerlerin %15 ile en büyük değerlerin %15'i seriden çıkarılarak toplamda T gözleme sahip yeni bir y^i serisi oluşturulur. Buna göre y^i serinin en küçük değeri, y^T de en büyük değeri olur.
- ii. Eşik değişkeni düzenlendikten sonra oluşturulan model, y^i serisinin her bir elemanı eşik değermiş gibi kabul ederek model tahmin edilir. Yani y^i serisinin sahip olduğu gözlem sayısı T kadar eşik modeli tahmin edilir⁹. Örneğin eşik değişkenimiz y_{t-d} 'nin 100 gözleme sahip olduğunu varsayalım. Buna göre en büyük ve en küçük değerlerin %15'ini seriden çıkarıldığı düşünülürse elde edilecek y^i serisi 70 gözleme sahip olacaktır. O halde bu 70 gözlemin her birinin teker teker eşik değer olarak kabul edilerek gerçekleştirilecek 70 model tahmini söz konusu olacaktır.
- iii. Son aşamada, tahmin edilen T sayıda modelin her biri için hata kareler toplamı elde edilir. Bu T adet hata kareler toplamları içinde en küçük hata kareler toplamı değerini veren model ve dolayısıyla o modelin eşik değeri, ilgili seriyi temsil eden en iyi eşik model tahmini olarak kabul edilir. Böylece bilinmeyen eşik değer de elde edilmiş olur. Bu adımı daha anlaşılır kılmak için elde edilen T adet hata kareler toplamının, y^i serisine göre grafiği çizilebilir. Ortaya çıkacak grafikte hata kareler

9 Bu yöntemin ilk ortaya çıktığı zamanlar uygulanmasında yaşanan zorluk çok sayıda modelin tahminini zorunlu kılmasındandır.

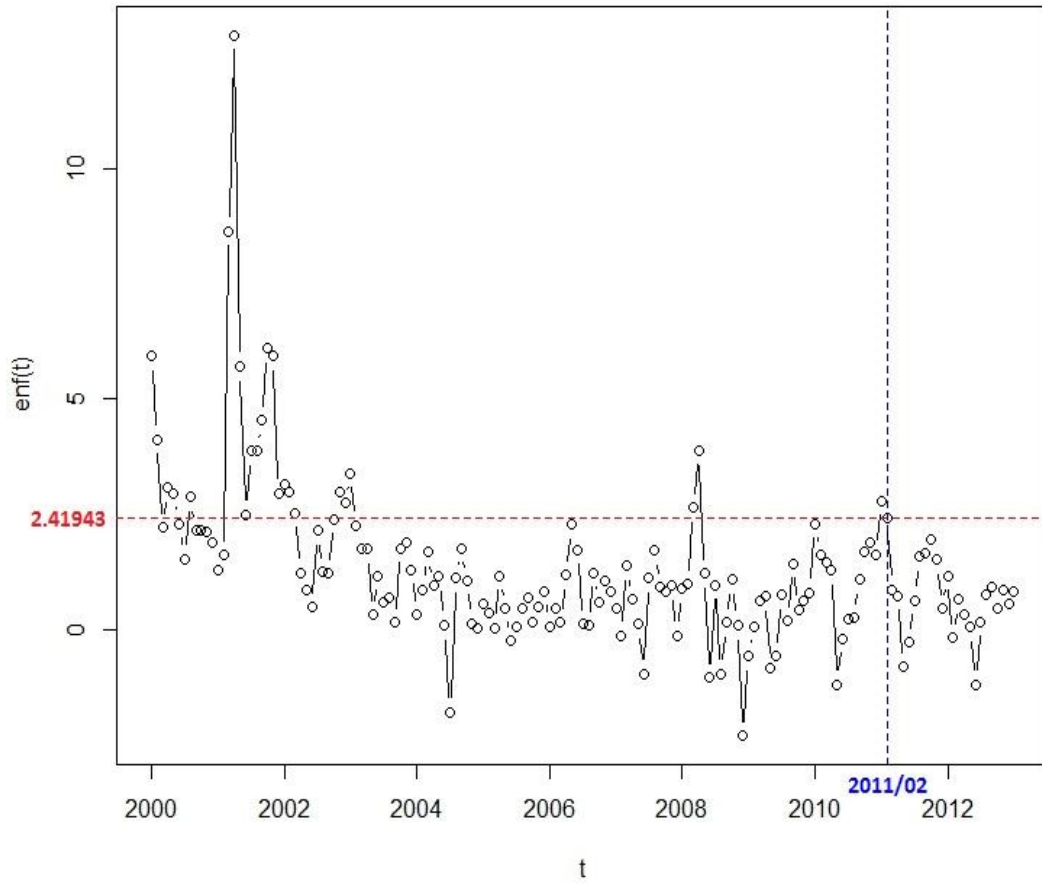
toplamı değerlerinin ani düşüşü grafikte çöküntüler ortaya çıkartır. Gözlenecek çöküntüler eşik durumu varlığının habercisidir. Bir seride eğer iki rejim var ise bir eşik değer ve o eşik değer ortaya çıkardığı bir tane en düşük hata kareler toplamı değeri olur ve bu durum bahsedilen grafikte tek bir çöküntü olarak gözlemlenir. Birden fazla rejim olması durumunda, hata kareler toplamında birden fazla çok küçük değer ortaya çıkar ve yine bu durum grafikte birden fazla çöküntü olarak gözlemlenebilir.

Eşik değerinin bilinmemesi durumunda izlenecek yöntemin anlatılmasının ardından, bir önceki başlık altında incelenen enflasyon serisi Chan (1993) yöntemine göre yeniden tahmin edilebilir. Daha önceki uygulamada eşik değeri 2 olarak kabul edilmişti, şimdi gerçekleştirilecek uygulamada eşik değişkeni olarak kabul edilen enf_{t-1} 'in orta değerlere sahip %70'nin içinde eşik değeri olabilecek en iyi gözlem ortaya çıkarılacaktır. Buna göre enf_{t-1} değişkeni toplam 156 gözleme sahiptir. %15 en büyük ve %15 en küçük değerlerinin atılmasından sonra geriye eşik değeri olmaya aday 110 gözlem kalır ve bu düzenlenmiş seri enf^i olarak adlandırılır. Bu 110 gözlemin her biri için toplam 110 defa model (2.5) tahmin edilmiş ve elde edilen hata kareler toplamlarından oluşturulan grafik aşağıda verilmiştir:



Şekil 2.3. Tahmin Edilen Hata Kareler Toplamı Değerleri

Şekil 2.3'de, hata kareler toplamı değerleri arasında, en küçük değer, enf^i serisinin en büyük ve 110. gözlemi olan 2.41943 değeri tarafından elde edilen 203.8562 sayısı olmuştur. Bulunan eşik değerinin enflasyon serisi enf_t 'deki yeri aşağıdaki grafikte gösterilebilir:



Şekil 2.4. Tahmin Edilen Eşik Değerinin Enflasyon Serisindeki Yeri

Şekil 2.4'de, 2.41943 olarak tahmin edilen eşik değeri, 2011 yılının Şubat ayında gözlemlenmiştir. Son olarak, eldeki eşik değere göre model (2.5)'in elde edilen tahmin sonuçları tablo 2.2'de özetlenmiştir:

Tablo 2.2. Model (2.5)'in eşik Değerin Bilinmemesi Halinde Bulunan Tahmin Sonuçları

Değişkenler	Tahmin Parametresi	Std. Hata	t İstatistiği Değeri	p - Değeri
1.Rejim Sabiti ($\beta_{10}I_t$)	2.4093	0.5237	4.600	9.1×10^{-6}
$I_t enf_{t-1}$	0.8603	0.1297	6.633	5.8×10^{-10}
$I_t enf_{t-2}$	-0.5727	0.1293	-4.429	1.83×10^{-5}
2.Rejim Sabiti ($\beta_{20}(1-I_t)$)	0.4344	0.1433	3.031	0.0029
$(1-I_t) enf_{t-1}$	0.5653	0.1264	4.473	1.53×10^{-5}
$(1-I_t) enf_{t-2}$	-0.0086	0.0971	-0.089	0.9291
R^2	0.7307	F İstatistiği		66.91
\bar{R}^2	0.7197	p – Değeri (F İstatistiği)		2.2×10^{-16}
AIC	494.2243	Hata Kareler Toplamı		203.8562

Bu sonuçlara göre tahmin edilen model şu şekildedir:

$$\begin{aligned}
 enf_t &= 2.41 + 0.86I_t enf_{t-1} - 0.573I_t enf_{t-2} + 0.434 + 0.565(1-I_t) enf_{t-1} - 0.0086(1-I_t) enf_{t-2} \\
 I_t &= \begin{cases} 1 & \text{eğer } enf_{t-1} > 2.41943 \\ 0 & \text{eğer } enf_{t-1} \leq 2.41943 \end{cases} \quad (2.7)
 \end{aligned}$$

Tablo 2.2'deki sonuçlar açıkça göstermektedir ki, Chan yöntemi ile tahmin edilen model (2.7), bir önceki uygulamada tahmin edilen model (2.6)'dan daha iyidir. Çünkü öncelikle model (2.7)'in F istatistiği değeri ve Düzeltilmiş R^2 değeri model (2.6)'ninkinden daha yüksektir. Bu göstergelere ek olarak, hali hazırda elde edilmiş en küçük hata kareler toplamı değeri model (2.7)'nin tahmin

doğruluğunu gösterirken aynı zamanda AIC bilgi kriteri değeri de model (2.7) için daha düşük bulunmuştur. Bu modelde de sadece ikinci rejimin iki gecikmeli değişkeni olan $(1-I_t)enf_{t-2}$ 'nin tahmin edilen parametresi anlamsız bulunmuştur. Fakat söz konusu parametrenin tahmin edilen değeri zaten çok düşüktür ve modele etkisi çok azdır. Bundan dolayı tahmin edilen model ilgili enflasyon serisinde var olan rejim farklılığını ifade etmekte yeterli olduğu söylenebilir.

2.2.1.3. Eşik Regresyon Modeli ve Tahmini

Bu başlığa kadar eşik modelleme otoregresif süreçlere uygulandı. Fakat gerek eşik değerin bilinmesi durumu gerekse bilinmemesi durumunda eşik modelleme klasik regresyon süreçleri için de uygulanabilir. Örneğin basit tek değişkenli bir regresyon modeli aşağıdaki gibi yazılabilir:

$$y_t = \alpha_0 + (\alpha_1 + b_1 I_t) x_t + \varepsilon_t \quad (2.8)$$

$$I_t = \begin{cases} 1 & \text{eğer } y_{t-d} > \tau \\ 0 & \text{eğer } y_{t-d} \leq \tau \end{cases}$$

Dikkat edilirse, burada eşik değişken bağımlı değişken y_t 'nin gecikmeli serilerinden biridir ve modelde yer almamaktadır. Bu durumda bağımlı değişkenin belli bir eşik değer üzerinde veya altında değer almasına göre model farklılaşacaktır. y_t değişkeni eğer eşik değeri τ 'nin altında bir değer alırsa x_t 'nin y_t üzerindeki etkisini sadece a_1 parametresi ifade edecekken, bu durumun aksine y_t değişkeni eşik değer τ 'nin üstünde bir değer alırsa x_t 'nin y_t üzerindeki etkisi $\alpha_1 + b_1$ kadar olacaktır.

Model (2.6)'da bağımlı değişkenin gecikmelisi eşik değişken olarak kullanılmıştır. Benzer bir model açıklayıcı değişken x_t 'nin gecikmeli bir serisinin eşik değişken kabul edilmesi ile de kurulabilir. Bu durumda model aşağıdaki gibi kurulabilir:

$$y_t = \beta_{10}I_t + \beta_{11}I_t x_t + \beta_{20}(1-I_t) + \beta_{21}(1-I_t)x_t + \varepsilon_t \quad (2.9)$$

$$I_t = \begin{cases} 1 & \text{eğer } x_{t-d} > \tau \\ 0 & \text{eğer } x_{t-d} \leq \tau \end{cases}$$

Yine burada model, x_t 'nin alacağı değerlere göre ikiye ayrılmıştır. Buna göre x_t 'nin y_t üzerindeki etkisi iki farklı rejimde incelenebilir. Elbette bu iki modelde de önemli olan eşik değerinin ne olacağıdır. Eşik değerin bilinmesi veya bilinmemesi durumunda önceki başlıklar altında incelenen yöntemler bu modeller için de kullanılabilir. Eşik değerinin bilinmesi durumunda oluşturulacak I_t kuklası modelin tahminini mümkün kılarken, eşik değerin bilinmemesi durumunda Chan (1993) yöntemi kullanılarak en iyi model tahminini veren model Hata Kareler Toplamı değerleri yardımı ile bulunabilir.












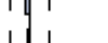

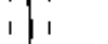





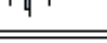




2.2.1.4. Gecikme Uzunluklarının Belirlenmesi

Eşik modellerin oluşturulması önündeki en büyük sıkıntı gecikme uzunluklarının belirlenmesidir. Bahsedildiği üzere eşik modelleme otoregresyon ve klasik regresyon olarak iki türde uygulanabilmektedir. Eşik otoregresif modellerde (TAR) iki tür gecikme söz konusu iken, eşik regresyon modellerinde (TRM) sadece bir tür gecikme mevcuttur. TAR modelleri doğrusal AR modellerinde olduğu gibi öncelikle modelin genel gecikme uzunluğu

belirlenmelidir. Örneğin, bir AR(4) modelinde bağımlı değişkenin dört döneme kadar gecikmeli halleri açıklayıcı değişken olarak modelin sağ tarafında yer almasına benzer olarak bir TAR(4) modelinde de modelin ana yapısını belirleyecek dört adet gecikmeli açıklayıcı değişken vardır. Model (4)'de bu durum p ve r harfleri ile sembolize edilmiştir. p harfi ilk rejim için genel gecikme uzunluğunu ifade ederken r harfi ikinci rejim için genel gecikme uzunluğunu ifade eder. Burada görüldüğü gibi genel gecikme uzunluğu TAR modellerinde rejimden rejime değişebilir fakat genellikle literatürde her iki uzunluk eşit kabul edilerek TAR modelleri tahmin edilmektedir. Genel gecikme uzunluğu hem istatistiki bilgi kriterleri olan Akaike (AIC) ve Schwarz (SIC) ile hem de doğrusal modellerde yaygın kullanımı olan Box-Jenkins (BJ) yöntemi ile bulunabilir. BJ yönteminde de ilgili zaman serisinin otokorelasyon (ACF) ve kısmi otokorelasyon fonksiyonlarından (PACF) faydalanılarak gecikme uzunluğu belirlenir. Tsay (1989) çalışmasında AR modellerinin gecikme uzunluğu arttıkça doğrusal olmayan modellere benzeyebileceğini ve büyük gecikme uzunluğuna sahip olması muhtemel seriler için PACF'nin Akaike Bilgi Kriterinden (AIC) daha güvenilir sonuç vereceğini belirtmiştir. Benzer bir şekilde Wu ve Liu (2011) ve Nampoothiri ve Balakrishna (2000) çalışmalarındaki uygulamalarında BJ yönteminden faydalanarak genel gecikme uzunluğuna karar vermişlerdir.

Bu anlatılanların ışığında daha önce ele aldığımız tüketici fiyat endeksinden elde ettiğimiz enflasyon serisi için en uygun gecikme uzunluğunu belirleyebiliriz. İlgili serinin 12 dönem için ACF ve PACF değerlerinin bulunduğu korelogram aşağıda verilmiştir:

Tablo 2.3: Enflasyon Serisi için ACF ve PACF Grafiği

ACF	PACF	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	0.686	0.686	75.237	0.000
		2	0.393	-0.146	100.06	0.000
		3	0.344	0.262	119.24	0.000
		4	0.347	0.046	138.85	0.000
		5	0.348	0.129	158.69	0.000
		6	0.395	0.177	184.49	0.000
		7	0.360	-0.045	206.08	0.000
		8	0.263	-0.013	217.69	0.000
		9	0.223	0.020	226.05	0.000
		10	0.262	0.088	237.72	0.000
		11	0.307	0.077	253.85	0.000
		12	0.284	-0.036	267.69	0.000

Tablo 2.3'e göre, kısmi otokorelasyon $\alpha = 0.05$ anlamlılık düzeyinde %5 güven aralığı sınırlarını sadece birinci, üçüncü ve altıncı gecikmelerde geçmiştir öyleyse ele aldığımız enflasyon serisi için AR ve TAR modelleri aşağıdaki gibi olmalıdır:

$$enf_t = \beta_0 + \beta_1 enf_{t-1} + \beta_2 enf_{t-3} + \beta_3 enf_{t-6} + u_t \quad (2.10)$$

$$enf_t = \alpha_{10} I_t + \alpha_{11} I_t enf_{t-1} + \alpha_{12} I_t enf_{t-3} + \alpha_{13} I_t enf_{t-6} + \alpha_{20} (1 - I_t) + \alpha_{21} (1 - I_t) enf_{t-1} + \alpha_{22} (1 - I_t) enf_{t-3} + \alpha_{23} (1 - I_t) enf_{t-6} + \varepsilon_t \quad (2.11)$$

$$I_t = \begin{cases} 1 & \text{eğer } enf_{t-d} > \tau \\ 0 & \text{eğer } enf_{t-d} \leq \tau \end{cases}$$

Bu modellerden doğrusal yapıda kurulan model (2.8)'in tahmininden elde edilen sonuçlar Tablo 2.4'de verilmiştir:

Tablo 2.4. Model (2.10)'un Tahmin Sonuçları

Değişkenler	Tahmin Parametresi	Std. Hata	t İstatistiği Değeri	p - Değeri
sabit	0.23062	0.14164	1.628	0.10561
enf_{t-1}	0.63389	0.06598	9.607	2×10^{-16}
enf_{t-3}	0.04633	0.06600	0.702	0.48380
enf_{t-6}	0.18110	0.06518	2.778	0.00618
R^2	0.5225	F İstatistiği		53.62
\bar{R}^2	0.5128	p – Değeri (F İstatistiği)		2.2×10^{-16}
AIC	502.3812	Hata Kareler Toplamı		230.4895

Tablo 2.4'e göre, BJ yöntemine göre belirlenen doğrusal model (2.10)'un tahmin sonuçlarında sadece bir ve altıncı gecikmeli değişkenlerin parametreleri anlamlı bulunmuştur. Bu durumun dışında göze çarpan en önemli nokta, doğrusal olan bu modelin hata kareler toplamı ve AIC değerlerinin daha önce farazi varsayımlar ile kurulup tahmin edilen modellerden daha yüksek çıkmasıdır. Bu sonuç bile başlı başına ele alınan enflasyon serisinin doğrusal olmayan modeller ile daha iyi açıklanabileceğinin bir göstergesidir.

TAR modellerinde ikinci önemli gecikme uzunluğu, eşik değişkenin hangi gecikmeli değişken olacağıın belirlenmesidir. Model (2.9)'u ele alırsak, her iki rejimde de bir, üç ve altı gecikmeye sahip bu modelin hangi gecikmeli değişkeni eşik değişkeni olacaktır sorusu araştırmacıyı bir başka gecikme uzunluğu belirleme sorunu ile karşı karşıya bırakır. Buraya kadar gerçekleştirilen iki uygulamada da hep bir gecikmeli değer (enf_{t-1}) eşik değişken olduğunu ve genel gecikme uzunluğunun iki olduğunu varsaydık. Fakat model (2.9)'un üç

farklı gecikmeli açıklayıcı değişken içerdiği belirlendi ve bu model için tüm bu açıklayıcı değişkenler eşik değişken olarak seçilebilir. Burada asıl önemli olan soru d harfi ile simgelenen bu gecikme uzunluğunun nasıl belirleneceğidir. Bu hususta Hansen (1997)'de *threshold delay parameter* olarak adlandırılan eşik gecikme uzunluğunun tahmini için bir araştırma sürecine ihtiyaç duyulduğundan bahseder. Tsay (1989) çalışmasında TAR modelinin muhtemel eşik değişkene göre yeniden düzenlenip tahmin edilmesinin ardından elde edilen hata terimlerinden faydalanarak hesaplanan bir F istatistiği önerir. Enders(2010)'da ise Chan (1993)'ü destekler bir ifade ile muhtemel tüm eşik değişkenler için TAR modelinin tahmin edilmesini ve en uygun modelin hata kareler toplamını en küçük veren model olarak seçilmesini önerir. Ayrıca en makul model AIC ve SIC kriterleri ile de belirlenebilir. Uygulamamıza yeniden dönecek olursak, model (2.11)'de açıkça görüldüğü üzere eşik olmaya aday değişkenler enf_{t-1} , enf_{t-3} ve enf_{t-6} 'dır. Eşik değeri her üç aday değişken için de bilinmediğine göre, bu üç değişkenin her biri teker teker eşik değişken olarak kabul edilir ve Chan (1993) yöntemi ile model (2.11) tahmin edilir. Bu tahminlerin hata kareler toplamları, AIC ve SIC değerleri karşılaştırılır ve en iyi model belirlenir. Model (2.11) için sözü geçen tahminler ve sonuçları aşağıdaki tabloda özetlenmiştir:

Tablo 2.5. Model (2.11)'in Üç eşik Değişkeni İçin Bulunan Tahmin Sonuçları

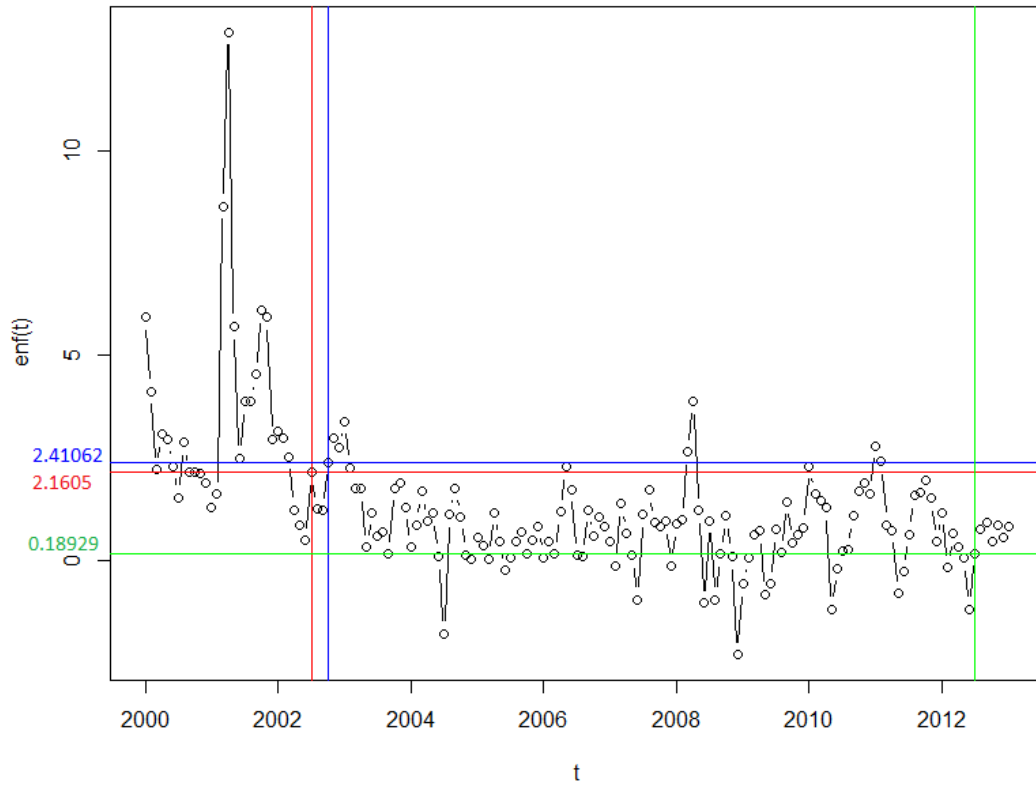
Değişkenler	Eşik Değişkene göre Modeller		
	enf_{t-1}	enf_{t-3}	enf_{t-6}
1.Rejim Sabiti ($\beta_{10}I_t$)	1.50844 (0.00162)	1.938967 (0.000184)	0.21606 (0.2232)
$I_t enf_{t-1}$	0.27100 (0.01229)	0.343199 (0.009971)	0.68314 (2×10^{-16})
$I_t enf_{t-3}$	-0.29953 (0.07095)	-0.374569 (0.000133)	0.04404 (0.5247)
$I_t enf_{t-6}$	0.97397 (1×10^{-7})	0.832588 (1.19×10^{-7})	0.14759 (0.0526)
2.Rejim Sabiti ($\beta_{20}(1-I_t)$)	0.37595 (0.01035)	0.349541 (0.027822)	0.60490 (0.0680)
$(1-I_t) enf_{t-1}$	0.41564 (0.00151)	0.537895 (1.93×10^{-7})	0.34915 (0.0511)
$(1-I_t) enf_{t-3}$	0.00759 (0.90818)	-0.002811 (0.933857)	-0.01791 (0.9443)
$(1-I_t) enf_{t-6}$	0.10657 (0.09821)	0.091437 (0.130145)	0.55476 (0.1233)
Eşik Değeri / Tarihi	2.1605 / Tem.02	2.41062 / Eki.02	0.18929 / Tem.12
Hata Kareler T.	181.526	183.2382	223.1148
AIC / SIC	474.32 / 501.48	475.74/ 502.8945	505.47 / 532.63
\bar{R}^2	0.7462	0.7438	0.688
F İstatistiği	56.49	55.79	42.63

Yukarıdaki tabloda açıkça görülmektedir ki, en iyi model ilk sütunda gösterilen enf_{t-1} 'in eşik değişken olarak kabul edildiği modeldir. Bu modelin hata kareler toplamı ve AIC/SIC değerleri diğerlerinden küçüktür ve F istatistiği değeri diğer iki modelden büyüktür. Bu tablodaki parantez içinde ifade edilen değerler tahmin edilen parametrelerin t istatistiği olasılık değerleridir (p-değerleri). İlk sütunda yazan bilgilere göre en iyi modelde %10 anlamlılık düzeyinde istatistiki olarak anlamsız bulunan sadece bir parametre vardır. enf_{t-3} 'ün eşik değişken olarak kabul edildiği ikinci sütun ile gösterilen modelde ise t istatistiği değerleri ilk sütunda gösterilen modele göre çok daha düşük görünmekte, özellikle ikinci rejimi temsil eden son iki değişkene ait parametre tahminlerinin %10 anlamlılık düzeyinde bile anlamsız bulunması bu modeli az farkla daha kötü yapmıştır. Bu açıklamalara göre enflasyon serisini ifade eden en iyi TAR modeli yuvarlanmış parametre tahminleri ile aşağıdaki gibi yazılabilir

$$\begin{aligned}
 enf_t = & 1.51 + 0.27I_t enf_{t-1} - 0.3I_t enf_{t-3} + 0.97I_t enf_{t-6} \\
 & + 0.38 + 0.42(1 - I_t) enf_{t-1} + 0.0076(1 - I_t) enf_{t-3} + 0.11(1 - I_t) enf_{t-6}
 \end{aligned} \quad (2.12)$$

Model (2.12)'ye göre eşik değer Temmuz 2002 yılında gözlenen 2.1605 değeridir. Yani tahmin sonuçları rejim değişiminin bu tarihte gerçekleştiğini söylemektedir. Diğer üç modele göre eşik değeri ve tarihleri farklıdır. Tahmin edilen üç eşik değer ve tarihleri için elde edilen zaman serisi grafiği Şekil 2.5'de verilmiştir. Burada kırmızı çizgi Tablo 2.5'in ilk sütunundaki modelin eşik değerini, mavi çizgi ikinci sütunundaki modelin eşik değerini ve yeşil çizgi de üçüncü sütunundaki modelin eşik değerini göstermektedir. Bu grafiğe göre ilk iki model rejim değişimini hemen hemen benzer bir yerde yakalamışlardır. Açıkça görünmektedir ki tüketici fiyat endeksinin aylık yüzde değişimi 2002 yılının ikinci yarısından sonra daha düşük değerler alarak farklı bir rejim oluşturmaktadır. Bu kısmın başlarında farazi varsayımlar ile tahminini gerçekleştirdiğimiz iki gecikmeli model ile Tablo 2.5'in üçüncü sütununda gösterilen modelin tahmin

sonuçlarının ortaya koyduğu eşik değerler ise açıkça belli bir rejim değişimini yakalayamamaktadır. Böylelikle, gerek istatistiki olarak gerekse görsel olarak söylenebilir ki, d harfi ile ifade edilen eşik gecikme parametresi 1'dir. Dolayısıyla eşik değişken enf_{t-1} olarak belirlenmiştir.



Şekil 2.5. Elde Edilen Üç Eşik Değerinin Zaman Serisi Grafiği

TAR modellerinin genel gecikme uzunluğu ve eşik değişkeninin sahip olacağı gecikmenin nasıl belirleneceğinin anlatılmasının ardından, Eşik Regresyon Modelleri TRM'ler hakkında da bir iki şey söylenmelidir. TAR modellerinin gecikme uzunluklarının belirlenmesi aslına bakılırsa model spesifikasyonu olarak adlandırılan model belirleme aşamalarıdır. Tüm bu analizlere bu açıdan bakılacak olursa, tüm zaman serileri modelleri (AR, MA,

ARMA, TAR vs...) bu tür bir model belirleme sürecine ihtiyaç duyarlar. Fakat ekonometrideki diğer yapısal modellerin değişkenleri, parametrelerinin alması gereken değerler ve model matematiksel yapısı tamamı ile iktisat teorisince belirlenir. Dolayısıyla eğer bir yapısal regresyon modeli eşik modelleme ile kurulup tahmin edilecekse, modelin genel yapısı zaten bilinir. Yine bu durumu destekler şekilde, ilgili yapısal modelin hangi değişkene göre rejimlere ayrılarak tahmin edileceği de yine iktisat teorisince kararlaştırılır. Örneğin Enders (2010)'da Taylor para kuralı modeli Birleşik Devletler için 1979 4. çeyrek ile 2007 3. çeyrek arasındaki veriler ile TRM modeli olarak tahmin edilmiştir. Taylor para modeli aşağıda verilmiştir:

$$i_t = \alpha_0 + \alpha_1 \pi_t + \alpha_2 y_t + \alpha_3 i_{t-1} + \varepsilon \quad (2.13)$$

Burada i_t faiz oranlarını, π_t deflatörden hesaplanan enflasyon oranını, y_t de çıktı açığını temsil etmektedir. ε_t ise klasik varsayımları taşıyan hata terimidir. Taylor para kuralını ifade eden bu model görüldüğü üzere hali hazırda belirlenmiştir. Herhangi bir gecikme uzunluğu belirlenmesine gerek yoktur. Bu modelin eşik regresyon olarak modellenebilmesi için sadece eşik değişkenin belirlenmesine ihtiyaç vardır. Birleşik Devletler için gerçekleştirdiği uygulamasında Enders, eşik değişken olarak π_t ve y_t 'yi ele almıştır. Çünkü enflasyonun çok yüksek olduğu veya toplam çıktının çok düşük olduğu durumlarda faiz oranlarındaki değişim önemli ölçüde değişmektedir (Enders, 2010: 454). Dolayısıyla model (2.13) için uygun eşik değişken enflasyon ve toplam çıktı açığı değişkenlerinin gecikmeli değerlerinde aranmalıdır. Bu aşamadan sonra, yazar her iki değişkenin bir ve iki gecikmeli hallerini tek tek eşik değişken kabul etmiş ve tahmin ettiği toplam dört modelden π_{t-2} değişkeninin eşik değişken olduğu model, en iyi uyumu sağlayan model

olmuştur. Eşik modelleme uygulanacak yapısal regresyon modelleri için izlenecek yol bu şekildedir.

Bu çalışmada iktisadi beklenti modelleri incelenecektir. İktisadi beklenti modelleri olarak Cagan'nın enflasyon modelinin iki beklenti teorisinin varsayımlarına göre çözülmüş modeller kullanılacaktır. Bu modeller önceki bölümde gösterilen model (1.21) ve model (1.54)'dür. Bu modeller tıpkı Taylor para kuralı modelinde olduğu gibi iktisat teorisince belirlenmiş matematiksel çıkarımları ve dayandıkları varsayımlar iktisat teorisince şekillenmiş modellerdir. Model (1.21) Uyarlanmış beklentiler modelidir ve bu model eşik regresyon olarak modellenmek istendiğinde açıklayıcı değişkenlerden eşik değişken olabilecek değişken Δp_t ile ifade edilen enflasyon değişkenidir. Çünkü enflasyon beklentilerindeki değişimin yüksek ve düşük enflasyon rejimlerinde farklı olabileceği çok açıktır. Bu nedenle Uyarlanmış beklentiler modelinin enflasyon değişkenine göre rejimlere bölünerek tahmin edilmesi daha sağlıklı sonuçlar verecektir. Benzer bir durum rasyonel beklentiler çözümü olan model (1.54) için de geçerlidir. Rasyonel beklentiler modelinde Uyarlanmış beklentilerden farklı olarak enflasyon değişkeni yerine genel fiyat düzeyi değişkeni vardır. Yine eşik değişken olmaya aday değişken genel fiyat düzeyi değişkenidir. Uyarlanmış beklentiler modeline benzer bir yorum bu model için de yapılır ve model genel fiyat düzeyinin alacağı değerlere göre farklı iki rejime ayrılarak tahmin edilir. Böylece enflasyon beklentisinin farklı fiyat düzeylerine göre değişimi gözlemlenebilir.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

BEKLENTİ MODELLERİ SİMÜLASYON ÇALIŞMALARI

Bu çalışmanın temel amaçlarından birisi de iktisadi beklenti modellerinin doğrusal olmayan eşik modeller ile tahmin edilmesinin uygun olup olmadığını araştırmaktır. Dolayısıyla bu bölümde, iktisadi beklenti modellerinin eşik regresyon modeller kapsamında Monte Carlo simülasyonları gerçekleştirilecektir. Fakat karşılaştırma yapmak ve daha zengin yorumlara zemin hazırlamak için önceki bölümlerde izah edilen her iki beklenti modelinin aynı zamanda doğrusal modellerden oluşan veri üretme süreçleri ve doğrusal model tahmin süreçleri ile de simülasyonları gerçekleştirilecektir. Bu simülasyonlar boyunca, Cagan'ın enflasyon modelinin çözümleri kullanılacak¹⁰ ve tahmin edilen parametrelerin sapmasızlık özelliği sınırlı veri kümesinde incelenecektir. Bilindiği üzere eğer bir modelin parametre tahmin değerleri, örneklem çapı arttıkça ana kitle regresyon katsayısına yakınsıyorsa o model ile gerçekleştirilecek tahminlere ve öngörülere güvenilebilir. Bu nedenle bu bölümde gerçekleştirilecek analizlerde beklenti modellerinin tahmin ve öngörü güvenilirliği sınanacaktır. Bu amaç kapsamında bu bölümde ilgili beklenti modellerinin her biri için iki temel kısma ayrılacaktır. İlk kısımda Uyarlanmış Beklentiler modeli doğrusal ve doğrusal olmayan yöntemler ile simüle edilecektir. Ardından bir sonraki kısımda da Rasyonel Beklentiler modeli hem doğrusal hem de doğrusal olmayan yöntemler ile simüle edilecektir. Ancak, Uyarlanmış Beklentiler modeli yapısı itibari ile otokorelasyon sorunu içerir. Dolayısıyla Uyarlanmış Beklentiler Modeli simüle edilirken ek olarak bir de araç değişken yönteminin kullanması gereği hissedilmiştir. Böylece modelin kendinde var olan bu sorundan olabildiğince kaçınılmaya çalışılacaktır.

¹⁰ Aslında Cagan enflasyon modeli bir açıklayıcı değişken içeren basit bir regresyon modelidir. Dolayısıyla, bu kısımda gerçekleştirilecek analizlerbenzer şekilde sadece iki değişkenden oluşan regresyon modelleri için genellenebilir.

3.1. UYARLANMIŞ BEKLENTİLER MODELİNDE SİMÜLASYON ÇALIŞMALARI

3.1.1. Doğrusal Uyarlanmış Beklentiler Modeli Simülasyon Çalışmaları

Bu alt bölümde Bölüm (1.1.2)'de detaylı bir şekilde anlatılan Uyarlanmış Beklentiler modelinin hem doğrusal hem de doğrusal olmayan tahmin yöntemlerinde parametre tahminlerinin sapmasızlık özelliği Monte Carlo çalışması yardımıyla gerçekleştirilecektir. Doğrusal Uyarlanmış Beklenti Modeli (DUBM) yapısı itibari ile otokorelasyon sorunu içermektedir. Tahmini için önerilen araç değişken metodolojisine ait iki yöntem mevcuttur. Bu iki yöntemden ilki Liviatan'nın 1963'de önerdiği, model (1.22)'deki Y_{t-1} 'in yerine geçecek araç değişken olarak X_{t-1} 'in kullanılmasıdır. X_{t-1} ile v_t 'nin ilişkisiz olmasından ötürü bu öneri yapılmış olsa da X_{t-1} 'in modele dahil edilmesi çoklu doğrusal bağıntı sorununu ortaya çıkaracağından tahmin sonuçları sapmalı ve etkin olmama eğiliminde olabilirler. Araç değişkenler yönteminde ikinci olarak Y_{t-1} 'in yerine geçecek araç değişken, Araç Dışsallığı ve Araç Uygunluğu adlı iki koşulu sağlaması gerekir. Araç Dışsallığı, araç değişkenin Y_{t-1} ile yüksek ortak varyansa sahip olmasını; Araç Uygunluğu, araç değişkenin hata terimi ile düşük ortak varyansa sahip olması gerekliliğini ifade eder.

Burada yer alan iki yöntemden ikincisi simüle edilmeye uygundur. İlgili yöntemin simülasyon çalışmasından bahsetmeden önce, DUBM'nin yapısal özelliklerine bakmakta fayda vardır. İki değişkenli DUBM Bölüm 2'den hatırlanacağı üzere şu şekilde ifade edilir:

$$m_t - p_t = \lambda\gamma + (1-\lambda)(m_{t-1} - p_{t-1}) + \lambda\alpha(p_t - p_{t-1}) + u_t - (1-\lambda)u_{t-1} \quad (3.1)$$

Burada, $\lambda\gamma = \zeta_0$, $\lambda\alpha = \zeta_1$, $(1-\lambda) = \zeta_e$, $y_t = m_t - p_t$ ve $x_t = p_t - p_{t-1}$ denirse, model:

$$y_t = \zeta_0 + \zeta_e y_{t-1} + \zeta_1 x_t + (u_t - \gamma_e u_{t-1}) \quad (3.2)$$

şeklinde yazılabilir. Bu durumda beklenti katsayısının λ 'nın değişimine modelin katsayılarının nasıl tepki vereceği γ ve α katsayılarının alacağı değere bağlıdır. Buna göre, eğer $\gamma, \alpha > 0$ ise λ arttığında ζ_0 ve ζ_1 artar fakat ζ_e azalır. Bu durumda λ 'nın Koyck modellemesinde uyarlama hızı olduğunu hatırlarsak, bireylerin beklentilerini uyarlama hızlarının arttığı durumda içsel açıklayıcı değişken y_{t-1} 'in bağımlı değişken y_t üzerindeki etkisinin azaldığını ve dışsal açıklayıcı değişken x_t 'nin y_t üzerindeki etkisinin arttığı gözlemlenebilir. Tam tersi durumda beklentileri uyarlama hızının düştüğünde ise içsel değişkenin bağımlı değişken üzerindeki etkisi artarken, dışsal değişkenin bağımlı değişken üzerindeki etkisi (ve sabit katsayısının) azalmaktadır. Bir diğer durumda $\gamma, \alpha < 0$ olduğunda ise λ arttığında ζ_0 ve ζ_1 azalır iken ζ_e de azalır. İlk durumun aksine burada beraber hareket etme söz konusudur. Yani uyarlama hızındaki bir artış hem içsel açıklayıcı değişken y_{t-1} 'in hem de dışsal açıklayıcı değişken x_{t-1} 'in bağımlı değişken y_t üzerindeki etkisini azaltacaktır. Son olarak $\gamma, \alpha = 0$ olması durumuna değinecek olursak, bu durumda dışsal değişken x_t modelden dışlanır. Beklentilerin oluşturulduğu x_t 'nin modelden dışlanması iktisadi mantığa aykırı olacağından bu durum gerçekçi değildir. Tüm bu değerlendirmeler modelin matematiksel yapısı ile ilgilidir. Fakat Cagan (1956)'da eğim parametresi alfa'nın (α) iktisat teorisi açısından sadece negatif olabileceğini söyler ve gerçekleştirdiği tahminlerde bu parametrenin tahmin değerlerini tüm ülkeler için negatif bulur. Bu durum, bu çalışmada da α 'nın sadece negatif olarak belirlenmesi gerekliliği gibi bir sonuç ortaya çıkarsa da iki değişkenli bir model ile

ifade edilebilen bir başka iktisadi ilişki için eğim parametresinin negatif olacağını söyleyemeyiz. Bu sebeplerden ötürü $\gamma, \alpha > 0$ ve $\gamma, \alpha < 0$ durumları simüle edilecektir ve böylelikle bu simülasyon çalışmalarının sonuçları diğer iktisadi ilişkileri anlatan modellerin Uyarlanmış Beklentiler çözümleri için de yorumlanabilir olacaktır.

Uyarlanmış beklenti modelinde ortaya çıkan otokorelasyon sorununun giderilmesi konusunda bahsi geçen ikinci yöntem için Monte Carlo (MC) simülasyon tekniği uygulanacaktır. Bu analizin amacı, Cagan enflasyon modeli ve bu modele benzer iki değişkenli regresyon modellerinin Uyarlanmış Beklentiler çözümlerinde araç değişken tahmin yönteminin güvenilir sonuçlar verip veremeyeceğini anlamaktır. Simülasyon şu aşamalardan oluşmaktadır¹¹:

- i. Önce, veri üretme sürecindeki parametrelere verilecek değerler belirlenir. Bu çalışmada γ ve α sırayla önce 2'ye sonra da -2'ye eşitlenir. Bu belirleme önceki paragrafta bahsedilen $\gamma, \alpha > 0$ ve $\gamma, \alpha < 0$ durumlarını ifade etmek içindir. Bunun yanı sıra rejim değişimini ifade etmesi için Beklenti Katsayısı λ sırayla 0.25 ve 0.75 olarak kabul edilecektir. Böylece veri üretme süreçleri şu şekilde olur:

$$m_t - p_t = 0.5 + 0.75(m_{t-1} - p_{t-1}) + 0.5(p_t - p_{t-1}) + u_t - 0.75u_{t-1} \quad (3.3)$$

$$m_t - p_t = 1.5 + 0.25(m_{t-1} - p_{t-1}) + 1.5(p_t - p_{t-1}) + u_t - 0.25u_{t-1} \quad (3.4)$$

$$m_t - p_t = -0.5 + 0.75(m_{t-1} - p_{t-1}) - 0.5(p_t - p_{t-1}) + u_t - 0.75u_{t-1} \quad (3.5)$$

$$m_t - p_t = -1.5 + 0.25(m_{t-1} - p_{t-1}) - 1.5(p_t - p_{t-1}) + u_t - 0.25u_{t-1} \quad (3.6)$$

11 Tüm bu aşamalarda ve bu bölümde yer alacak tüm simülasyon çalışmaları R Programlama dilinde kodlanmış ve uygulanmıştır.

- ii. İkinci aşamada her bir örneklem çapı için döngü oluşturulur. Bir döngüde, önce hata terimi u_t , açıklayıcı değişkenler p_t ve m_t normal dağılıma uygun olarak üretilir. Daha sonra bağımlı değişken $(m_t - p_t)$ 'nin ilk ve ikinci değerleri 0'a eşitlenip yukarıdaki dört veri üretme süreci yardımı ile $(m_t - p_t)$ ve $(m_{t-1} - p_{t-1})$ serileri üretilir. Böylelikle tüm değişkenlerin örneklem çapı kadar gözlem değerleri elde edilir. Dolayısıyla veri üretme süreçleri tahmin edilmeye çalışılan ana kitle regresyon modelleridir. Yine döngü içinde sıra model (3.2)'ün parametrelerini tahmin edilmeye çalışılır. Model (3.2)'ün parametreleri EKK tahmin yöntemi ile tahmin edilir ve ζ_0 , ζ_1 ve ζ_e parametre tahminleri bulunur. Böylelikle Döngünün ilk turu (yani ilk deneme) bitmiş olur.
- iii. Uygulanacak simülasyonda araç değişken yöntemi kullanılacaksa, bir adet araç değişken üretmek gerekir. Araç değişken koşullarını sağlamak amacıyla, araç değişken z_t 'nin sahip olması gereken koşullar, araç uygunluğu koşulu için $Cov((m_{t-1} - p_{t-1}) z_t) = 0.65$, araç dışsallığı koşulu için $Cov(z_t v_t) = 1 \times 10^{-10}$ olarak belirlenmiştir. Bu koşullara uyan örneklem çapı kadar z_t değişkeni üretilir¹² ve ardından model (3.2) parametreleri araç değişkenler tahmin yöntemiyle elde edilir. Araç değişken kullanılmayacak simülasyonlarda bu adım atlanır.
- iv. Yukarıdaki döngü sırayla $n = 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000$ örneklem çapları için her biri 1000 deneme (tur) ile çalıştırılır. Örneğin $n=100$ için döngüyü çalıştırıldığında her birinden 1000 adet ζ_0 , ζ_1 ve ζ_e bulunur. Her bir ζ tahmin değerlerinin

¹² Bu araç değişken üretme kodları Valward Statistical Consulting (IOWA/ABD) şirketinin sahibi sayın Dr. MargotTollefson'nun yardımı ile yazılmıştır. Ayrıca doğrusal En Küçük Kareler yöntemi simülasyonunda bu adıma gerek yoktur ve bu adım atlanacaktır.

ortalaması alınır ve bu ortalama değerler $n=100$ için elde edilen tahmin değerleri olur. Bu işlem tüm örneklem çapları için gerçekleştirilir.

- v. Bu zita (ζ) parametreleri kısa dönem ilişki parametreleri olarak bilinir. Fakat asıl incelenmek ve tahmin edilmek istenen her zaman Bölüm 1'deki temel model olan model (1.11)'in iki parametresidir. Bu parametreler γ (Sabit) ve α (Eğim) parametreleridir¹³. Dolayısı ile asıl sapmasızlığı araştırılacak parametreler bu parametrelerdir. Bu aşamada bu parametreler zita parametre tahminlerine gerekli dönüşümler yapılarak elde edilir.
- vi. Tahmin edilen ortalama parametre değerleri, veri üretme sürecinde belirlenen katsayılardan (2 veya -2) çıkarılarak, parametre tahmin sapmaları elde edilir.
- vii. Sapmaların, büyüklüklerine ve örneklem çapı n büyüdükçe 0'a yaklaşıp yaklaşmadıklarına bakılarak, modelin tahmin başarısı yorumlanır.

Bu aşamalar takip edilerek, doğrusal model hem araç değişken olmadan hem de araç değişken yardımı ile simüle edilecektir. Böylelikle araç değişken yönteminin işe yarayıp yaramadığı anlaşılabilir. Sonuç olarak dört veri üretme sürecine ait toplam sekiz simülasyon gerçekleştirilecektir. Bu simülasyonlar için hazırlanan kodlarda, Hansen ve Caner (2001) makalesi için Dr. Bruce Hansen tarafından doğrusal modellerde araç değişken yöntemini uygulamak üzere hazırlanan R programlama kodları kullanılmıştır. Her bir doğrusal veri üretme süreci için elde edilen sonuçlar Ek-1 ve Ek-2'de verilmiştir. Dört veri üretme

¹³ Beklenti çözümlerinin asıl amacı bu iki parametrenin tahmin edilmesidir. Özellikle eğim parametresi gözlenemeyen bir değişkene ait olduğundan beklenti teorilerinin çözümlerine ihtiyaç duyulduğu daha önce belirtilmiştir.

sürecine ait doğrusal EKK ve doğrusal araç değişken yöntemi ile bulunan parametre tahminlerinin ortalama sapmaları Tablo 3.1’de görülebilir.

Tablo 3.1. Tüm Doğrusal Veri Üretim Süreçleri için Parametrelerin Ortalama Sapma Değerleri

$\gamma, \alpha = 2$ için Parametrelerin Ortalama Sapmaları						
Veri Üretim Süreci	En Küçük Kareler Yöntemi			Araç Değişken Yöntemi		
	γ	α	λ	γ	α	λ
3.4	0.922092	1.707087	-1.138274	1.525923	1.75344	-0.738302
3.5	-0.439444	1.496316	-0.629424	-0.313344	1.55191	-0.598043
$\gamma, \alpha = -2$ için Parametrelerin Ortalama Sapmaları						
Veri Üretim Süreci	En Küçük Kareler Yöntemi			Araç Değişken Yöntemi		
	γ	α	λ	γ	α	λ
3.6	-1.617144	-2.011323	-0.982076	-1.302789	-1.294576	-0.347003
3.7	-0.481510	-1.380297	-0.301628	-0.783530	0.0468408	0.2982037

Tablo 3.1’de ifade edilen parametre sapma değerlerinden anlaşılacağı üzere, iki değişkenli bir regresyon modeli için Uyarlanmış beklentiler çözümü sonrası elde edilen modelin barındırdığı bir açıklayıcı değişken ile hata teriminin ilişki içinde olmasının yarattığı sorun açıkça görülmektedir. Çünkü Koutsoyiannis (1992)’de de belirtildiği gibi tüm parametre tahminleri küçük örneklerde sapmalı büyük örneklerde de sapma kaybolmadığından tutarsızdır. Tüm veri üretim süreçlerine tek tek değinilmesi gerekirse, ilk veri üretim süreci olan (3.3) için yapılan simülasyonlarında En Küçük Kareler tahmin yöntemi ile, λ ’nın sapma değerleri istikrarsız bir davranış ortaya koymuş, Ek-1’de yer alan α ’nın

sapma değerlerinin ilk ve sonuncusu karşılaştırıldığında yaklaşık olarak yalnız 0.008 birim, γ 'nın ilk ve son sapma değerleri karşılaştırıldığında ise yaklaşık olarak sadece 0.006 birim azalma gözlenmiştir. Dolayısıyla bu kadar az miktarda azalma parametre tahminlerindeki sapmanın büyük örneklerde bile kaybolmadığının yani parametre tahminlerinin tutarsız olduğunun göstergesidir. Veri üretme süreci (3.3)'e araç değişken yöntemi uygulandığında ise (Ek-1, Tablo 1.5) λ tahmin sapmalarının daha istikrarlı hale geldiği ve sapma değerlerinin azaldığı gözlemlenebilir. Fakat yine ilk ve son sapma değerleri karşılaştırılırsa bu azalma yaklaşık olarak 0.008 birim olarak gerçekleşmiştir ve yeterli değildir. Benzer bir şekilde α tahmin değerlerinde 0.02 ve γ tahmin değerlerinde 0.04'lük bir sapma azalması gözlemlenmiştir. Fakat 1000 örnekte bile α ve γ 'nın sapma değerleri yüksektir. Dolayısıyla veri üretme süreci (3.3) açısından Uyarlanmış Beklenti modelinin ekonometrik olarak sorunlu olduğu söylenebilir.

İkinci veri üretme süreci (3.4), uyarlama hızı λ 'nın artırılması ile elde edilmişti. Uyarlama hızının pozitif parametre değerleri için artırılması sonucunda En Küçük Kareler tahmin yöntemi ile, λ tahmin değerlerinin sapma değerleri yaklaşık olarak 0.007 birim azalmış ve -0.626 değeri etrafında sabitlenmiştir (Ek-1, Tablo 1.2). Yani sapmadaki azalma kesilmiştir. γ 'nın sapma değerleri ise 300 örnekleme kadar azalmış fakat 400 ve diğer büyük örneklerde artışa geçerek 1000 örnekleme gelindiğinde 0.440 değeri yakınlarında durmuştur. α 'nın sapma değerlerinde ise istikrarlı bir azalış gözlemleniyor olsa bile bu azalış ancak 0.01 birim kadar olmuştur. Bu veri üretme sürecine araç değişkenler yönteminin uygulanması küçük örneklerde λ ve α için yüksek bir sapmaya, γ içinse yüksek bir sapma düşüşüne sebep olmuştur ve her halükarda sapma değerleri büyük örneklerde bile yüksek değerlere sahiptir (Ek-1, Tablo 1.7). Sonuç olarak uyarlama hızının artışı da parametre sapma değerlerindeki sapmanın kaybolmasını sağlayamamıştır.

Üçüncü veri üretme süreci (3.5) negatif parametre değerleri ve düşük uyarılama hızına sahip Uyarlanmış Beklentiler modelini temsil etmektedir. Bu veri üretme süreci En Küçük Kareler tahmin yöntemi ile simüle edildiğinde λ 'nın tahmin sapmaları 400 örnekleme kadar 0.002 birim artmaktadır daha sonra -0.9825 değeri etrafında seyrederken, γ 'nın tahmin sapmaları 200 örnekleme kadar 0.001 birimlik bir düşüş göstermektedir fakat daha sonra 0.0005 birim artarak -1.6170 etrafında değerler almaktadır (Ek-1, Tablo 1.3). Eğim parametresi α 'nın sapma değerleri ise 300 örnekleme kadar 0.004 birimlik bir artış göstermekte diğer örneklemlerde ise etrafında değerler almaktadır. Üçüncü veri üretme süreci araç değişkenler yöntemi ile simüle edildiğinde elde edilen sonuçlara göre λ ve γ 'nın tahmin sapma değerlerinde istikrarlı bir biçimde azalma gözlenmiştir fakat azalma önceki deneylerde olduğu gibi yine çok düşük ve yetersizdir (Ek-1, Tablo 1.6). α 'nın tahmin sapma değerleri ise istikrarlı bir artış göstermiştir. Üçüncü veri üretme süreci için gerçekleştirilen simülasyonlarda da arzu edilen sonuçlar elde edilememiş, Uyarlanmış beklentiler modeli parametreleri tahmin değerlerinin sapmasız ve tutarlı olamayacağı bir kez daha görülmüştür.

Son olarak negatif parametrelerde uyarılama hızının yüksek olduğu durumu canlandıran veri üretme süreci (3.6)'ninsimülasyon sonuçları değerlendirilecektir. En Küçük Kareler tahmin yöntemi ile gerçekleştirilen simülasyonların sonuçlarına göre λ ve α 'nın tahmin sapma değerleri 400 örnekleme kadar artmakta fakat sonraki örneklemlerde λ 'nın sapması, -0.303 değerini alırken, α 'nın sapma değerleri çok ufak bir azalış trendine girerek 1000 örnekleme -1.381186 değerini almaktadır (Ek-1, Tablo 1.4). Bu veri üretme süreci araç değişken yöntemi ile simüle edildiğinde ise tüm parametrelerin sapma değerleri 400 örnekleme kadar artış göstermiş, daha sonraki örneklemlerde ise parametre sapmaları hafif artmaya devam etmiştir. Sürecin

sonunda 1000 örnekleme gelindiğinde λ 'nın sapma değeri 0.2425, γ 'nın sapma değeri -0.75066 ve α 'nın sapma değeri ise -0.0869 değerini almıştır (Ek-1, Tablo 1.8). Diğer süreçlerde elde edilen sonuçlara göre nisbeten daha küçük sapma değerleri gözlemlenmiş olsa bile sapmaların örneklem büyüklükleri arttıkça kaybolmaması bu veri üretim süreci için de Uyarlanmış Beklentiler modelinin ekonometrik analize uygun olmadığına göstergesidir.

Genel olarak bakıldığında tüm veri üretme süreçleri için uyarlama hızı λ 'nın artışı α 'nın sapmasını azaltmıştır. Bununla birlikte araç değişkenler yöntemi (3.6) veri üretme süreci dışında kalan diğer süreçlerde yine α 'nın sapmasını kısmen azaltmış olsa da tutarsızlığını giderememiştir. Bir başka göze çarpan sonuç uyarlama hızının yüksek olduğu veri üretme süreçlerinde araç değişken yöntemi uygulandığında küçük örneklemlerde sapmanın keskin bir şekilde artması ve daha sonra belli bir değer etrafında dengelenmesidir. Bu sonuçlar, açıkça açıklayıcı değişken ile hata teriminin ilişkili olması sorununun varlığını ve bu sorunun araç değişkenler yöntemi ile çözümlenemeyeceğini vurgulamaktadır. Bu nedenle ilk kez Zellner ve Geisel tarafından (1970) çalışmasında duyurulan, hata terimi ortalama hareket (MA) sürecini takip eden modellerin dönüştürülmesi ve Hildreth-Lu otokorelasyondan arındırma yöntemi ile DUBM'un tahmini daha uygundur.

3.1.2. Doğrusal Olmayan Uyarlanmış Beklentiler Modeli Simülasyon Çalışmaları

Bu bölümde eşik regresyon modeli olarak ele alınan Uyarlanmış beklentiler modeli simüle edilecek, parametrelerindeki sapmasızlık incelenecektir. Uyarlanmış beklentiler modelini eşik regresyon modeli suretinde ifade etmeden önce, Uyarlanmış beklenti modelinde neden doğrusal olmayan tahmin yöntemlerinin tercih edilmesi gerektiği üzerinde durulmalıdır. Bölüm 2’de bahsedildiği gibi, Uyarlanmış beklenti modeline karakterini kazandıran λ katsayısıdır. Bu katsayı iktisadi aktörlerin beklentilerini ne oranda revize edeceklerini ifade ederken, Uyarlanmış beklenti modelinin Koyck dönüştürmesinden türetildiği akıllara geldiğinde aynı zamanda uyarlama hızını da gösterdiği ifade edilmiştir. Bunlara ek olarak Cagan ve Friedman’ın bu beklenti katsayısını sabit bir değişmez olarak kabul etmeleri, rasyonel beklenti okulu savunucularının en çok eleştirdikleri noktalardan biri olmuştur. Bu nedenle, Uyarlanmış beklentiler modeli, beklentilerde meydana gelebilecek bir değişimi ifade etmek üzere eşik regresyon modeli olarak oluşturulabilir. Nitekim eşik regresyon modeli iki veya daha fazla rejime sahip iktisadi ilişkileri açıklamak için tahmin edilmektedir. Sonuç olarak Uyarlanmış beklentiler modelinde beklenti katsayısında meydana gelebilecek bir değişim iktisadi ilişkide bir rejim farklılığı doğuracaktır. Örneğin, Cagan’nın 1956 çalışmasındaki orijinal para arzı enflasyon ilişkisinin tahmin etmeye çalışan Uyarlanmış beklenti modelini ele alalım. Bu modelde, iktisadi aktörlerin enflasyon beklentilerinde, bir değişimin meydana gelmesi, beklenti katsayısı λ değerinin değişmesi olarak ifade edilebilir. Daha açık söylemek gerekirse, enflasyon serisinin belli bir eşiği geçmesi durumunda aktörler beklenti uyarlama hızlarını değiştirmek isteyebilirler. Böyle bir durumu matematiksel gösterimle ifade edecek olursak daha açıklayıcı olacaktır. Bir önceki bölümde oluşturulan veri üretme süreçlerinden yola çıkarak $\gamma, \alpha = 2$, beklenti katsayısının $\lambda = 0.25$ ve eşik

değerimizin sıfır olduğunu varsayılırsa $\Delta p_{t-1} \leq 0$ için model (3.1) şu şekilde ifade edilir:

$$m_t - p_t = 0.5 + 0.5\Delta p_t + (1 - 0.25)(m_{t-1} - p_{t-1}) + u_t - (1 - 0.25)u_{t-1} \quad (3.7)$$

Enflasyon değişkeni eşik değeri geçtiği durumda aktörlerin enflasyon beklentilerini uyarlama hızlarını değiştirdiklerini, $\Delta p_{t-1} > 0$ için $\lambda = 0.75$ olduğu düşünülürse, beklenti modeli değişim gösterecektir:

$$m_t - p_t = 1.5 + 1.5\Delta p_t + (1 - 0.75)(m_{t-1} - p_{t-1}) + u_t - (1 - 0.75)u_{t-1} \quad (3.8)$$

Açıkça görülmektedir ki beklenti katsayısının (uyarlama hızının) değişmesi bir birinden farklı iki model meydana getirmektedir. Daha genel bir gösterimle bir dönem gecikmeli enflasyon değişkeninin eşik değişken olduğu eşik Uyarlanmış beklentiler modeli aşağıdaki gibi gösterilebilir:

$$\begin{aligned} m_t - p_t = & \lambda_1 \gamma I_t + (1 - \lambda_1) I_t (m_{t-1} - p_{t-1}) + \lambda_1 \alpha I_t (p_t - p_{t-1}) + I_t (u_t - (1 - \lambda_1) u_{t-1}) \\ & + \lambda_2 \gamma (1 - I_t) + (1 - \lambda_2) (1 - I_t) (m_{t-1} - p_{t-1}) + \lambda_1 \alpha (1 - I_t) (p_t - p_{t-1}) \\ & + (1 - I_t) (u_t - (1 - \lambda_1) u_{t-1}) \end{aligned} \quad (3.9)$$

$$I_t = \begin{cases} 1 & \text{eğer } p_{t-1} - p_{t-2} > \tau \\ 0 & \text{eğer } p_{t-1} - p_{t-2} \leq \tau \end{cases}$$

Bu gibi durumlar ele alınan ve incelenmek istenen herhangi bir zaman periyodunda karşılaşılabilecek bir durumdur. Bu sebepten ötürü, bahsi edilen beklenti katsayısının değişmesine vurgu yapan senaryo, bu bölümde simüle edilecektir.

Simülasyon aşamalarını belirtmeden önce bir önceki alt başlıkta sözü geçen araç değişkenler metodolojisini burada kullanamayacağımızı belirtmekte

fayda vardır. Çünkü burada Uyarlanmış beklentiler çözümü doğrusal olmayan bir model biçiminde tahmini gerçekleştirilecektir ve literatürde eşik modellerde araç değişken kullanımına dair tek çalışma Hansen ve Caner (2004) makalesidir. Bu çalışmada yazarlar eşik modellerde araç değişken kullanımına olanak sağlayan bir tahmin yöntemi önermişlerdir. Fakat, önerilen tahmin yönteminin güvenilir sonuçlar vermesinin en önemli şartı (yöntemin temel varsayımı) kullanılacak araç değişkenin modeldeki dışsal değişkenlerden biri olması gerekliliğidir (Hansen ve Caner, 2004: 814). Bu varsayım altında bu çalışmada ele alınan iki değişkenli modellerin Uyarlanmış beklentiler çözümleri için söz konusu içsel – dışsal değişken tanımı tartışmalıdır. Örneğin Cagan kendi çalışmalarında temel iktisadi varsayım olarak m_t (para arzı) değişkenini dışsal, p_t (genel fiyatlar düzeyi) değişkenini de içsel olarak varsaymasına rağmen model (3.1)'in sağ tarafında Δp_t ile gösterilen enflasyon değişkeni dışsal bir değişken olarak görünmektedir. Bu durum McCallum (1989) açıkça eleştirilmiş ve Δp_t değişkeninin modelin sağ tarafına ait olamayacağı belirtilmiştir. Bu çalışma esnasında Uyarlanmış beklentiler modeli Hansen ve Caner (2004) yöntemi ile gerek Δp_t değişkenin farklı gecikmelerini gerekse $(m_{t-1} - p_{t-1})$ değişkeninin farklı gecikmelerini eşik değişken olarak kabul edilerek simüle edilmiştir fakat elde edilen sapmalar oldukça büyük, parametre sapmalarının davranışları yorumlanamayacak ölçüde anlamsız bulunduğundan burada yer verilmeyecektir. Neticede, Uyarlanmış beklentiler modelinin doğrusal olmayan eşik regresyon yöntemi ile tahmininde araç değişken kullanmak henüz mümkün değildir.

Doğrusal Uyarlanmış beklenti modelinin incelendiği alt bölümde anlatılan γ ve α 'ların sıfırdan büyük ve küçük olma durumları doğrusal olmayan eşik modeller için de geçerlidir. Bu şartlar altında ele alınacak simülasyon süreci şu adımlardan oluşacaktır:

- i. Önce veri üretme sürecindeki parametrelere verilecek değerler belirlenir. Bu çalışmada γ ve α sırayla önce 2'ye sonra da -2'ye eşitlenir. Bu belirleme önceki bir bölümde bahsedilen $\gamma, \alpha > 0$ ve $\gamma, \alpha < 0$ durumlarını ifade etmek içindir. Bunun yanı sıra Beklenti Katsayısı $\lambda = 1$. Rejim için 0.75, 2. Rejim için 0.25 olarak kabul edilecektir. Böylece modeldeki rejim değişimi canlandırılmış olur. Veri üretme süreçleri için kullanılan modeller aşağıdadır:

$$\begin{aligned}
 m_t - p_t = & 1.5I_t + 0.25I_t(m_{t-1} - p_{t-1}) + 1.5I_t\Delta p_t + I_t(u_t - 0.25u_{t-1}) \\
 & + 0.5(1 - I_t) + 0.75(1 - I_t)(m_{t-1} - p_{t-1}) + 0.5(1 - I_t)\Delta p_t \\
 & + (1 - I_t)(u_t - 0.75u_{t-1})
 \end{aligned} \tag{3.10}$$

$$I_t = \begin{cases} 1 & \text{eğer } \Delta p_{t-1} > \tau \\ 0 & \text{eğer } \Delta p_{t-1} \leq \tau \end{cases}$$

$$\begin{aligned}
 m_t - p_t = & -1.5I_t + 0.25I_t(m_{t-1} - p_{t-1}) - 1.5I_t\Delta p_t + I_t(u_t - 0.25u_{t-1}) \\
 & - 0.5(1 - I_t) + 0.75(1 - I_t)(m_{t-1} - p_{t-1}) - 0.5(1 - I_t)\Delta p_t \\
 & + (1 - I_t)(u_t - 0.75u_{t-1})
 \end{aligned} \tag{3.11}$$

$$I_t = \begin{cases} 1 & \text{eğer } \Delta p_{t-1} > \tau \\ 0 & \text{eğer } \Delta p_{t-1} \leq \tau \end{cases}$$

Burada $\Delta p_{t-1} = p_{t-1} - p_{t-2}$ ve $\tau = 0$ 'dır.

- ii. İkinci aşamada her bir örneklem çapı için döngü oluşturulur. Bir döngüde önce hata terimi u_t ve açıklayıcı değişkenler p_t ve m_t normal dağılıma uygun olarak sıfır ortalama ve bir varyansa sahip olacak şekilde üretilir. Daha sonra $(m_t - p_t)$ 'nin ilk ve ikinci değerleri 0'a eşitlenip yukarıdaki dört veri üretme süreci yardımı ile $(m_t - p_t)$ ve

$(m_{t-1} - p_{t-1})$ serileri üretilir. Böylelikle tüm değişkenlerin örneklem çapı kadar gözlemi değerleri elde edilir. Burada da veri üretme süreçleri tahmin etmeye çalışılan anakitle regresyon modelleridir. Yine döngü içinde sıra model (3.9)'u tahmin etmeye gelir. Model (3.9) tahmin edilir ve parametre tahminleri elde edilir. Böylelikle Döngünün ilk turu (yani ilk deneme) bitmiş olur.

- iii. Yukarıdaki döngü sırayla $n = 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000$ örneklem çapları için her biri 1000 deneme (tur) ile çalıştırılır. Örneğin $n=100$ için döngüyü çalıştırıldığında her birinden 1000 adet 1. rejime ait, $\lambda_1, \gamma\lambda_1$ ve $\alpha\lambda_1$, 2. rejime ait $\lambda_2, \gamma\lambda_2, \alpha\lambda_2$ ve eşik değeri parametresi τ ile birlikte toplam 7 parametrenin değerleri bulunur. İşte bu 1000'er adet tahmin edilmiş parametre değerinin tek tek ortalamaları alınırsa elimizde $n = 100$ 'ü temsil eden 7 parametre ortalaması olur. Bu süreç tüm örneklem çapları için tekrar edilir.
- iv. 3. adımda elde edilen parametreler kısa dönem ilişki parametreleri olarak bilinir. Gerçekte incelenmek ve tahmin edilmek istenen her zaman Bölüm 1'deki temel model olan model (1.11)'in iki parametresidir. Bu parametreler γ (Sabit) ve α (Eğim) parametreleridir. Doğrusal olmayan bu çalışmada da asıl sapmasızlık aranacak parametreler bu parametrelerdir. Bu aşamada iki rejim için bu parametreler 3. adımda bulunan tahminlere gerekli dönüşümler yapılarak elde edilir. Sonuç olarak bu adımın sonunda tüm örneklem için 1. rejimi temsilen $\lambda_1, \gamma_1, \alpha_1$ 2. rejimi temsilen de λ_2, γ_2 ve α_2 ortalama parametre tahminleri elde edilmiş olur.
- v. Tahmin edilen ortalama parametre değerleri, veri üretme sürecinde belirlenen katsayılardan (γ ve α için 2 veya -2, λ için 0.25 veya

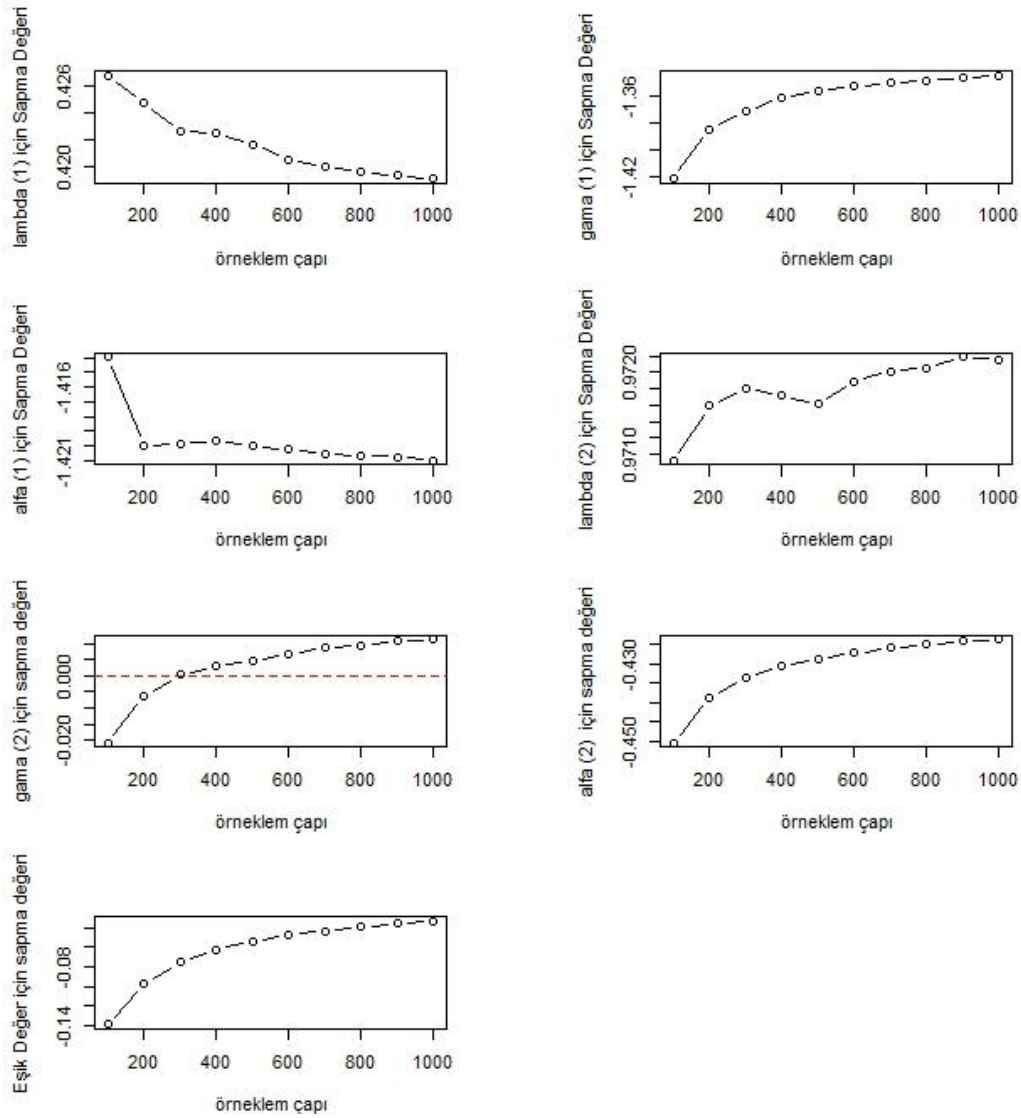
0.75, τ için 0) çıkarılarak, her iki rejim için parametre tahmin sapmaları elde edilir.

- vi. Sapmaların, büyüklüklerine ve örneklem çapı n büyüdükçe 0'a yaklaşıp yaklaşmadıklarına bakılarak, modelin tahmin başarısı yorumlanır.

Yukarıdaki aşamalar, R programlama dilinde kodlanmış ve uygulanmıştır. Bu simülasyonlar gerçekleştirilirken yine Hansen ve Caner (2001) çalışması için hazırlanmış Chan (1993) eşik regresyon tahmin yöntemini benimseyen kodlar kullanılmıştır. Doğrusal Olmayan iki veri üretme sürecinden ilki olan model (3.11)'e uygulanan simülasyon uygulamasının sonucu olarak bulunan sapma değerleri ve grafikleri aşağıda verilmiştir:

Tablo 3.2. Veri Üretme Süreci (3.10) için Parametre Sapma Değerleri

n	1. Rejim			2. Rejim			Eşik Değeri
	γ_1	α_1	λ	γ_2	α_2	λ	τ
100	0.4268	-1.4216	-1.4139	0.9709	-0.0206	-0.4502	-0.1394
200	0.4247	-1.3851	-1.4199	0.9715	-0.0062	-0.4386	-0.0974
300	0.4226	-1.3707	-1.4198	0.9717	0.00017	-0.4337	-0.0754
400	0.4224	-1.3609	-1.4196	0.9717	0.0029	-0.4306	-0.0622
500	0.4216	-1.3557	-1.4199	0.9716	0.0046	-0.4286	-0.0538
600	0.4204	-1.3528	-1.4202	0.9718	0.0066	-0.4272	-0.0476
700	0.4199	-1.3499	-1.4205	0.9720	0.0085	-0.4258	-0.0429
800	0.4195	-1.3480	-1.4206	0.9720	0.0092	-0.4249	-0.0391
900	0.4192	-1.3462	-1.4207	0.9721	0.0106	-0.4241	-0.0358
1000	0.4190	-1.3442	-1.4209	0.9721	0.0112	-0.4236	-0.0331



Şekil 3.1. Veri Üretme Süreci (3.10) için Parametre Sapma Değeri Grafikleri

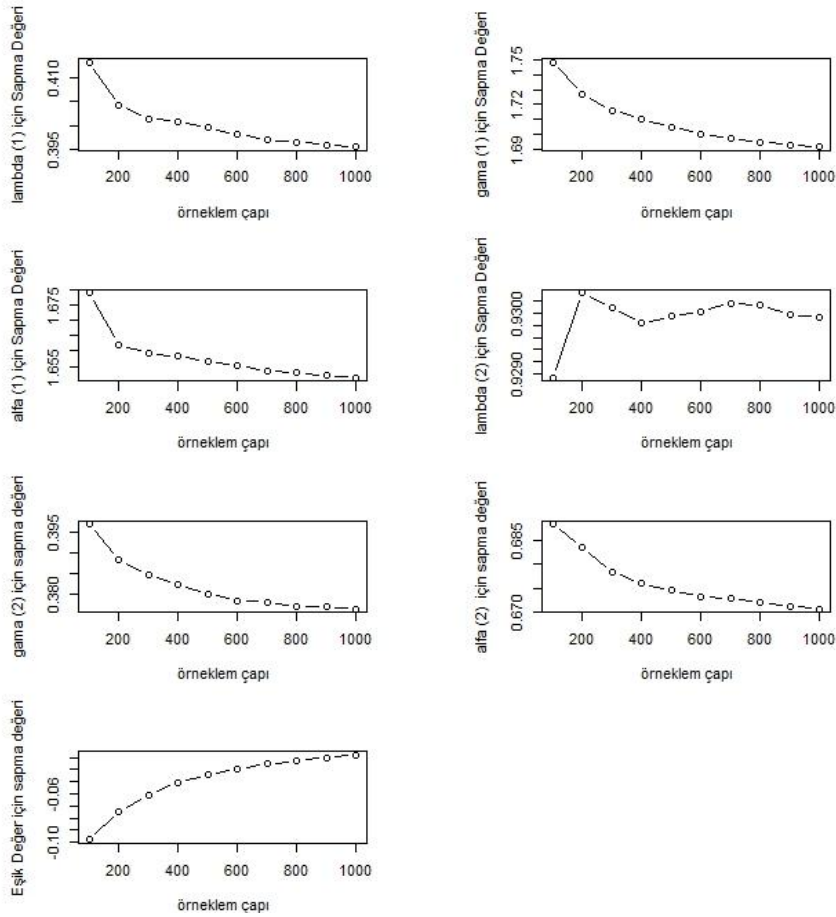
Tablo3.2'de Pozitif parametre değerleri ve azalan uyarılama hızı ile ifade edilen veri üretme süreci model (3.9)'un parametre tahmini sapma değerleri incelendiğinde, sapma değerleri sürekli artan α_1 , λ_2 ve γ_2 'nin tahmin sapması değerleridir. Bu parametreler içinde α_1 'in sapma değerleri küçük örneklerde 0.05 birimlik bir artışın ardından daha yavaş bir artışla en son -1.3442 değerini almaktadır ve dolayısıyla sapma ilk rejimin eğim parametresi için

kaybolmamaktadır. İkinci rejimin sabit parametresi γ_2 'nin tahmin sapma değerleri ise çok küçük değerler olmalarına rağmen özellikle Şekil 3.1'de görüldüğü üzere sifıra yakınsamamakta 300 örneklem sonrasında sifırı aşarak düzenli bir şekilde artmaya devam etmektedir. Benzer bir şekilde ikinci rejimin uyarılma hızı λ_2 'nin tahmin sapması değerleri de nispeten istikrarlı bir biçimde 100 gözlemden 1000 gözleme 0.001 birim kadar artmıştır. Neticede bu üç parametrenin de tahmin sapmaları yüksek gözlemleri örneklemelere rağmen kaybolmamaktadır. Diğer dört parametrenin tahmin sapması değerlerine bakılacak olursa, düzenli bir azalma görülebilir. Fakat doğrusal Uyarlanmış Beklentiler modelinin simülasyon sonuçlarında da gözlemlenen benzer durum burada da kendini gösterir. Sapma değerleri azalıyordur ama azalma çok çok küçük bir aralıkta meydana gelmekte ve çok yüksek örneklemelerde bile sapma değerleri sifıra ulaşmanın çok uzağında durmaktadır. Bu durumu λ_1 , γ_1 , ve α_2 'nin simülasyonun ilk adımında atanan parametre değerlerine göre elde edilen tahmin sapması değerleri açıkça göstermektedir. Sadece eşik parametresinin tahmin sapmasında aksi durum geçerlidir. Çünkü τ 'nin sapma değerleri hem çok küçük hem de nispeten daha büyük miktarda azalarak sifıra yakınsamaktadır. Bunun nedeni eşik değer tahmininin, eşik değişkenin değerlerinden denenerek bulunmasından kaynaklanır. Neticede, bu veri üretme sürecine uygulanan simülasyon sonuçları açık bir şekilde Uyarlanmış Beklentiler modelinin doğrusal olmayan ekonometrik analize uygun olmadığını ifade etmektedir.

Doğrusal olmayan Uyarlanmış Beklentiler veri üretme süreçlerinden ikincisi olan model (3.11)'nin simülasyon çalışmalarından elde edilen parametre tahmin sapması değerleri aşağıdaki tablo ve şekilde verilmiştir:

Tablo 3.3. Veri Üretme Süreci (3.11) için Parametre Sapma Değerleri

N	1. Rejim			2. Rejim			Eşik Değeri
	γ_1	α_1	λ_1	γ_2	α_2	λ_2	τ
100	1.7487	1.6789	0.4133	0.3968	0.6883	0.9289	-0.0980
200	1.7269	1.6620	0.4042	0.3882	0.6835	0.9303	-0.0743
300	1.7161	1.6593	0.4013	0.3848	0.6782	0.9300	-0.0607
400	1.7100	1.6582	0.4008	0.3824	0.6759	0.9298	-0.0507
500	1.7047	1.6566	0.3995	0.3802	0.6744	0.9299	-0.0441
600	1.7000	1.6550	0.3980	0.3786	0.6732	0.9300	-0.0390
700	1.6969	1.6535	0.3969	0.3782	0.6727	0.9301	-0.0354
800	1.6944	1.6528	0.3964	0.3772	0.6718	0.9301	-0.0324
900	1.6924	1.6520	0.3958	0.3771	0.6712	0.9299	-0.0300
1000	1.6914	1.6512	0.3955	0.3766	0.6706	0.9299	-0.0279



Şekil 3.2. Veri Üretme Süreci (3.11) için Parametre Sapma Değeri Grafikleri

Tablo 3.3'de Negatif parametre değerleri ve yine azalan uyarlama hızı ile farklı iki rejimin oluşturulduğu veri süreci (3.11)'ninsimülasyon sonuçlarında ilk göze çarpan λ_2 'nin parametre tahmin sapması değerleri dışında diğer tüm parametrelerin tahmin sapması değerlerinin örneklem çapı arttıkça azalmasıdır. Bu azalma λ_1 için 0.0178birim, α_1 için 0.0277 birim, γ_1 için 0.0573 birim ve son olarak α_2 için 0.0177 birim olarak bulunmuştur. Bir önceki simülasyon çalışmasında da bahsedildiği gibi bu azalışlar yeterli miktarda değildir ve sapma değerlerini 1000 adet gözlem sayısına çıkılmasına rağmen sifıra taşıyamamaktadırlar. Bu sebeple model, çok ileri gözlem sayılarında sifıra yakın sapmalar verebilir bu asimptotik sapmasızlık özelliğidir. Fakat çok büyük gözlem sayılarında bile sapmanın önemli ölçülerde olması modelin tutarsız olduğunu göstermektedir. Nitekim, simülasyon sonuçlarına göre parametre değerlerini negatife çevirmek sadece sapma değerleri pozitif yapmış onun dışında yetersiz azalmalar gözlenmiştir. Sonuç olarak veri üretim süreci (3.11)'i oluşturan şartlar altında da Uyarlanmış Beklentiler çözümü için istenilen ekonometrik sonuçlara ulaşamamıştır.

Genel anlamda değerlendirilecek olursa, parametrelerdeki sapma, veri üretme sürecinde α ve γ için atanan değerler ile doğrudan ilişkilidir. Örneğin model (3.10) ile gösterilen veri üretme sürecinde α ve γ 'ya pozitif bir değer atanmıştır ve bu durum negatif sapma değerlerinin elde edilmesine sebep olmuşken model (3.11) ile ifade edilen veri üretme sürecinde atanan negatif parametre değerleri pozitif sapmaya sebep olmuştur. Bununla birlikte göze çarpan diğer bir sonuç, uyarlama hızı λ 'nın azalması yine λ 'nın tahmin sapması değerlerini önemli ölçüde düşürmüştür. Fakat 1000 örnekleme dahi ciddi ölçüde sapma gözlemlendiğinden bu durumu olumlu bir sonuç olarak yorumlayamayız. Uyarlanmış Beklentiler modelinin doğrusal olmayan eşik regresyon ile gerçekleştirilen simülasyon sonuçları da doğrusal modeller ile

gerçekleştirilen simülasyon sonuçlarına benzer bir tablo ortaya koymaktadır. Sonuç olarak Uyarlanmış Beklentiler modeli gerek doğrusal gerek doğrusal olmayan modeller ile tahmin edilsin sonuçta her daim sapmalı sonuçlar verdiği aşikardır. Fakat bu durum düzeltilemez değildir. Önceki alt bölümde de bahsedildiği üzere Zellner ve Geisel (1970) yöntemi EKK ile tahmin edildiğinden eşik regresyon modellerinde de otokorelasyonu gidermede kullanılabilir. Fakat bu yöntemin de en olumsuz tarafı, her iki rejim için farklı iki λ katsayısını deneme yanılma yöntemi ile bulacak olmasıdır. Bu durum olumsuzdur çünkü arama süreci $\lambda = 0.01$ 'den $\lambda = 0.99$ 'a kadar aradaki her değer için gerçekleştirilecektir. Bu aralıkta tamsayı olarak tam 99 değer vardır. Bir 99 değer de ikinci rejim için aranacağından bu iki değerler vektörünün kombinasyonlarından oluşan her ikili eşleşme için toplam $99 \times 99 = 9801$ adet model tahmin edilmesi gerekmektedir. Bunu üstüne Chan (1993) eşik regresyon yöntemindeki eşik değer arama süreci de buna eklenirse bu kombinasyona bir de eşik değişkenin değerleri katılmış olur. Örneğin eşik değişken 85 gözleme sahip olursa tahmin edilecek toplam model sayısı $99 \times 99 \times 85 = 833085$ 'e çıkar ve bu 833085 modelden en küçük hata kareler toplamını veren model tahmin modeli olarak seçilir. Fakat 833085 adet model tahmin etmek bugün en iyi bilgisayarların bile hesaplamada zorluk çekeceği bir iştir.

3.2. RASYONEL BEKLENTİLER MODELİNDE SİMÜLASYON ÇALIŞMALARI

3.2.1 Doğrusal Rasyonel Beklentiler Modeli Simülasyon Çalışması

İki değişkenli bir regresyon modelinin Bölüm 2'de anlatılan Rasyonel Beklentiler çözümü ile elde edilen modelinin en büyük avantajı tahminlerinde herhangi bir sorun yaşanmamasıdır. Rasyonel Beklentiler çözüm sürecinin Uyarlanmış Beklentilerinkine göre önemli bir farkı vardır. Rasyonel Beklentiler

çözümünde Uyarlanmış Beklentilerdeki gibi bir uyarılma katsayısı ya da beklenti katsayısı gibi bir sabit değer bulunmaz. Bu durum Rasyonel Beklentiler çözümünün ekonometrik olarak daha güvenilir tahminler vermesinin temel nedenidir. Dolayısı ile Rasyonel Beklentiler ile elde edilen çözümler en küçük kareler ile tahmine uygundur. Bu nedenle bu bölümde bir önceki bölümde olduğu gibi her hangi bir düzeltici yöntem simüle edilmeyecektir. Ayrıca, Rasyonel Beklentiler çözüm sürecinde para arzı değişkeni m_t 'nin bir AR(1) sürecinden türetildiği varsayılmıştı. Bu varsayım burada gerçekleştirilecek simülasyonun için olduğu gibi kabul edilmiştir.

Rasyonel Beklentiler çözümünün simülasyon çalışmaları da Cagan enflasyon modeli üzerinden yürütülecektir. Tekrar bahsedilmesi gerekirse, Cagan enflasyon modeli için anlatılan çözüm süreci, diğer başka iktisadi ilişkileri çözümleyen iki değişkenli tüm regresyon modelleri için de geçerlidir. Tüm bu durumların ışığında çalışmada gerçekleştirilecek simülasyon aşamaları aşağıdaki gibidir:

- i. İlk adımda simülasyonun gerçekleştirileceği örneklem çapları kararlaştırılacaktır. Bunun için Uyarlanmış Beklentiler simülasyonunda olduğu gibi $n = 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900$ ve 1000 'e eşit kabul edilecektir.
- ii. İkinci adımda tüm veri üretme süreçleri için önceden atanacak parametre değerleri belirlenir. Böylelikle aslında veri üretme süreçleri de belirlenmiş olur. Önce, m_t değişkeni bir AR(1) sürecine göre belirleneceğinden, bu sürecin hata terimi e_t sıfır ortalama ve bir varyansa sahip normal dağılıma uyacak şekilde üretilir. Ardından m_t için veri, üretme süreci şu şekilde kabul edilecektir:

$$m_t = -0.5m_{t-1} + e_t \quad (3.12)$$

Bu denklemden anlaşılacağı üzere $\delta_0 = 0$ ve $\delta_1 = -0.5$ olarak belirlenmiştir. Özellikle birim kök sorunundan kaçınmak için δ_1 negatif ve birden küçük seçilmiştir.

iii. Üçüncü aşamada $(m_t - p_t)$ için veri üretme süreci belirlenmelidir.

Bunun için Bölüm 1'de belirtilen model (1.54) ve model (1.55) kullanılabilir. Fakat, sonraki adımda anlatılacak olan tahmin döngülerinde model (1.56) hata terimi önündeki katsayıdan ötürü kullanılamaz. Döngü içerisindeki tahminlerde ve veri üretme süreçlerinde birlik olması açısından Model (1.54) aşağıdaki hali ile veri üretme süreci olarak kabul edilecektir:

$$m_t - p_t = \beta_0 + \beta_1 m_{t-1} - \alpha p_t + \beta_2 e_t + u_t \quad (3.13)$$

Bu modelde e_t ile aynı özelliklere sahip bir başka hata terimi olan u_t yer almaktadır. Dolayısıyla u_t de veri üretme süreci çalıştırılmadan önce sıfır ortalamaya ve bir varyansa sahip normal dağılıma uygun bir şekilde üretilmelidir. Aynı zamanda, veri üretme sürecinde bir diğer değişken olan p_t serisine de ihtiyaç vardır. Bu seri de normal dağılıma uygun üretilmek kaydı ile ortalaması ve varyansı her hangi bir ekonomideki fiyatlar genel düzeyinin ortalaması ve varyansına da eşitlenebilir. Fakat bu çalışmada modelin istatistiki tutarlılığı sınanacağından en ideal biçimde yani sıfır ortalama ve bir varyansa sahip bir p_t serisi üretilecektir. Önceki bölümden hatırlanacağı üzere veri üretme süreci (3.13)'deki parametrelerinin açılımları şu şekilde idi:

$$(1-\alpha)\gamma + \frac{\alpha\delta_0(1-\alpha)}{1-\alpha+\alpha\delta_1} + \frac{\alpha\delta_0\delta_1}{1-\alpha+\alpha\delta_1} = \beta_0$$

$$\frac{\alpha\delta_1^2}{1-\alpha+\alpha\delta_1} = \beta_1$$

$$\frac{\alpha\delta_1}{1-\alpha+\alpha\delta_1} = \beta_2$$

Bu denklemlerden yola çıkarak, sık sık bahsedilen temel model (1.11)'in parametreleri α ve γ 'ya da bir değer atanmalıdır. Böylelikle tüm β değerleri belirlenmiş olur. Burada $\gamma=2$ ve $\alpha=-2$ olarak alınacaktır. Bu değerlerin belirlenmesinin ardından β değerleri için sırasıyla şu değerler atanır: $\beta_0=6$, $\beta_1=-0.125$ ve $\beta_2=0.25$. Öyleyse veri üretme süreci yuvarlanmış parametre değerleri ile aşağıdaki gibi olur¹⁴:

$$m_t - p_t = 6 - 0.125m_{t-1} + 0.25e_t + u_t \quad (3.14)$$

- iv. Dördüncü aşamada ilk döngü tanımlanır. Örneğin $n = 100$ için döngüde önce m_{t-1} 'in başlangıç değeri sifıra eşitlenir ve m_t model (3.12)'den üretilir. Daha sonra m_t ve normal dağılıma sahip olarak daha önce üretilen p_t , u_t ve e_t model (3.14)'de yerine koyularak $(m_t - p_t)$ değişkeni üretilir. Tüm değişkenler üretildikten sonra, model (1.54) ve model (1.37) tahmin edilir ve parametrelerin tahmin değerleri elde edilir. Bu döngü her bir örneklem çapı için 1000 kez tekrar edilir ve elde edilen 1000 adet tahmin değerlerinin ortalaması, ilgili örneklem çapı için bulunan parametre tahmin değeri olarak kabul edilir.

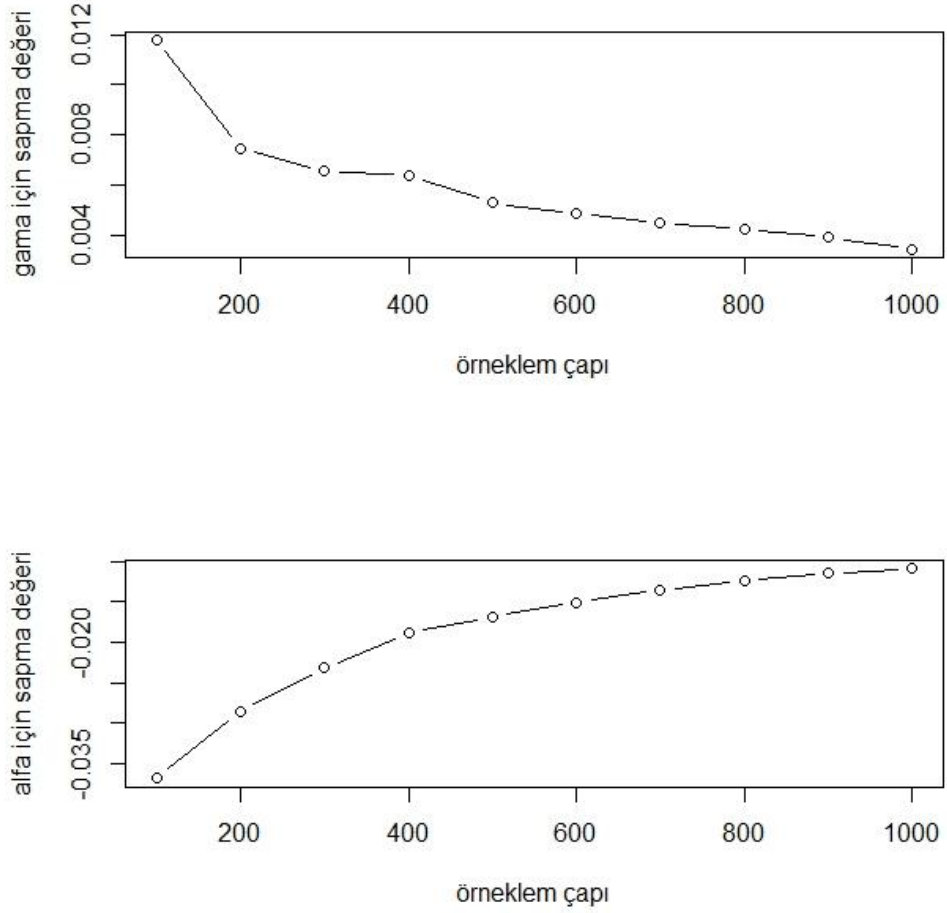
¹⁴ Simülasyon çalışmasında yuvarlama yapılmamıştır.

- v. Model (1.54) ve model (1.37)'den elde edilen parametre tahmin değerleri 2. Adımda belirtilen β değerinin tahminleridir. Dolayısıyla gerekli dönüşümler yapılarak asıl sapmasızlık özelliği merak edilen α ve γ tahmin değerleri elde edilir.
- vi. Bir önceki adımda her bir örneklem çapı için elde edilen α ve γ tahminleri sırasıyla veri üretme sürecinde atanan -2 ve 2'den çıkarılarak tahmin sapmaları elde edilir.
- vii. Sapma değerlerinin örneklem çapı büyüdükçe azalıp azalmadığına bakarak modelin güvenilirliği yorumlanır.

Yukarıdaki aşamalara göre doğrusal Rasyonel Beklentiler modeli için gerçekleştirilen simülasyon sonucu bulunan sapmalar Tablo (3.4) ve Şekil (3.3)'de verilmiştir.

Tablo 3.4. Veri Üretme Süreci Model (3.14) İçin Parametre Tahmin Sapması Değerleri

n (Örneklem Çapı)	γ	α
100	0.011793757	-0.03876149
200	0.007473731	-0.02977489
300	0.006567808	-0.0239813
400	0.006414751	-0.0195662
500	0.005298638	-0.0173411
600	0.004866025	-0.01553607
700	0.004518057	-0.01387284
800	0.004277803	-0.0126326
900	0.003935033	-0.01166909
1000	0.003463822	-0.01107273



Şekil 3.3. Veri Üretme Süreci Model (3.14) için Parametre Tahmin Sapması Değerlerinin Grafikleri

Tablo (3.4) ve Şekil (3.3)'den açıkça anlaşılacağı üzere rasyonel beklentiler çözümünün verdiği modelde hem α hem de γ için parametre tahmin sapma değerleri oldukça küçüktür ve örneklem çapı büyüdükçe hem α 'nın hem de γ 'nın sapma değerleri istikrarlı bir biçimde azalmaktadır. Tüm bu elde edilen sonuçlar rasyonel beklentiler çözümünden beklenen sonuçlardır. Çünkü rasyonel beklentiler çözümünün anlatıldığı bölüm 1'de de çözüm sonu elde

edilen modelin ekonometrik sorun içermediği belirtilmişti. Buradaki simülasyon sonuçları da rasyonel beklentiler çözümünün ekonometrik açıdan tahmin edilmeye uygun olduğunu göstermektedir.

3.3.2. Doğrusal Olmayan Rasyonel Beklentiler Modeli Simülasyon Çalışması

Ekonometrik açıdan tahmin edilmeye uygun bir beklenti çözümünün doğrusal olmayan yöntem ile de kullanılabilir olduğunu ifade edebilmek, iktisadi analizde doğrusal olmama durumlarını inceleyebilecek daha güçlü ampirik çalışmaların ortaya çıkması için gereklidir. Bu bağlamda bu alt bölümde Rasyonel Beklentiler çözümü sonrası elde edilen modelin Eşik Regresyon modelleri çerçevesinde simülasyonu gerçekleştirilecektir. Tüm simülasyon çalışmalarında olduğu gibi bu simülasyonda da senaryo önemlidir. Özellikle doğrusal olmama durumunda doğrusallığı bozan etmenleri belirlemek gerekmektedir. Uyarlanmış Beklentiler çözümü modeli ile gerçekleştirilen doğrusal olmayan simülasyon çalışmasında doğrusallık uyarlama hızı katsayısı λ değiştirilerek bozulabilmişti. Dolayısıyla iki farklı uyarlama hızı ile iki farklı rejim elde edilmişti. Fakat bu bölümde gerçekleştirilecek Rasyonel Beklentiler çözümünün simülasyonunda λ gibi bir değere bağımlı olunmadığından rejim değişimi parametre değerlerinin değişmesi senaryosuna göre simüle edilecektir. Rasyonel Beklentiler çözümünün simülasyonunda rejim farklılığı direk α ve γ katsayılarındaki değişimden kaynaklanarak oluşturulacaktır. Tüm bu durumların ışığında gerçekleştirilecek simülasyon aşamaları aşağıdaki gibidir:

- i. İlk adımda bir öncekine benzer olarak simülasyonun gerçekleştirileceği örneklem çapları kararlaştırılacaktır. Bunun için

$n = 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900$ ve 1000 'e eşit kabul edilecektir.

- ii. İkinci adımda tüm veri üretme süreçleri için önceden atanacak parametre değerleri belirlenir. Böylelikle aslında veri üretme süreçleri de belirlenmiş olur. Önce, m_t değişkeni bir AR(1) sürecine göre belirleneceğinden, bu sürecin hata terimi e_t sıfır ortalama ve bir varyansa sahip normal dağılıma uyacak şekilde üretilir. Ardından m_t için veri, üretme süreci bu simülasyon çalışması için de şu şekilde kabul edilecektir:

$$m_t = -0.5m_{t-1} + e_t \quad (3.15)$$

Dolayısıyla $\delta_0 = 0$ ve $\delta_1 = -0.5$ olarak belirlenmiştir. Burada da birim kök sorunundan kaçınmak için δ_1 negatif ve birden küçük seçilmiştir.

- iii. Üçüncü aşamada $(m_t - p_t)$ için veri üretme süreci belirlenmelidir. Bunun için yine Bölüm 1'de belirtilen model (1.54) ve model (1.56) kullanılabilir. Model (1.56) hata teri önündeki katsayıdan ötürü burada da tahmin için kullanılamaz. Döngü içerisindeki tahminlerde ve veri üretme süreçlerinde birlik olması açısından Model (1.54) eşik regresyon olarak aşağıdaki hali ile veri üretme süreci olarak kabul edilecektir:

$$m_t - p_t = I_t \beta_{10} + I_t \beta_{11} m_{t-1} - I_t \alpha_1 p_t + I_t \beta_{12} e_t + I_t u_t \\ (1 - I_t) \beta_{20} + (1 - I_t) \beta_{21} m_{t-1} - (1 - I_t) \alpha_2 p_t + (1 - I_t) \beta_{22} e_t + (1 - I_t) u_t \quad (3.16)$$

$$I_t = \begin{cases} 1 & \text{eğer } p_{t-1} > \tau \\ 0 & \text{eğer } p_{t-1} \leq \tau \end{cases}$$

Uyarlanmış Beklentiler çözümünün eşik model veri üretme süreci model (3.9)'da eşik değişken olarak denklemin sağ yanındaki Δp_t değişkeninin bir gecikmelisi kullanılmıştı. Rasyonel Beklentiler çözümünde fiyatları temsil eden değişken p_t olduğundan burada eşik değişken olarak p_t 'nin bir gecikmelisi kullanılacaktır. Böylece fiyat genel düzeyinin aldığı değerlere göre model iki rejime ayrılacaktır. Bu da iktisadi olarak makul bir davranıştır. Enflasyon beklentisinin para talebi üzerindeki etkisi (α parametresinin değeri) fiyatlar genel düzeyi değiştikçe farklılık gösterebilir. Rasyonel Beklentiler modeli λ gibi bir katsayıdan yoksun olduğundan rejim farklılaşması direkt p_{t-1} değişkeni üzerinden katsayıları farklılaştırarak gerçekleştirilecektir. Bu nedenle iki farklı α ve iki farklı γ belirlenecek ve bağımlı değişken $(m_t - p_t)$ bunlara göre üretilecektir.

Bu modelde e_t ile aynı özelliklere sahip bir başka hata terimi olan u_t yer almaktadır. Dolayısıyla u_t de veri üretme süreci çalıştırılmadan önce sıfır ortalamaya ve bir varyansa sahip normal dağılıma uygun bir şekilde üretilmelidir. Aynı zamanda, veri üretme sürecinde bir diğer değişken olan p_t serisine de ihtiyaç vardır. Bu seri de normal dağılıma uygun üretilmek kaydı ile ortalaması ve varyansı her hangi bir ekonomideki fiyatlar genel düzeyinin ortalaması ve varyansına da eşitlenebilir. Fakat bu çalışmada da modelin istatistiki tutarlılığı sınanacağından en ideal biçimde yani sıfır ortalama ve bir varyansa sahip bir p_t serisi üretilecektir. Önceki bölümden farklı olarak veri üretme süreci

(3.17)'deki parametrelerinin açılımları şu şekilde olacaktır (McCallum, 1989: 152-153):

$$\begin{aligned}
 (1-\alpha_1)\gamma_1 + \frac{\alpha_1\delta_0(1-\alpha_1)}{1-\alpha_1+\alpha_1\delta_1} + \frac{\alpha_1\delta_0\delta_1}{1-\alpha_1+\alpha_1\delta_1} &= \beta_{10} \\
 \frac{\alpha_1\delta_1^2}{1-\alpha_1+\alpha_1\delta_1} &= \beta_{11} \\
 \frac{\alpha_1\delta_1}{1-\alpha_1+\alpha_1\delta_1} &= \beta_{12} \\
 (1-\alpha_2)\gamma_2 + \frac{\alpha_2\delta_0(1-\alpha_2)}{1-\alpha_2+\alpha_2\delta_1} + \frac{\alpha_2\delta_0\delta_1}{1-\alpha_2+\alpha_2\delta_1} &= \beta_{20} \\
 \frac{\alpha_2\delta_1^2}{1-\alpha_2+\alpha_2\delta_1} &= \beta_{21} \\
 \frac{\alpha_2\delta_1}{1-\alpha_2+\alpha_2\delta_1} &= \beta_{22}
 \end{aligned}$$

Buradaki denklemlerden β değerlerinin bulunabilmesi için temel model (1.11)'in parametreleri α ve γ 'ya iki rejimi ifade edecek iki değer atanmalıdır. Böylelikle tüm β değerleri her iki rejim için de belirlenmiş olur. Burada birinci rejim için $\gamma_1=1$ ve $\alpha_1=-1$, ikinci rejim için ise $\gamma_2=2$ ve $\alpha_2=-2$ olarak belirlenecektir. Bu değerlerin belirlenmesinin ardından β değerleri sırasıyla şu değerleri alırlar: $\beta_{10}=2$, $\beta_{11}=-0.1$, $\beta_{12}=0.2$, $\beta_{20}=6$, $\beta_{21}=-0.125$ ve $\beta_{22}=0.25$. Öyleyse veri üretme süreci yuvarlanmış parametre değerleri ile aşağıdaki gibi olur¹⁵:

¹⁵ Bu simülasyon çalışmasında da yuvarlama yapılmayacaktır.

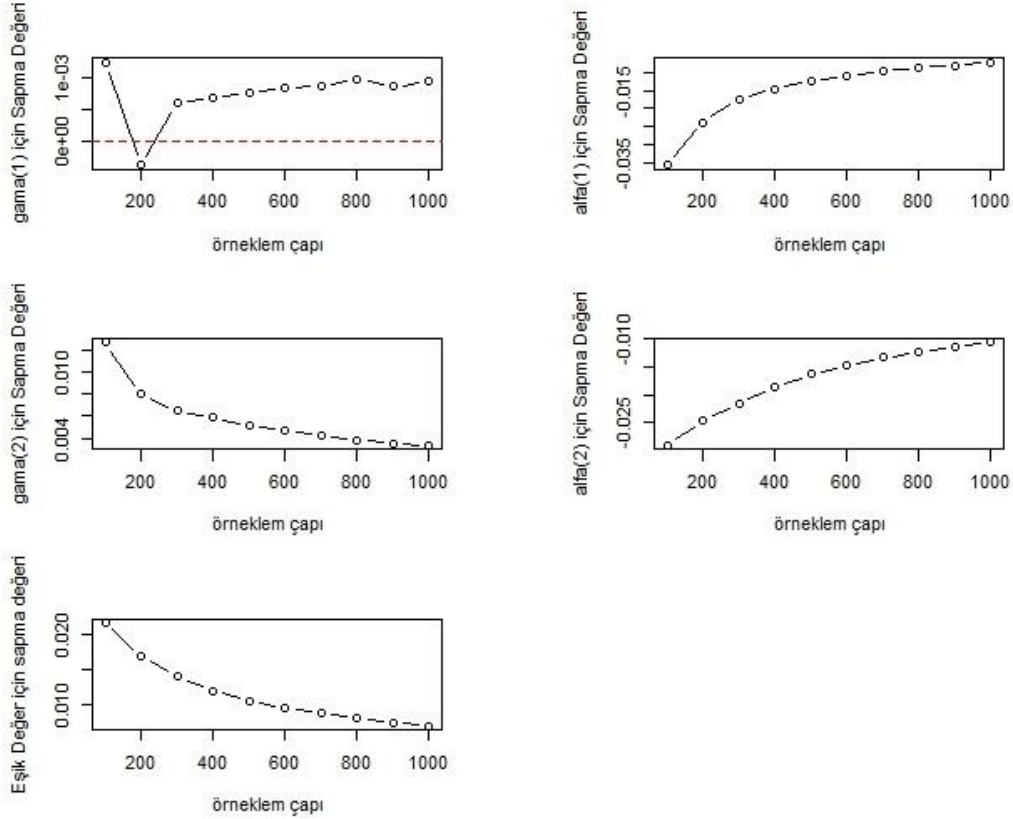
$$\begin{aligned}
m_t - p_t = & I_t 2 - I_t 0.11 m_{t-1} + I_t (-1) p_t + I_t 0.2 e_t + I_t u_t \\
& (1 - I_t) 6 - (1 - I_t) 0.125 m_{t-1} + (1 - I_t) (-2) p_t \\
& + (1 - I_t) 0.25 e_t + (1 - I_t) u_t
\end{aligned} \tag{3.17}$$

- iv. Dördüncü aşamada ilk döngü tanımlanır. Örneğin $n = 100$ için döngüde önce bağımlı değişken $(m_t - p_t)$ 'nin ilk ve ikinci değerleri 0'a eşitlenir. Daha sonra normal dağılıma sahip olarak daha önce üretilen m_t , p_t , u_t ve e_t model (3.17)'de yerine koyularak $(m_t - p_t)$ ve $(m_{t-1} - p_{t-1})$ değişkenleri üretilir. Tüm değişkenler üretildikten sonra, model (1.37) doğrusal, model (1.54) ise eşik regresyon olarak tahmin edilir ve parametrelerin tahmin değerleri elde edilir. Bu döngü her bir örneklem çapı için 1000 kez tekrar edilir ve elde edilen 1000 adet tahmin değerlerinin ortalaması, ilgili örneklem çapı için bulunan parametre tahmin değeri olarak kabul edilir.
- v. Model (1.54)'ün TAR ve model(1.37)'nin doğrusal model tahmininden elde edilen parametre tahmin değerleri 2. Adımda belirtilen β değerinin tahminleridir. Dolayısıyla gerekli dönüşümler yapılarak asıl sapmasızlık özelliği merak edilen α ve γ tahmin değerleri elde edilir.
- vi. Bir önceki adımda her bir örneklem çapı için elde edilen α ve γ tahminleri sırasıyla üçüncü aşamadaki veri üretme sürecinde atanan değerlerden çıkarılarak tahmin sapmaları elde edilir.
- vii. Sapma değerlerinin örneklem çapı büyüdükçe azalıp azalmadığına bakarak modelin güvenilirliği yorumlanır.

Yukarıdaki yedi aşamada detaylı bir şekilde anlatılan simülasyon çalışmasının sonucunda elde edilen parametre sapma değerleri aşağıdaki Tablo 3.5'de ve Şekil 3.4'de verilmiştir.

Tablo 3.5: Doğrusal Olmayan Rasyonel Beklentiler Modeli Parametre Tahmin Sapması Değerleri

n	1. Rejim		2. Rejim		Eşik Değeri
	γ_1	α_1	γ_2	α_2	τ
100	0.0012558	-0.0355624	0.0126724	-0.029101	0.0217496
200	-0.0003688	-0.0237669	0.0080816	-0.024617	0.0169484
300	0.0006062	-0.0173653	0.0064532	-0.021663	0.0139782
400	0.0007014	-0.0144804	0.0058426	-0.018573	0.0119920
500	0.0007683	-0.012377	0.0051274	-0.016378	0.0105580
600	0.0008377	-0.0107577	0.0046837	-0.014719	0.0094935
700	0.0008747	-0.0096280	0.0042896	-0.013366	0.0086680
800	0.0009944	-0.0086160	0.0038373	-0.012365	0.0079783
900	0.0008664	-0.0079762	0.0034977	-0.011436	0.0074307
1000	0.0009433	-0.0071124	0.0033546	-0.010640	0.0069321



Şekil 3.4. Doğrusal Olmayan Rasyonel Beklentiler Modeli Parametre Tahmin Sapması Grafikleri

Bu simülasyonun sonuçları da Rasyonel Beklentiler çözümünün ekonometrik analiz için yeterince uygun olduğunu açıkça göstermektedir. Birinci rejime ait sabit değeri ifade eden γ_1 'in parametre tahmin sapması değerleri hariç diğer tüm sapma değerleri düzenli olarak azalmakta ve sıfıra yakınsamaktadır. Bununla birlikte tüm parametre tahmin sapması değerleri çok küçüktür. Bu durum özellikle sapma değerleri belirli bir şekilde davranmayan γ_1 için geçerlidir. Çünkü her ne kadar γ_1 'in sapma değerleri sıfırdan uzaklaşıyor görünse de nerdeyse tüm sapma değerleri on binlik oranlarda ifade edilebilecek kadar küçüktür. Dolayısıyla bu kadar küçük sapma değerleri analiz sonuçlarını radikal

oranlarda değiştirmeyeceğinden göz ardı edilebilir. Neticede Rasyonel Beklentiler çözümünün doğrusal olmayan bir model biçiminde tahmin edilmesi de ekonometrik açıdan herhangi bir sorun içermemektedir.

SONUÇ

Bu çalışmada, Uyarlanmış ve Rasyonel Beklentiler teorileri, doğrusal modeller ve doğrusal olmayan Eşik Regresyon Modelleri çerçevesinde incelenmiş ve Monte Carlo simülasyon yöntemi ile parametre tahminlerindeki sapma değerleri elde edilmiştir. Bu amaçla, her iki teorinin matematiksel olarak modellenmesi açıklanmıştır. Bu teorik anlatım sırasında, beklenti modellerinin istatistiki avantajları ve dezavantajlarına vurgu yapılmış ve modellerin iktisadi yorumlarına yer verilmiştir. Beklenti modellerinin açıklanmasının ardından doğrusal olmayan ekonometrik yöntemler izah edilmiştir. Burada, öncelikle bir zaman serisinin doğrusal olup olmadığını gösteren istatistiki testlere yer verilmiş ardından doğrusal olmayan modellerden Eşik Regresyon Modelleri anlatılmıştır. Eşik Regresyon Modelleri'nin tahmin yöntemlerini ve iktisadi önemini açıklamak amacı ile Türkiye için gözlemlenen toptan eşya fiyat endeksi serisi Eşik Regresyon Modelleri ile analiz edilmiştir.

Çalışmanın amacına ulaşmak için gerçekleştirilen simülasyon çalışmalarının tümünde örneklem çapı 100 gözlem ile başlanmış, yüzer yüzer arttırılarak 1000 gözleme kadar olan toplam 10 adet farklı gözlem çapı elde edilmiş ve bu gözlem çapları için simülasyon çalışmaları uygulanmıştır. Dolayısıyla tüm simülasyon çalışmalarında parametre tahmin değerlerinin sapmaları 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900 ve 1000 gözlem içeren örneklem çapları için elde edilmiş ve sapma değerlerinde azalma olup olmadığı değerlendirilmiştir.

Analiz sonuçlarına göre, Rasyonel Beklentiler modeli doğrusal ve doğrusal olmayan ekonometrik modeller çerçevesinde Uyarlanmış Beklentiler modeline göre daha iyi sonuçlar vermiştir. Rasyonel Beklentiler modelinin hem doğrusal hem de doğrusal olmayan formunda uygulanan simülasyon çalışmalarında parametre tahmin sapmaları, örneklem çapı arttıkça hızla sıfıra

yakınsadığı gözlemlenmiştir. Dolayısıyla, Rasyonel Beklentiler modeli doğrusal olmayan ekonometrik modellemeye ve tahmine uygundur.

KAYNAKÇA

BALKE, Nathan, FOMBY. B, Thomas; "Threshold Cointegration" **International Economic Review**, sayı: 38(3), 1997, 627-645.

BALKE, Nathan; "Credit and Economic Activity: Credit Regimes and Nonlinear Propagation of Shocks", **Review of Economics and Statistics**, sayı: 82(2), 2000, 344-349.

BOLLERSLEV, Tim; "Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity", **Journal of Econometrics**, Sayı: 31, 1986, 307-327.

CAGAN, Phillip; "The Monetary Dynamics of Hyperinflation", **In Studies in The Quantity Theory of Money**, Editör: Milton Friedman, University of Chicago Press, 1956.

CAGAN, Phillip; "The Monetary Dynamics of Hyperinflation", in M.Friedman (ed.), **Studies in the Quantity Theory of Money**, Chicago, Univesity of Chicago Press, 1956, 25-117.

CANER, Mehmet, HANSEN. E., Bruce; "Instrumental Variable Estimation of a Threshold Model", **Econometric Theory**, Sayı:20, 2004, 813-843.

CANER, Mehmet, HANSEN. E., Bruce; "Threshold Autoregression with a Unit Root" **Econometrica**, Sayı: 69(6), 2001, 1555-1596.

ÇEVİK, Sanal, Filiz; "Beklentilerin Rolü ve Phillips Eğrisi", **Mevzuat Dergisi**, Sayı: 95, 2005.

CHAN, K., S.; "Consistency and Limiting Distribution of the Least Squares Estimator of a Threshold Autoregressive Model", **The Annals of Statistics**, Sayı: 21, 1993, 520-533.

DICKEY, A., David, FULLER. A., Wayne; "Distribution of the Estimators for Autoregressive Time Series with a Unit Root", **Journal of the American Statistical Association**, Sayı: 74, 1979, 427- 431.

ENDERS, Walter, GRANGER. William, John, Clive; "Unit Root Tests and Asymmetric Adjustment with an Example Using the Term Structure of Interest Rates" **Staff General Research Papers 1388**, Iowa State University, Department of Economics, 1998.

ENGLE, F., Robert, GRANGER. William, John, Clive; "Co-integration and error-correction: Representation, estimation and testing", **Econometrica**, Sayı: 55, 1987, 251-276.

EVANS, George, W., HONKAPOHJA, Seppo; "Expectations, Economics of", **International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences**, 2001, 5060-5066.

FRIEDMAN, Milton; **A Theory of the Consumption Function**, Princeton University Press, 1. Edition, 1957.

GRANGER, W., J., Clive, ANDERSEN. A., P.; **An Introduction to Bilinear Time Series Models**, Vandenhoeck and Ruprecht, 1978.

GUJARATI, N., Damodar; **Basic Econometrics**, McGraw-Hill, 3. Baskı, 1995.

HAMILTON, James; "A New Approach to the Economic Analysis of Nonstationary Time Series and the Business Cycle", **Econometrica**, Sayı:57, 1989, 357-384.

HANSEN, E., Bruce; "Inference in TAR Models", **Studies in Nonlinear Dynamics and Econometrics**, Sayı: 2, 1997, 1-14.

KOUTSOYIANNIS, Anna; **Ekonometri Kuramı Ekonometri Yöntemlerinin Tanıtımına Giriş**, çev. Ümit Şenesen, Gülay G. Şenesen, İstanbul, İstanbul Teknik Üniversitesi Matbaası, 1. Baskı, 1992.

KOYCK, Leendert, Marinus; **Distributed Lags and Investment Analysis**, Amsterdam: North- Holland Publishing Co, 1954.

LI, F., ST - AMANT. P.; **Financial Stress, Monetary Policy and Economic Activity**, Mimeo, Bank of Canada, 2008.

LO, Ming C., ZIVOT. Eric; **Threshold Cointegration and Nonlinear Adjustment to the Law of One Price**, Working Papers 0030, University of Washington, Department of Economics, 1999.

MADDALA, G., S., LAHIRI, Kajal; **Introduction to Econometrics**, 4.Baskı, Wiley, 2009.

MCCALLUM, Bennet T.; **Monetary Economics Theory and Policy**, Macmillan Publishing Company, 131-173, 1989.

MCKENZİE, Michael D.; "The Impact of Exchange Rate Volatility on International Trade Flows", **Journal of Economic Surveys**, Sayı:13, 1999, 71–106.

MCLEOD, A.,Li. W.; "Diagnostic Checking ARMA Time Series Models Using Squared Residual Correlations", **Journal of Time Series Analysis**, Sayı:4, 1983, 269-273.

MOLNAR, Krisztina, REPPA. Zoltan; **Economic Stability and the Responsiveness of Inflation Expectations**, MNB Working Paper Series, 2010.

MUTH, John F.; "Rational Expectations and the Theory of Price Movements", **Econometrica**, Sayı: 29, 1961, 315-335.

NAMPOOTHIRI, Kesavan, BALAKRISHNA. C.; “Threshold Autoregressive Model for a Time Series Data”, **Journal of the Indian Society of Agricultural Statistics**, Sayı:53, 2000, 151-160.

NERLOVE, Mark; **Distributed Lags and Demand Analysis for Agriculture and Other Commodities**, United States Department of Agriculture, 1958.

PESARAN, M., Hashem; “**A Rejoinder: On the Policy Ineffectiveness Proposition and a Keynesian Alternative**”, UCLA Economics Working Papers 470, 1987.

PETRESKI, Marjan; “Output Volatility and Exchange Rate Considerations Under Inflation Targeting: A Review”, **International Journal of Economics and Financial Issues**, Sayı: 2, 2012, 528-537.

PHYLAKTIS, Kate, TAYLOR. Mark P.; “Money Demand, the Cagan Model and the Inflation Tax: Some Latin American Evidence”, **The Review of Economics and Statistics**, Sayı: 75, 1993, 32-37.

SARGENT, Thomas J., NEIL. Wallace; “Rational Expectations and the Dynamics of Hyperinflation”, **International Economic Review**, Sayı: 14, 1973, 328-350.

SARGENT, Thomas J.; “The Demand for Money during Hyperinflation under Rational Expectations”, **International Economic Review**, Sayı: 18, 1977, 59-82.

SAVAŞ, Vural; **İktisatın Tarihi**, Ankara, Siyasal Kitabevi, 5. Baskı, 2007.

SHAW, K.,Graham; **Rational Expectations**, Blackwell Publishing Ltd, 1987.

SIMS, Christopher; “Macroeconomics and Reality”, **Econometrica**, Sayı: 48, 1980, 1-48.

STOCK, J., H., WATSON. M., W.; "Why Has U.S. Inflation Become Harder to Forecast? ", **Journal of Money, Credit and Banking**, Sayı: 39(1), 2007, 3–33.

TAYLOR, Mark, P.; "The Hyperinflation Model of Money Demand Revisited", **Journal of Money, Credit and Banking**, Sayı: 23, 1991, 327-351.

TONG, Howell, LIM. K.S.; "Threshold Auto regression, Limit Cycles and Cyclical Data" **Journal of Royal Statistical Society**, Sayı:42, 1980, 245-292.

TONG, Howell; "On a Threshold Model in Pattern Recognition and Signal Processing", (ed. C.H. Chen), **NATO ASI Series E: Applied Sc.** , Sayı:29, 1978, 575-586.

TONG, Howell; **Threshold Models in Non-linear Time Series Analysis**, Springer-Verlag, New York, 1.Edition, 1983.

TSAY, S., Ruey; **Analysis of Financial Time Series**, WileyPub., 2010.

TSAY, S.,Ruey; "Testing and Modeling Threshold Autoregressive Processes", **Journal of the American Statistical Association**, Sayı: 84, 1989, 231-240.

TUNALI, Çiğdem, Börke; "İktisatta Beklentiler ve Beklentilerin Modellenmesi", **İ.Ü. İktisat Fakültesi Mecmuası**, İstanbul Üniversitesi, Cilt: 59, Sayı: 1, 2009, 135-168.

WALTER, Enders; **Applied Econometric Time Series**, WileyPub., 3. Edition, 2010.

WU, Yue, LIU. Xiaonan; **Modeling and Forecasting Using U.S. Imports of Conventional Motor Gasoline Data: An Application of Threshold Autoregressive Model**, Högskolan Dalarna College, Yüksek Lisans Tezi, 2011.

ZELLNER. Arnold, GEISEL. S., Martin; "Analysis of Distributed Lag Models with Applications to Consumption Function Estimation", **Econometrica**, Sayı: 38, 1970, 865-888.

EKLER

EK – 1. PARAMETRE SAPMALARINI İÇEREN TABLOLAR

Bu ekte 3. Kısım'da doğrusal Uyarlanmış beklentiler modeli için gerçekleştirilen simülasyon sonuçlarında elde edilen parametre sapmalarını içeren tablolar yer almaktadır.

Tablo 1. (3.3) Veri Üretme Süreci için en Küçük Kareler Parametre Sapma Değerleri

n	λ	γ	α
100	-0.979870	-1.616817	-2.008374
200	-0.981010	-1.618284	-2.009522
300	-0.982244	-1.617208	-2.012476
400	-0.982685	-1.616949	-2.012177
500	-0.982472	-1.617038	-2.0118
600	-0.982443	-1.617267	-2.011805
700	-0.982528	-1.617111	-2.011939
800	-0.982421	-1.616849	-2.011628
900	-0.982512	-1.616931	-2.011732
1000	-0.982572	-1.616991	-2.011775

Tablo 2. (3.4) Veri Üretme Süreci için En Küçük Kareler Parametre Sapma Değerleri

n	λ	γ	α
100	-0.6364419	-0.446234	1.508158
200	-0.6309783	-0.4403974	1.501465
300	-0.6286063	-0.4354391	1.497588
400	-0.6282582	-0.4360911	1.496021
500	-0.6281702	-0.4374416	1.494759
600	-0.6283865	-0.4389703	1.494015
700	-0.628398	-0.4394759	1.493306
800	-0.6281143	-0.4390439	1.492777
900	-0.6285046	-0.4405066	1.492706
1000	-0.6283885	-0.4408428	1.492365

Tablo 3. (3.5) Veri Üretme Süreci için En Küçük Kareler Parametre Sapma Değerleri

n	λ	γ	α
100	-0.979870	-1.616817	-2.008374
200	-0.981010	-1.618284	-2.009522
300	-0.982244	-1.617208	-2.012476
400	-0.982685	-1.616949	-2.012177
500	-0.982472	-1.617038	-2.0118
600	-0.982443	-1.617267	-2.011805
700	-0.982528	-1.617111	-2.011939
800	-0.982421	-1.616849	-2.011628
900	-0.982512	-1.616931	-2.011732
1000	-0.982572	-1.616991	-2.011775

Tablo 4. (3.6) Veri Üretme Süreci için En Küçük Kareler Parametre Sapma Değerleri

n	λ	γ	α
100	-0.293153	-0.4920015	-1.365014
200	-0.298183	-0.4880852	-1.374648
300	-0.302112	-0.4826516	-1.384214
400	-0.303274	-0.48068	-1.384936
500	-0.303384	-0.4800079	-1.384107
600	-0.303384	-0.4793764	-1.383385
700	-0.303226	-0.4787443	-1.382315
800	-0.303295	-0.4780461	-1.381976
900	-0.303078	-0.4778434	-1.381191
1000	-0.303190	-0.4776643	-1.381186

Tablo 6. (3.3) Veri Üretme Süreci için Araç Değişkenler Parametre Sapma Değerleri

n	λ	γ	α
100	-0.777274	1.480825	1.754192
200	-0.748505	1.514724	1.751752
300	-0.741479	1.521562	1.75234
400	-0.735597	1.529445	1.753235
500	-0.732832	1.532933	1.75375
600	-0.731737	1.533938	1.753761
700	-0.729246	1.537003	1.753978
800	-0.729059	1.536418	1.753883
900	-0.728545	1.536555	1.753944
1000	-0.728745	1.535824	1.753564

Tablo 6. (3.5) Veri Üretme Süreci için Araç Değişkenler Parametre Sapma Değerleri

n	λ	γ	α
100	-2.731837	-5.50345985	3.091147
200	-0.632784	-0.37366819	1.630158
300	-0.477866	-0.01133526	1.489187
400	-0.349756	0.29700628	1.383589
500	-0.331443	0.33706667	1.358859
600	-0.297775	0.41523227	1.328056
700	-0.279315	0.45719602	1.309727
800	-0.303767	0.39224794	1.319875
900	-0.29181	0.41957306	1.308356
1000	-0.284081	0.43669673	1.30016

Tablo 7. (3.4) Veri Üretme Süreci için Araç Değişkenler Parametre Sapma Değerleri

n	λ	γ	α
100	-0.354434	-1.310546	-1.301717
200	-0.351013	-1.307399	-1.301438
300	-0.348511	-1.305186	-1.296648
400	-0.347079	-1.303086	-1.294539
500	-0.346609	-1.301972	-1.293698
600	-0.345851	-1.300957	-1.292935
700	-0.344782	-1.300091	-1.291815
800	-0.344288	-1.299815	-1.291279
900	-0.343805	-1.299526	-1.290684
1000	-0.343657	-1.299314	-1.291008

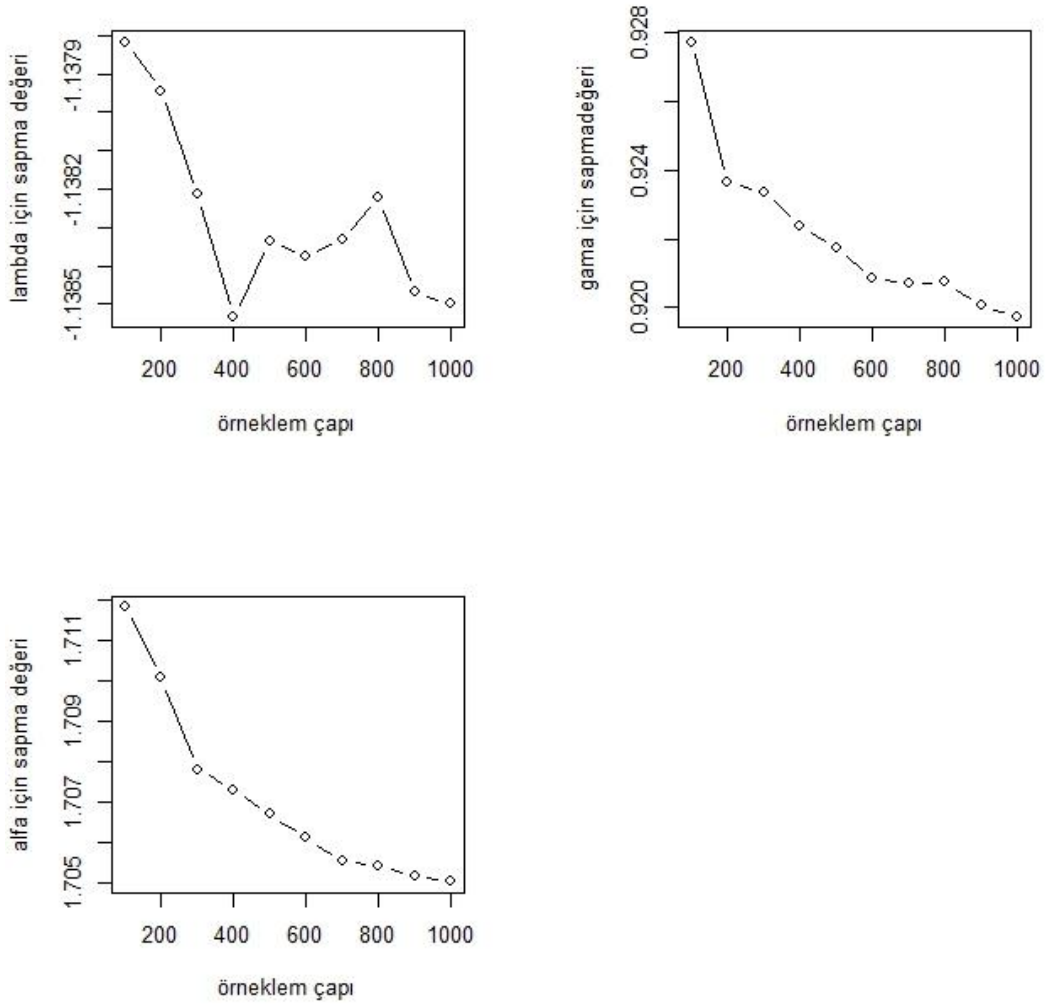
Tablo 8. (3.6) Veri Üretme Süreci için Araç Değişkenler Parametre Sapma Değerleri

n	λ	γ	α
100	0.4961826	-0.8955985	0.50651401
200	0.3268436	-0.8021901	0.10725511
300	0.2901697	-0.7811217	0.02573189
400	0.3182291	-0.7924256	0.09525362
500	0.2841223	-0.7748791	0.01546981
600	0.26963	-0.766762	-0.0183250
700	0.2596063	-0.7612	-0.0416451
800	0.2516082	-0.7569483	-0.0602643
900	0.2453875	-0.7535216	-0.0746662
1000	0.2402575	-0.7506605	-0.0869147

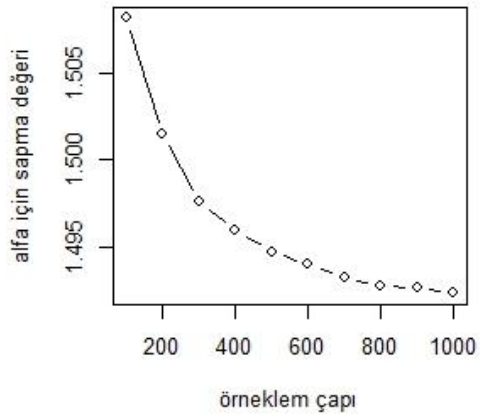
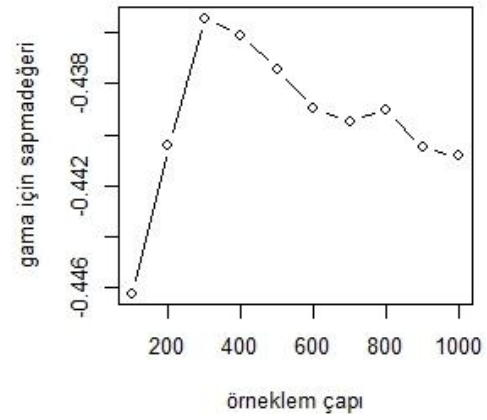
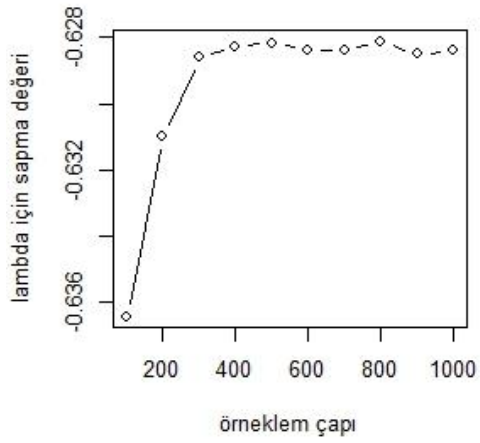
EK – 2. PARAMETRE SAPMA DEĞERLERİNİN GRAFİKLERİ

Bu ekte 2. Kısımda doğrusal Uyarlanmış beklentiler modeli için gerçekleştirilen simülasyon çalışmalarından elde edilen parametre sapma değerlerinin grafikleri yer almaktadır.

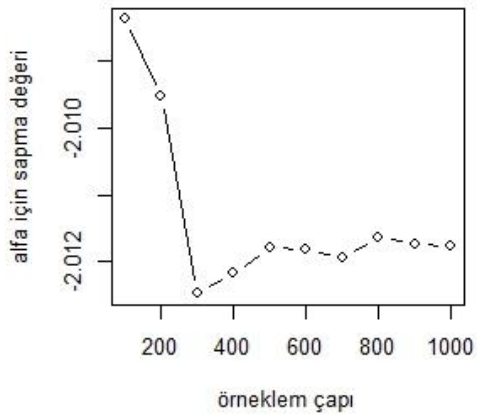
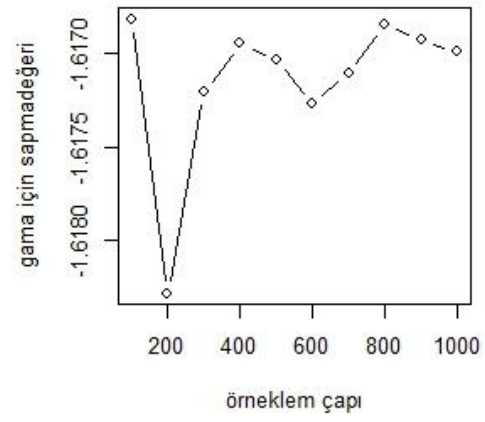
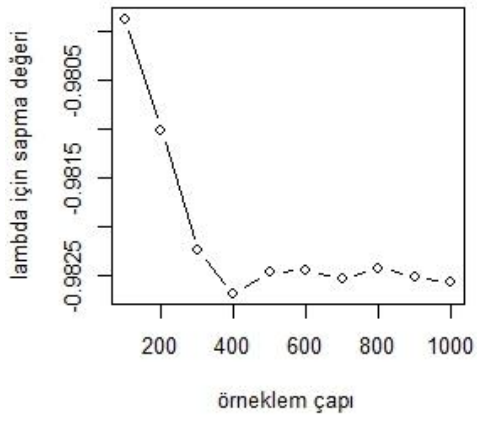
Şekil 1. (3.3) Veri Üretme Süreci için En Küçük Kareler Parametre Sapma Değerleri



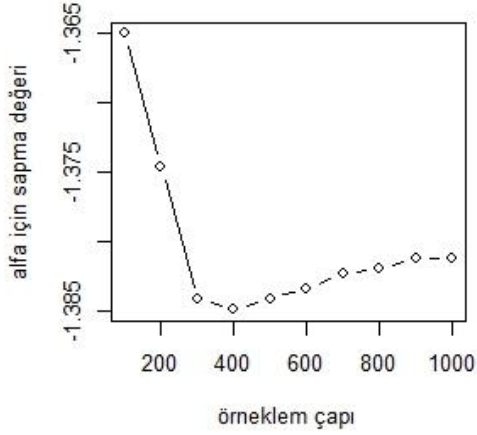
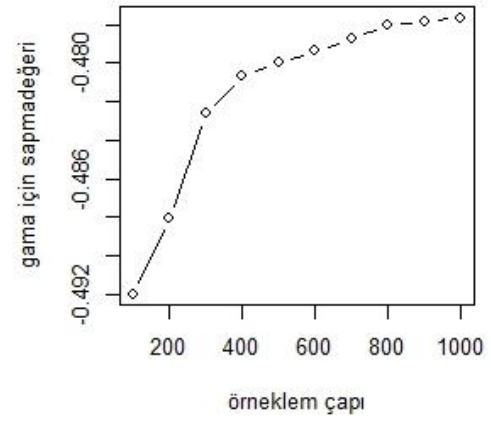
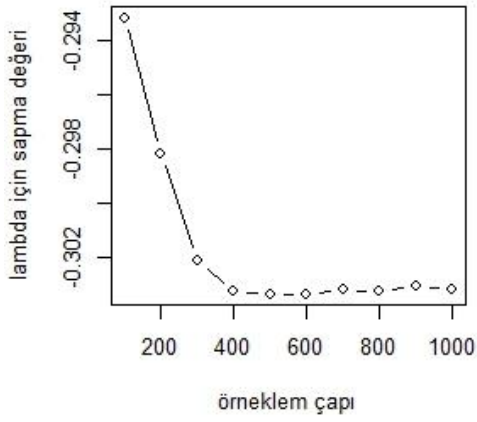
Şekil 2. (3.4) Veri Üretme Süreci için En Küçük Kareler Parametre Sapma Değerleri



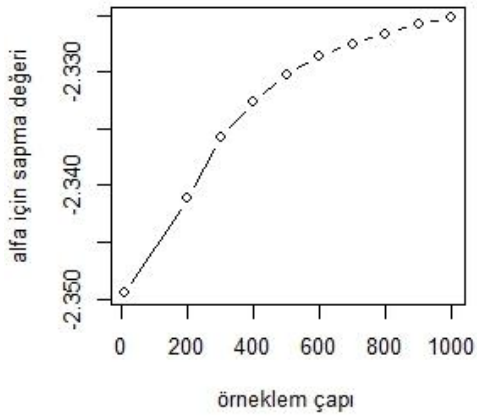
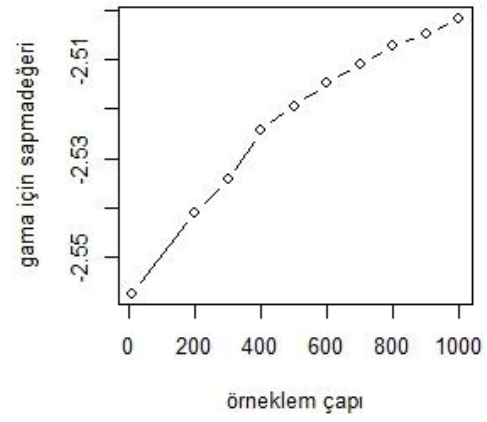
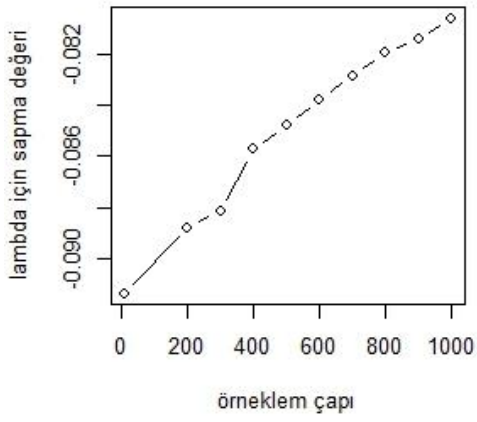
Şekil 3. (3.5) Veri Üretme Süreci için En Küçük Kareler Parametre Sapma Değerleri



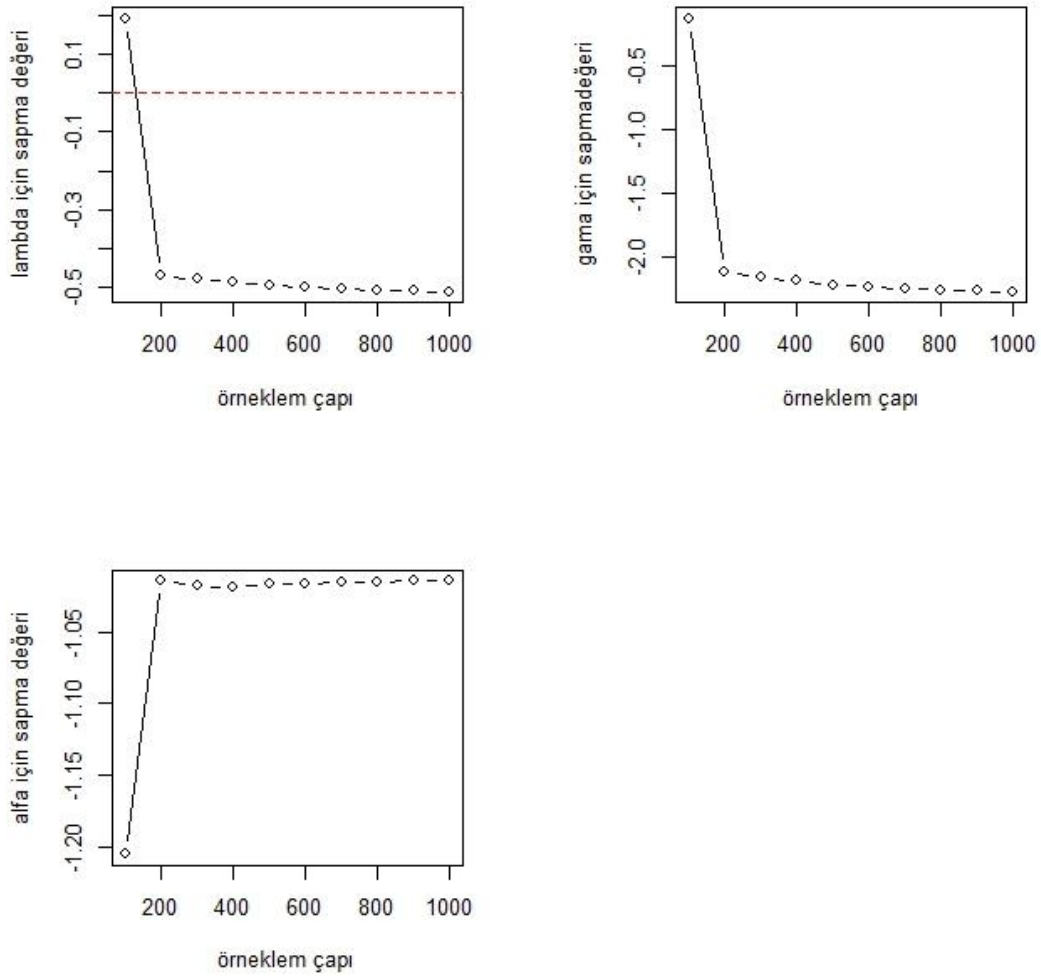
Şekil 4. (3.6) Veri Üretme Süreci için En Küçük Kareler Parametre Sapma Değerleri



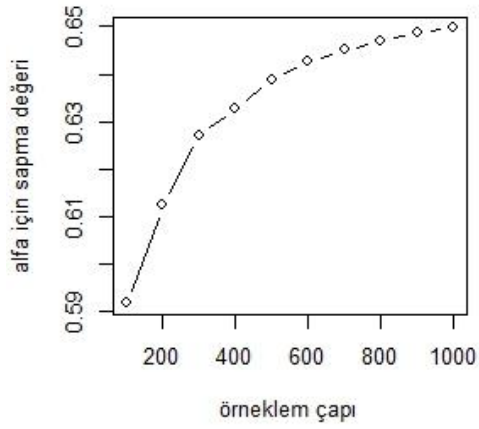
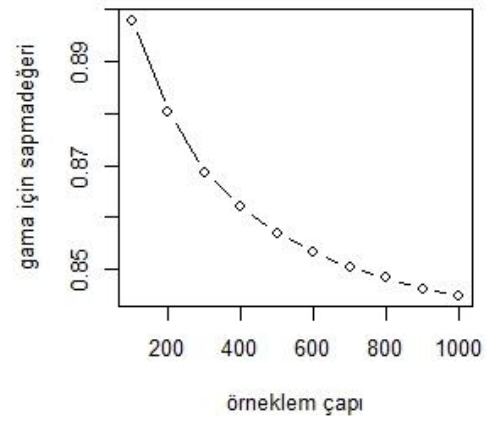
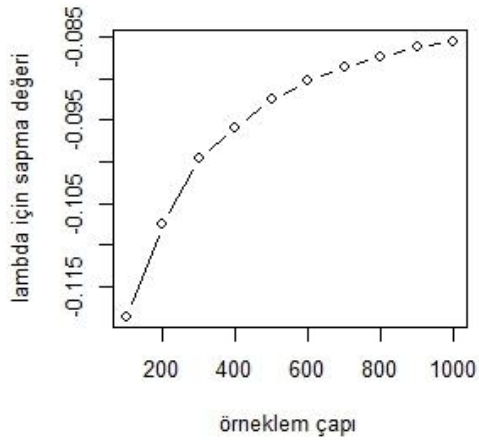
Şekil 5. (3.3) Veri Üretme Süreci için Araç Değişkenler Parametre Sapma Değerleri



Şekil 6. (3.4) Veri Üretme Süreci için Araç Değişkenler Parametre Sapma Değerleri



Şekil 7. (3.5) Veri Üretme Süreci için Araç Değişkenler Parametre Sapma Değerleri



Şekil 8. (3.6) Veri Üretme Süreci için Araç Değişkenler Parametre Sapma Değerleri

