

UYARLANMIŞ ve RASYONEL BEKLENTİLER MODELLERİNİN DOĞRUSAL OLMAYAN EŞİK REGRESYON MODELLERİ ÇERÇEVESİNDE İNCELENMESİ*

Doç. Dr. Funda Yurdakul
Gümüşhane Üniversitesi
İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi

Araş. Gör. Mehmet Özcan
Gazi Üniversitesi
İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi

• • •

Öz

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

Anahtar Sözcükler: Uyarlanmış beklentiler, rasyonel beklentiler, doğrusal olmayan ekonometrik modeller, eşik regresyon modelleri, ekonometrik simülasyon

*Analysis of Economic Expectation Models within the Framework of
Nonlinear Threshold Regression Models*

Abstract

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

Keywords: Adaptive expectations, rational expectations, nonlinear econometric models, threshold regression models, econometric simulation

*Makale geliş tarihi: 30.10.2013
Makale kabul tarihi: 10.04.2014

Uyarlanmış ve Rasyonel Beklentiler Modellerinin Doğrusal Olmayan Eşik Regresyon Modelleri çerçevesinde İncelenmesi

Giriş

Bilimsel varsayımların değişmesi, incelenen kavramlara ilişkin yeni bilgilerin ve farkındalıkların araştırmaya dahil edilmesine iktisat tarihinde sıkça rastlanır. Bu değişimlerin en önemlilerinden birisi de beklentiler kavramıdır. İktisat 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. Sistemik iktisadi analizde beklentilerin önemli rolünün incelenmesi, Cheysson(1887)’ın çalışmasında çerçevesini çizdiği örümcek ağı döngüsü olarak bilinecek incelemesine kadar uzanır. Daha sonra Stockholm Okulu’nun kurucularından olacak İsveçli iktisatçı Myrdal (1927) çalıştığı doktora tezinde fiyat oluşum süreci üzerinde beklentilerin oynadığı rolü açıkça irdelemiştir. Ardından Alfred Marshall, örümcek ağı modelini üretim gecikmeleri ile yeniden modellemiş ve 1930 yılında gerçekleştirdiği bu çalışması beklenti fikrinin bilinen ilk matematiksel ifadesi olmuştur. 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 & 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

olmuştur. Cagan, Uyarlanmış Beklentiler olarak anılacak teorisinin 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'nın 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. Ancak John Muth'un 1961 çalışmasına kadar analitik ve matematiksel düzeyde Uyarlanmış Beklentilere alternatif olacak bir teori geliştirilememiştir. 1959'da Washington'da düzenlenen, Econometric Society'nin 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 teorisinin hızla yaygınlaşmasının ardından iktisadi düşünce ve analizi çok başka bir boyuta taşıyacaktı. Özellikle iktisat politikalarının geçersiz kalacağı konusunda Lucas'a önemli bir çıkış noktası sunacak Rasyonel Beklentiler fikri, uzun bir süre sessiz kalan Klasik okulun Yeni Klasik Okul adı altında yeniden canlanmasına neden olacak hatta bu fikir Keynesyen okulun bile kendisini güncellemesini zorunlu kılacaktır.

İktisatta beklentilerle ilgili bu gelişmeler yaşanırken, diğer taraftan Ekonometri yazınında genellikle ilgi alanı doğrusal modeller olmuştur. 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 genişletildiği görülmektedir. Bu modellerden bazıları; Granger ve Andersen(1978)'in Bilinear Modeli, Hamilton(1989)'un Markov Geçiş Modeli ve bu çalışmanın konusunu oluşturan Tong(1978)'un Eşik Otoresesyon Modelidir (Threshold Auto-Regression Models, TAR).

Bu çalışmanın amacı da, iktisadi beklenti modellerinden ikisi olan Uyarlanmış ve Rasyonel Beklentiler modellerini doğrusal olmayan eşik modeller ile tahmin edilmesinin uygun olup olmadığını araştırmaktır. Dolayısıyla bu çalışmada, iktisadi beklenti modellerinin eşik regresyon modeller kapsamında Monte Carlo simülasyonları gerçekleştirilecektir. Bu simülasyonlar boyunca, her iki model için tahmin edilen parametrelerin sapmasızlık özelliği sınırlı veri kümesinde incelenecektir.

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 ve doğrusal olmayan ekonometrik modelleme yöntemlerinden Eşik Regresyon Modelleri incelenmiştir.

Üçüncü bölümde, Uyarlanmış ve Rasyonel Beklentiler modelleri doğrusal olmayan Eşik Regresyon modelleri olarak modellenmiş ve bu modeller Monte Carlo simülasyon yöntemi ile simüle edilerek çeşitli örneklerde parametre tahmin sapmalarının olup olmadığı araştırılmıştır.

Sonuç bölümünde ise analiz sonuçları yorumlanmıştır.

1. Uyarlanmış Beklentiler

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

Cagan analizine aşağıdaki gibi tanımladığı para talebi fonksiyonu ile başlamıştır:

$$\log \frac{M_t}{P_t} = \alpha_0 + \alpha_1 \log Y_t + \alpha_2 R_t + u_t \quad (1)$$

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;

$$\log \frac{M_t}{P_t} = (\alpha_0 + \alpha_1 \log Y_t + \alpha_2 r_t) + \alpha_2 \pi_t + u_t \quad (2)$$

$$\log \frac{M_t}{P_t} = \gamma + \alpha \pi_t + u_t \quad (3)$$

Model (3)'de 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.

$\log \frac{M_t}{P_t} = \log M_t - \log P_t = m_t - p_t$ olarak ifade edilebilir ise para talebi modelinin son hali şu şekilde olur:

$$m_t - p_t = \gamma + \alpha \pi_t + u_t \quad (4)$$

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 (4)'ün 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 aşağıdadır:

$$m_t - p_t = \lambda \gamma + (1 - \lambda)(m_{t-1} - p_{t-1}) + \lambda \alpha (p_t - p_{t-1}) + u_t - (1 - \lambda)u_{t-1} \quad (5)$$

Bu model daha genel bir gösterimle aşağıdaki gibi ifade edilir:

$$y_t = \lambda \beta_0 + \lambda \beta_1 x_t + (1 - \lambda) y_{t-1} + u_t - (1 - \lambda) u_{t-1} \quad (6)$$

(6) nolu model, Koyck dönüştürmesi sonrası ortaya çıkan modeldeki hata terimi ($v_t = u_t - \lambda u_{t-1}$) gibi otokorelasyonludur. Ayrıca Y_{t-1} ile v_t arasında korelasyon söz konusudur. Bu durum, OLS tahmin edicilerinin sapmalı

olmasının yanında büyük örneklerde de tutarsız olması sonucunu doğurmaktadır (Koutsoyiannis 1992: 308-310).

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 noktasını oluşturacaktır. Üçüncü eleştiri beklentilerin uyarlama 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).

2. Rasyonel Beklentiler

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 gelmiştir. Bu şartlar altında Econometric Society'nin düzenlediği 1959 yılının kış toplantısında Muth Rasyonel Beklentiler fikrini açıklamıştır. 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 şekliyle çok etkilendir. 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 (Muth, 1961).

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 oluşumu 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. Yani Rasyonel Beklentiler teorisi, ajanların ne yaptığını bilen rasyonel bireyler olduğunu ve ekonominin işleyişinden haberdar olduklarını varsayar. Rasyonel Beklentilerin iktisadi analize getirdiği esneklik bu varsayımın sonucudur. Buna göre ajanlar iktisada ve iktisadi analizde kullanılan sayısal yöntemlere aşinadır ve en iyi beklentiye oluşturacakları modelleri bilmektedirler. Bu varsayım, araştırmacılara istedikleri (güvendikleri) her türlü modeli, matematiksel ilişkiyi kullanabilme özgürlüğü verir. Üçüncü varsayım, Rasyonel Beklentilere göre oluşturulacak beklentinin ya doğru olacağı ya da gerçekleşen değerden sadece önceden tahmin edilmesi mümkün olmayan tesadüfi unsurlar nedeniyle 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. Rasyonel Beklentiler 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. Ancak bu varsayımlar

çeşitli eleştirilere maruz kalacak ve bu eleştiriler daha sonra iktisat literatürüne öğrenme modellerinin kazandırılmasına neden olacaktır.

2.1. Cagan Modelinin Rasyonel Beklentiler Teorisine Göre Çözümü

Uyarlanmış Beklentiler teorisi Cagan'ın enflasyon çalışmasında ortaya attığı model ile çözülmüş ve tahmini mümkün model bulunmuştur. Cagan modeli üzerinde Rasyonel Beklentiler açısından ilk çalışmaları gerçekleştiren Thomas J. Sargent'dır. Özellikle Sargent ve Lucas, Muth'un 1961 çalışmasından sonra hızla bir önceki beklenti teorisi olan Uyarlanmış Beklentileri ve Keynesyen iktisadi eleştirmişlerdir. Sargent ve Wallace (1973) ve Sargent (1977) çalışmalarında, 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'ın 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.

Öncelikle Cagan'ın baz alınan enflasyon modeli aşağıdaki gibi ifade edilmiştir.

$$m_t - p_t = \gamma + \alpha \Delta p_{t+1}^e + u_t \quad (7)$$

Bu modelde ilk göze çarpan Uyarlanmış Beklentiler bölümünde yer alan Δp_{t+1}^e 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 bakışumlu olarak kesin bir matematiksel süreç ile hesaplanırken, Rasyonel Beklentilerde elde mevcut tüm bilgilere kullanılarak işletilen istatistiksel bir beklenti oluşturma süreci vardır. Dolayısıyla bu modelde γ ve özellikle eğim katsayısı α 'yı tahmin etmek önemlidir. Bilindiği üzere α bu modelde beklenen enflasyon ile para talebi arasındaki ilişkiyi veren katsayıdır. Dolayısıyla α 'nın tahminine ulaşılmasını sağlayan beklenen enflasyonun gösterimi aşağıdaki gibi ifade edilebilir:

$$\Delta p_{t+1}^e = E(\Delta p_{t+1} | I_t) \quad (8)$$

(8) nolu eşitliğin literatürdeki bir diğer gösterimi şu şekildedir:

$$\Delta p_{t+1}^e = E_t \Delta p_{t+1} \quad (9)$$

(9) nolu eşitlik (7) nolu eşitlik ile birleştirilirse aşağıdaki model elde edilir:

$$m_t - p_t = \gamma + \alpha E_t \Delta p_{t+1} + u_t \quad (10)$$

Rasyonel beklentiler gösterimi ile yazılan temel enflasyon modeli (10) nolu modeldir (McCallum, 1989: 149).

(10) nolu modelden yararlanılarak, Cagan enflasyon modelinin Rasyonel Beklenti fikrine göre çözülmüş tahmine hazır makro iktisadi modeli aşağıdaki gibidir (McCallum, 1989: 149).

$$m_t - p_t = \beta_0 + \beta_1 m_{t-1} - \alpha p_t + \beta_2 e_t + u_t \quad (11)$$

(11) nolu modelde, 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 etmesidir.

Model (11), Cagan enflasyon modelinin Uyarlanmış Beklentiler çözümünde ortaya çıkan tahmin sorunlarına sahip değildir. Yani OLS 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. Bu nedenle bu durum Rasyonel Beklentilere getirilecek önemli bir eleştiri olacaktır. Ayrıca, beklenti oluşturmak için eldeki tüm verileri ve bilgiyi kullandıkları ve ekonomideki birimlerin, beklenti oluşturacakları süreci yani matematiksel modeli ve istatistiksel yöntemleri çok iyi bildikleri varsayımları da eleştirilmiştir.

3. Eşik Regresyon Modelleri

Eşik Otoregresyon Modelleri (Threshold Auto-Regression Models, TAR) ve 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. Yapısal kırılmaları ifade etmek amacı ile kukla değişkenlerin kullanılması, TAR ve TRM modellerinde de geçerlidir. 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 modeli aşağıdaki gibi gösterilebilir:

$$y_t = \begin{cases} \rho_{10}y_{t-1} + \varepsilon_{1t} & \text{eğer } y_{t-1} > \tau \text{ ise} \\ \rho_{20}y_{t-1} + \varepsilon_{2t} & \text{eğer } y_{t-1} \leq \tau \text{ ise} \end{cases} \quad (12)$$

Model (12)'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).

$$I_t = \begin{cases} 1 & \text{eğer } y_{t-1} > \tau \text{ ise} \\ 0 & \text{eğer } y_{t-1} \leq \tau \text{ ise} \end{cases} \quad (13)$$

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

Bu modelde anlaşılabacağı üzere I_t eşik değer kuklasıdır. 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 faydalanabilececek yöntemler ile eşik regresyon tahmini yapabilirler. Eşik değerinin bilinmesi durumunda OLS yöntemi rahatlıkla TAR modellerinin tahmininde kullanılabilir. Eşik değerinin bilinmemesi durumunda Chan (1993) çalışması referans alınabilir.

4. Doğrusal Olmayan Uyarlanmış Beklentiler Modelinde Simülasyon Çalışması

Uyarlanmış Beklenti modelinde neden doğrusal olmayan tahmin yöntemlerinin tercih edilmesi gerektiği üzerinde durulmalıdır. 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'ın 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. Örneğin, $\gamma, \alpha = 2$, beklenti katsayısının $\lambda = 0.25$ ve eşik değerimizin sıfır olduğu varsayılırsa $\Delta p_{t-1} \leq 0$ için Model (5) şu şekilde ifade edilir:

$$m_t - p_t = 0.5 + 0.5\Delta p_t + (1 - 0.25)(m_{t-1} - p_{t-1}) + u_t - (1 - 0.25)u_{t-1} \quad (14)$$

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

$$m_t - p_t = 1.5 + 1.5\Delta p_t + (1 - 0.75)(m_{t-1} - p_{t-1}) + u_t - (1 - 0.75)u_{t-1} \quad (15)$$

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:

$$m_t - p_t = \lambda_1 \gamma I_t + (1 - \lambda_1) I_t (m_{t-1} - p_{t-1}) + \lambda_1 \alpha I_t (p_t - p_{t-1}) + I_t (u_t - (1 - \lambda_1) u_{t-1}) \\ + \lambda_2 \gamma (1 - I_t) + (1 - \lambda_2) (1 - I_t) (m_{t-1} - p_{t-1}) + \lambda_1 \alpha (1 - I_t) (p_t - p_{t-1}) \\ + (1 - I_t) (u_t - (1 - \lambda_1) u_{t-1}) \quad (16)$$

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

Bu açıklamalara göre, 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 eşitlenir¹. Bu belirleme $\gamma, \alpha > 0$ ve $\gamma, \alpha < 0$ durumlarını ifade etmek içindir. Bunun yanı sıra beklenti katsayısı λ 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:

$$m_t - p_t = 1.5 I_t + 0.25 I_t (m_{t-1} - p_{t-1}) + 1.5 I_t \Delta p_t + I_t (u_t - 0.25 u_{t-1}) \\ + 0.5 (1 - I_t) + 0.75 (1 - I_t) (m_{t-1} - p_{t-1}) + 0.5 (1 - I_t) \Delta p_t \\ + (1 - I_t) (u_t - 0.75 u_{t-1}) \quad (17)$$

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

¹Hesaplama kolaylığı açısından katsayılar -2 ve 2 olarak belirlenmiştir.

$$\begin{aligned} m_t - p_t = & -1.5I_t + 0.25I_t(m_{t-1} - p_{t-1}) - 1.5I_t\Delta p_t + I_t(u_t - 0.25u_{t-1}) \\ & - 0.5(1 - I_t) + 0.75(1 - I_t)(m_{t-1} - p_{t-1}) - 0.5(1 - I_t)\Delta p_t \\ & + (1 - I_t)(u_t - 0.75u_{t-1}) \end{aligned} \quad (18)$$

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

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 $(m_t - p_t)$ 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 (16)'yı tahmin etmeye gelir. Model (16) 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. 1000'er adet tahmin edilmiş parametre değerinin tek tek ortalamaları alınır. 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 Model (4)'ün 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 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 yaklaşp yaklaşımadıklarına bakılarak, modelin tahmin başarısı yorumlanır.

Yukarıdaki aşamalar, R programlama dilinde kodlanmış ve uygulanmıştır. Bu simülasyonlar gerçekleştirilirken 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 (17) ve Model (18) için uygulanan simülasyon uygulamasının sonucu olarak bulunan sapma değerleri ve grafikleri aşağıda verilmiştir.

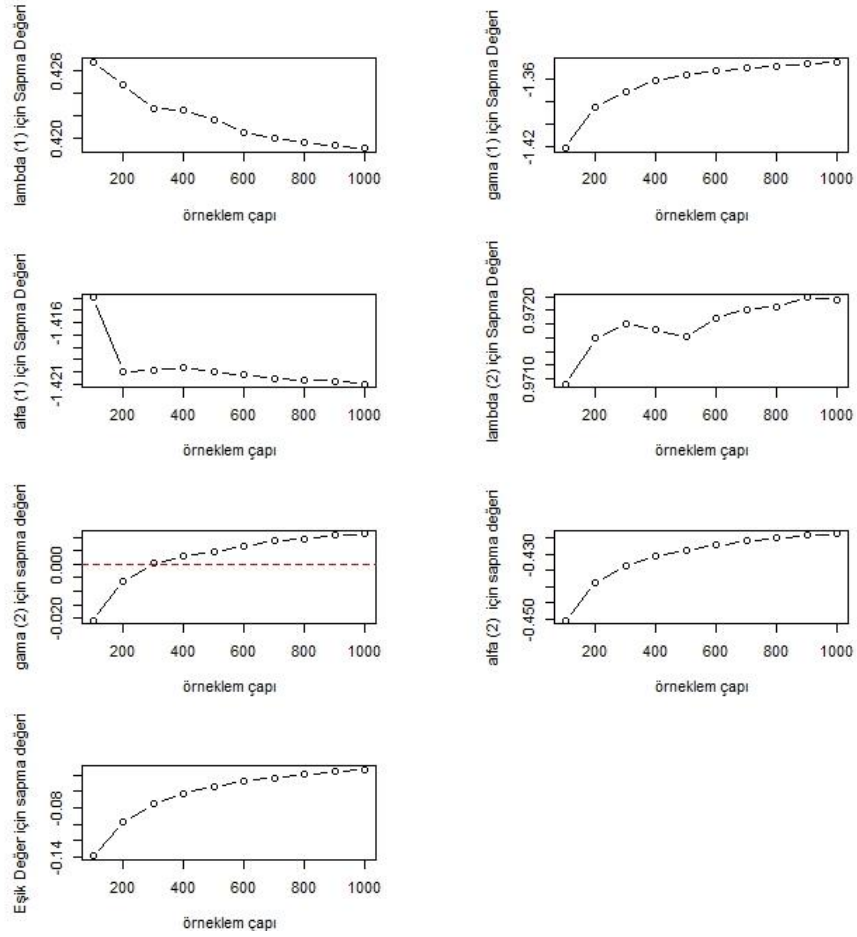
Tablo 1: Veri Üretme Süreci (17) için Parametre Sapma Değerleri

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

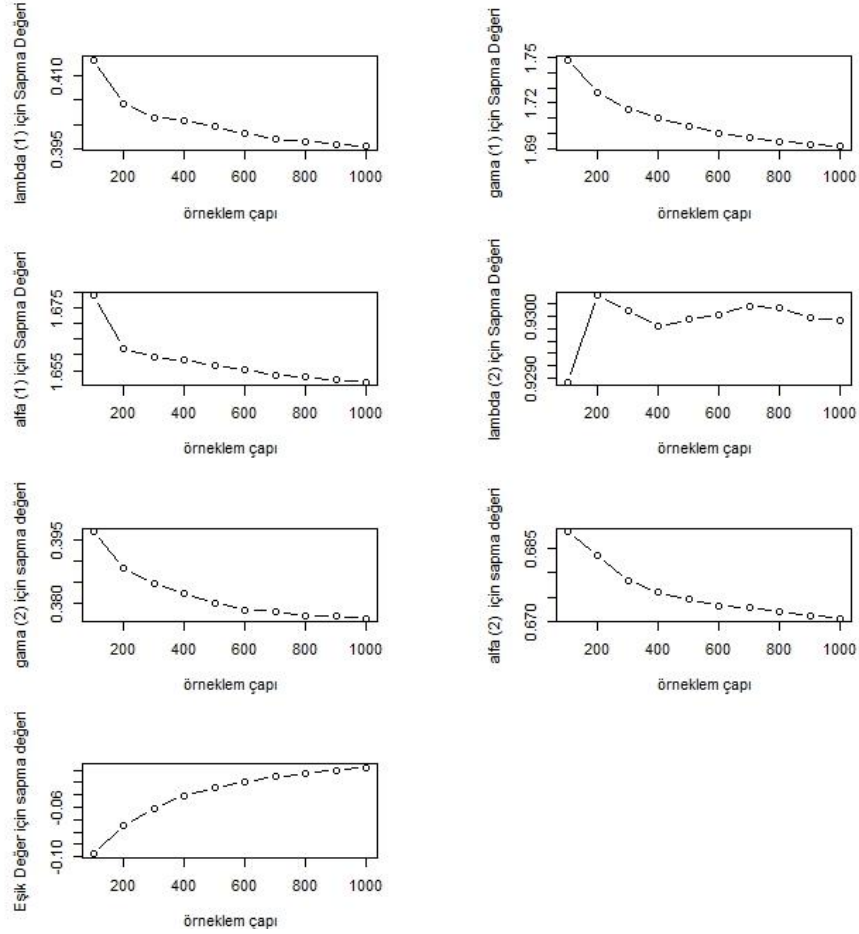
Tablo 2: Veri Üretme Süreci (18) için Parametre Sapma Değerleri

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.1: Veri Üretim Süreci (17) için Parametre Sapma Değeri Grafikleri



Şekil 2: Veri Üretme Süreci (18) için Parametre Sapma Değeri Grafikleri

Tablo 1 incelendiğinde, sapma değerleri sürekli artan parametreler α_1 , λ_2 ve γ_2 'dir. 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 1'de görüldüğü üzere sıfıra yakınsamamakta 300 örneklem sonrasında sıfırı aşarak düzenli bir şekilde artmaya devam etmektedir. Benzer bir şekilde ikinci rejimin uyarılama 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. Eşik parametresinin tahmin sapmasında aksi durum geçerlidir. Çünkü τ 'nın sapma değerleri hem çok küçük hem de nispeten daha büyük miktarda azalarak sıfıra yakınsamaktadır. Bunun nedeni eşik değer tahminin, 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.

Tablo 2’de negatif parametre değerleri ve yine azalan uyarlama hızı ile farklı iki rejimin oluşturulduğu veri süreci (18)’nin simülasyon 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 0.0178 birim, α_1 için 0.0277 birim, γ_1 için 0.0573 birim ve son olarak α_2 için 0.0177 birim olarak bulunmuştur. Simülasyon sonuçlarına göre parametre değerlerini negatife çevirmek sadece sapma değerlerini pozitif yapmış onun dışında yetersiz azalmalar gözlenmiştir. Sonuç olarak veri üretim süreci (18)’yi oluşturan şartlar altında da Uyarlanmış Beklentiler çözümü için istenilen ekonometrik sonuçlara ulaşamamıştır.

5. Doğrusal Olmayan Rasyonel Beklentiler Modelinde Simülasyon Çalışması

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 direkt 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:

$$m_t = -0.5m_{t-1} + e_t \quad (19)$$

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. Döngü içerisindeki tahminlerde ve veri üretme süreçlerinde birlik olması açısından Model (11) eşik regresyon olarak aşağıdaki hali ile veri üretme süreci olarak kabul edilecektir:

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

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

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. Veri üretme sürecindeki parametrelerinin açılımları aşağıdaki gibi 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 (4)'ün 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 $\beta_{22} = 0.25$. Dolayısıyla veri üretme süreci aşağıdaki gibi olur:

$$\begin{aligned}
 m_t - p_t &= I_t 2 - I_t 0.11m_{t-1} + I_t (-1)p_t + I_t 0.2e_t + I_t u_t \\
 &\quad (1-I_t)6 - (1-I_t)0.125m_{t-1} + (1-I_t)(-2)p_t \\
 &\quad + (1-I_t)0.25e_t + (1-I_t)u_t
 \end{aligned} \tag{21}$$

- 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 (21)'de yerine koyularak $(m_t - p_t)$ ve $(m_{t-1} - p_{t-1})$ değişkenleri üretilir. Tüm değişkenler üretildikten sonra,

$$m_t = \delta_o + \delta_1 m_{t-1} + e_t \quad \text{modeli} \quad \text{ve}$$

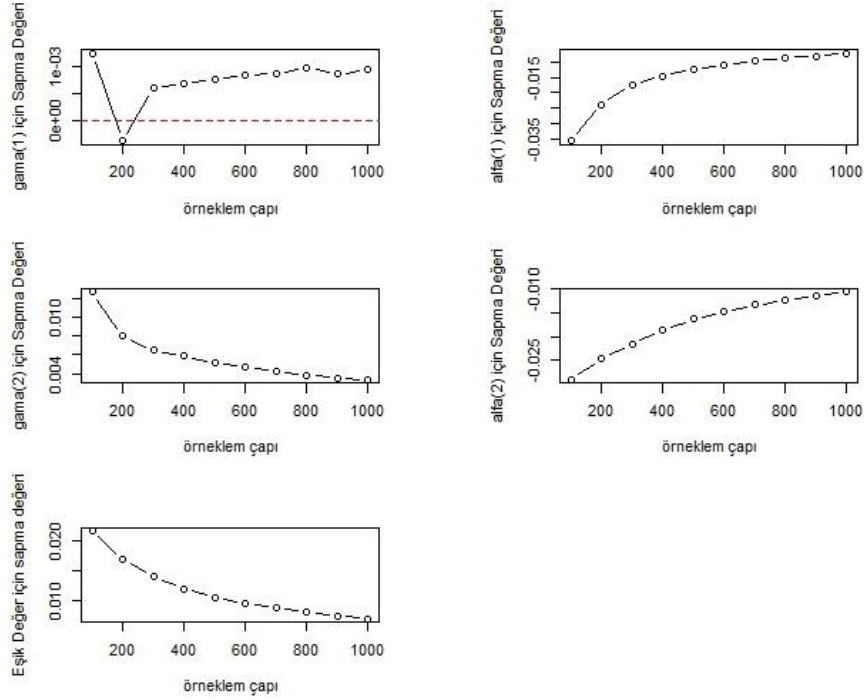
$m_t - p_t = \beta_0 + \beta_1 m_{t-1} - \alpha p_t + \beta_2 e_t + u_t$ modeli tahmin edilir ve parametrelerin tahmin değerleri elde edilir. Bu döngü her bir örneklem çapı için 1000 kez tekrar edilir ve elde edilen 1000 adet tahmin değerlerinin ortalaması, ilgili örneklem çapı için bulunan parametre tahmin değeri olarak kabul edilir.

- v. 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. ve Şekil 3.'de verilmiştir.

Tablo 3: Doğrusal Olmayan Rasyonel Beklentiler Modeli Parametre Tahmin Sapması Değerleri

N	1. Rejim		2. Rejim		Eşik Değeri
	γ_1	α_1	γ_2	α_2	
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: Doğrusal Olmayan Rasyonel Beklentiler Modeli Parametre Tahmin Sapması Grafikleri

Tablo 3’de, 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.

Sonuç

Bu çalışmada, Uyarlanmış ve Rasyonel Beklentiler teorileri, 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 birbirlerine göre avantajları ve dezavantajlarına vurgu yapılmış ve modellerin iktisadi yorumlarına yer verilmiştir. Beklenti modellerinin açıklanmasının ardından doğrusal olmayan ekonometrik yöntemler izah edilmiştir. Burada doğrusal olmayan modellerden Eşik Regresyon Modelleri anlatılmıştır.

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 olmayan ekonometrik modeller çerçevesinde Uyarlanmış Beklentiler modeline göre daha iyi sonuçlar vermiştir. Rasyonel Beklentiler modelinin 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.

Uyarlanmış Beklentiler modelindeki Y_{t-1} değişkeninin v_t hata teriminden bağımsız olmamasından dolayı, OLS tahmin edicileri küçük örneklerde sapmalı ve büyük örneklerde tutarsızdır. Rasyonel Beklentiler modelinde böyle bir sorun yoktur. Dolayısıyla bu çalışmada da aynı sonuca ulaşılmıştır. Ayrıca Uyarlanmış beklentiler modelindeki beklenti katsayısı λ rahatlıkla tahmin edilebilir ve gerçekleştirilen tahmin bilinen istatistiksel yollar ile test edilebilir. Fakat 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. Dolayısıyla daha az spesifikasyon hatalarıyla karşılaşılabileceği için, bu durum daha az sapma yaratmış olabilir.

Kaynakça

- Cagan, Phillip(1956), "The Monetary Dynamics of Hyperinflation", in M.Friedman (ed.), Studies in the Quantity Theory of Money, Chicago, Univesity of Chicago Press, 25-117.
- Caner, Mehmet ve E. Hansen. (2004), "Instrumental Variable Estimation of a Threshold Model", Econometric Theory, 20: 813-843.

- Caner, Mehme ve E. Hansen. (2001), "Threshold Autoregression with a Unit Root" *Econometrica*, 69(6):1555-1596.
- Chan, K. (1993), "Consistency and Limiting Distribution of the Least Squares Estimator of a Threshold Autoregressive Model", *The Annals of Statistics*, 21: 520-533.
- Friedman, Milton (1957), *A Theory of the Consumption Function*, Princeton University Press, 1. Edition.
- Koutsoyiannis, Anna (1992), *Ekonometri Kuramı Ekonometri Yöntemlerinin Tanıtımına Giriş*, Çev. Ümit Şenesen, Gülay G. Şenesen, İstanbul, İstanbul Teknik Üniversitesi Matbaası, 1. Baskı.
- Koyck, Leendert, Marinus (1954), *Distributed Lags and Investment Analysis*, Amsterdam: North-Holland Publishing Co.
- McCallum, Bennet (1989), *Monetary Economics Theory and Policy*, Macmillan Publishing Company, 131-173.
- Muth, John F.(1961), "Rational Expectations and the Theory of Price Movements", *Econometrica*, 29: 315-335.
- Sargent, Thomas J. ve Neil. Wallace(1973), "Rational Expectations and the Dynamics of Hyperinflation", *International Economic Review*, 14: 328-350.
- Sargent, Thomas J. (1977), "The Demand for Money during Hyperinflation under Rational Expectations", *International Economic Review*, 18: 59-82.
- Shaw, K.,Graham (1987), *Rational Expectations*, Blackwell Publishing Ltd.
- Tong, Howell ve K. S. Lim (1980), "Threshold Auto regression, Limit Cycles and Cyclical Data" *Journal of Royal Statistical Society*, 42: 245-292.
- Tong, Howell (1978), "On a Threshold Model in Pattern Recognition and Signal Processing", (ed. C.H. Chen), *NATO ASI Series E: Applied Sc.*, 29: 575-586.
- Tong, Howell (1983), *Threshold Models in Non-linear Time Series Analysis*, Springer-Veriag, New York, 1.Edition.
- Tsay, S., Ruey (2010), *Analysis of Financial Time Series*, WileyPub.
- Tsay, S.,Ruey (1989), "Testing and Modeling Threshold Autoregressive Processes", *Journal of the American Statistical Association*, 84: 231-240.
- Tunalı, Çiğdem, Börke (2009), "İktisatta Beklentiler ve Beklentilerin Modellenmesi", *İ.Ü. İktisat Fakültesi Mecmuası*, İstanbul Üniversitesi, 59(1): 135-168.
- Walter, Enders (2010), *Applied Econometric Time Series*, WileyPub., 3. Edition.