

# Açık Ekonomilerde Enflasyon ve Reel Marjinal Maliyetler: Yeni Keynesyen Hibrit Phillips Eğrisi

## Inflation and Marginal Costs in Open Economies: The New Keynesian Hybrid Phillips Curve

Ph.D. Candidate Doğaç Acaroğlu (Trakya University, Turkey)

Assoc.Prof. Dr. Kenan Terzioğlu (Trakya University, Turkey)

### Abstract

The inclusion of the inflation rate in wage determination affects the behavior of economic actors and also positions the expected inflation as one of the main factors in determining inflation. Changes in currency parities in developing countries, which make their production dependent on imports, affect costs and prices. Moreover, changes in labor market structures resulting from free capital flows affect employment and the inflation phenomenon. This paper analyzes the current inflation, expected inflation, and output gap relations with the fuzzy linear regression method in the context of the Turkish economy, which has inflation and effective external dependency. Based on the results obtained using marginal cost instead of the output gap, policy recommendations are provided. The scope of this paper comprises the New Keynesian Hybrid Phillips curve that includes external factors. The relationship between inflation and relevant variables is statistically significant and positive, proving the fuzzy linear regression results as promising. To obtain economic stability and policy precautions, we must examine whether the use of tight monetary policies for coping with inflation leads to unemployment and whether expansionist monetary policies lead to inflation.

### 1 Giriş

Enflasyonist beklentilerin hâkim olduğu, spekülâtif amaçlı hareketlerin gerçekleştiği ekonomilerde bireyler uzun vadeli yatırımlar yapmaktan kaçınmaktadır. Fiyat seviyelerindeki sürekli artış beklentisi mevcut ürünlerin/hizmetlerin arz-talep kapasitesini etkilemektedir. Arz-talep dengesindeki bozulum sorunsalı ise enflasyonun şiddet seviyesini belirlemektedir. Fiyat seviyelerinde stabilizasyonun sağlanabilmesi için ücretlerin belirlenmesinde enflasyon oranının dahil edilmesi fiyat artışlarını ortaya çıkararak beklenen enflasyonda yükselişe ve devamında enflasyon olgusunun sürekliliğine neden olabilmektedir. Enflasyonun ana belirleyici unsurlarından olan enflasyon beklentisi ekonomi aktörlerinin piyasalarda gösterdiği davranışları ve aldığı kararları etkilemektedir. Gelişmekte olan ülkelerdeki üretimin ithalata dayalı gerçekleşmesi nedeniyle döviz paritelerinde meydana gelen değişim hem ithal ürün fiyatlarına hem de üretim maliyetlerine etki etmektedir. İktisadi karar mekanizmalarının üretim istikrarının sağlanması, uluslararası rekabette başarı sağlanması ve ulusal-bireysel satın alma gücünün artırılması için enflasyon sorunsalını dikkate alan kur politikalarını benimsemeleri gerekmektedir (Gül ve Ekinci, 2006). Dalgalı döviz kuru politikaların da ulusal paranın nominal-reel değeri piyasadaki arz-talep koşulları ile serbest şekilde belirlenebildiğinden, ulusal paranın döviz karşısında ani değer kaybetmesi enflasyon sorunsalının oluşmasına neden olmaktadır. Merkez Bankalarının döviz kuruna müdahalede bulunarak piyasaya yabancı para satışında bulunması ise dalgalı döviz kurunun serbest bir şekilde uygulanamamasını ortaya çıkarmaktadır (İşcan, 2018). Kesin olmayan bilgi yapısındaki belirsizliğin karmaşıklığı arttırmasıyla ekonomik ve sosyal alanda ortaya çıkan beklentilere ilişkin yapıların modellenmesinde klasik mantığın iki durumlu yaklaşımı yerine sonsuz değerli yaklaşımın kullanımı ön plana çıkmaktadır. Tahmin yöntemi olan regresyon ile bağımsız değişkenlerin bağımlı değişken arasındaki etkileşiminden yola çıkılarak değişkenler arasındaki sebep-sonuç ilişkileri değerlendirilmektedir. Sebep sonuç ilişkisi bulunan bu değişkenler nicel değişken olmakla birlikte belli ve kesin değerlere sahiptirler. Bununla birlikte bağımlı değişkenlere etki eden nicel değişkenler dışında nitel değişkenlerde bulunmaktadır. Bu değerler ölçülemediği için regresyon modellerine dahil edilememekte ve dolayısıyla regresyon modeli ile tahmin edilen bağımlı değişken değerleri gerçeği tam olarak yansıtamamaktadır. Zadeh (1965), olasılık teorisine alternatif olarak geliştirilen bulanık kümeler kuramının en önemli özelliğinin belirsizlik içeren sayısal ve sözel bilgiyi insan düşünüş tarzına en yakın biçimde modelleyebilmesidir. Bulanık küme teorisi yaklaşımı nitel değişkenlere sayısal olarak değerlendirme olanağı yaratmaktadır. Tanaka ve vd. (1982), bulanık küme teorisinden yararlanarak bulanık doğrusal regresyon yöntemini geliştirmektedir. Bu yöntemle her bir nitel gözlem, üyelik derecesine göre modele sayısal olarak katılmaktadır. Mikro temellere dayanan Yeni Keynes görüşü, enflasyon olgusunun oluşumunda enflasyon beklentisinin yanı sıra reel ekonomik aktiviteyi açıklayan değişkenlerinde etkisi olduğu temeline dayanmaktadır. Yeni Keynesyen yaklaşım temelinde türetilen Yeni Keynesyen Phillips eğrisinde cari enflasyon, beklenen enflasyon ve çıktığı açığı ile birlikte açıklanmaktadır. Ek olarak, çıktı açığı yerine marjinal maliyetin kullanılmasının daha tutarlı sonuçlar vermesi yaklaşımından yola çıkılarak, modelde yer alan reel ekonomik aktiviteye ilişkin göstergeler reel marjinal maliyet ile ilişkilendirilmektedir. Gali ve Gertler (1999), Yeni Keynesyen Phillips eğrisini temel alarak geçmiş enflasyonun

etkisinin de yer aldığı Hibrit Yeni Keynesyen eğrisi modelini ortaya koymaktadır. Genberg ve Pauwels (2003), modeli kullanılarak Türkiye için açık ekonomi Yeni Keynesyen Hibrit Phillips eğrisi tahmini yapılmaktadır.

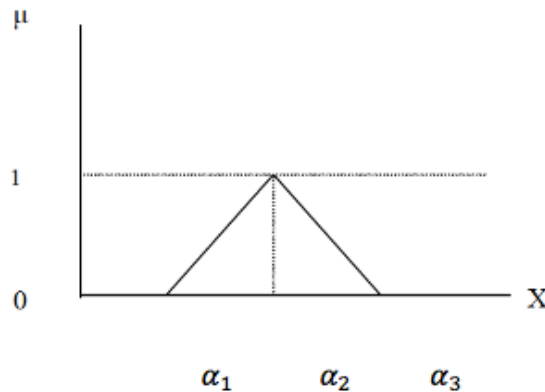
## 2 Ekonometrik Metodoloji

Yargısal yöntem ve ilkelerin incelenmesini ifade eden mantık kavramı, doğru/yanlış olan önermeler (sonuç/karar) ile ilgilenen klasik mantık ve kesin verilere dayanmak yerine yaklaşık değer/anamlara dayanarak eksik veriyi işleme dahil edip çözülmesi zor sorunlara kabul edilebilir sonuçlar öneren bulanık olmak üzere iki şekilde incelenebilmektedir. Her önermenin doğru ya da yanlış olduğu temeline dayanan klasik mantık yaklaşımında girdiler sabit sonuçlar verip kesin doğrulara dayanırken, bulanık mantıkta girdilere ve varsayımlara göre değişen sonuçlar elde edilerek dereceli doğrulara ulaşılmaktadır. Klasik mantık, her önermenin ya doğru ya da yanlış olduğu temel varsayıma dayanmaktadır. Zadeh (1965), doğru yanlış ve arasındaki değerlerde sonsuz doğruluk derecesi olduğunu savunarak bulanık mantık kavramını ortaya koymaktadır. Bulanık teriminin matematiksel niceliği ifade eden bulanık mantık yaklaşımının 0-1 arasındaki benzerlikten ve karşıtlıktan ibaret olduğunu ve bulanık mantık yaklaşımındaki olguların bulanık ve kuralsız olmadığını savunmaktadır (Freksa vd., 2001). Nicel bir yaklaşımla hesaplamayı sağlayan bulanık mantık, klasik matematik yöntemleriyle karmaşık sistemleri modelleme zorunluluğunu ortadan kaldırarak daha niteliksel tanımlama olanağı sağlamaktadır. Bulanık mantıkta bilgi büyük küçük gibi dilsel ifadeler şeklinde olup [0,1] aralığında belirli bir derece ile gösterilmektedir. Klasik küme teorisi kesin olup, doğru ya da yanlış şeklinde iki değerli önermeden oluşan ve iki sonuç arasından başka bir değer alınmayan durumu kapsamaktadır. Kesin kümede sınır koşulların tam olarak belirli olma zorunluluğu bulunmaktadır. Zadeh (1965), bulanık küme kavramını; ait olma dereceleri olan elemanlara sahip bir küme türü olduğunu göstermekte ve elemanlarının her birinin 0-1 arasında üyelik değeri atanabilen üyelik fonksiyonu ile karakterize edilebilmesiyle tanımlanmaktadır. Klasik küme teorisindeki üyelik kavramı '0 veya 1' veya 'siyah-beyaz' gibi ikili kategorileştirme yerine kısmi üyeliğe izin verilen yani gri bölgeyi bir kategoriye sokulmaktadır. [0, 1] aralığında değer alan ve  $\mu(x)$  şeklinde gösterilen X evrensel kümesine ait bir x ögesinin, A klasik kümesine ya da  $\tilde{A}$  bulanık kümesine ait olma derecesini gösteren fonksiyona üyelik fonksiyona denilmektedir. Klasik kümelerle bulanık kümelerde tanımlamalar daha anlamlı olmakta ve klasik kümeler fonksiyonlarla tanımlanırken bulanık kümeler üyelik fonksiyonları ile ifade edilmektedir. En çok kullanılan üçgen üyelik fonksiyonu olmakla birlikte yamuk üyelik fonksiyonu, Pi üyelik fonksiyonu, Gausyan üyelik fonksiyonu, Çan şekilli Üyelik Fonksiyonu, S üyelik fonksiyonu ve sigmodal üyelik fonksiyonları olmak üzere yedi tane üyelik fonksiyonu tanımlanmaktadır.

Üçgen üyelik fonksiyonu üç parametre  $(\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3)$  kullanılarak

$$\mu_{\tilde{A}}(X; \alpha_1, \alpha_2, \alpha_3) = \begin{cases} \alpha_1 \leq X \leq \alpha_2 & \text{ise} & (X - \alpha_1) / (\alpha_2 - \alpha_1) \\ \alpha_2 \leq X \leq \alpha_3 & \text{ise} & (\alpha_3 - X) / (\alpha_3 - \alpha_2) \\ X > \alpha_3 & \text{veya} & X < \alpha_1 & \text{ise} & 0 \end{cases}$$

şeklinde tanımlanmaktadır. Üyelik fonksiyonu kullanılarak, X değişkeninin  $\alpha_1$  alt ve  $\alpha_3$  üst sınırları arasındaki her noktasına ayrı bir üyelik derecesi atanmış olup  $\mu(X) = 1$  olan kısım 'öz' olarak adlandırılmaktadır. Öz'ün sola ve sağa doğru olan ve alt ve üst sınırları aşmayan kısımlara sırasıyla sol yayılım ve sağ yayılım adları verilmektedir.



Şekil 1. Üçgen Üyelik Fonksiyonu (İşbilen, 2005)

Üçgensel üyelik fonksiyonu simetrik ise, sol ve sağ yayılım yerine yarı yayılım veya yarıçap ifadesi kullanılmaktadır. Alt sınırdan üst sınıra kadar olan ve üyelik değeri sıfırdan büyük olan noktaların kümesi dayanak (support) olarak adlandırılmaktadır. Simetrik üçgen üyelik fonksiyonlarında her bir bulanık sayı için, "α" merkez değerini, "c" ise yarı yayılımı göstermektedir. Rastgelelik temeline dayanan klasik regresyon analizinde elde edilen sonuçların doğruluğu verinin doğadan kesin şekilde elde edilmesine bağlı olmaktadır. Klasik regresyonda

gözlemlenen ve tahmin edilen veriler arasındaki sapma, ölçüm hatasından veya parametrelerin rastgeleliğinden kaynaklandığından istatistiksel teknikler veri türlerinin fonksiyonel ilişkisini belirlemede etkili olmaktadır. Klasik regresyon analizinde veriler olasılığa dayalı olmamakla birlikte; insan yargısının veya model yapısının getirdiği belirsizlik nedeniyle gözlemlenen verilere karşılık gelen tahminler arasında önemli sapmalar bulunmaktadır. Bu tür sistemlerde, belirsizlik rastgelelik yerine bulanıklık olgusundan kaynaklanmaktadır. Klasik mantığı temel alan regresyon, düşünme tarzına yakın özellikler taşıyan bulanık sistemlerde yanlış kararlara sebep olabilmektedir. Klasik regresyon analizinde gözlenen ve tahmin edilen değişkenler arasındaki sapma rastsal hatalardan ve tanımlanamayan sistem yapısından veya bulanık gözlemlerden kaynaklanmaktadır. Bulanık regresyon, gözlenen değerler ile hesaplanan değerler arasındaki sapmaların; klasik regresyondaki gibi ölçüm ve gözlem hatalarından değil, sistem parametrelerinin (model katsayılarının) bulanıklığından kaynaklandığını temel aldığından bulanık regresyonda hata miktarı, modeldeki bulanık parametrelerin yayılımlarının toplamına eşit olmaktadır. Tahminler ile gözlem değerleri arasındaki uyumun ölçüsü  $h$  terimi olarak gösterilmektedir. Klasik doğrusal regresyon modelinde bağımlı değişkeni açıklama ihtimali olan ancak modele dahil edilmemiş bazı değişkenler yerine hata terimi kullanılmaktadır. Model kurulurken yapılmı ihtimali olan hatalar tek bir hata teriminde toplanmaktadır. Bulanık regresyonda ise hata tüm model katsayılarına dağıtılarak parametreler belli bir bulanıklık seviyesinde tahmin edilmektedir.  $h$  terimi olarak ifade edilen bulanıklık seviyesi  $[0, 1]$  aralığında sonsuz değer almaktadır. Veri kümesinin modele uygunluğunun tanımlanmasını sağlayan  $h$  terimi, veri kümesiyle ilgili şüpheler doğrultusunda bulanıklık seviyesini göstermektedir. Bu durum veri kümesindeki doğruluğu, kümenin tam olup olmaması veya ölçümdeki hatalar göz önüne alındığında  $h$  seviyesi kadar güvenilir olduğunu göstermektedir.  $h=1$  olması durumunda klasik regresyonda gözlem değerlerinde bulanıklık olmadığı varsayılmaktadır.  $h$  seviyesinin gerçeğe en yakın tahminler üretebilen değeri hakkında farklı çalışmalar ( $h$  düzeyi değerleri  $[0, 0.9]$  aralığında değişmekte) olmakla birlikte,  $h$  değerinin uygun değerlerinin belirlenmesiyle yapılan bulanık tahminlerin başarılı olduğu belirtilmektedir.

$\tilde{Y}_i$  bulanık tahminleri,  $Y_i$  bağımlı değişkenine ilişkin veriler reel değerli oldukları halde  $X_j$  reel değerli açıklayıcı değişkenlerinin bulanık  $\tilde{A}_j$ 'ler ile çarpılarak toplanması sonucunda bulanık olarak elde edilmektedir.  $\tilde{Y}_i$  bulanık aralıklarının  $Y_i$ 'leri kapsama koşulunda,  $\sum_j \alpha_j X_{ij}$ , bulanık aralık tahmininin merkezini ve  $c_j |X_{ij}|$  yayılımlarını göstermekte gözlem sayısı  $n$  ve açıklayıcı değişken sayısı  $k$  olmak üzere üzere

$$\begin{aligned} \sum_j \alpha_j X_{ij} + L^{-1}(h) \sum_j c_j |X_{ij}| &\geq y_i \\ \sum_j \alpha_j X_{ij} - L^{-1}(h) \sum_j c_j |X_{ij}| &\leq y_i \quad i=1,2,\dots,n \quad j=0,1,\dots,k \quad c_j \geq 0 \end{aligned} \quad (1)$$

iki kısıt şeklinde yazılabilmektedir. Kısıt sayısı  $(2 \times n)$  gözlem sayısı ( $n$ ) ile belirlemektedir.  $Y_i$ 'ye soldan ve sağdan yaklaşarak bir aralık tahmin elde edilmektedir. Açıklayıcı değişken sayısının artması ya da azalması kısıt sayısını değiştirmemekle birlikte kısıtların niteliği değişeceğinden yeniden yazılması gerekmektedir. Bulanık regresyon analizinde amaç,  $\tilde{Y}_i$  tahminlerini en az bulanıklıkla elde etmek olduğundan ve  $\tilde{A}_j$  parametrelerinin toplam yayılımı  $(c_0 + c_1 + c_2 + \dots + c_k)$  minimize edilmek istendiğinde doğrusal programlama problemindeki amaç fonksiyonu

$$\min (c_0 + c_1 + c_2 + \dots + c_k) \quad (2)$$

şeklinde elde edilmektedir. Yayılımların uygun ve doğru bir şekilde elde edilebilmesi  $h$  değerinin seçimine bağlı olduğundan tahmin edilen bulanık aralıkların, gerçek  $y_i$  gözlem değerlerini en az  $h$  olasılıkla kapsaması gerekmektedir.

Klasik regresyon analizinde gözlemlenen ve tahmin edilen değerler arasındaki sapmanın gözlem hatalarından kaynaklanmakla birlikte; bulanık regresyon analizinde sapmalar sistem yapısının belirsizliğinden ve parametrelerin bulanıklığından kaynaklanmaktadır. Tanaka (1982), bulanık parametreleri üçgensel simetrik bulanık sayı olarak tanımlayarak gözlenen veriler için uygun bir regresyon modeli oluşturmaktadır. Regresyon katsayıları bulanık sayılar olduğundan bağımlı değişken  $Y$  değeri de bulanık olmaktadır. Tek bağımsız değişkenli ( $X$ ) bulanık regresyon analizi,  $A_0$  bulanık etkileşim katsayısı ve  $A_1$  bulanık eğim katsayısı olmak üzere

$$\tilde{Y} = \tilde{A}_0 + \tilde{A}_1 X \quad (3)$$

şeklinde gösterilmektedir. Her bulanık parametre için merkezi değeri  $\alpha_i$ , yayılım değeri  $c_i$  olan simetrik üçgen üyelik fonksiyonları  $\tilde{A}_i = (\alpha_i, c_i)$  olarak elde edilmektedir. Bulanık doğrusal regresyon modeli, bağımsız değişken vektörü ve üyelik fonksiyonu

$$\begin{aligned} \tilde{Y} &= \tilde{A}_0 X_0 + \tilde{A}_1 X_1 + \dots + \tilde{A}_N X_N = \tilde{A} X \\ X &= [X_0, X_1, \dots, X_N]^T \\ \tilde{A} &= [\tilde{A}_0, \tilde{A}_1, \dots, \tilde{A}_N]^T \end{aligned} \quad (4)$$

şeklinde yazılmaktadır. Doğrusal programlamaya dayalı Tanaka (1982) yöntemi, tahmin değerlerinin gözlem değerlerini belirli bir  $h$  düzeyindeki kısıt altında bulanık parametrelerin toplam yayılımlarını minimize etmektedir. Burada  $\tilde{Y} = (\tilde{y}_i, e_i)$  gözlenen verinin bulanık değeri olmak üzere  $\tilde{y}_i$  bulanık merkez değeri,  $e_i$  yayılımın ölçüsü olarak tanımlanmaktadır (Chang ve Ayyub, 2001).

Gözlem değeri  $\tilde{Y} = (\tilde{y}_i, e_i)$  olmak üzere

$$\mu_{\tilde{Y}_j}(y_i) = \begin{cases} 1 - \frac{|y_i - \bar{y}_i|}{e_i}, & \bar{y}_i - e_i \leq y_i \leq \bar{y}_i + e_i \\ 0 & \text{ö. d.} \end{cases} \quad (5)$$

şeklinde gösterilmektedir. Bulanık katsayıların üyelik fonksiyonu

$$\mu_{\tilde{A}_j}(a_j) = \begin{cases} 1 - \frac{|a_j - \alpha_j|}{c_j}, & \alpha_j - c_j \leq a \leq \alpha_j + c_j \\ 0 & \text{ö. d.} \end{cases} \quad (6)$$

şeklinde elde edilmektedir. Amaç fonksiyonu

$$\tilde{Y} = (\alpha_0, c_0) + (\alpha_1, c_1)X_{i1} + (\alpha_2, c_2)X_{i2} + \dots + (\alpha_N, c_N)X_{iN} \quad (7)$$

şeklinde verilmektedir. Doğrusal programlama modeli ise

$$\begin{aligned} \min J &= \sum_{j=0}^N (c_j \sum_{i=1}^M |x_{ij}|), \\ \sum_{j=0}^N \alpha_j X_{ij} + (1-h) \sum_{j=0}^N c_j |X_{ij}| &\geq \bar{y}_i + (1-h)e_i \quad \forall i = 1, 2, \dots, M \\ \sum_{j=0}^N \alpha_j X_{ij} + (1-h) \sum_{j=0}^N c_j |X_{ij}| &\leq \bar{y}_i - (1-h)e_i \quad \forall i = 1, 2, \dots, M \\ c_j &= 0, \quad \alpha_j \in R, \quad X_{i0} = 1, \quad 0 \leq h \leq 1; \quad \forall i = 1, 2, \dots, M, \forall j = 1, 2, \dots, N \end{aligned} \quad (8)$$

şeklinde ifade edilmektedir

Tanaka'nın bulanık doğrusal regresyon modelinde  $h$  değerinin yalnızca tahmin edilen  $\tilde{Y}_i$ 'lerin dağılımlarına  $(c_0 + \sum_{j=1}^m c_j |x_{ji}|)$  değil aynı zamanda  $\tilde{Y}_i$ 'lerin merkez değerlerinin uzaklıklarına da  $(\alpha_0 + \sum_{j=1}^m \alpha_j x_{ji})$  bağlı olmaktadır. Model yapısı,  $\tilde{Y}_i$  dağılımlarının toplamının minimize edilmesi ve daha gerçekçi olması gerektiği için  $\bar{h}$  değerini de içeren başka amaç fonksiyonunun eklenmesiyle türetilmektedir.

$i = 1, 2, \dots, n$   $c_j \geq 0$ ,  $j = 1, 2, \dots, m$  iken  $d_i = |y_i(\alpha_0 \sum_{j=1}^m \alpha_j x_{ji})|$  olmak üzere

$$\min J : SF + d_i = \sum_{i=1}^n (c_0 + \sum_{j=1}^m c_j |x_{ji}|) + \sum_{i=1}^n d_i \quad (9)$$

$$0 \leq h_i = 1 - d_i / (c_0 + \sum_{j=1}^m c_j |x_{ij}|)$$

şeklinde gösterilmektedir. Bulanık doğrusal regresyon modelinin yeniden gözden geçirilmiş yöntemi, Tanaka (1982) modeline göre daha az sistem bulanıklığı ve daha iyi sonuçlar verdiği gözlemlenmektedir. Belirlenen  $h$  derecesine bağlı olarak modelde geçerli olan kısıtlar, kısıtı belirlenen en az  $h$  derecesi kadar  $\tilde{Y}_i$ 'ye bağlı olmaya zorlanmaktadır. Yeniden gözden geçirilmiş bulanık doğrusal regresyon modeli kullanılarak elde edilen sistem ortalama uyumluluk derecesi, Tanaka (1982) bulanık doğrusal regresyon modeline göre iyileşme sağlamaktadır.

Savic ve Pedrycz (1991), klasik doğrusal regresyon yöntemini minimum bulanıklık kriteri ile birleştirerek bulanık regresyon yöntemini geliştirmektedir. Bulanık gözlemlerin merkezi değerleri ile ilgili mevcut bilgiler kullanılarak bir regresyon doğrusu geliştirilmekte ve bulanık veriler basitleştirilmiş kesin veriler şeklinde regresyon analizine dahil edilmektedir. Elde edilen bulgular sonucu bulanık regresyon katsayılarının merkezi değer olarak ele alınarak bulanık katsayılar minimum bulanıklık kriteri kullanılarak hesaplanmaktadır. Bulanık katsayıların genişliği

$$\begin{aligned} \min S &= nc_0 + c_1 \sum_{i=1}^N |X_{ij}| \\ c_0 &\geq 0, \quad c_1 \geq 0 \\ \sum_{j=0}^N \alpha_j X_{ij} + (1-h) \sum_{j=0}^N c_j |X_{ij}| &\geq \bar{y}_i + (1-h)e_i \quad \forall i = 1, 2, \dots, M \\ \sum_{j=0}^N \alpha_j X_{ij} + (1-h) \sum_{j=0}^N c_j |X_{ij}| &\leq \bar{y}_i - (1-h)e_i, \quad \forall i = 1, 2, \dots, M \end{aligned} \quad (10)$$

kullanılarak hesaplanmaktadır (Savic ve Pedrycz, 1991).

### 3 Bulgular

Çalışma kapsamında açık ekonomi varsayımı altında enflasyonun beklenen enflasyon ve marjinal maliyet ile ilişkisinin 2002Q3–2019Q3 çeyreklik dönemleri temel alınarak bulanık regresyon analizi tahminleme yöntemi ile ortaya çıkartılması amaçlanmaktadır. Bu çerçevede, enflasyon değişkeninin oluşturulmasında 2003 temel-baz yılına göre tüketici fiyat endeksi veri setinden, beklenen enflasyon değişkeninin oluşturulmasında on iki (12) ay sonrasına ilişkin yıllık tüketici fiyat endeksi beklentisinin aritmetik ortalaması veri setinden yararlanılmaktadır. Emek payı (iş gücü payı) ile nominal döviz kuru serileri kullanılarak ise Pauwels ve Genberg (2005) tipi reel marjinal endeksi hesaplanmaktadır. Değişkenlere ilişkin veriler Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) veri tabanı ve Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası Elektronik Veri Dağıtım (EVDS) sisteminden elde edilmektedir. Tablo 1'de çalışmada yer alan değişkenlere ilişkin tanımlayıcı test istatistikleri ve birim kök sonuçlarına yer verilmektedir.

ADF ve PP test sonuçları incelendiğinde enflasyon, beklenen enflasyon ve OMC değişkenleri için hesaplanan test istatistiğinin %5 önem düzeyinde tüm kritik değerlerden küçük olduğu ve yokluk hipotezi reddedildiğinden birim kök içermediği yani serilerin durağan olduğu sonucuna varılmaktadır. Çalışma kapsamında kurgulanan model yapısında, açık ekonomi varsayımı altında Yeni Keynesyen Phillips eğrisi modeli çerçevesinde bağımsız

değişken olarak çıktı açığı yerine reel marjinal maliyetler değişkeni (OMC) ele alınmaktadır. Tahmin edilen denklem Genberg ve Pauwels (2005) tipi hibrit açık ekonomi formunda iş gücü payı ve nominal döviz kuru serilerinden oluşturulmaktadır. Durağanlığı baz alınarak serilerin açık ekonomi formuna göre tanımlanan hibrit Phillips eğrisi Türkiye için beklenen enflasyon oranı ve açık ekonomideki reel marjinal maliyet oranının enflasyon oranına olan etkisini belirlemek için regresyon modeli oluşturularak EKK tahminleri elde edilmektedir. Enflasyon oranının bir gecikmeli değerinin ( $X_1$ ) %5 önem düzeyinde enflasyon üzerinde istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif yönde etkili olduğu ( $\beta_1 = 0.24$ ), beklenen enflasyon oranının ( $X_2$ ), %5 önem düzeyinde enflasyon üzerinde istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif yönde etkili olduğu ( $\beta_2 = 0.05$ ), reel marjinal maliyetin bir önceki dönemi ( $X_3$ ), %5 önem düzeyinde enflasyon üzerinde istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif yönde etkili olduğu ( $\beta_3 = 0.11$ ) ve reel marjinal maliyetin iki önceki dönemi ( $X_4$ ) %5 önem düzeyinde enflasyonu istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif yönde etkilediği ( $\beta_4 = 0.19$ ) gözlemlenmektedir. Doğrusal programlama ve bulanık en küçük kareler yaklaşımı ile çalışma kapsamında bulanık regresyon analizine göre farklı h düzeyleri (h=0.5, h=0.7, h=0.9) ele alınmaktadır. Açık ekonomi varsayımı altında doğrusal programlama yaklaşımından Tanaka yöntemi, Revize bulanık doğrusal regresyon yöntemi ve bulanık en küçük kareler yaklaşımından ise Savic-Pedrycz yöntemleri kullanılmıştır. Doğrusal programlama ve bulanık en küçük kareler yaklaşımı ile çalışma kapsamında bulanık regresyon analizine göre farklı h düzeyleri (h=0.5, h=0.7, h=0.9) ele alınmaktadır. Açık ekonomi varsayımı altında doğrusal programlama yaklaşımından Tanaka yöntemi, Revize bulanık doğrusal regresyon yöntemi ve bulanık en küçük kareler yaklaşımından ise Savic-Pedrycz yöntemleri kullanılmıştır.

<b>Enflasyon (ENF)</b>				
Ortalama	2.342968	Standart hata	1.860221	
Minimum değer	-0.370570	Maksimum değer	9.234018	
Çarpıklık	1.337868	Basıklık	5.488224	
Jarque-Bera	38.38361	Anlamlılık düzeyi	0.000000	
<b>Beklenen Enflasyon (BENF)</b>				
Ortalama	-2.228714	Standart hata	10.54070	
Minimum değer	-24.46919	Maksimum değer	34.86962	
Çarpıklık	0.638785	Basıklık	4.964261	
Jarque-Bera	15.78520	Anlamlılık düzeyi	0.000373	
<b>Reel Marjinal Maliyet (OMC)</b>				
Ortalama	4.425572	Standart hata	3.488865	
Minimum değer	-4.551366	Maksimum değer	14.05630	
Çarpıklık	0.050470	Basıklık	3.564512	
Jarque-Bera	0.945479	Anlamlılık düzeyi	0.623293	
<b>Birim Kök Sonuçları</b>				
		ENF	BENF	OMC
ADF	<b>I(0)</b>	-6.0065**	-3.6670**	-3.4368**
P-P	<b>I(0)</b>	-5.8492**	-5.8569**	-13.2358**

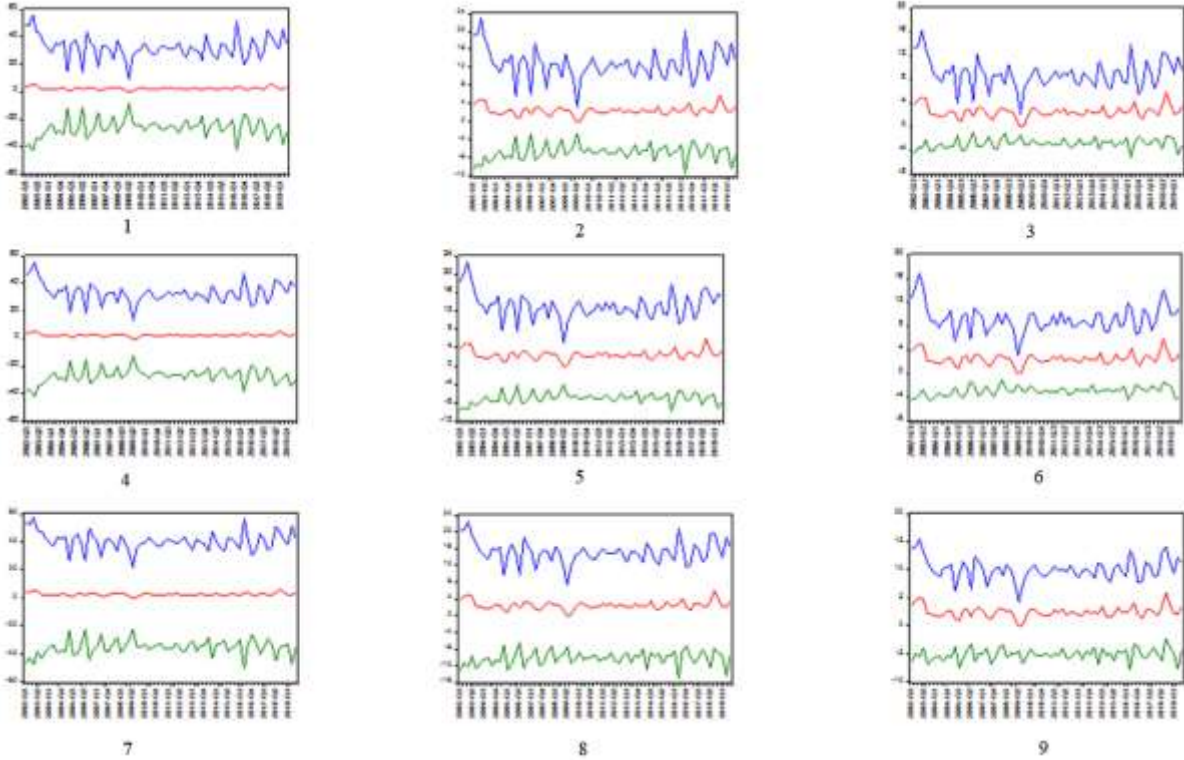
**Tablo 1. Değişkenlere İlişkin Tanımlayıcı Test İstatistikleri ve Birim Kök Sonuçları**

	Tanaka Yöntemi			Revize Yöntemi			Savic- Pedrycz EKK Yöntemi		
	H=0.5	H=0.7	H=0.9	H=0.5	H=0.7	H=0.9	H=0.5	H=0.7	H=0.9
$A_0$	(1.174;3.365)	(1.174;5.608)	(1.174;16.824)	(1.176;3.504)	(1.146;6.335)	(1.118;18.727)	(0.668;5.768)	(0.668;9.613)	(0.668;28.838)
$A_1$	(0.382;0.311)	(0.382;0.518)	(1.174;1.555)	(0.434;0.349)	(0.394;0.497)	(0.398;1.527)	(0.245;0.193)	(0.245;0.322)	(0.245;0.967)
$A_2$	(0.028;0)	(0.028;0)	(0.028;0)	(0.043;0)	(0.016;0)	(0.016;0)	(0.047;0)	(0.047;0)	(0.047;0)
$A_3$	(0.168;0.386)	(0.168;0.644)	(0.168;1.931)	(0.120;0.727)	(0.144;0.460)	(0.153;1.475)	(0.116;0.324)	(0.116;0.540)	(0.116;1.619)
$A_4$	(0.052;0.027)	(0.052;0.046)	(0.052;0.138)	(0.096;0.135)	(0.087;0.127)	(0.082;0.329)	(0.191;0)	(0.191;0)	(0.191;0)
<b>Toplam Bulanıklık</b>	404.4361	675.0601	2022.180	511.9009	786.8751	2168.775	524.1087	873.5144	2620.543
<b>Uyum Ölçüsü</b>	0.76	0.85	0.95	0.78	0.86	0.95	0.84	0.90	0.95

**Tablo 2. Açık Ekonomi Varsayımı Altında Yöntemlerin Karşılaştırılması**

Tablo 2’de yer alan doğrusal programlamaya dayalı Tanaka yöntemi ile Revize Tanaka yöntemi ve bulanık en küçük kareler yöntemine dayanan Savic-Pedrycz yöntemi ele alındığında kısıtlarla birlikte minimazasyon amaç fonksiyonlarının çözümünden elde edilen değişkenlere ilişkin bulanık parametre değerleri, toplam bulanıklık

değerleri ve modellere ilişkin ortalama uyum ölçüleri verilmektedir. Üç yöntem incelendiğinde  $h$  uyum ölçüsündeki artışa göre ortalama uyum ölçüsünün ve toplam bulanıklığın arttığı tespit edilmektedir.  $h=0.5$ ,  $h=0.7$  ve  $h=0.9$  uyum ölçüleri ele alındığında Savic-Pedrycz yönteminin diğer iki yöntemle göre daha üstün olduğu sonucuna ulaşılmaktadır. Bununla birlikte, toplam bulanıklık kapsamında inceleme yapıldığında Tanaka yönteminin, Revize Tanaka yöntemi ve Savic-Pedrycz yöntemine göre daha kullanışlı olduğu bulgusuna varılmaktadır. Savic-Pedrycz yöntemi, modele ilişkin uyum ölçüsünü arttırırken modeldeki toplam bulanıklığın da artmasına neden olmaktadır.



**Not:** \*(1), (2), (3) sırasıyla uygunluk derecesinin 0.5, 0.7 ve 0.9 olduğu Tanaka Modeli; (4), (5), (6) sırasıyla uygunluk derecesinin 0.5, 0.7 ve 0.9 olduğu Revize Tanaka Modeli ve (7), (8), (9) sırasıyla uygunluk derecesinin 0.5, 0.7 ve 0.9 olduğu Savic- Pedrycz Modelini göstermektedir.

**Tablo 3:** Açık Ekonomi Varsayımı Altında Elde Edilen Eğri Grafikleri

Tablo 3’de yer alan alt (yeşil)- üst (mavi) eğriler incelendiğinde, tahmin edilen bulanık doğrusal regresyon aralığı klasik en küçük kareler tahmini değerlerini (kırmızı) kapsadığı gözlemlendiğinden bulanık doğrusal regresyon tahmin sonuçlarının başarılı olduğu ifade edilebilmektedir. Uygunluk derecesi olarak gösterilen  $h$  değerlerine göre eğrilerin dağılımında herhangi bir değişiklik gözükmemekle birlikte yayılımlar arasındaki alanın daralarak, daha az bulanıklık seviyesi oluşturduğu gözlemlenmektedir.

#### 4 Sonuç ve Öneriler

Enflasyon ve işsizlik olguları arasındaki ilişkiden yola çıkılarak ortaya konan politikalarda tüketici ile üretici arasındaki etkileşimi içinde barındıran yapısal davranışların ele alınmaması sonucunda etkinliğini yitiren Phillips eğrisi, Keynesyen dinamik rassal denge modellerinin gelişimiyle tekrardan ön plana çıkmaktadır. Bireylerin uygulanan politikalara karşı belli davranışlar sergileyerek beklentilerini geçmişe ait verilerle oluşturduğu uyumlu beklentiler yerine, en uygun bilgi temeline dayanan ve bekleyişleri esas alarak hareket eden rasyonel beklentilerin Phillips eğrisi kuramı çerçevesinde ele alınmasıyla Yeni Keynesyen Phillips eğrisi yaklaşımına geçiş yapılarak enflasyon mekanizmasının geleceğe yönelik olarak kurgulanması sağlanmaktadır. Bununla birlikte, enflasyon dinamiklerinde sadece ileriye dönük değil geçmişe dönük bileşenlerinde etkili olması nedeniyle ortaya çıkan hibrit (melez) Yeni Keynesyen Phillips eğrisi yaklaşımının kullanımı daha etkin sonuçlar sağlamaktadır. Makroekonomik değişkenlerde ortaya çıkan belirsizlikler hem risk algısını ortaya çıkarmakta hem de değişkenler arasındaki ilişkilerin etkileşim yapılarını etkileyebilmektedir. Belirsizliğin etkin olduğu ortamlarda değişkenler arasındaki etkileşim bulanık yöntemler ile daha gerçekçi şekilde yansıtılabilmektedir. Klasik regresyon yönteminde gözlem ile tahmin değerleri arasındaki sapmalar ölçüm ve gözlem hatalarından kaynaklanırken; bulanık regresyon yönteminde sistem parametrelerinin bulanıklığından kaynaklanan hata, modelde yer alan bulanık parametrelerin yayılımlarının toplamı olarak ifade edilmektedir. Çalışma kapsamında, enflasyon ile ilgili değişkenler arasındaki ilişkilerin ortaya çıkartılmasında bulanık mantık temeline dayanan bulanık regresyon

analizi kullanılmasıyla sistem güvenilirliği artırılarak maliyetlerde belirgin düşüşler sağlanmış ve klasik mantığa dayanan yöntemlerin yetersizliği kaldırılmıştır. Açık ekonomi varsayımı göz önüne alınarak, 2002:Q3 – 2019:Q3 çeyreklik dönemlerinde, enflasyon olgusunun beklenen enflasyon ve marjinal maliyet ile ilişkisi bulanık regresyon analizi tahminleme yöntemlerinden, doğrusal programlamaya dayalı Tanaka Yöntemi ile Revize Tanaka Yöntemi ve bulanık en küçük kareler yöntemine dayanan Savic-Pedrycz yöntemi kullanılarak ortaya çıkartılmıştır Varsayım kapsamında üç yöntemin uyum ölçüsünün artışına bağlı olarak ortalama uyum ölçüsünün ve toplam bulanıklığın arttığı belirlenmiştir. Alt ve üst eğriler incelendiğinde ise tahmin edilen bulanık doğrusal regresyon aralığının klasik en küçük kareler tahmini değerlerini kapsadığı gözlemlenmiş ve bulanık doğrusal regresyon tahmin sonuçlarının başarılı olduğu ifade edilmiştir. Bu çerçevede, bulanık mantığın regresyon modellerine uygulanmasıyla hem karar mekanizmalarında esneklik sağlanmış hem de klasik yöntemlerde modele alınmayan değişkenlere ilişkin bilgiler modelde yer alarak daha başarılı tahminler elde edilebilmiştir.

Çalışma kapsamında, kurulan model incelendiğinde beklenen enflasyonun enflasyon üzerinde istatistiksel olarak anlamlı ve aynı (pozitif) yönlü etkiye sahip olduğu tespit edildiğinden; Türkiye’de mevcut olan değişen enflasyon yapısı nedeniyle ekonomik yapı içinde endeksleme olgusunun hâkim olması ve enflasyon beklentilerinin ağırlıklı olarak geçmiş enflasyona endekli olmasından dolayı fiyatlama davranışlarında enflasyon beklentisinin etkili olduğu sonucuna varılmıştır. Döviz kurunun reel marjinal maliyet endeksi içerisinde değerlendirilmesiyle enflasyon ile reel marjinal maliyet arasındaki ilişki istatistiksel olarak anlamlı ve aynı yönlü (pozitif) olarak belirlenmiştir. Bu çerçevede, Türkiye ekonomisinde ithal girdi maliyetlerinin üreticiler açısından fiyatlama kararlarında ve enflasyon beklentileri üzerinde etkiye sahip olmasından dolayı döviz kurunun dolaylı olarak yer aldığı marjinal maliyet endeksi veri olarak alındığında, kalkınma açısından yurtdışı sermaye ve ihracat gelirine önemli ölçüde ihtiyaç duyan ekonomilerde döviz kuru gelişmeleri enflasyon üzerinde de doğrudan etkili olmaktadır.

Bu çalışma DOĞAÇ ACAROĞLU’nun Trakya Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü’ne 04.06.2021 tarihinde sunulan “AÇIKLIK VE KAPALILIK VARSAYIMLARI ALTINDA YENİ KEYNESYEN HİBRİT (MELEZ) PHİLLİPS EĞRİSİNİN BULANIK DOĞRUSAL REGRESYON MODELLEMESİ” başlıklı yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

### Kaynakça

- Abuşoğlu, Ö., “Döviz Kuru ve İhracat Üzerine Etkisi: 1980-1988 Dönemi”, Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği Yayınları, Ankara 1990.
- Acaroğlu, D. (2021). “Açıklık ve Kapalılık Varsayımları Altında Yeni Keynesyen Hibrit (Melez) Phillips Eğrisinin Bulanık Doğrusal Regresyon Modellemesi” Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi.
- Barro, R.J., Gordon, D.B., “Rules, Discretion and Reputation in A Model Of Monetary Policy”, *National Bureau Of Economic Research Working Paper Series*, Sayı:1079, 1983
- Başaran, M. A., “Çok Değişkenli Bulanık Regresyonda Parametre Tahmini”, (Doktora Tezi) *Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara 2007.
- Chang, P. ve Lee, E. S., “Fuzzy linear regression with spreads unrestricted in sign” *Computers Math. Applications*. Sayı: 28, 1994, 61-70.
- Chang, P. ve Lee, E. S., “A Generalized Fuzzy Weighted Least-Squares Regression” *Fuzzy Sets and Systems*. Sayı: 82, 1996, 289-298.
- Çamlıca, F., “Yeni Keynesyen Bir Bakış Açısıyla Türkiye Enflasyon Dinamikleri Yönünden Yapısal Analizi” (Uzmanlık Yeterlilik Tezi) *Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası İletişim ve Dış İlişkiler Genel Müdürlüğü*, Ankara 2010.
- Diamond, P., “Fuzzy Least Squares” *Information Sciences*, Sayı:46, 1988, 141-157
- Elmas, Ç., “Bulanık Mantık Denetleyiciler: Kuram, Uygulama, Sinirsel Bulanık Mantık” Seçkin Yayıncılık, Ankara 2003.
- İşbilen Yücel, L., “Bulanık Regresyon: Türkiye’de 1980-2004 Döneminde Kayıt Dışı Ekonominin Bulanık Yöntemlerle Tahminine İlişkin Bir Uygulama” (Yüksek Lisans Tezi) *İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü* İstanbul 2005.
- Nasibov, E.N., “Fuzzy Least Squares Regression Model Based of Weighted Distance Between Fuzzy Numbers” *Automatic Control and Computer Sciences*, Sayı:41(1), 2007 10–17.
- Nazarko, J., Zalewski, W., “An Application of the Fuzzy Regression Analysis to the Electrical Load Estimation”, *IEEE*, 1996, 1563 – 1566.
- Pedrycz, W., “Fuzzy Control and Fuzzy Systems” Taunton Research Studies Pres John Wiley & Sons, 1989, 225.
- Pedrycz, W., Gomide, F., “An Introduction To Fuzzy Sets” *Analysis and Design*, Cambridge, MASS: MIT Press, 1998.

- Ross, T. J., “*Fuzzy Logic with Engineering Applications*” John Wiley & Sons, 2007, 37-39.
- Shapiro, A.F., “*Fuzzy regression models.*” State College: USA Penn State Universty, 2005, 1-17.
- Tanaka, H., Ishibuchi, H., “Identification of Possibilistic Linear Systems by Quadratic Membership Functions of Fuzzy Parameters” *Fuzzy Sets and Systems*, Sayı:41, 1991, 145-160.
- Yen, J., Langari R., 1999. “*Fuzzy Logic Intelligence, Control, and Information*” Prentice Hall, New Jersey 1999.