

# Türkiye Ekonomisi İçin Doğal Faiz Oranının Tahmin Edilmesi: Para Politikası İçin Çıkarımlar

## Estimating the Natural Interest Rate for the Turkish Economy: Insights for Monetary Policy

Metin TETİK

Uşak Üniversitesi Uygulamalı Bilimler Fakültesi,  
Finans ve Bankacılık Bölümü, Uşak, Türkiye



### ÖZ

Doğal faiz oranı, para politikasının şekillendirilmesinde ve iktisadi kararların yönlendirilmesinde önemli rol oynamaktadır. Bu çalışma Türkiye için doğal faiz oranını yapısal VAR (SVAR), indirgenmiş form ve Hodrick-Prescott (HP) filtresi olmak üzere üç farklı ekonometrik yaklaşım kullanarak tahmin etmektedir. Çalışma, 2006-2023 yılları arasındaki verileri kullanarak, Türkiye'deki faiz oranı farkının dinamiklerinin kapsamlı bir analizini sunmaktadır. İndirgenmiş form yaklaşımı ve HP filtresi belirli dönemlerde önemli reel faiz oranı açığı varlığına işaret ederken, SVAR yaklaşımı tahmin sürecindeki döngüsellığe bağlı olarak nispeten daha küçük bir reel faiz oranı açığı ortaya koymaktadır. Ortalama olarak, her üç yöntemden elde edilen doğal faiz oranı tahminleri karşılaştırılabilir olmakla birlikte, SVAR ve HP yaklaşımları indirgenmiş form yaklaşımından daha yüksek tahminler vermektedir. Ayrıca, reel faiz oranı farkının oynaklığı SVAR yaklaşımında en düşük seviyededir. Bu sonuçlar, doğal faiz oranının oynaklığı göz önüne alındığında, fiyat istikrarını korumak için aktif bir para politikasının benimsenmesinin önemini ve alınan politika kararlarında DFO'nu dikkate alması gerektiğini vurgulamaktadır.

**JEL Kodları:** E43, E52, C13

**Anahtar Kelimeler:** Faiz Oranları, Para Politikası, Ekonometrik Tahmin

### ABSTRACT

The natural interest rate plays an important role in shaping monetary policy and guiding economic decisions. This paper estimates the natural interest rate for Turkey using three different econometric approaches: structural VAR (SVAR), reduced form, and Hodrick-Prescott (HP) filter. The paper provides a comprehensive analysis of the dynamics of the interest rate differential in Turkey using data for the period 2006-2023. While the reduced-form approach and the HP filter indicate the existence of a significant real interest rate gap in certain periods, the SVAR approach reveals a relatively smaller real interest rate gap due to the procyclicality in the estimation process. On average, the natural interest rate forecasts from all three methods are comparable, but the SVAR and HP approach yields higher forecasts than the reduced-form approach. Moreover, the volatility of the real interest rate spread is the lowest in the SVAR approach. Given the volatility of the natural interest rate, these results emphasize the importance of adopting an active monetary policy to maintain price stability and to take into account the natural interest rate in policy decisions.

**JEL Kodları:** E43, E52, C13

**Keywords:** Interest Rates, Monetary Policy, Estimation

### Giriş

Doğal faiz oranı, bir ekonomide şokların olmadığı durumda geçerli olması beklenen faiz oranı olarak kabul edilir ve ekonomiyi tam istihdam ve fiyat istikrarında tutacak faiz oranı olarak tanımlanır. Doğal faiz oranının değeri, özellikle merkez bankalarının para politikasını etkilediği için önemlidir. Merkez bankaları, gecelik krediler için ticari bankalara uyguladıkları faiz oranı olan politika faiz oranını belirlerken genellikle bu oranı referans olarak kullanmaktadırlar. Politika faiz oranı diğer piyasa faiz oranlarını etkileyerek ekonomik faaliyeti ve enflasyonu etkilemektedir. Politika faiz oranının doğal faiz oranının altında olması, para politikasının genişlemeci olduğu, ekonomiyi canlandırdığı ve enflasyonu artırdığı anlamına gelir. Politika faiz oranının doğal faiz oranının üzerinde olması ise para politikasının daraltıcı olduğu, ekonomiyi yavaşlattığı ve enflasyonu düşürdüğü anlamına gelmektedir. Bu nedenle, merkez bankalarının makroekonomik hedeflerine ulaşmak için doğal faiz oranını tahmin etmeleri ve politika faiz oranını buna göre ayarlamaları gerekmektedir. Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası (TCMB) politika faiz oranını enflasyon hedefi ve diğer makroekonomik göstergelere göre belirlemektedir. TCMB, doğal faiz oranı tahminini açıkça ilan etmemekte, ancak para politikasının duruşunu değerlendirmek için çeşitli göstergeleri ve modelleri izlemektedir. Bunun yanında, doğal faiz oranı aynı zamanda yatırımcıların ve tüketicilerin gelecekteki ekonomik koşullara ilişkin beklentilerine dayanarak karar vermelerine de yardımcı olmaktadır.

Türkiye'de doğal faiz oranı doğrudan gözlemlenebilir değildir, ancak farklı model ve yöntemler kullanılarak tahmin edilebilmektedir. Bu çalışma, Yapısal VAR (SVAR) yaklaşımı, indirgenmiş form yaklaşımı ve Hodrick-Prescott (HP) filtre yaklaşımı olmak üzere üç farklı ekonometrik yaklaşım kullanarak Türkiye için doğal faiz oranını (DFO) tahmin etmeyi amaçlamaktadır. Çalışma, bu tamamlayıcı yöntemleri benimseyerek, 2006'dan 2023'e kadar olan örneklem dönemi boyunca DFO davranışının farklı yönlerini yakalayan kapsamlı bir analiz sunmaktadır.

Geliş Tarihi/Received 18.01.2024  
Kabul Tarihi/Accepted 26.07.2024  
Yayın Tarihi/Publication Date 15.10.2024

Sorumlu Yazar/Corresponding author:

E-mail: [metin.tetik@usak.edu.tr](mailto:metin.tetik@usak.edu.tr)

Cite this article: Tetik, M., (2024). Estimating the Natural Interest Rate for the Turkish Economy: Insights for Monetary Policy. *Trends in Business and Economics*, 38(4), 184-192.



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

Bulgular, her bir yaklaşımın faiz oranı farkının dinamiklerine ilişkin benzersiz içgörüler ortaya koyduğunu göstermektedir. İndirgenmiş form yaklaşımı ve HP filtresi, belirli dönemlerde önemli faiz oranı açığı varlığını göstermektedir. Öte yandan, SVAR yaklaşımı, tahmin sürecindeki döngüsellüğün etkisi nedeniyle nispeten daha küçük bir reel faiz oranı açığı ortaya koymaktadır. Her üç yöntemden elde edilen DFO ortalama tahminleri karşılaştırılabilir olup, SVAR ve HP yaklaşımları indirgenmiş form yaklaşımına kıyasla daha yüksek tahminler vermektedir. Ayrıca, reel faiz oranı farkının oynaklığı SVAR yaklaşımında en düşük seviyededir. Doğal faiz oranının değişkenliği göz önüne alındığında, bulgularımız, TCMB'nin fiyat istikrarını sürdürmek için aktif bir para politikası benimsemesi gerektiğinin altını çizmektedir.

Bu makalenin geri kalanı aşağıdaki şekilde yapılandırılmıştır. Bölüm 2, doğal faiz oranının (DFO) tanımı ve önemine ilişkin teorik arka planı ve ilgili literatürün bir incelemesini sunmaktadır. Bölüm 3, bu çalışmada kullanılan ekonometrik metodolojiyi, yani SVAR yaklaşımını, indirgenmiş form yaklaşımını ve HP filtre yaklaşımını özetlemektedir. Bölüm 4'te analizde kullanılan veriler sunulmakta ve tahmin süreci açıklanmaktadır. Son olarak, Bölüm 5, çalışmanın temel bulgularını ve çıkarımlarını özetlemektedir.

### İlgili Literatür: Doğal Faiz Oranının Tanımlanmasına Yönelik Teorik Altyapı

Doğal faiz oranının (DFO) nasıl tanımlandığı, kavramın para otoriteleri için işlevsel hale getirilmesinde çok önemli bir adımdır. İktisadi literatürde ise DFO için farklı tanımlar bulunmaktadır. 1898 yılında İsveçli ekonomist Knut Wicksell, DFO (ya da nötr faiz oranı) kavramını "mal fiyatlarına göre nötr olan ve onları ne yükseltme ne de düşürme eğiliminde olan belirli bir kredi faiz oranı" olarak ortaya atmıştır (Wicksell, 1938). Wicksell, faiz oranı sermayenin doğal getiri oranından düşük olduğu sürece, sermaye birikimi için borçlanmaya yönelik bir teşvik olacağını savunmuştur. Bu birikim süreci sonunda toplam talepteki artış nedeniyle genel fiyat seviyesinde bir artışa yol açacaktır. Dolayısıyla, Wicksell'e göre fiyat istikrarı ancak, diğer her şey sabitken, cari faiz oranı ile doğal oran arasında kalıcı uyumsuzluklar önlenildiği takdirde sağlanabilecektir. Ancak Wicksell, doğal oranın ne gözlemlenebilir ne de sabit olduğunu, çünkü sermayenin getirisini etkileyen faktörlerin gelişimine bağlı olacağını kabul etmiştir (Muñoz-Salas & Rodríguez-Vargas, 2021).

Woodford (2003), Wicksell'in doğal faiz oranı kavramını modern makroekonomik modellerde güncelleyerek, merkez bankalarının ekonomiyi istikrara kavuşturmak için kısa vadeli faiz oranları ile doğal faiz oranının davranışını yakından takip etmesi gerektiğini öne sürmektedir. Neo-Wicksellian para politikası çerçevesinde, doğal faiz oranı, fiyat istikrarını ve tam istihdamı sağlamada kritik bir rol oynamaktadır. Wicksell ve genel olarak klasikler için doğal faiz oranı, tasarruf ve yatırımı eşitleyen bir reel oran olarak kabul görmüş ve genel fiyat seviyesini dengeleyen bir ölçüt olarak değerlendirilmiştir. Günümüzdeki mikro temelli modeller doğal faiz oranını, reel faiz oranının esnek fiyat denge seviyesi olarak tanımlar. Ekonometrik çalışmalarda ise doğal faiz oranı, enflasyonu istikrara kavuşturan reel faiz oranı olarak tanımlanmaktadır.

Neiss ve Nelson (2003), İngiliz ekonomisi için kalibre edilmiş bir DSGE modeli temelinde 1980-2000 yılları arasında doğal faiz oranının bir zaman serisini tahmin etmişlerdir. Bu çalışmaya göre doğal faiz oranı, reel faiz oranının esnek fiyat denge seviyesi olarak tanımlanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, doğal oran reel piyasa faiz oranından çok daha düşük bir değişkenlik sergilemektedir (Neiss & Nelson, 2003). Laubach ve Williams (2001) ise Kalman filtresi kullanarak enflasyonu dengeleyen kısa vadeli reel oran olarak tanımlanan doğal faiz oranının bir zaman serisini tahmin etmişlerdir. DFO'nun verimlilik artışı ile pozitif ilişkili olduğu, ancak nispeten yüksek bir değişkenliği yansıttığı sonucuna

varmışlardır (Laubach & Williams, 2001). Brzoza-Brzezina (2003) ise 1960-2000 dönemi boyunca Amerika Birleşik Devletleri'nde doğal faiz oranının tahmin etmek için yapısal bir VAR (SVAR) kullanılması ve doğal faiz oranının yüksek değişkenlik gösterdiğini ve iş döngüsü ile güçlü, pozitif korelasyon içinde olduğunu ortaya koymuştur (Brzoza-Brzezina, 2003).

Son yıllarda, doğal faiz oranının küresel olarak düşüşüne neden olan çeşitli arz ve talep yönlü faktörler tartışılmaktadır. Demografik değişiklikler, özellikle gelişmiş ülkelerde nüfusun yaşlanması ve iş gücüne katılım oranlarının düşmesi, tasarrufların artmasına ve dolayısıyla doğal faiz oranının düşmesine yol açmaktadır. Teknolojik ilerlemeler ve verimlilik artışları da yatırım ihtiyaçlarını azaltarak doğal faiz oranını düşüren faktörler arasında yer almaktadır. Ayrıca, finansal krizler ve artan belirsizlikler yatırımcı güvenini azaltarak daha düşük doğal faiz oranlarına katkıda bulunmuştur (Rachel & Smith, 2015; Summers, 2014). Rachel ve Smith (2015), demografik değişiklikler, verimlilik artışlarının yavaşlaması ve artan tasarruf oranları gibi faktörlerin doğal faiz oranını düşürdüğünü belirtmektedir. Summers (2014) ise düşük yatırım talepleri ve artan tasarruf oranlarının, özellikle gelişmiş ekonomilerde doğal faiz oranlarını düşürdüğünü savunmaktadır. Holston vd., (2017), gelişmiş ekonomilerde doğal faiz oranının uzun dönemli eğilimlerini ve belirleyicilerini incelemişlerdir. Çalışma, doğal faiz oranının zamanla düşüş eğiliminde olduğunu ve bu eğilimin demografik değişiklikler ve azalan verimlilik artışı gibi faktörlerle ilişkili olduğunu göstermektedir.

Türkiye için DFO konusunda sınırlı bir literatür bulunmaktadır. Ögünç ve Batmaz (2009), DFO ya da nötr reel faiz oranı ve çıktı açığı da dahil olmak üzere Türkiye ekonomisinin gözlemlenemeyen değişkenlerini tahmin etmek için Kalman filtresi kullanmışlardır. İki farklı çok değişkenli gözlenemeyen bileşenler modeli kullanılmıştır. Model değerlendirmeleri, daha yapısal spesifikasyonun nötr oranı tahmin etmede daha iyi olduğunu göstermektedir. Sonuçlar ayrıca risk priminin uzun vadeli seyirindeki değişimin Türkiye'deki nötr reel faiz oranının önemli bir belirleyicisi olabileceğini göstermektedir.

Us (2018), Türkiye ekonomisi için doğal faiz oranını gözlenemeyen stokastik bir değişken olarak ölçmektedir. Bunu, basit bir Yeni Keynesyen modele dayanan bir sistem yaklaşımı benimseyerek yapmaktadır. Model, doğal faiz oranı ve potansiyel çıktı için stokastik hareket yasalarını içermektedir. Parametrelerin zamanla değiştiği varsayılmakta ve doğrusal olmama sorunu genişletilmiş Kalman filtresi (EKF) kullanılarak ele alınmaktadır. Tahmin sonuçları, hem tahmin edilen doğal faiz oranı hem de reel faiz oranı serilerinin reel faiz oranı ile birlikte hareket ettiğini göstermektedir. Üretilen tüm seriler ekonominin önemli dönüm noktalarını yakalamaktadır. Genel olarak, bu çalışmanın bulguları, para politikası için önemli bir araç olan doğal faiz oranına ilişkin gelecekteki araştırmalar için rehberlik sağlamakta ve EKF algoritmasını benimseyebilecek daha ileri çalışmalar için temel oluşturmaktadır.

### Ekonometrik Metodoloji

Bu bölümde, doğal faiz oranının (DFO) tahmini için kullanılan yöntemler sistematik olarak sınıflandırılmakta ve her bir yöntemin avantajları ve kısıtları tartışılmaktadır. Ayrıca, Türkiye bağlamında tercih edilen modellerin gerekçelendirilmesi yapılmaktadır.

#### Yapısal VAR(SVAR) Yaklaşımı

Çalışmada SVAR yaklaşımının teorik temeli Brzoza-Brzezina (2003) çalışmasına benzer biçimde DFO'yu enflasyonla ilişkilendiren tanımına dayanır.

$$\Delta\pi = a(r^* - r), \quad a > 0 \quad (1)$$

Burada  $\Delta$  fark operatörü,  $\pi$  enflasyon oranı ve  $r^*$  ve  $r$  sırasıyla doğal ve reel faiz oranlarıdır. Denklem (1) 'in özellikle enflasyon hedeflemesi yapan bir merkez bankası için yararlı olduğu düşünülebilir. Tam olarak

tahmin edilmesi halinde bu tür bir DFO, enflasyonu istikrara kavuşturmak için faiz oranlarının nasıl belirleneceği konusunda bir ipucu vermektedir. Ancak daha önce de belirtildiği gibi, para politikasına yönelik bu yaklaşım uygulamada doğal faiz oranın yüksek değişkenliğinden zarar görmektedir. DFO'nun ortalama seviyesinin nispeten iyi bilindiği ve ortalamadan mevcut sapmasının tahmin edilmesinin zor olduğu bir ekonomide, bu kavram muhtemelen para otoriteleri için çok fazla pratik kullanım sağlamayacaktır.

Denklem 1'deki tanım, zaman serisi ekonometrisi için uygundur, ancak literatürde sıklıkla kullanılan doğal faiz oranı modellemeye yönelik dinamik genel denge (DGD) yaklaşımından uzaktır. Mikro temelli yaklaşımlar politika rejimi değişikliklerine karşı dirençli olduğu düşünüldüğü için bu bir dezavantaj olarak görülebilir. Ancak, Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerde DFO tahmini bağlamında bir DGD modelinin kullanılmasına yönelik bazı çekinceler de bulunmaktadır. Bunlardan en önemlisi, gelişmekte olan ülkelerin ekonomik kalkınmasının yakınsama süreçleri ile ilgilidir. Türkiye ekonomisi gibi gelişmekte olan ekonomilerin gelişmiş ülkeleri yakınsama süreci, denge reel faiz oranının zaman içinde değişebileceğini göstermektedir. Bu durum, modeli durağan bir durum etrafında çözmeye yönelik standart prosedüre uygun olmayabilir. Bununla birlikte, DGE yaklaşımından kaçınmak, tahmin prosedürümüze önemli bir kısıtlama da getirmektedir. Para politikası rejimindeki değişikliklerden kaynaklanan yanlış belirleme riskini en aza indirmek için analizimizi sadece nispeten homojen bir para politikası dönemiyle sınırlandırmak gerekecektir. Öte yandan, doğal faiz oranının değişkenliğine izin veren benimsenen ekonometrik tekniklerin değişen ekonomik koşulların ele alınmasında bir miktar esneklik sağladığı unutulmamalıdır. Örneğin, aktarım mekanizmasındaki değişiklikler,  $\alpha'$ 'nin sapmalı bir tahminini oluşturmak yerine  $r^*$ 'yi değiştirerek basitçe emilecektir (Brzoza-Brzezina 2006).

Denklem (1)'e yönelik bir SVAR yaklaşımı, DFO için güvenilir tahminler sağlayabilecektir. Burada dikkat edilmesi gereken nokta, örneklem aralığı benzer bir para politikası rejiminin uygulandığı bir dönemle sınırlandırılmalıdır. Bu yaklaşımın dışında, bu çalışmada Türkiye için DFO tahmini aynı zamanda İndirgenmiş form yaklaşımı ve Hodrick-Prescott filtre yaklaşımı olmak üzere iki ayrı ekonometrik yaklaşımla da yapılmaktadır.

DFO gibi gözlemlenemeyen değişkenlerin tarihsel zaman serilerini elde etmek için SVAR yaklaşımı sıklıkla uygulanmaktadır. Bu çalışmada, DFO'nun tahmin etmek için Blanchard & D.Quah (1989) tarafından potansiyel çıktığı tahmin etmek için önerilen uzun dönem kısıtlamalarının uygulanması metodolojisine dayanan benzer bir teknik kullanılmaktadır. SVAR yaklaşımı ile DFO tahmini için, Brzoza-Brzezina (2006)'nın şoklara ilişkin ortogonalite varsayımını kısa dönemli bir kısıtlama ile değiştirdiği yaklaşımı temel alınmaktadır. Böylece; başlangıç olarak faiz oranı açığı tanımı şu şekilde yapılmaktadır;

$$rgap = r - r^* \quad (2)$$

Burada  $r^*$  ve  $r$  sırasıyla doğal ve reel faiz oranlarıdır. Denklem (2)'yi basitçe dönüştürdüğümüzde denklem (3)'ü elde edebiliriz:

$$r = r^* + rgap \quad (3)$$

Ayrıca hem doğal faiz oranının hem de faiz oranı açığının aşağıdaki gibi durağan, otoregresif süreçler izlediğini varsayılmaktadır:

$$r_t^* = \phi_1(L)r_{t-1}^* + u_{1,t} \quad (4)$$

$$rgap_t = \phi_2(L)rgap_{t-1} + u_{2,t} \quad (5)$$

Denklem (4) ve (5) sırası ile  $v_1(L)u_{1,t}$  ve  $v_2(L)u_{2,t}$  olarak yazılabilir. Burada  $\phi(L)$  ve  $v(L)$  polinomal gecikme operatörleridir. Bu durumda reel faiz oranı şöyle yazılabilir.

$$r_t = v_1(L)u_{1,t} + v_2(L)u_{2,t}$$

Yani, reel faiz oranı  $u_{1,t}$  ve  $u_{2,t}$  olmak üzere iki temel şoktan etkilenmektedir. Bu bilgiyi denklem (1)'deki tanım ile birleştirdiğimizde aşağıdaki durum ortaya çıkmaktadır;

$$\begin{aligned} \Delta\pi &= \gamma(r - r^*) & \gamma < 0 \\ &= \gamma(rgap) \\ &= \gamma(v_2(L)u_{2,t}) \end{aligned}$$

O halde faiz oranı açığı şoku  $u_{2,t}$  şoku enflasyonu da etkilemektedir. Böylece hem reel faiz oranı hem de enflasyon büyüme oranı tüm mevcut ve geçmiş ilkel şokların dağıtılmış bir gecikmesi olarak ifade edilebilir:

$$\begin{bmatrix} \Delta\pi_t \\ r_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} S_{11}(L) & S_{12}(L) \\ S_{21}(L) & S_{22}(L) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u_{1,t} \\ u_{2,t} \end{bmatrix} \quad (6)$$

Burada  $S_{ij}(L)$  bir gecikme operatöründe bir polinomdur ve katsayıları  $s_{ij}(l)$  olarak gösterilir. Ancak; uygulamada denklem (6)'daki sistem,  $u$  vektörünü geri kazanmada pek yardımcı olmamaktadır. Bu nedenle ilerlemek adına ilk olarak, standart bir VAR tahmin edilmelidir:

$$\begin{aligned} \Delta\pi_t &= \sum_{l=1}^{k_1} a_{1,1}(l)\Delta\pi_{t-l} + \sum_{l=1}^{k_2} a_{1,2}(l)r_{t-l} \\ r_t &= \sum_{l=1}^{k_3} a_{2,1}(l)\Delta\pi_{t-l} + \sum_{l=1}^{k_4} a_{2,2}(l)r_{t-l} \end{aligned} \quad (7)$$

Denklem (7)'deki ifadeyi matris notasyonu ile gösterebiliriz:

$$\begin{bmatrix} \Delta\pi_t \\ r_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A_{11}(L) & A_{12}(L) \\ A_{21}(L) & A_{22}(L) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta\pi_{t-1} \\ r_{t-1} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \varepsilon_{1,t} \\ \varepsilon_{2,t} \end{bmatrix} \quad (8)$$

Burada  $A$  yine gecikme operatöründe bir polinomdur. Bu VAR modeli OLS ile tahmin edilebilir ve aynı şekilde denklem (6)'da olduğu gibi vektör hareketli ortalama formunda sunulabilir:

$$\begin{bmatrix} \Delta\pi_t \\ r_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} C_{11}(L) & C_{12}(L) \\ C_{21}(L) & C_{22}(L) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \varepsilon_{1,t} \\ \varepsilon_{2,t} \end{bmatrix} \quad (9)$$

Denklem (9)'da  $C(L) = [I - A(L)L]^{-1}$  ifade edilebilir. Ne yazık ki,  $\varepsilon$  kalıntıları  $u$  şoklarından farklıdır. Kritik bir kavrayış, VAR kalıntılarının saf  $u$  şoklarının bir bileşimidir (Enders, 2015):

$$\begin{bmatrix} \varepsilon_{1,t} \\ \varepsilon_{2,t} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} s_{11}(L) & s_{12}(L) \\ s_{21}(L) & s_{22}(L) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u_{1,t} \\ u_{2,t} \end{bmatrix} \quad (10)$$

Dolayısıyla,  $s_{ij}(0)$  katsayıları biliniyorsa, VAR kalıntılarında ilkel şokları hesaplamak mümkündür. Bu hesaplama denklem (6)'daki sistem üzerine üç adet tanımlayıcı kısıtlama getirerek yapılabilir.

#### 1. Tanımlayıcı kısıtlama: $S_{1,1}(L) = 0$

Bu kısıtlamada ilkel şokların varyansının 1 olduğu varsayılmaktadır. Bu, şokları normalleştirilmenin standart bir yoludur ve iki kısıtlama sağlar. Ayrıca, daha önce de belirtildiği gibi  $\Delta\pi = \gamma(v_2(L)u_{2,t})$  olduğu ve burada  $u_{1,t}$ 'nin  $\Delta\pi$  üzerinde etkisi olmadığından, böylece temel olarak  $S(L)$  matrisine  $S_{1,1}(L) = 0$  kısıtlamasını getirilebilir. Ancak, bu denklemde uzun dönemli ilişkileri tanımlaması gerektiğinden, DFO şokunun sadece uzun dönemde  $\Delta\pi$  üzerinde sıfır etkiye sahip olmasını sağlar. Yani, bu

kısıtlamada DFO şokunun enflasyonu kalıcı olarak etkilemesine izin verilmez.

### 2. Tanımlayıcı kısıtlama: $S_{1,2}(L) = 0$

Bu kısıtlama ekonomik bilgiye dayanır. Parasal aktarım sadece önemli bir gecikmeyle çalıştığından, faiz oranı açığı şoku ( $u_{2,t}$ ) güvenli bir şekilde sınırlandırılabilir. Böylece; bu şokun cari aydaki enflasyon üzerinde herhangi bir etkisi yoktur.

### 3. Tanımlayıcı kısıtlama: $S_{2,2}(L) = 0$

Bu kısıtlama,  $u_{1,t}$  ve  $u_{2,t}$  ortogonalliğinin standart tanımlayıcı kısıtlamasını uygulanmasıdır. Bu da doğal faiz orandaki bir şokun reel faiz oranını kısmen etkileyebileceği anlamına gelmektedir. Etkinin geri kalanı faiz oranı açığındaki bir değişiklik olarak yorumlanır. Yukarıda açıklanan kısıtlamalar dikkate alındığında,  $s(0)$  matrisinin kalan elemanlarını elde etmek için bazı basit hesaplamalar şu şekildedir:<sup>1</sup>

$$s_{1,1}(0) = \sqrt{\text{var}(\varepsilon_{1,t})},$$

$$s_{2,1}(0) = \frac{C_{1,1}(0)}{C_{1,2}(0)} \sqrt{\text{var}(\varepsilon_{1,t})},$$

$$s_{2,2}(0) = \sqrt{-2 \left[ \frac{s_{2,1}(0)}{s_{1,1}(0)} \text{cov}(\varepsilon_{1,t}, \varepsilon_{2,t}) + s_{2,1}^2(0) + \text{var}(\varepsilon_{2,t}) \right]}$$

Böylece,  $\varepsilon$ 'nin varyans-kovaryans matrisi bilindiğinden,  $S(0)$  matrisinin elemanları kolayca hesaplanabilir. Sonuç olarak, sadece  $u_{1,t}$  şoklarından etkilenen nötr faiz oranını hesaplanabilir. Bu, denklem (6)'deki tüm  $S_{2,2}(L) = 0$  olarak ayarlanması anlamına gelmektedir. O halde DFO şöyle tanımlanabilir<sup>2</sup>:

$$r_t^* = S_{2,1}(L)u_{1,t} \quad (11)$$

Burada  $s_{2,1}(l)$  katsayıları; denklem (6) ve (9)'un denklem (10)'de yerine konmasıyla yani  $S(L) = C(L)S(0)$  ile kolayca hesaplanabilir. Sunulan ayrıştırma ile DFO elde edilmektedir. Ancak, bu ayrıştırma işlemi reel faiz oranının durağanlığı varsayımına dayandığından, reel faiz oranının zaman serisi özellikleri test edilmelidir. Reel faiz oranı durağan bir değişken olabilir. Bu durum enflasyon oranındaki ( $\Delta\pi$ ) değişim için geçerlidir. Ancak ne reel faiz oranlarının ne de enflasyonun zaman serisi özelliklerinin kesin olmadığı ve tahmin örnekleme oldukça bağlı olduğu için ihtiyatla ele alınmalıdır (Brzoza-Brzezina, 2006).

### İndirgenmiş Form Yaklaşımı

Bu kısımda Mendes (2014) yaklaşımını temel alarak Türkiye için yabancı ve yerli faktörlerin DFO'nı etkilediğini varsayan indirgenmiş form modelleme yaklaşımı tanıtılmaktadır. Türkiye gibi küçük bir açık ekonomide, tasarrufların yatırımlara (yurtiçi kaynaklardan) eşit olması gerekmemektedir. Oluşan açık, yabancı sermaye girişleriyle finanse edilmektedir. Ancak risk primi nedeniyle yurtiçi DFO, küresel DFO'dan farklı olabilir. Bu nedenle tahmin edilecek denklem üç koşuldandır. Bunlar

#### 1. Ödemeler dengesi özdeşliği:

$$S_t - I_t = NX_t + r_t^f NFA_t \quad (12)$$

#### 2. Net yabancı varlık pozisyonu birikim denklemi:

$$NFA_t = (1 + r_t^f) NFA_{t-1} + NX_t \quad (13)$$

#### 3. Faiz paritesi koşulunun doğrusal yaklaşımı:

$$r_t = r_t^f + E_t q_{t+1} + (\varphi_0 - \varphi_1 nfa_t) \quad (14)$$

Denklem (12), (13) ve (14)' te,  $S_t$ ; ulusal tasarruflar,  $I_t$ ; yatırımlar,  $NX$  net ihracat,  $r_t$ ; yurtiçi faiz oranı,  $r_t^f$ ; yurtdışı faiz oranı,  $NFA_t$ ; net yabancı varlık pozisyonu,  $q_t$ ; döviz kuru,  $nfa_t$ ; NFA'nın GSYİH' ya oranı ve

$(\varphi_0 - \varphi_1 nfa_t)$  risk primidir. Uzun dönemde, sırasıyla  $s=S/Y$  ve  $i=I/Y$  olarak gösterilen tasarrufların GSYH'ye oranı ve yatırımların GSYH'ye oranını yönlendiren süreçlerin aşağıdaki şekli aldığı varsayılmaktadır:

$$s_t = \alpha_a + \alpha_{s,r} r_t \quad (15)$$

$$i_t = \beta_0 + \beta_{s,r} r_t + \beta_{i,g} g_t \quad (16)$$

Denklem (16)' da  $g_t$  potansiyel çıktının büyüme oranı olarak belirlenmiştir. Mendes (2014) basitleştirmek için  $\phi_0 = 0$  olduğunu varsaymaktadır. Denklem (13)'ten (15)'e kadar olan denklemlerin durağan halini çözmek ve (15) ve (16) denklemlerinden tasarruf ve yatırımlar için doğrusal yaklaşımları kullanmak aşağıdaki indirgenmiş form denklemini verir:

$$r_t = \beta_1 + \beta_2 g + \beta_2 r_t^f \quad (17)$$

Denklem (17)'nin ekonometrik bir teknik ile tahmin edilmesi ve gerekli ayrıştırmaların yapılması ile birlikte DFO elde edilmektedir.

### Hodrick-Prescott Filtresi Yaklaşımı

Son olarak bu kısımda DFO'nı tahmin etmek için kullanılacak son yöntem olan HP istatistiksel filtresi tanıtılmaktadır. Bu yaklaşım ile, yurtiçi reel faiz oranlarını trend ve konjonktürel bileşenlerini şu şekilde ayrılmaktadır:

$$r_t = trend_t + c_t \quad (18)$$

Denklem 18'de yer alan döngüsel bileşen ( $c_t$ ); reel faiz oranı açığı

( $rgap_t$ ) olarak tanımlanır ve reel faiz oranı serisinin ( $r_t$ ) trend bileşeni etrafındaki dalgalanması olarak tanımlanmaktadır. Bu yaklaşımda DFO, optimizasyon probleminin çözülmesiyle elde edilen HP filtresi tarafından tahmin edilen trend bileşenidir.

$$\min_{\{trend_t\}} \left\{ \sum_{t=1}^T (r_t - trend_t)^2 + \lambda \sum_{t=1}^T (trend_t - trend_{t-1}) + (trend_{t-1} - trend_{t-2})^2 \right\} \quad (19)$$

Denklem 19'un ilk bileşeni,  $\sum_{t=1}^T (r_t - trend_t)^2$  ya da  $\sum_{t=1}^T (rgap_t)^2$  döngüsel bileşeni cezalandırırken, ikincisi,  $\sum_{t=1}^T (trend_t - trend_{t-1}) + (trend_{t-1} - trend_{t-2})^2$  trend bileşenindeki varyasyonları cezalandırır. Bu bir minimizasyon problemi olduğundan,  $\lambda$  değeri ne kadar yüksek olursa, döngüsel bileşen için ceza o kadar büyük olmaktadır. Hodrick & Prescott'un (1997) yaklaşımı, reel faiz oranının trendini ve kendisi ile trendi arasındaki fark olarak tanımlanan döngüsel bileşeni (reel faiz oranı açığı) bulmak için ayrıştırılmıştır. Böylece,  $r_t$ ;  $t$  dönemi reel faiz oranı,  $c_t$ ;  $t$  dönemi reel faiz oranı açığını ve  $trend_t$ ;  $t$  dönemi DFO'nı ve yani bu çalışmanın inceleme konusunu temsil etmektedir.

Türkiye ekonomisi için DFO tahmininde SVAR, indirgenmiş Form ve HP Filtresi yaklaşımlarını kullanmak, çeşitli ekonomik koşulları ve veri kısıtlarını dikkate alarak en uygun sonucu elde etmeyi amaçlamaktadır. SVAR yaklaşımı, ekonomik şokların dinamik etkilerini modelleyerek enflasyon ve faiz oranları arasındaki ilişkiyi yakalamada etkilidir. İndirgenmiş form modeli, Türkiye'nin dışı açık ekonomik yapısını ve dışal faktörlerin DFO üzerindeki etkisini değerlendirmede avantaj sağlar. HP filtresi ise, basitliği ve hızlı uygulanabilirliği ile kısa vadeli analizler için faydalıdır. Bu çalışma kapsamında Türkiye için DFO tahmininde çeşitli yaklaşımlar kullanılarak kapsamlı ve güvenilir sonuçlar elde edilmesi hedeflenmektedir. Bu modellerin birlikte kullanılması, farklı metodolojik yaklaşımların avantajlarından yararlanarak daha sağlıklı bir analiz sunmaktadır.

<sup>1</sup> Ayrıntılı sunum için Brzoza-Brzezina (2006)' da Ek-II'ye bakılabilir.

<sup>2</sup>  $s_{1,1}(0)$  ve  $s_{2,1}(0)$  için iki çözümün varlığına rağmen, DFO'nun denklem (12)'deki gibi tek bir çözüme sahiptir.

## Veriler, Tahmin Süreci ve Bulgular

### Veriler

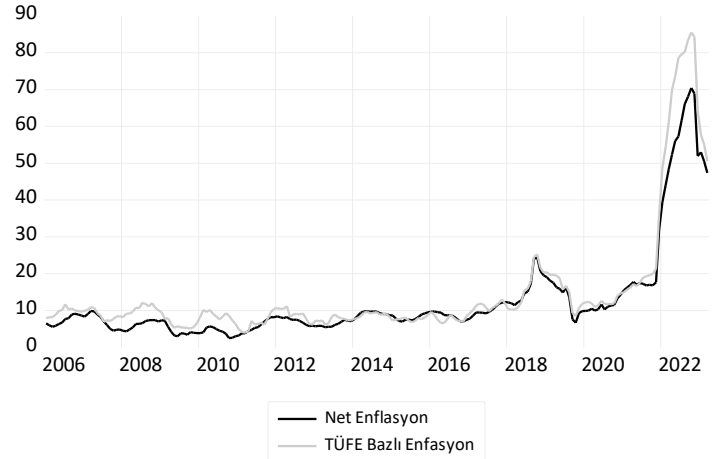
DFO için güvenilir tahminler sağlanabilmesi için örneklem aralığı benzer bir para politikası rejiminin uygulandığı bir dönemle sınırlandırılmalıdır. Türkiye ekonomisi için bu sınırı oluşturma adına özellikle 2000'li yıllar önemlidir. Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası (TCMB) 2000'li yılların başında örtük enflasyon hedeflemesi adı verilen yeni bir para politikası rejimi uygulamıştır. Bu rejim, enflasyon hedeflerini hükümetle birlikte belirleyerek ve enflasyonla mücadelede kısa vadeli faiz oranlarını kullanarak fiyat istikrarını sağlamayı amaçlamıştır. TCMB ayrıca bu dönemde enflasyon hedeflerinin kredibilitelerini artırmak için parasal tabanı ek bir çıpa olarak belirlemiştir. Örtük enflasyon hedeflemesi rejimi enflasyonu düşürmede ve finansal piyasalarda istikrarı sağlamada başarılı olmuştur. Bu dönemde Türkiye ekonomisi güçlü bir büyüme performansı sergilemiş, enflasyon ve faiz oranlarındaki düşüş finansal piyasalarda kârlılığı artırmıştır. TCMB'nin 2002-2005 döneminde enflasyon hedeflerinin neredeyse tamamını tutturması, kamuoyu nezdinde TCMB politikalarının kredibilitelerini artırmıştır.

2006 yılında TCMB, açık enflasyon hedeflemesi rejimine geçmiştir. Örtük enflasyon hedeflemesine göre daha şeffaf ve hesap verebilir olan bu rejim, TCMB'ye ekonomik koşullardaki değişimlere göre para politikasını ayarlama konusunda daha fazla esneklik sağlamaktadır. Açık enflasyon hedeflemesi çerçevesinde uygulanan temel politika aracı, bankalararası para piyasası ve Borsa İstanbul (BİST) repo-ters repo pazarında uygulanan kısa vadeli faiz oranları olmuştur. Hali hazırda TCMB açık enflasyon hedeflemesi rejimini sürdürmektedir. Bu çerçevede DFO için güvenilir tahminler sağlamak adına örneklem aralığı 2006-2023 dönemleri olarak sınırlandırılmıştır.

Özellikle 2008-2009 küresel finans krizinin ardından TCMB'nin para politikasında önemli değişiklikler yaşanmıştır. Kriz sonrası dönemde TCMB, enflasyon hedeflemesini daha esnek hale getirmiş ve finansal istikrarı da gözetmeye başlamıştır. Bu bağlamda, döviz kuru ve enflasyon beklentileri gibi faktörler de politika kararlarında daha fazla dikkate alınmıştır. Ayrıca, 2013 yılından itibaren TCMB'nin para politikası kararları üzerinde jeopolitik gelişmeler ve küresel finansal koşulların etkisi belirgin hale gelmiştir. 2021 yılı sonrası dönemde ise, özellikle döviz kurundaki dalgalanmalar ve yüksek enflasyon oranları, TCMB'nin politika tepkilerini daha karmaşık hale getirmiştir.

Bu çalışmada enflasyon oranı ( $\pi$  ya da  $\pi$ ) olarak özel kapsamlı Tüketici Fiyat Endeksi (TÜFE) göstergelerinden C endeksi temel alınmıştır. Yani, enerji, gıda ve alkolsüz içecekler ile tütün ürünleri ve altın hariç Tüketici Fiyat Endeksi olan net enflasyon endeksi kullanılmaktadır. Petrol fiyatı ve gıda arzı şokları nedeniyle, manşet TÜFE enflasyonu net enflasyondan daha oynaktır ve bu özellik DFO tahminlerini olumsuz etkileyerek yanıltıcı sonuçlara yol açabilmektedir. Şekil 1, Türkiye'de 2006-2023 yılları arasındaki aylık net enflasyon ve TÜFE'nin zamanla değişimini göstermektedir.

Şekil 1'den de görülebileceği gibi, Türkiye'de net enflasyon ve TÜFE benzer örüntüler sergilemektedir; temel fark, net enflasyon daha düşük oynaklığa sahiptir. Reel faiz oranı ( $r$ ) ölçütü olarak piyasa faizini yansıtmaması açısından net TÜFE ile deflate edilmiş 2 yıllık tahvil faiz oranı kullanılmaktadır. Potansiyel büyümeyi ( $g$ ) hesaplayabilmek adına mevsim etkilerinden arındırılmış gayri safi yurt içi hasıla verisi temel alınmıştır. Lee ve Williams (2019)'a benzer bir şekilde, Hodrick-Prescott filtreleme tekniği ile potansiyel GSYİH tahmini yapılmış ve elde edilen potansiyel GSYİH verisinin büyüme oranı hesaplanarak tahmini potansiyel büyüme oranı elde edilmiştir. Son olarak, yurt dışı faizi ( $rf$ ) temsil adına da ABD federal fon oranları kullanılmıştır. Tüm değişkenlere ait betimleyici istatistikler Tablo 1'deki gibidir.



Şekil 1. Türkiye'de Net enflasyon ve TÜFE Enflasyonu

Tablo 1. Betimleyici İstatistikler

	$R$	$\pi$	$g$	$rf$
<b>Ortalama</b>	0,062	0,123	0,058	0,522
<b>Medyan</b>	0,046	0,084	0,061	0,085
<b>Maksimum</b>	0,184	0,653	0,083	2,589
<b>Minimum</b>	0,010	0,026	0,029	0,026
<b>Std. Dev.</b>	0,042	0,130	0,016	0,771
<b>Çarpıklık</b>	1,573	2,906	-0,374	1,743
<b>Basıklık</b>	4,349	10,828	2,176	4,790
<b>Jarque-Bera(J-B)</b>	33,701	273,303	3,509	44,139
<b>Olasılık</b>	0,000	0,000	0,173	0,000
<b>Toplam</b>	4,299	8,521	3,988	36,001
<b>Std Sapma</b>	0,118	1,159	0,018	40,454
<b>Gözlem Sayısı</b>	69	69	68	69

Tüm serilerin istatistik özellikleri Tablo 1'deki gibidir. J-B test istatistiğine bakarak, potansiyel büyüme serisi dışında tüm serilerin normal dağılım sergilemediği görülmektedir.

Türkiye'de reel faiz oranı ( $r$ ) 2006 yılından bu yana düşüş eğilimindedir. Bu durum başlangıçta düşük küresel faiz oranları, Türk lirasının değer kazanması ve enflasyondaki düşüş gibi bir dizi faktörden kaynaklanmıştır. 2013 yılından sonra bu faktörlerin yönü değişmeye başlamış ancak reel faiz oranı düşmeye devam etmiştir. Türkiye'de enflasyon ( $\pi$ ) ise özellikle 2010 yılından bu yana yükseliş eğilimindedir. Bu durum, artan kamu harcamaları, görece gevşek para politikaları ve jeopolitik faktörler gibi bir dizi faktöre bağlanabilir. Bu faktörlerin bir sonucu olarak Türkiye'de enflasyon 2006 yılında ortalama %7,5 iken 2022 yılında %72,3'e yükselmiştir. Bu yüksek enflasyon seviyesi, satın alma gücünü azaltmış ve işletmelerin gelecek için plan yapmasını zorlaştırmıştır.

Türkiye'nin potansiyel büyüme oranı ( $g$ ) çalışma dönemi süresinde ortalama olarak yaklaşık %5,8'dir. Potansiyel büyüme oranı 2006-2008 yılları düşük seyretmiş ancak özellikle kriz sonrası periyotta yükselmiştir. Ancak, Avrupa'daki ekonomik yavaşlama ve Türkiye'deki siyasi istikrarsızlık gibi bir dizi faktörden potansiyel büyüme oranlarında dalgalanmalara sebebiyet vermektedir.

Federal fon oranı ( $rf$ ) 2006 yılından bu yana düşüş eğiliminde olmasına rağmen, bir dizi faktör bu eğilimi bozmuştur. Özellikle 2008-2009 küresel mali krizi ABD'de ekonomik faaliyetlerde keskin bir düşüşe yol açmış ve Fed'i ekonomik büyümeyi canlandırmak için federal fon oranını sıfıra yakın bir seviyeye indirmeye sevk etmiştir. Buna ek olarak, Avrupa'daki ekonomik yavaşlama ABD ekonomisini olumsuz etkilediği

için Fed federal fon oranını düşük tutmaya devam etmiştir. Düşük federal fon oranı, ABD ekonomisinde özellikle işletmeler ve tüketiciler için kredi faiz oranlarının düşmesine yol açmış, bu da hisse senetleri ve gayrimenkul gibi varlık fiyatlarını artırmıştır. Buna ek olarak, COVID-19 ve Rusya-Ukrayna savaşının yarattığı belirsizlik ve tedarik zincirindeki sorunların neden olduğu maliyet yönlü enflasyon ile Fed bu dönemlerde federal fon oranını artırmıştır.

FED'in para politikası kararları da doğal faiz oranı üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Özellikle, 2008-2009 küresel finans krizinin ardından FED, ekonomik büyümeyi teşvik etmek amacıyla faiz oranlarını sıfıra yakın seviyelere indirmiştir. Bu durum, Türkiye gibi gelişmekte olan ekonomilerde sermaye akışlarını ve döviz kurlarını etkileyerek doğal faiz oranının belirlenmesinde rol oynamıştır. Ayrıca, FED'in 2020 yılında COVID-19 pandemisi nedeniyle aldığı genişleyici para politikası tedbirleri, global finansal koşulları etkileyerek doğal faiz oranı üzerindeki baskıları artırmıştır.

**Tablo 2. Birim Kök Testleri**

	Düzyey/Fark	ADF Test		PP Test		KPSS Test	
		Sabit	Sabit ve Trend	Sabit	Sabit ve Trend	Sabit	Sabit ve Trend
<b>Reel Faiz Oranı</b>	$r_t$	-1,974	-2,962	-6,256	-6,967	1,078***	0,301***
	$\Delta r_t$	-5,013***	-3,021***	-4,252***	-2,991	1,372	0,352
<b>Enflasyon Oranı</b>	$\pi_t$	-1,927	-2,076	-1,834	-1,940	1,281***	1,184**
	$\Delta \pi_t$	-3,662***	-4,424***	-4,835***	-3,212***	0,378	0,250
<b>Potansiyel Büyüme Oranı</b>	$g_t$	-2,232***	-2,465**	-2,245**	-1,962***	0,824	0,242
	$\Delta g_t$	-3,024***	-4,123***	-3,116***	-4,764***	0,984	0,234
<b>Dünya Faizi</b>	$r_t^f$	-0,532	-1,931*	-0,731	-1,073	0,896***	0,694***
	$\Delta r_t^f$	-2,536***	-2,931**	-2,731***	-2,273***	0,332*	0,061

Not 1: ADF testi için gecikme uzunluğu Schwarz bilgi kriterine göre seçilmiştir.

Not 2: PP ve KPSS testleri Newey-West bant genişliği kullanılarak Bartlett çekirdeğine dayalı olarak tahmin edilmiştir.

Not 3: ADF ve PP testlerinin boş hipotezi serinin durağan olmadığı, KPSS testinin boş hipotezi ise serinin durağan olduğudur. Not 4: \*\*\*, \*\* ve \* sırasıyla %1, %5 ve %10 düzeylerinde istatistiksel anlamlılığı göstermektedir.

Not 5:  $\Delta$  birinci fark operatörünü temsil etmektedir.

Tablo 2'deki sonuçlar; potansiyel büyüme oranı dışında tüm değişkenlerin durağan olmadığını tüm test süreçlerinde göstermektedir. Serilerin birinci farkı alındığında ise durağan olmayan tüm değişkenlerin durağan hale geldiği görülmektedir. SVAR modelinin faydalı olabilmesi için, alta yatan indirgenmiş form VAR modelinin iyi tanımlanmış olması gerekir. Özellikle de sistemdeki değişkenlerin durağan olması gerekir. Bunun nedeni, SVAR modelinin değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişkileri tahmin etmek üzere tasarlanmış olması ve bu ilişkiler ancak değişkenler durağan ise doğru bir şekilde tahmin edilebilir olmasıdır (Hamilton, 2020). Ayrıca, SVAR modelinde döviz kuru ve enflasyon beklentileri gibi faktörlerin modelde yer alması, tahminlerin doğruluğunu artıracaktır.

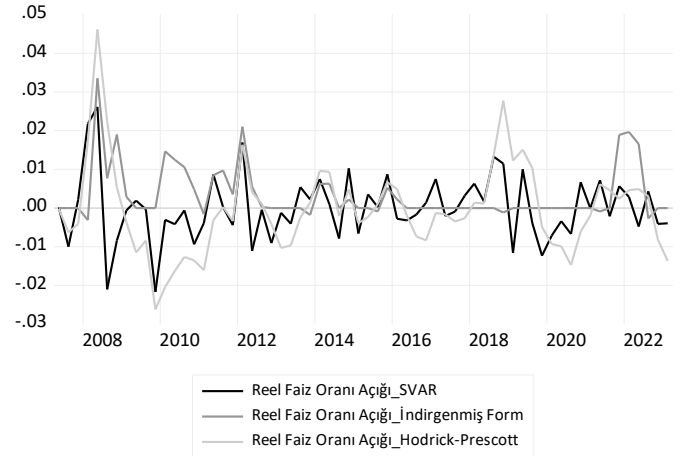
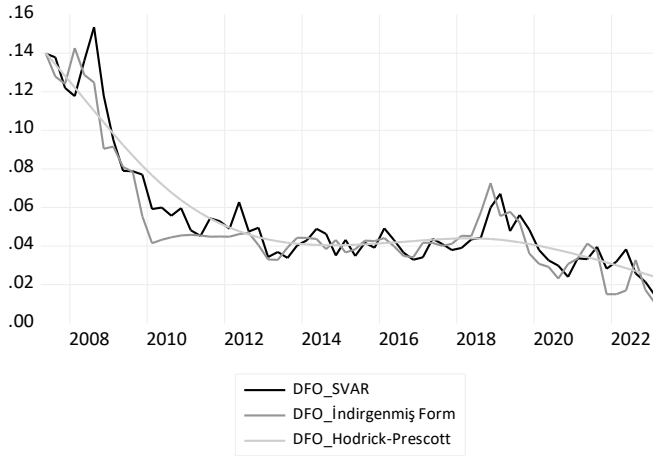
Brzoza-Brzezina (2003)' e benzer şekilde, SVAR modeli uygulanarak elde edilen DFO'nun çeyreklik tahminleri, yurtiçi reel faiz oranı ve enflasyon serilerinin birinci farkı kullanılarak elde edilmiştir. Ek-Tablo 1 ve Ek-Tablo 2'de SVAR modeline ait tahmin sonuçları sunulmaktadır.

## Tahmin Süreci ve Bulgular

Bu kısımda Türkiye ekonomisi DFO tahmini için üç alternatif tahmin tekniği uygulanmıştır. Bunun nedeni zaman serilerinin nispeten kısa olması ve bu nedenle tek bir tahmin yöntemine güvenmenin yanıltıcı olabilemesidir. Öncelikle SVAR yaklaşımı, sonrasında ise indirgenmiş form yaklaşımı ve son olarak HP filtresi uygulanmıştır. İki modele (SVAR ve indirgenmiş form) de iki kukla değişken eklenmiştir. Biri 2008-2009 küresel finans krizini, diğeri ise Eylül-2021 sonrası fiyatlardaki yüksek değişiklikler nedeniyle yaşanan hızlı enflasyonu yansıtmaktadır.

Modeller tahmin edilmeden önce serilerin durağanlık özellikleri incelenmiştir. Tüm serilerin stokastik özelliklerini incelemek için standart birim kök testleri yapılmıştır. ADF (Dickey & Fuller, 1981), PP (Phillips & Perron, 1988) ve KPSS (Kwiatkowski, vd., 1992) test sonuçları için Tablo 2'e bakınız.

SVAR modelindeki değişkenler, yapılan durağanlık testlerinin sonuçları nedeniyle bu formatta kullanılmıştır. İndirgenmiş form yaklaşımı ile yapılan model tahminlerinin genelleştirilmiş en küçük kareler (GLS) sonuçları ise Ek-Tablo 3'de sunulmaktadır. İndirgenmiş form yaklaşımına ait model önce sıradan en küçük kareler (OLS) ile tahmin edilmiş, tahmin sonrası otokorelasyon ve değişen varyansın tespit edilmesi üzerine GLS yöntemi ile tekrardan tahmin edilmiştir. Bu yaklaşımda, yurtiçi reel faiz, yurt dışı reel faiz oranı ve potansiyel büyüme oranının bir fonksiyonu olarak kabul edilmiştir. İndirgenmiş form yaklaşımına dayanan DFO tahmini; GLS yöntemi ile tahmin edilen modelden elde edilmiştir. Son olarak HP yaklaşımına dayanan DFO tahmini; reel faiz oranını ayırıştırılarak elde edilmiştir. Bu üç yaklaşıma dayanan DFO ve reel faiz oranı açığı (rgap) zaman serileri Şekil 2'de gösterilmektedir.



**Şekil 2.** DFO ve Reel Faiz Oranı Açığı Serileri

Bu üç yaklaşıma dayanan DFO ve reel faiz oranı açığına (*rgap*) ait betimleyici istatistikler ise Tablo 3'de gösterilmektedir.

**Tablo 3.** Tüm DFO Betimleyici İstatistikleri

	DFO_SVAR	DFO_ind.form	DFO_HP	rgap_SVAR	rgap_ind.form	rgap_HP
<b>Ortalama</b>	0,055	0,051	0,055	0,000	0,003	-0,000
<b>Medyan</b>	0,044	0,043	0,043	-0,001	0,000	-0,002
<b>Maksimum</b>	0,154	0,142	0,140	0,026	0,034	0,046
<b>Minimum</b>	0,014	0,010	0,024	-0,021	-0,003	-0,026
<b>Std. Sapma</b>	0,031	0,030	0,028	0,008	0,007	0,012
<b>Gözlem Sayısı</b>	56	56	56	56	56	56

Şekil 2'de görüldüğü gibi, Türkiye ekonomisinde 2006-2023 döneminde doğal faiz oranı zamanla değişim göstermektedir. Özellikle 2008-2009 küresel finans krizi ve 2021 sonrası döviz kuru dalgalanmalarının etkileri belirgindir. Döviz kuru dalgalanmalarının yüksek olduğu dönemlerde doğal faiz oranında belirgin artışlar gözlemlenmiştir.

Türkiye ekonomisi için DFO tahmininde elde edilen bulgular, büyük açık ekonomilerde elde edilen bulgularla karşılaştırıldığında farklılıklar göstermektedir. ABD gibi büyük açık ekonomilerde DFO yaklaşık yüzde 2-3 düzeyindedir (Laubach ve Williams, 2003). Türkiye'nin de içinde kabul edildiği küçük açık ekonomilerde ise DFO'nun yaklaşık yüzde 4-6 aralığında olduğu söylenebilir (Crespo-Cuaresma vd., 2003). Zhang vd. (2021), küçük açık ekonomilerde DFO'nun son birkaç on yılda azalan bir eğilim sergilediğini tespit etmiştir. Türkiye için elde ettiğimiz bulgular; 2006 yılı sonrasında, özellikle 2007-2008 finansal kriz dönemi değerlendirmenin dışında bırakıldığında doğal faiz oranı ortalama yüzde 3 ile 5.4 arasında ve azalan bir eğilim sergilediğini göstermektedir. Bu bulgunun literatürle örtüştüğü düşünülmektedir. Türkiye için tahmin edilen bu oranların büyük açık ekonomiler ile kıyaslandığında daha yüksek olduğu bilirse de TCMB'nin enflasyonla mücadele kapsamında, reel faiz oranlarını yaklaşık olarak bu seviyeye getirmesi gerektiği düşünülmektedir. Sonuç olarak, Türkiye ekonomisi için DFO'nun zamanla değişim gösterdiği ve çeşitli dönemsel faktörlerden etkilendiği anlaşılmaktadır. Özellikle küresel finansal koşullar, FED'in para politikası kararları ve yurtiçi ekonomik dinamikler, DFO'nun belirlenmesinde önemli rol oynamaktadır. Bu nedenle, TCMB'nin para politikası kararlarını alırken bu faktörleri dikkate alması ve esnek bir yaklaşım benimsemesi gerekmektedir.

## Sonuç

Bu çalışma, Türkiye'de doğal faiz oranının üç farklı ekonometrik yaklaşımla tahmin edilerek bu oranın dinamiklerine ve para politikası üzerindeki olası etkilerine ışık tutmayı amaçlamaktadır. Yapısal VAR (SVAR), indirgenmiş form ve Hodrick-Prescott (HP) filtre yaklaşımlarından elde edilen bulgular, 2006'dan 2023'e kadar olan örneklem dönemi boyunca doğal faiz oranı (DFO) davranışının farklı yönlerini yakalayan kapsamlı bir analiz sunmaktadır. Bu çalışma, birbirini tamamlayan bu yöntemleri kullanarak, Türkiye ekonomisinde DFO'nun zamana bağlı yapısının anlaşılmasına katkıda bulunmuştur.

İlk olarak, sonuçlar her bir yaklaşımın reel faiz oranı açığı davranışına ilişkin önemli bilgiler sunmaktadır. İndirgenmiş form yaklaşımı ve HP filtresi, belirli dönemlerde önemli reel faiz açığı varlığını ortaya koymakta ve bu modellerin kısa vadeli dalgalanmaları yakalamadaki önemini vurgulamaktadır. Öte yandan, uzun dönemli ilişkileri dikkate alan SVAR yaklaşımı, tahmin sürecine dahil olan döngüsellik nedeniyle nispeten daha küçük bir reel faiz oranı açığı göstermektedir. Bu zıt bulgular, DFO'nun kapsamlı bir şekilde anlaşılması için birden fazla ekonometrik tekniğin dikkate alınması gerektiğini vurgulamaktadır.

İkinci olarak, her üç yaklaşımdan elde edilen ortalama DFO tahminleri karşılaştırılabilir olup, SVAR ve HP yöntemleri indirgenmiş form yaklaşımından daha yüksek tahminler vermektedir. Bu durum, Türkiye ekonomisinin 2006 yılından bu yana ortalama %3 ile %5,8 arasında değişen bir DFO'na sahip olduğunu ve zaman içinde bir düşüş eğilimi gösterdiğini ortaya koymaktadır. Bu tahminler, küçük açık ekonomiler üzerine yapılan önceki araştırmalarla uyumludur ve bu tür ekonomilerin gelişmiş ekonomilere kıyasla daha yüksek DFO seviyelerine ihtiyaç duyabileceği fikrini desteklemektedir. Ayrıca, reel faiz oranı açığının oynaklığı SVAR yaklaşımında en düşük seviyede

bulunmuştur, bu da tahmin edilen farkta daha fazla istikrar anlamına gelmektedir. Bu bulgu, Türkiye'de para politikasının yürütülmesi açısından önemli çıkarımlara sahiptir. Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası (TCMB), fiyat istikrarını korumak ve enflasyonla etkin bir şekilde mücadele etmek için doğal faiz oranındaki değişiklikleri aktif bir şekilde izlemeli ve bunlara tepki vermelidir. Yani; TCMB'nin doğal faiz oranındaki değişikliklere göre politika faiz oranını ayarlaması ve enflasyon hedeflerine ulaşmak için gerektiğinde müdahalelerde bulunmalıdır.

Ele alınan dönem boyunca, TCMB'nin uyguladığı para politikaları ve bulgularımız arasında belirgin bir ilişki bulunmaktadır. TCMB, enflasyon hedeflemesi rejimini benimseyerek politika faiz oranlarını sık sık değiştirmiştir. Bulgularımız, bu politika değişikliklerinin doğal faiz oranındaki hareketlere paralel olduğunu ve TCMB'nin bu süreçte aktif bir rol oynadığını da göstermektedir.

Son olarak, bu çalışma, Türkiye'de para politikasının oluşturulmasında doğal faiz oranının tahmin edilmesinin önemini vurgulamaktadır. Çoklu ekonometrik yaklaşımlar kullanılarak elde edilen bulgular, DFO'nun davranışı ve makroekonomik istikrar üzerindeki etkileri hakkında bilgiler sunmaktadır. DFO'nun %3 ile %5,8

arasında tahmin edilen aralığı, enflasyonla etkin bir şekilde mücadele etmek için aktif bir para politikasına duyulan ihtiyacı desteklemektedir. İleriye dönük olarak, TCMB'deki politika yapımcılar, politika faiz oranını belirlerken DFO tahminini göz önüne almalı ve fiyat istikrarını sağlamak için tahmin edilen aralıkla uyumlu hale getirmeyi amaçlamalıdır.

Çalışmamızın sınırları arasında, model tahminlerinin doğruluğunu artırmak için daha geniş veri setlerine ve farklı ekonometrik yöntemlere ihtiyaç duyulması bulunmaktadır. Ayrıca, kısıtlı Türkçe literatür göz önüne alındığında, bu alandaki araştırmaların artırılması ve daha fazla ampirik çalışma yapılması gerekmektedir. Gelecekteki araştırmalar, DFO tahminlerinin daha hassas ve güvenilir hale getirilmesi için ek değişkenlerin ve yöntemlerin incelenmesini içermelidir.

**Hakem Değerlendirmesi:** Dış bağımsız

**Çıkar Çatışması:** Yazar, çıkar çatışması olmadığını beyan etmiştir.

**Finansal Destek:** Yazar, bu çalışma için finansal destek almadığını beyan etmiştir.

**Peer-review:** Externally peer-reviewed.

**Conflict of Interest:** The author have no conflicts of interest to declare.

**Financial Disclosure:** The author declared that this study has received no financial support.

## Kaynaklar

- Blanchard, O. J. and Quah, D. (1989). 'The dynamic effects of aggregate supply and demand disturbances', *American Economic Review*, 79, pp. 655–673. [\[CrossRef\]](#)
- Brzoza-Brzezina, M. (2003). *Estimating the natural rate of interest: a SVAR approach*. National Bank of Poland. [\[CrossRef\]](#)
- Brzoza-Brzezina, M. (2006). The Information Content of the Neutral Rate of Interest: The Case of Poland. *Economics of Transition*, 14(2), 391-412. [\[CrossRef\]](#)
- Crespo-Cuaresma, J., Gnan, E. and Ritzberger-Gruenwald, D. (2003). 'Searching for the natural rate of interest: A Euro-area perspective', Working Paper No. 84, Vienna: Austrian National Bank. [\[CrossRef\]](#)
- Dickey, D. A., & Fuller, W. A. (1981). Likelihood ratio statistics for autoregressive time series with a unit root. *Econometrica: journal of the Econometric Society*, 1057-1072. [\[CrossRef\]](#)
- Enders, W. (2015). *Applied econometric time series fourth edition*. New York (US): University of Alabama.
- Hamilton, J. D. (2020). *Time series analysis*. Princeton university press.
- Hodrick, R. J., & Prescott, E. C. (1997). Postwar US business cycles: an empirical investigation. *Journal of Money, credit, and Banking*, 1-16. [\[CrossRef\]](#)
- Holston, K., Laubach, T., & Williams, J. C. (2017). Measuring the natural rate of interest: International trends and determinants. *Journal of International Economics*, 108, S59-S75. [\[CrossRef\]](#)
- Kwiatkowski, D., Phillips, P.C., Schmidt, P., Shin, Y. (1992). Testing the null hypothesis of stationarity against the alternative of a unit root: How sure are we that economic time series have a unit root?. *Journal of Econometrics*, 54(1), 159-178. [\[CrossRef\]](#)
- Laubach, T., & Williams, J. C. (2001). Measuring the Natural Rate of Interest. [\[CrossRef\]](#)
- Laubach, T., & Williams, J. C. (2003). Measuring the natural rate of interest. *Review of Economics and Statistics*, 85(4), 1063-1070. [\[CrossRef\]](#)

- Lee, A., & Williams, C. A. (2019). Assessing the Usefulness of the Neutral Rate of Interest to Monetary Policy in Jamaica1. [\[CrossRef\]](#)
- Mendes, R. R. (2014). *The neutral rate of interest in Canada* (No. 2014-5). Bank of Canada Discussion Paper. [\[CrossRef\]](#)
- Muñoz-Salas, E., & Rodríguez-Vargas, A., (2021). Monetary policy in Costa Rica: an assessment based on the neutral real interest rate. [\[CrossRef\]](#)
- Neiss, K. S., & Nelson, E. (2003). The real-interest-rate gap as an inflation indicator. *Macroeconomic dynamics*, 7(2), 239-262. [\[CrossRef\]](#)
- Öğünç, F., & Batmaz, İ. (2011). Estimating the neutral real interest rate in an emerging market economy. *Applied Economics*, 43(6), 683-693. [\[CrossRef\]](#)
- Phillips, P.C., Perron, P., (1988). Testing for a unit root in time series regression. *Biometrika*, 75(2), 335-346.
- Rachel, L., & Smith, T. D. (2015). Secular drivers of the global real interest rate. *Bank of England Staff Working Paper No. 571*. [\[CrossRef\]](#)
- Summers, L. H. (2014). U.S. economic prospects: Secular stagnation, hysteresis, and the zero lower bound. *Business Economics*, 49(2), 65-73. [\[CrossRef\]](#)
- Us, V. (2018). Measuring the natural interest rate for the Turkish economy. *52nd issue (January 2018) of the International Journal of Central Banking*.
- Wicksell, K. (1938). *Interest and Prices* (tr. de la edición de 1898 de R.F. Kahn). Londres: Macmillan.
- Woodford, M. (2003). Optimal interest-rate smoothing. *The Review of Economic Studies*, 70(4), 861-886. [\[CrossRef\]](#)
- Zhang, R., Martínez-García, E., Wynne, M. A., & Grossman, V. (2021). Ties that bind: Estimating the natural rate of interest for small open economies. *Journal of International Money and Finance*, 113, 102315. [\[CrossRef\]](#)



Ek-Tablo 1. VAR Modeli Tahmin Sonuçları

	D(PI)	D(r)
D(PI(-1))	.218 (.129)	.051 (.050)
D(PI(-2))	-.287 (.129)	-.030 (.050)
D(PI(-3))	-.371 (.134)	-.041 (.052)
D(PI(-4))	-.676 (.135)	.052 (.053)
D(R(-1))	.242 (.336)	.039 (.131)
D(R(-2))	.090 (.333)	-.116 (.129)
D(R(-3))	.622 (.327)	-.0133 (.127)
D(R(-4))	-.029 (.259)	-.293 (.101)
Sabit Terim	.005 (.003)	-.001 (.001)
Kukla 1	-.002 (.009)	-.009 (.003)
Kukla 2	.121 (.018)	-.004 (.007)
Belirlilik Katsayısı	0.710	.240
Log Olabilirlik Oranı		333.994
Akaike Bilgi Kriteri		-10.999
Schwarz Bilgi Kriteri		-10.258
Katsayı sayısı		10

Ek Tablo 2. Yapısal VAR Tahmin Sonuçları

Model: $e = \Phi * Fu$ ve $E[uu'] = I$				
F matrisi				
	0	0		
			C(2)	0
	Katsayı	Std. Hata	z-İstatistiği	Olasılık
C(2)	.004	.001	5.181	.000
Log Olabilirlik	361.924			
Tahmini F matrisi:				
	.000	.000		
	.004	.000		

Not 1: Tam tanımlanmış Yapısal VAR modelinin örneklem dönemi: 2007Q2 - 2023Q1 arasında olup, gözlem sayısı: 64'tür. Tahmin yöntemi Newton-Raphson(ML) olup yakınsama 10 iterasyondan sonra sağlanmıştır.

Ek Tablo 3. İndirgenmiş Form GLS Tahmin Sonuçları

Değişkenler	Katsayılar	Std. Hata	t-istatistiği	Olasılık
Sabit Terim	.027	.007	3.801	.001
g	.198	.1009	1.960	.060
r <sup>f</sup>	.047	.003	15.982	.000
Kukla 1	.052	.003	14.987	.000
Kukla 2	-.027	.003	-7.435	.000
Ağırlıklandırılmış İstatistikler				
R-kare	.981	Bağımlı değişken ortalaması		.046
Düzeltilmiş R-kare	.978	Bağımlı değişken std. hatası		.038
Regresyonun std. hatası	.003	Akaike bilgi kriteri		-8.167
Toplam kare kalıntı	.001	Schwarz kriteri		-7.939
Log Olabilirlik	139.750	Hannan-Quinn kriteri.		-8.090
F-istatistiği	355.407	Durbin-Watson istatistiği		1.022
Olasılık(F-istatistiği)	.000	Bağımlı Değişken Ağırlıklı ortalama		.053
Ağırlıklandırılmamış İstatistikler				
R-kare	.919	Bağımlı değişken ortalaması		.075
Düzeltilmiş R-kare	.908	Bağımlı değişken std. hatası		.048
Regresyonun std. hatası	.015	Kalıntı kareler toplamı		.006
Durbin-Watson istatistiği	.894			

Not 1: Ağırlıklandırma serisi olarak kalıntı serisi ve ağırlık türü olarak bu serinin standart sapması kullanılmıştır (ortalama ölçeklendirme).

---

## Extended Summary

The natural rate of interest is the interest rate that prevails in the absence of shocks in the economy and is considered to be the interest rate that will keep the economy at full employment and price stability. This rate is particularly important as it influences the monetary policy of central banks. The policy interest rate affects economic activity and inflation, so central banks need to estimate the natural interest rate and adjust the policy interest rate accordingly. This study estimates the natural rate of interest in Turkey with three different econometric approaches (Structural VAR (SVAR), reduced form and Hodrick-Prescott (HP)) and investigates the effects of these estimates on monetary policy. The natural rate of interest has different definitions in the literature. Wicksell's definition of the interest rate that is neutral with respect to commodity prices is accepted as the flexible price equilibrium level of the real interest rate in the modern literature. This concept has an important role in the determination of monetary policy. Taylor-type monetary policy reaction functions usually include the natural rate of interest and this rate is used to evaluate the effectiveness of monetary policy. There is a limited number of studies for Turkey, but these studies show that estimating the natural rate of interest is useful for monetary policy evaluations.

The findings of the analyses using Structural VAR (SVAR), reduced form and Hodrick-Prescott (HP) filter approaches provide important insights into the interest rate dynamics of each approach. While the SVAR approach shows a relatively smaller real interest rate gap due to the procyclicality effect, the reduced form and HP filter reveal the existence of significant interest rate gaps in certain periods. The result that Turkey has an average natural interest rate ranging between 3 per cent and 5.8 per cent with a downward trend over time is consistent with previous studies on small open economies. SVAR and HP methods yield higher natural interest rate forecasts than the reduced form approach, while the volatility of the real interest rate gap is the lowest in the SVAR approach. The findings emphasise that the Central Bank of the Republic of Turkey (CBRT) should adopt an active monetary policy to maintain price stability and fight inflation effectively. The continuous consideration of the natural interest rate in determining the policy interest rate is especially important given that the periodic fluctuations determined by the reduced form and HP filter may affect economic stability.

The use of multiple econometric approaches in this study allows us to understand the dynamics of the natural rate of interest more comprehensively and to offer various analytical perspectives to the literature. By analysing the natural rate of interest for the Turkish economy, the study extends the limited amount of work in the literature on this topic and provides policy recommendations appropriate to the economic structure by focusing on Turkey's specific conditions. These findings provide an opportunity for future research to go deeper into the determination of the natural rate of interest and its implications for monetary policy. In particular, further economic modelling and data analyses can build on the recommendations of this study, which may contribute to a more effective monetary policy of the CBRT.