



DOĞU ÜNİVERSİTESİ DERGİSİ

DOGUS UNIVERSITY JOURNAL

e-ISSN: 1308-6979

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/doujournal>

TÜRK EKONOMİSİNDE DÖVİZ PİYASASI BASKI ENDEKSİNİN TAHMİNİ: ARAÇ DEĞİŞKENLER YAKLAŞIMI

FORECASTING THE FOREIGN EXCHANGE MARKET PRESSURE INDEX IN THE TURKISH ECONOMY: INSTRUMENTAL VARIABLES APPROACH

Mert GÜL⁽¹⁾, Bekir AŞIK⁽²⁾

Öz: Bu çalışmanın amacı, uygulanan para politikalarına bağlı olarak, Türkiye'deki döviz piyasasında oluşan baskının ne kadarının Merkez Bankası tarafından giderildiğini analiz etmektir. Bu analizin temelinde, döviz kuru piyasasındaki gerilimler Döviz Piyasası Baskısı (DPB) endeksi ile hesaplanmaktadır. Weymark'ın (1997) dışa açık ekonomi modeli temeline oturtulan çalışmada, değişkenlerin beklenti değerlerini bulmak için otoregresif model kullanıp, İki Aşamalı En Küçük Kareler (2SLS) yönteminden elde edilen ampirik sonuçlara ulaşılmaktadır. Modelde kullanılan değişkenlerin ilgili parametrelerini tahmin etmek için gözlemlenen verilerin zaman aralığı, 1998 yılının birinci çeyreğinden 2020 yılının ikinci çeyreğine kadar olan dilimi kapsamaktadır. Sonuçlara göre, 2001 yerel ekonomik krizi sırasında DPB endeksi yüksek değerler verip, Türk lirası döviz birimlerine karşı değer kaybı yaşarken, kriz sonrasında uygulanan para politikaları neticesinde endeks değerleri düşmüştür. 2018 senesi üçüncü çeyreğine kadar devam eden bu süreç, yaşanan döviz kuru krizi nedeniyle DPB endeksinde tekrar yükselişe geçildiği gözlemlenmektedir. Sonuçlar, yakın geçmişte uygulanan politikaların Türk lirası üzerinde oluşturduğu baskıları gözler önüne serip, para politikalarının gelecekte nasıl olması gerektiği konusunda, politikacılardan ekonomistlere kadar geniş bir kitleye hitap etmektedir.

Anahtar Kelimeler: Döviz Piyasası Baskı Endeksi, Para Politikaları, Araç Değişkenleri (IV) Tahmini

Abstract: The aim of the current study was to analyze how much of the pressure in the foreign exchange market in Turkey is eliminated by the Central Bank, depending on the monetary policies implemented. On the basis of this analysis, the value changes of the US dollar against the Turkish Lira were observed and the Exchange Market Pressure (EMP) index was calculated in the local market. Based on Weymark's (1997) open economy model, the empirical results obtained from the Two-Stage Least Squares (2SLS) method were obtained using the autoregressive model to find the expectation values of the variables. The time span of the observed data to estimate the relevant parameters of the variables used in the model covers the period from the first quarter of 1998 to the second quarter of 2020. The findings showed that although the EMP index had high values and the Turkish Lira weakened during the local economic crisis of 2001, the index values fell as a result of the monetary measures implemented in place afterward. This process, which continued until the third quarter of 2018, is observed to have started to rise again in the DPB index due to the exchange rate crisis. The findings highlight the pressures exerted on the Turkish Lira by the policies implemented in the recent past and appeal to a wide audience, from politicians to economists, about how monetary policies should be in the future.

⁽¹⁾ Beykent Üniversitesi, İİBF Fakültesi, İktisat (Türkçe) Bölümü; mertgul@beykent.edu.tr, ORCID: 0000-0002-6605-3274

⁽²⁾ Beykent Üniversitesi, İİBF Fakültesi, İktisat (İngilizce) Bölümü; bekirasik@beykent.edu.tr, ORCID: 0000-0002-2221-016X

Geliş/Received: 28-10-2022; Kabul/Accepted: 06-06-2023

Keywords: *Foreign Exchange, Monetary Policy, Instrumental Variables (IV) Estimation*

JEL: *F31, E52, C26*

1. Giriş

Gelişmekte olan ülkeler için, yerel para biriminin döviz birimleri karşısında gösterdiği istikrar, yabancı yatırımcıların yatırım yapmak için duyacakları ilgi kadar, yerel politikacıların ekonomik hedeflere ulaşmalarında son derece önem arz etmektedir. Ülkelerde uygulanan para politikaları ile döviz piyasasında istikrar sağlanabilir ve bu sayede döviz piyasası üzerindeki baskılar hafifletebilecektir. Öte yandan, döviz piyasasındaki baskı azaltılmadığı sürece, döviz kurunun aşırı değerlenmesi veya düşmesi, yerel bankacılık sektöründe kırılmalıkların artması ve ülkenin döviz rezervlerinin erimesi gibi çeşitli sonuçlar gözlemlenebilir. Küreselleşmenin, dijital çağda hızlanarak devam ettiği göz önünde bulundurulacak olursa, Weymark'ın (1998) da belirttiği gibi, ülkeler, yerel döviz piyasalarındaki baskının azaltılması için çeşitli düzenlemelere ihtiyaç duymaktadır. Düzenlemelerin odak noktasında olan bu tarz baskıların hesaplanabilmesi için, Girton ve Roper'in (1977) literatüre kattığı döviz piyasası baskısı endeksi (bundan sonra DPB endeksi), spot döviz kurundaki değer kaybı ile merkez bankasının (MB) döviz rezervindeki değişimi incelemektedir.

Ancak, Girton-Roper yaklaşımının temelinde, döviz piyasasında sabit kur rejimi kullanıldığı varsayımı bulunmaktadır. Halbuki geçtiğimiz yıllarda, aralarında Türkiye'nin de bulunduğu çoğu gelişmekte olan ülke serbest kur rejimine geçmiştir.¹. Bu yüzden, salt döviz kuru değişikliklerinden ziyade DPB endeksine odaklanmak pratik olarak daha önemlidir (IMF, 2009). Günümüzde, farklı kur rejimlerinin kullanılmasına bağlı olarak, Girton ve Roper'in DBP endeksi modelinin geliştirilmiş versiyonları kullanılmaktadır ve bu sayede sabit, serbest ve yönetilen dalgalı kur rejimlerinden herhangi birinin tercih edildiği ülkelerde, döviz piyasası baskısı analiz edilebilmektedir.

Yerel para birimi üzerinde hissedilen DPB, eğer ülkenin para otoriteleri döviz kurunu etkilemek üzere adımlar atmadıysa, döviz piyasasındaki döviz arzı noksanlığına işaret eder; bu noksanlık, onu ortadan kaldırmak için gereken görece değer düşüşünde yerel para biriminde kendini gösterir. Başka bir deyişle, MB'nin döviz kuruna müdahale etmediği dalgalı döviz kuru sisteminde, DPB, yerel para birimindeki gözlemlenebilecek değer kayıplarına sebebiyet verir. Yönetilen dalgalı kur rejiminde ise, DPB'yi azaltabilmek için, döviz piyasasında yerel para biriminin değer kaybı yaşanırken, ülkenin para otoriteleri, daha yüksek bir resmi faiz oranı belirlemek veya döviz piyasasında yerli para birimi satın almak gibi açık piyasa müdahaleleri ile önlemler alarak, yerel para biriminin değer kaybını önlemeye çalışır.

DPB endeksinin kullanmanın üç temel faydası bulunmaktadır. İlki, DPB endeksi değerlerindeki değişimin takibi ile, ülke vatandaşlarının döviz para birimlerine gösterdiği aşırı (düşük) talep veya yerel piyasadaki düşük (yüksek) döviz arzı ile olası sonuçları gözlemlenebilir (Klaassen ve Jager, 2011). İkinci olarak, döviz piyasasında yaşanan dalgalanmaların yarattığı istenmeyen sonuçları düzeltmek için uygulanan para politikalarının etkinliğini DPB endeksi ile ölçülebilir (Soe ve Kakinaka, 2018).

¹ 2021 yılı sonu itibarıyla, dünya üzerindeki 195 ülkeden 118 tanesi serbest döviz kuru rejimi ile türevlerini uygulamaktadır (IMF, 2021).

Sonuncusu ise, diğer dış faktörlerin bir belirleyicisi olarak ele alınan DPB endeksi, döviz piyasalarında oluşan gerilimleri daha iyi açıklayabilir. Örneğin, IMF (2007, 117), sermaye girişlerindeki dalgalanmalara karşı olağan politika tepkilerini incelemek için DPB endeksini kullanmaktadır. DPB endeksi, döviz kuru değişikliklerinden ziyade döviz piyasası gerilimlerini daha iyi açıkladığından, piyasadaki yatırımcıların finansal kâr fırsatları bulması ile politika yapıcıların diğer ülkelerden ve onların pazarlarından yayılan bulaşmayı zamanında önlemelerine yardımcı olur.

Türkiye Cumhuriyeti, döviz piyasasındaki istikrarın sağlanabilmesi adına, 1980’li yıllara gelene kadar sabit döviz kuru rejimini uygulamış, Türk lirasının değer kaybı yaşadığı dönemlerde hükümetler devalüasyon yöntemi ile müdahalede bulunarak yeni sabit kur pariteleri belirlemeyi tercih etmişlerdir. 1980’lerin başı itibarıyla, döviz kurunun belirlenmesi piyasaya bırakılmış olsa da sürekli gerçekleşen MB’nin müdahaleleriyle, rejimin yönetilen dalgalı kur rejimi olarak tanımlanması daha yerinde olacaktır. Yönetilen dalgalı kur rejimi, 1994 yılında yaşanan döviz krizi ile tartışılmaya başlanmış, 2000 yılında yerini bant içinde dalgalanma kur rejimine bırakmıştır ama bu rejimde 2001 Bankacılık Krizi sonrası terk edilmiştir. 2002-2008 yılları arasında, döviz alım ihalelerine yoğunluk veren Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası (TCMB), 2008 küresel finansal krizi sonrası, döviz satım ihalelerine yönelmiştir. Krizin etkilerinin yerel piyasada belirginleşmesi sonrası, piyasadaki parasal sıkışıklığın önüne geçebilmek adına faiz oranları düşürülmüştür. 2010 yılı sonu itibarıyla TCMB, kullandığı geleneksel araçlar haricinde, finansal krizlerin etkilerine karşı tepki verebilen bir sistem tasarlamıştır. Bu sistemin temelinde, mevcut enflasyon hedeflemesi politikasını aktif bir likidite politikası ile desteleyip, döviz kurunda ise faiz koridoru sistemi ile ortalama fonlama faizlerini kullanmaya başlamıştır. 2018 genel seçimleri sonrası Türk lirasının yaşadığı sert değer kaybı ile, TCMB’nin faiz değişimleri yolu ile hem döviz kuru piyasasını hem de fiyat istikrarını sağlamaya çalıştığını görmekteyiz. 1998 yılı birinci çeyreğiyle başlayan ve 2020 yılının ikinci çeyreğinde son bulan veri setimizde, bant dalgalanma kur rejiminin kullanıldığı 2000-2001 yılları hariç olarak, Türkiye Cumhuriyeti ekonomi otoritelerinin bugüne gelinen süreçte, para politikası uygulamalarında, yönetilen dalgalı kur rejimi kullandığını gözlemlemekteyiz.

Bu noktada, Türkiye Cumhuriyeti’nin DPB endeksini analiz ederek, TCMB’nin uyguladığı para politikalarının, döviz piyasası üzerindeki etkisini bulmayı amaçlıyoruz. DPB endeksinin tanımındaki en önemli unsurlardan biri de DPB’nin olgusal bir kavram olmasıdır. Başka bir deyişle, önemli olan MB’nin baskıyı önleyebileceği fiili durum değil, Weymark’ta (1995) vurgulandığı gibi (beklenmedik bir şekilde) döviz kurunu etkilemeye çalışmadığı varsayımsal durumdur. Bu durum, tam bir serbest kur rejimi dışında DPB’yi neredeyse gözlemlenemez hale getirir. Bu olgu ışığında, TCMB’nin, mali piyasalarda enflasyonla mücadeleyi amaç edinerek, para politikalarını üçer aylık programlar şeklinde hazırlamaya başladığı 1998 yılının ilk çeyreğinden itibaren analize başlanmaktadır. Net dış varlıklardaki hızlı artışın sterilize edilmesi hedefiyle, TCMB döviz kuru ve faiz politikalarında değişikliğe gidilirken, alınan önlemler ile faizlerde gerileme ve döviz kurlarında istikrar sağlanmıştır (Sarı, 2007). 1998 yılı Temmuz ayı itibarıyla IMF ile imzalanan “Yakın İzleme Anlaşması” çerçevesinde yeni bir para politikasına geçilmesi ile bu çalışma, o tarihten günümüze yapılan yapısal reform ve düzenlemelerin, döviz piyasasında yarattığı baskıları inceleyerek, literatüre katkıda bulunmaktadır.

Çalışmanın sonraki ara başlıkları şöyle sıralanmaktadır: ikinci bölümde, ilgili literatürün ayrıntılı bir incelemesini paylaşmaktayız. Üçüncü bölümde, Weymark'ın modifiye edilmiş açık ekonomi modelini incelerken, çalışmamızda kullandığımız veri seti ve metodolojiyi anlatmaktayız. Ekonometrik modellemeden elde ettiğimiz ampirik sonuçları, dördüncü bölümde paylaşmaktayız. Son bölümde ise, olası para politikası düzenlemelerinde, karar alıcılara yardımcı olabilecek sonuçlarla çalışmamızı tamamlamaktayız.

2. Literatür Taraması

Bu bölümde, Girton & Roper (1977) ve Weymark (1997) DPB endeksi modellerinin kullanıldığı çeşitli çalışmalarda kullanılan yöntemleri ve ulaşılan sonuçları inceleyeceğiz. Literatürde bulunan çalışmaların çoğu, döviz piyasasını etkileyen ekonomik değişkenler ve yarattıkları baskıları ölçmeye yöneliktir. Genel olarak, makroekonomik bir yapı kurmaya çalışan bu akademik araştırmalar, DPB endeksi modelindeki değişkenlerin farklı tanımlanmaları ile birbirinden ayrışmaktadırlar.

Pentecost vd. (2001), 13 Avrupa ülkesi için 1980-1994 yılları arası çeyreklik veri seti ile değişken olarak AB para birimleri ile Alman markı kur değerleri, cari fazla, kamu borcu, GSYİH kullandıkları çalışmalarında, DPB endeksi üzerinden servet bazlı para modelini literatüre sunmuşlardır. Bu model ile DPB endeksi ve makroekonomik değişkenler arasında bağ kurmuş, 13 Avrupa ülkesi için, bütçe açığı ile DPB endeksi arasındaki ters orantılı ilişki bulunduğunu göstermişlerdir. Sonuçlara göre, DPB endekslerinin hesaplanmasında diğer Avrupa ülkelerinden farklı olarak, Fransa ve Finlandiya için iyi sonuçlar sunarken, Belçika, İtalya ve İspanya içinse daha az performans göstermektedir. Bielecki (2005), 1994:01'den 2002:02 ye kadar geçen aylık veri kullandığı çalışmasında, Polonya MB'sinin hazırladığı döviz kuru müdahale endeksi, Polonya zlotisi, döviz kuru sepeti (55% EUR, 45% USD), Polonya için 3 aylık WIBOR oranları ile, yabancı para birimleri için ağırlıklandırılmış 3 aylık LIBOR oranları, M2 rezerv miktarı, sanayi üretim endeksi ve üretici enflasyonu değişkenlerini kullanmıştır. Çalışmada uygulanan VAR modelinin sonuçlarına göre, veri setini içeren yıllar içinde, DPB endeksi bazlı müdahale verileri, Polonya MB'sinin sterilizasyon politikaları için uzun dönemde daha tutarlı sinyaller sağlamaktadır. Bielecki benzeri bir başka Girton-Roper modelini kullanan çalışma da Bautista ve Bautista (2005)'nin Filipinler için analiz ettiği 1990:01 den 2000:04'e kadar aylık datanın kullanıldığı araştırmadır. Yazarlar araştırmalarında, ABD doları ile Filipin pesosu döviz kuru oranı, 3 aylık Filipinler ve 3 aylık ABD tahvillerinin faiz oranları kullanmış, elde ettikleri sonuçlara göre, genelde, yurtiçi kredi büyümesi azaltmak ve faizleri artırmak, DPB endeksini düşüren önlemler olarak karşılına çıkmıştır. Ancak bulgularına göre, kriz dönemlerinde Filipinli para otoriteleri DPB'yi sterilize etmeyi tercih etmeyip, sadece yerel kredi büyümesini daraltmışlardır.

Jeisman (2005), DPB endeksini kullanarak Avustralya Merkez Bankası'nın döviz kuruna müdahalesinin piyasa üzerindeki etkilerini araştırmaktadır. 1984:Ç1'den, 2003:Ç4'e kadar olan zaman dilimini kapsayan çalışma da, Avustralya doları ve ABD doları döviz kuru, Avustralya 90-günlük hazine bonosunu yerel faiz oranı için ve yabancı faiz oranı için ABD 90 günlük hazine bonosu kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, MB müdahalelerinin, Avustralya dolarının, ABD doları karşısında döviz kurunda değer kaybettiği dönemlerde kriz dışı dönemlere kıyasla daha fazla etkili olduklarıdır. 2004 yılında Avrupa Birliği'ne üye ülke olarak kabul edilen sekiz geçiş ülkesini inceleyen çalışmalarında, Vanneste vd. (2005), bu ülkelerin yerel para birimlerini 1999 yılına kadar Alman markı ile 2000-2003 arasını ise Euro ile

kıyaslamışlardır. Yazarlar, panel data kullandıkları çalışmalarında, serbest kur rejimi ve türevlerini uygulayan geçiş ekonomilerinin daha az DPB'ye maruz kaldığını gösterirken, kriz dönemlerinde, kur rejimi farkının yarattığı etkinin, devletlerin artan kamu borçları nedeniyle azalacağını sundular.

Kırgızistan için 1995-2006 seneleri arası kullandığı aylık veriler ile çalışan Kumah (2007), çalışmasında doğrusal VAR modeli ile doğrusal olmayan Markow-switching modellerini karşılaştırmış ve doğrusal olmayan modelin sonuçlarının daha tutarlı olduğunu göstermiştir. Döviz kuru değişim oranı, enflasyon, parasal genişlemenin makroekonomik değişkenler olarak ele alındığı bu çalışmanın bir başka önemli sonucu ise, tüm değişkenler, döviz piyasası üzerinde baskı oluştururken, parasal genişlemenin DPB endeksine etkisi görülmeyp, fiyat istikrarını ortadan kaldıracak şekilde etki yaratmakta olduğudur. Iwata ve Tanner (2007), gelişmekte olan ülkelerden, Brezilya, Meksika, Türkiye'deki DPB endeks hesaplamaları üzerinde, Brezilya için 1994-1998 arası, Meksika için 1988-1994 kriz öncesi dönem ile 1995-2000 arası kriz sonrası dönem ve Türkiye için 1987-1993 ilk dönem, 1994-2001 arası ikinci dönem aylık veri setlerini kullanmışlardır. SVAR modelini uyguladıkları çalışmalarında, değişkenler olarak döviz kuru değişimi, faiz oranları ve uluslararası rezerv akışlarını seçmişlerdir. Sonuçlara göre, bu üç gelişmekte olan ülkedeki yabancı sermaye hesaplarında çıkışların yaşandığı dönemlerde, ülkelerin ekonomik büyümesi ve fiyat istikrarları etkilenir ve bu etkinin büyüklüğünü değiştiren en önemli faktör, merkez bankalarının tercih ettiği döviz kuru rejimleridir.

İki ülkenin para birimlerinin değerinin karşılaştırıldığı DPB endeksi çalışmalarında, Klaassen ve Jager (2011) aynı iki ülkenin faizlerini de eklemiş, Döviz Kuru Mekanizması (ERM) nin Avrupa ülkelerince uygulandığı dönemleri incelemişlerdir. Özellikle 1992-1993 döneminde, G7 ülkelerinden Fransa, İtalya ve İngiltere'nin yaşadığı döviz krizlerinin DPB endeksinin açıkladığını sunmuşlardır. Geleneksel makroekonomik verilerin yanına, gecelik bankalararası faiz oranını da ekleyen ilk çalışmalardan biri olan araştırmalarında hem günlük hem de aylık veri setleri kullanmışlardır. Hall vd. (2013) Japon yeni, Çin yuanı ve İngiliz sterlininin, ABD doları karşısındaki döviz kuru değişimlerini inceleyip, DPB endeksinin hesapladıkları çalışmalarında, 2001:Ç1 den 2009:Ç4 zaman dilimi arasındaki değişimler için zaman değişimli parametre modeli kullanmışlardır. Sonuçları, Japon yeni için, Japonya MB'si yen satım ihalelerini etkin kullandığı için DPB endeksi Japonya için düşük gözükmekte olduğunu sunarken, Çin yuanı için, 2004 ile 2007 yılları arasında, piyasa değerinin olması gerekenden 20% az değerlendirildiğini görmekteyiz. İngiliz sterlini içinse, bu zaman diliminde DPB endeksi düşük olduğundan, İngiliz MB'sinin döviz kuruna müdahale etmesi için bir gerekçe oluşmadığını öne sürmektedirler.

OECD ülkeleri ve gelişmekte olan ülkelerin döviz kuru piyasalarındaki baskıları araştıran Aizenman ve Binici (2014), dinamik panel veri analizi uyguladıkları çalışmalarında 2000-2014 arası çeyreklik verileri kullanmışlardır. DPB endeksinin ülke içi faktörlerden mi yoksa uluslararası piyasalarda oluşan şoklardan mı oluştuğunu araştıran bu çalışmada, dinamik panel veri analizine göre küresel dalgalanmaların hem OECD hem de gelişmekte olan ülkeler üzerinde etki yarattığı sonucuna ulaşmışlardır. Bu küresel dalgalanmaların etkilerini azaltabilmek adına, sermaye kontrollerinin, özellikle gelişmekte olan ülkeler için, faydalı olacağını öne sürmüşlerdir.

Türkiye üzerine yapılan çalışmaların ilk olanlarından biri olan Akçoraoğlu (2000), çalışmasında 1990:03'ten 1998:12'ye kadar aylık veri kullanıp, VAR ve Granger

nedensellik testleri uygulamıştır. Değişkenler olarak USDTRY kuru, MB aylık net yerel kredi değişimleri, TR faiz oranları ve yabancı faiz oranı olarak ise 3 aylık LIBOR oranları kullanılmıştır. Girton-Roper modelinin öngördüğü üzere, DPB'nin yerel kredi genişlemesi ile pozitif ilişkide olduğunu, sonuçlarda da görmekteyiz. Özellikle, ülke içinde çeşitli döviz piyasası kaynaklı krizlerle boğuşulduğu dönemde, ya da başka bir deyişle, ekonomide Fisher etkisinin yoğun hissedildiği 1990'lı yıllarda, yüksek DPB ile karşılaşan para otoriteleri, çoğunlukla faizleri artırma yoluna gitmişlerdir.

Uğurlu ve Aksoy (2008) 2004:01-2012:12 arası aylık veriler kullandıkları çalışmalarında, mevsimsel eşbütünleşme analizi uygulamış ve değişkenler olarak, Türkiye için cari açık, hazine bonusu faiz oranı, toplam yükümlülükler ve VIX endeksini tercih etmişlerdir. Sonuçlara göre, DPB'yi ABD dolarının satış kurundaki değişim ile MB'nin brüt döviz rezervindeki değişim olarak hesaplarken, çalışmadaki tüm değişkenler ile DPB endeksi arasında pozitif ilişki bulmuşlardır. Dayı ve Akdemir (2014), DPB'yi yapay sinir ağı modeli ile inceledikleri çalışmalarında, 2005-2013 aylık veriler kullanmakta ve Türkiye için yurtiçi kredi hacmi, TÜFE, GSYİH, Döviz kuru, MB'nin döviz rezervleri değişkenlerini incelemektedirler. Çalışmalarında uyguladıkları, DPB endeksini tahmin eden Girton ve Roper ile Weymark modellerinin sonuçları birbirleriyle karşılaştırıldığında, Weymark'ın geliştirdiği modelin, döviz piyasası üzerindeki baskıyı tahmin etmekte, daha başarılı sonuçlar verdiği görülmektedir. Modelin Girton-Roper DPB tahmini 87% olarak gerçekleşirken, bu oran Weymark modeli için 91%'dir.

Göksu vd. (2015), 1998-2013 yılları arasında çeyreklik veri kullandıkları incelemelerinde, dört yönlü ayrıştırma analizini uygulamışlardır. Ulaştıkları sonuçlara göre, DPB modelinin, 1999 Gölçük depremi sonrasında ekonomik krizi, Şubat 2001 krizini ve bunun etkilerini öngörmekte başarılı olduğunu göstermektedir. 2008 küresel finansal krizin Türk ekonomisi üzerindeki etkisinin tahmin edildiği modelde, yerli ve yabancı sermayenin ülkeye giriş çıkışları, krizin etkilerinin yoğun hissedildiği dönemlerde yoğunlaşmaktadır.

Türkiye üzerine, daha güncel çalışmaların başında gelen, Kaya ve Köksal (2018), DPB endeksinin hesaplanması için makroekonomik veriler ve menkul kıymet piyasası içinde BİST100 endeks getirisini kullanmışlardır. VAR modelinin kullanıldığı, 2005:12-2017:11 aylık verilerini kapsayan çalışma diliminde, DPB endeksindeki değişimler, uygulanan Granger nedensellik analizine göre, ekonomik gelişmelerle paralellik göstermektedir. DPB endeksi ile BİST100 arasındaki ilişki de analiz edilmiş, sonuçlara göre hisse senedi piyasasından, DPB endeksine doğru tek taraflı bir nedensellik bağı olduğunu sunulmuştur.

Öruç (2019), iki aşamalı en küçük kareler yöntemini kullandığı, 1990:Ç1-2017:Ç2 dönemlerindeki çeyreklik verileri kapsayan çalışmada, elde ettiği sonuçlara göre, 1994 krizine giden süreçte yükselmeye başlayan DPB endeksi, 2002 yılına kadar devam ederken, yönetilen dalgalı kur rejimine geçilmesi ile bu baskının azaldığını görmekteyiz. Bunun yanı sıra, DPB endeksinin, ekonomik veriler ile dışsal etkenlerden son derece etkilendiği sonuçlarına yansımıştır. Siklar ve Akca (2020), 2002-2018 yılları arasında aylık veriler kullanıp, VAR ve Granger nedensellik testleri uyguladığı çalışmada, yurtiçi kredi genişlemesinden, DPB ve faiz oranı değişimlerine tek yönlü bir nedensellik sonucuna ulaşmışlardır. Türk lirasının değer kaybetmesinin arkasında artan DPB endeksinin olduğu bir durumda, VAR

modelinden elde edilen bulgular ışığında, MB'nin faizleri artırarak bu baskıyı ortadan kaldırmaya çalışacağı görüşünü öne sürmüşlerdir.

Gözlemlenebilir veriler ışığında, MB müdahaleleri için Weymark 1997 açık ekonomi modelini kullanılmaktadır. Para politikalarının etkinliğini ölçebilmek için, Weymark modeli üzerine inşa edilen çeşitli ve daha güncel modeller literatürü zenginleştirmek adına ciddi anlamda katkıda bulunmuşlardır. Weymark modelinin tercihinde yer alan önemli iki an unsuru, modelin çoklu MB müdahalelerini ölçebilmesi ve dalgalı döviz kuru rejimlerinin takibine uygun yapısıdır. Bu sebeple, Türk lirasının, yabancı para birimi ABD doları karşısındaki kur dengesinde etkilendiği döviz piyasası baskısını ve MB müdahalelerini incelemek için Weymark modelini kullanarak araştırmamıza devam etmekteyiz.

3. Döviz Piyasası Endeksini Ölçmek: Model ve Veri

Döviz kuru değişiminin yanı sıra piyasa üzerindeki baskıya yönelik para politikalarını ve onların yarattığı etkileri gözlemek daha uygundur. Bu yaklaşım, piyasadaki DPB endeksinin dolaylı bir şekilde ölçülmesini sağlar. Bu ölçümün temelinde, biri geleneksel olmak üzere, üç farklı döviz piyasası baskısı dengeleme değişkeni içerir; döviz kuru (geleneksel değişken olarak), faiz oranı ve resmi döviz piyasası müdahaleleridir.

$$DPB_t = \Delta S_t + w_i \cdot \tilde{i}_t + w_c \cdot \tilde{c}_t \quad (1)$$

S_t , bir birim yabancı paranın yerel para birimi fiyatı olarak tanımlanan, t zamanındaki nominal spot döviz kurunun logaritmasını gösterir. Faiz oranı, i_t , MB tarafından tüm para piyasası araçlarının kullanımını özetlemesi beklenir. Bu nedenle faiz oranı kısa vadeli bir orandır. Son olarak, c_t , döviz piyasası cirosunun bir göstergesi tarafından ölçülen resmi rezervlerdeki azalmayla tahmin edilen, MB'nin döviz piyasasında yerli para birimini tekrardan satın almasıdır.

Baskı dengeleme değişkenleri DPB endeksi ölçümüne götürür; burada Δ birinci fark operatörüdür, ΔS_t , \tilde{i}_t , \tilde{c}_t ise S_t , i_t , c_t ve w_i , w_c ağırlıklarına dayalı DPB endeksi bileşenleridir. Klaassen ve Jager'in (2011) sadece birkaç varsayım kullanarak gösterdiği gibi, bu hesaplama yaklaşımı baskı kaynaklarına bağlı değildir ve onu üretmek için bir döviz kuru belirleme modeline de ihtiyaç yoktur.

ΔS_t baskısı, DPB endeksi tanımına göre mantıklıdır. Söz konusu baskının, DPB hesaplamalarındaki ağırlığı dalgalı döviz kuru rejimlerinde yerel para biriminin gerçek değer kaybıyla örtüşür. Bu bağlamda, döviz piyasasına hiçbir müdahale olmadığında, $\tilde{c}_t = c_t$ sağlanır. Faiz oranı bileşeni olarak kabul ettiğimiz \tilde{i}_t 'nin hesaplanmasındaysa, çeşitli akademik çalışmalarda farklılıklar gösterir. Geleneksel yaklaşım aşağıdaki gibidir:

$$\tilde{i}_t = \Delta i_t = i_t - i_{t-1} \quad (2)$$

Bu model, Girton ve Roper'in (1977)'de kullanılmıştır. Ancak, ardışık iki gün için faiz oranının 100%'e ayarlandığı spekülasyon bir saldırı esnasında, ikinci günde $\Delta i_t = 0$ olacaktır. Bu durum, DPB bileşeni için o gün üzerinde herhangi bir baskı olmadığını gösterir. Bu mantık dışı sonucun altında yatan neden, DPB tanımının öngördüğü gibi, piyasada faiz oranının i_{t-1} olmamasıdır. Gerçek oran, MB'nin döviz kuru dışındaki diğer hedeflere, genellikle enflasyon ve çıktı gibi yerel ekonomik hedeflere ulaşmak için seçeceği orandır. Bu nedenle, Klaassen ve Jager (2011) i_t^d 'yi karşı-olgusal faiz oranı olarak ve $\tilde{i}_t = i_t - i_t^d$, DPB tanımıyla tutarlı bir DPB ölçüsü elde etmek için bir

bileşen olarak sunar. i_t^d ise Taylor tipi bir kuralın doğal bir vekilidir, ancak pratikte sadece yabancı faiz oranını (enflasyon farkıyla düzeltilmiş olarak) almak tatmin edici bir yaklaşım olabilir.

Yukarıdaki DPB ölçüsündeki w_i ve w_c ağırlıkları, bileşenlerin döviz kuru piyasasındaki baskıyı ortadan kaldırmada ne kadar etkili olduğunu belirtir. Ağırlıkların gözlemlenemez ama pozitif olduğu varsayılır. Bu varsayımın avantajlarından biri, ağırlıkların açık bir ekonomik anlama sahip olmasıdır, bu da modelin spesifikasyonunun doğru olduğu ölçüde faydalıdır (Girton ve Roper, 1977; Weymark, 1995). Bir diğer avantaj ise, Eichengreen, Rose ve Wyplasz'a (1996) bağlı olarak volatilité yumuşatma yöntemidir. Burada ağırlıklar, ΔS_t 'nin örnek standart sapmasının ilgili bileşeninkine oranıyla tahmin edilir, böylece hiçbir bileşen volatilité açısından diğerine baskın olmaz. Bu ağırlıklar artık yapısal bir modele bağlı değildir ve hesaplanmaları daha kolaydır, ancak artık sadece para politikası araçlarının etkinliğini (olması gerektiği gibi) değil, aynı zamanda araçların ne kadar yoğun kullanıldığını da yansıtmaktadırlar.

Bu çalışmada ise Weymark (1997)'nin geliştirdiği dışa açık ekonomi modeli, Türkiye'nin döviz piyasası baskı (DPB) endeksini elde etmek için kullanılmıştır. Weymark (1997) modelinde aşağıdaki 7 denklem yer almaktadır:

$$y_t = \bar{y} + \alpha\{p_t - E[p_t|t-1]\} + v_t^y \quad (3)$$

$$p_t = ap_t^n + (1-a)p_t^{tr} \quad (4)$$

$$p_t^{tr} = p_t^* + e_t \quad (5)$$

$$i_t = i_t^* + E[e_{t+1}|t] - e_t \quad (6)$$

$$m_t^d = p_t + b_1 y_t - b_2 i_t + v_t^m \quad (7)$$

$$m_t^s = m_{t-1}^s + \Delta d_t + \Delta r_t \quad (8)$$

$$\Delta r_t = -\bar{\rho}_t \Delta e_t \quad (9)$$

Modelde y_t reel GSYİH; \bar{y} GSYİH'nin ortalaması; p_t ; yurt içi fiyatlar seviyesini; p_t^* yurt dışı fiyatlar seviyesini; p_t^n ticarete konu olmayan fiyatlar genel seviyesini; p_t^{tr} ticarete konu malların fiyat seviyesini; e_t döviz kurunu; m_t^d para talebini; m_t^s para arzını; i_t ; yurt içi faiz oranlarını; i_t^* ; yurt-dışı faiz oranlarını; Δd_t ; yurt içi kredi miktarındaki değişimi; Δr_t dış rezerv miktarındaki değişimi; v_t^y ve v_t^m modeldeki hata terimlerini ifade eder.

Weymark (1997) modelindeki ilk dört denklem standart dışa açık ekonominin denklemleridir. Birinci denklem yurt içi reel çıktı ve beklenmedik yurt içi fiyat seviyesi arasındaki pozitif ilişkiyi tarif eden emtia piyasasındaki dengeyi simgeler. Üç numaralı denklem yurt içi fiyat seviyesini, ticarete konu olan ve ticarete konu olmayan malların fiyat seviyelerinin ağırlıklandırılmış ortalaması olarak ifade eder. Dört numaralı denklem ise görelî satın alma gücüdür ve döviz kurunun iki ülkenin fiyat seviyeleri arasındaki fark kadar değiştiğini göstermektedir. Altı numaralı denklem faiz paritesi denklemdir ve döviz kurunun, yurt içi ve yurt dışı faiz oranları arasındaki fark ve döviz kuru beklentisi tarafından belirlendiğini ifade eder. Yedi ve sekiz numaralı denklemler para piyasasındaki dengeyi gösterir. Yedi numaralı denkleme göre reel para talebi, reel milli gelir ve nominal faiz oranı tarafından belirlenmektedir. Sekiz numaralı denklem ise bir dönemde ekonomideki para arzı miktarını gösterir. Bu denkleme göre para arzı, bir önceki dönem para arzının, cari dönemdeki yurt içi kredi miktarının ve dış rezerv miktarının toplamıdır. Dokuz numaralı denklem ise para otoritesinin döviz kuru değişimlerine karşılık kullandığı rezerv miktarını gösterir.

Bu denklemlerden hareketle döviz piyasası baskı endeksinin hesaplanacağı denklemi bulabiliriz. Döviz piyasası baskı endeksini hesaplamada kullanılacak aşağıdaki eşitlik ilk defa Weymark (1995, 1997) tarafından kullanılmıştır:

$$DPB_t = \Delta e_t + \eta_t \Delta r_t \quad (10)$$

e_t , logaritması alınmış döviz kurunu ifade eder ve bir birim yabancı paraya karşılık gelen yerli parayı ifade eder. $\Delta e_t = e_t - e_{t-1}$ ve döviz kurundaki yüzdelik değişimi; Δr_t dış rezerv miktarındaki yüzdelik değişimi simgeler. DPB Endeksi, genel olarak, yerli paraya olan talep fazlasının veya yerli paranın arz fazlasından kaynaklı para piyasası dengesizliğini gösterir. DPB endeksi döviz kurundaki ve merkez bankasının yabancı rezervlerindeki yüzdelik değişimin toplamıyla bulunur. Denklem (10)'daki η_t parametresi, döviz kurundaki değişimlere eşit miktardaki rezerv değişimlerini gösteren esneklik olarak ifade edilir ve şu şekilde bulunur:

$$\eta_t = \frac{-\partial \Delta e_t}{\partial \Delta r_t} = -[b_2 + (1 - \alpha)(1 + \alpha b_1)] \quad (11)$$

Denklemdaki b_1 , b_2 ve α modeldeki denklemlerden tahmin edilir². DPB endeksi pozitif ise döviz kuru yükselme ve yerli para değer kaybetme eğilimindedir.

Weymark (1995, 1997) müdahale endeksini de aşağıdaki gibi tanımlamıştır:

$$\omega_t = \frac{\eta_t \Delta r_t}{EMP_t} = \frac{\eta_t \Delta r_t}{\Delta e_t + \eta_t \Delta r_t} \quad (12)$$

$$\Delta e_t = \frac{\{X_t - b_2 \Delta E[e_{t+1}|t] - (1 - \alpha) \alpha b_1 \Delta E[e_t|t-1]\} + \Delta r_t}{[b_2 + (1 - \alpha)(1 + \alpha b_1)]}$$

Müdahale endeksi şu aralıkta değerler alır: $-\infty < \omega < +\infty$. $\omega_t = 1$ durumunda, söz konusu ülkede, sabit döviz kuru; $\omega_t = 0$ ise tam dalgalı döviz kuru uygulanmaktadır. $0 < \omega_t < 1$ durumunda ise ülkede müdahaleli dalgalı döviz kuru sistemi vardır. ω_t , 1 değerine yaklaştıkça müdahalenin derecesi artmaktadır. ω_t 'nin birden büyük değerler alması, yerli paraya fazla (az) talep olduğunda, merkez bankasının yerli paranın değer kaybetmesi (değer kazanması) için aktif politika yönettiğine işaret eder. Müdahale endeksi, döviz kuru değişimlerine ters yönde hareket eder. Son olarak, ω_t 'nin sıfırdan küçük değerler alması, merkez bankasının yerli paraya fazla talep olması durumunda yerli paranın değer kaybetmesine karşın aktif politikalar geliştirdiğine işaret eder.

Weymark (1995, 1997)'ye göre müdahaleli döviz kuru sisteminde, $0.7 < \omega_t < 1$ olduğu durumlar, döviz kuru oynaklığını gidermek için merkez bankalarının yüksek oranlarda müdahalede bulunmasına işaret eder.

DPB Endeksi'ni oluşturmak için yukarıdaki denklem setini kullanmak gerekmektedir. Matematiksel olarak DPB endeksi, döviz kurundaki ve uluslararası rezervlerdeki değişmeye bağlıdır ve bu endeksi elde etmek için esneklik katsayısının (η_t) bulunması gerekmektedir. Esneklik katsayısını oluşturan b_1 , b_2 ve α katsayılarının denklemlerin tahmin edilmesiyle bulunmaktadır.

Katsayıları tahmin edebilmek için kullanılan veriler için ilk tercih Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası (TCMB)'dir. Gayri Safi Yurtiçi Hasıla (GSYİH), Tüketici Fiyatları Endeksi (TÜFE), M2 para arzı miktarı, döviz kuru (Amerikan doları/Türk lirası) ve uluslararası rezervler TCMB-Elektronik Veri Dağıtım Sistemi'nin (EVDS) internet sitesinden elde edilmiştir. Modelde kullanılan yurt içi

² a katsayısı ise seçilen dönemde ithalatın, reel GSYİH'ya oranının ortalama değeridir. Bu değer 0.235'tir.

faiz oranları için Türkiye'nin bankalar arası borç verme faiz oranı tercih edilmiş ve bu veri de TCMB'nin internet sitesinden elde edilmiştir. Modelde yer alan yurt dışı fiyat endeksi ve yurt dışı faiz oranı olarak, sırasıyla, ABD tüketici fiyatları endeksi ve ABD'nin üç aylık ödemeli tahvil faizleri tercih edilmiştir. ABD tüketici fiyatları endeksi, Uluslararası Para Fonu-Uluslararası Finansal İstatistikler internet sitesinden; ABD üç aylık ödemeli tahvil faizleri ise St. Louis Federal Reserve Bank'ın Federal Reserve Economic Data veri tabanından indirilmiştir.

İlgili parametreleri tahmin etmek için kullanılan verilerin zaman aralığı 1998 yılının birinci çeyreğiyle 2020 yılının ikinci çeyreğini kapsamaktadır. Söz konusu verilerden nominal değişkenler, GSYİH deflatörü kullanılarak reelleştirildikten sonra Census X-12 yöntemi kullanılarak tüm seriler mevsimsellikten arındırılmıştır. Verilerin, faiz oranı değişkenleri hariç logaritmik dönüşümleri yapılmıştır. Durağan olmayan serilerin logaritmik birinci farkı alınarak, seriler durağanlaştırılmıştır. Faiz oranlarının ise doğrudan farkı alınarak tahminde kullanılmıştır. Genelleştirilmiş Dickey-Fuller (ADF) ve Phillips-Perron birim kök testleri sonuçları Tablo 1'de yer almaktadır. Test sonuçlarına göre modelde kullanılan değişkenler, çıktı açığı hariç, düzeyde birim kök içermektedir. Fakat değişkenlerin birinci farkları alındığı zaman tümünün birim kök içermediği gözlenmektedir.

Modeli tahmin etmek için en küçük kareler (EKK) yöntemi kullanılacaktır. Weymarck (1997) modelindeki denklemleri tahmin etmek için denklem sistemini matris formunda aşağıdaki gibi yazarız:

$$y = \beta X + u \quad (13)$$

Bu regresyonda y bağımlı değişken, X bağımsız değişkenler, u regresyonun hata terimi ve β da tahmin edilen katsayılarıdır. β katsayılarının tahmin edicisi aşağıdaki gibi ifade edilebilir:

$$\beta_{EKK} = (X'X)^{-1}X'y \quad (14)$$

Ancak tahmin edilen denklemlerde seçilen değişkenler, tahmin edilen regresyonun hata terimiyle ilişkiliyse en küçük kareler yöntemi sapmalı ve tutarsız sonuçlar verecektir. Bu durumun gerçekleşmesinin muhtemel iki nedeni vardır: birincisi tahmin edilecek denklemlerdeki bağımsız değişkenlerin içsel olarak belirlenen değişkenler olma ihtimalidir. İkinci neden ise söz konusu değişkenlerin yanlış ölçülmesidir. Şayet modelin tahmini için seçilen bağımsız değişkenler hata terimleriyle ilişkiliyse, bu değişkenler içsel değişkenler olarak adlandırılır. Bu sorunu gidermek için model araç değişkenler yöntemiyle tahmin edilmelidir. Araç değişkenler yönteminde içsel değişken sorununu gidermek için içsel değişkenlerle ilişkili olan ancak regresyonun hata terimiyle ilişkili olmayan ve 'araç değişken' olarak adlandırılan değişkenler bulunur. Bu araç değişkenler, hata terimleriyle regresyonun sağında yer alan değişkenlerin ilişkisini kesmek için kullanılır.

İki aşamalı en küçük kareler 2SLS yöntemi³ de araç değişken tahmin yöntemlerinden birisidir ve modeli matris formunda aşağıdaki gibi yazabiliriz:

$$y = \gamma Y + \beta X + u \quad (15)$$

³ 2SLS yöntemi Greene (2003)'te anlatılmıştır.

y bağımlı değişken, Y içsel değişkenler, X dışsal değişkenler, u regresyonun hata terimi, γ ve β , sırasıyla içsel ve dışsal değişkenlerin katsayılarıdır. (13) numaralı regresyonu daha kompakt bir şekilde aşağıdaki gibi yazabiliriz:

$$y = \delta Z + u \quad (16)$$

Bu regresyonda $Z = (Y, X)$ 'dir. (17) nolu regresyonda içsel değişkenler (Y) ile regresyonun hata terimi ilişkili olduğu için Z ve hata terimi de ilişkili olacaktır ve tahmin sonuçları sapmalı ve tutarsız olacaktır. Bu nedenle, seçilen model, iki aşamalı en küçük kareler yöntemiyle tahmin edilir. Birinci aşamada, regresyondaki içsel değişkenleri dışsal değişkenler üzerinde tahmin ederiz ve içsel değişkenlerin tahmini değerlerini elde ederiz.

$$\hat{Y} = X(X'X)^{-1}X'Y \quad (17)$$

\hat{Y} tahmini değerleri ifade etmektedir. İkinci aşama ise birinci aşamada elde edilen tahmini değerler, orijinal denklemdeki değişkenlerle değiştirilir ve orijinal denklem tahmin edilir. Elde edilen katsayılar ise 2SLS tahmin yöntemiyle elde edilen katsayılardır. Bu katsayıları da aşağıdaki gibi gösterebiliriz:

$$\delta_{2SLS} = (Z'Z)^{-1}Z'y \quad (18)$$

Weymark'ın dışa açık ekonomi modelinde yer alan b_1, b_2 ve α katsayılarını iki aşamalı regresyon 2SLS modeliyle tahmin ederiz. İki aşamalı regresyon modelini tahmin ederken, hata terimleriyle ilişkisiz, araç değişkenler bulunmalıdır. Tahmin edilen denklemlerde faiz oranı ve döviz kuru içsel değişkenlerdir. Muhtemel araç değişkenler, dışsal değişkenlerin cari ve bir dönem gecikmeli değerleri ve tüm içsel değişkenlerin bir dönem gecikmeli değerleridir. Bu tahminler sonucunda istatistiki anlamlılığa sahip değişkenleri araç değişken olarak kullanabiliriz⁴.

4. Ampirik Sonuçlar

Tablo 1 model için seçilen değişkenlere ve değişkenlerin birinci farkına ait Augmented Dickey Fuller (ADF) testi ve Phillips-Perron testi sonuçlarını yer vermektedir. Seçilen değişkenlerin düzeyin değerlerinde birim kök olduğu için bu değişkenler birinci dereceden durağan değişkenlerdir. Söz konusu değişkenlerden ABD faiz oranı, sabit ve trend dahil edilmiş ADF birim kök testi sonucuna göre durağandır. Ancak Phillips-Perron birim kök testine göre ise birinci farkı durağandır.

⁴ Sayfa kısıtı nedeniyle bu sonuçlara yer vermiyoruz. Sonuçlar yazarlardan talep edilebilir.

Tablo 1. ADF Birim Kök Testi Sonuçları

Değişken	ADF Test Sonuçları		Phillips-Perron	
	Sabit	Sabit ve Trend	Sabit	Sabit ve Trend
GSYİH	-0.551 (0.875)	-2.549 (0.305)	-0.579 (0.869)	-2.586 (0.289)
TÜFE	1.810 (0.997)	0.363 (0.998)	4.473 (1.000)	3.746 (1.000)
Para Arzı (M2)	-0.692 (0.849)	-1.898 (0.649)	-1.00 (0.749)	-1.584 (0.792)
Döviz Kuru	-1.056 (0.729)	-2.568 (0.296)	-2.070 (0.257)	-2.620 (0.273)
Faiz Oranı	-1.582 (0.487)	-0.700 (0.969)	-1.754 (0.401)	-1.993 (0.597)
Çıktı Açığı ⁵	-2.893* (0.052)	-2.847 (0.185)	-3.108** (0.029)	-3.067 (0.121)
Enflasyon Açığı ⁶	-3.054** (0.034)	-3.094 (0.115)	-3.190** (0.024)	-3.158* (0.09)
ABD-Faiz Oranı	-2.135 (0.232)	-3.829** (0.02)	-2.026 (0.275)	-2.331 (0.413)
ABD-TÜFE	-2.069 (0.258)	-1.193 (0.906)	-2.082 (0.253)	-0.928 (0.948)
D(GSYİH)	-6.606* (0.000)	-6.497* (0.000)	-6.593* (0.000)	-6.477* (0.000)
D(TÜFE)	-1.864 (0.347)	-2.544 (0.307)	-3.317** (0.017)	-4.550* (0.002)
D(Para Arzı)	-4.59*** (0.000)	-4.919*** (0.000)	-8.455* (0.000)	-8.413* (0.000)
D(Döviz Kuru)	-6.384*** (0.000)	-6.404*** (0.000)	-6.370* (0.000)	-6.394* (0.000)
D(Faiz Oranı)	-3.091** (0.031)	-2.469 (0.343)	-8.429* (0.000)	-8.421* (0.000)
D(Çıktı Açığı)	-7.264*** (0.000)	-7.193*** (0.000)	-7.246*** (0.000)	-7.173*** (0.000)
D(ABD_Faiz Oranı)	-3.947** (0.03)	-3.909** (0.016)	-5.041* (0.000)	-5.018* (0.000)
D(ABD_TÜFE)	-6.72*** (0.000)	-7.059*** (0.000)	-0.928 (0.948)	-6.749 (0.000)

Not: *** işareti %10 seviyesinde, ** ise %5 seviyesinde ve * ise %1 seviyesinde serilerin birim kök içerdiği boş hipotezi reddedilemediği anlamına gelmektedir. D harfi ilgili değişkenin birinci farkının alındığını göstermektedir. Seriler için uygun gecikme uzunlukları AIC test kriterine göre belirlenmiştir.

⁵ Reel GSYİH değişkeni Hodrick-Prescott filtresi ile trendinden ayrıştırılmıştır. Elde edilen trend, reel GSYİH serisinden çıkarılarak, çıktı açığı elde edilmiştir.

⁶ Enflasyon değişkeni Hodrick-Prescott filtresi ile trendinden ayrıştırılmıştır. Elde edilen trend, enflasyon serisinden çıkarılarak, çıktı açığı elde edilmiştir.

Tablo 2 ve 3 ilgili denklemlerin iki aşamalı regresyon sonuçlarına yer vermektedir. Tablo 2, üçüncü denklemin, Tablo 3, yedinci denklemin tahmin sonuçlarına yer vermektedir. İlk denklemin tahmin sonucuna göre enflasyon açığı %1 arttığı zaman reel GSYİH açığındaki değişim %5,70 artmaktadır. Denkleme ait olan katsayının %10 anlamlılık seviyesinde anlamlı olduğu gözlenmektedir. Yani enflasyon açığı ile reel GSYİH açığının değişimi arasında pozitif yönlü bir ilişki bulunmaktadır.

Tablo 2. Üçüncü Denklemin Tahmin Sonuçları⁷

Katsayı	Tahmin	Standart Sapma Değeri	Olasılık
α	5.70	2.93	0.055
J-İstatistik Değeri: 1.579 (0.454) R-Kare: 0.743 Jarque-Bera Normallik Testi: 2.344 (0.309) Breusch-Godfrey Otokorelasyon LM Testi: 1.238 (0.538) Breusch-Pagan-Godfrey Değişen Varyans Testi: 2.148 (0.184)			

Yazarların kendi hesaplamalarıdır.

Yedinci denkleme ait tahmin sonuçları da Tablo 3'te yer almaktadır. Reel milli gelire ait katsayı pozitif ancak istatistiki olarak anlamlı değildir. Faiz oranının katsayısı istatistiki olarak ancak katsayı değeri ihmal edilebilir bir seviyededir. Faiz oranındaki %1'lik artış para talebini binde 3 oranında etkilemektedir.

Tablo 3. Yedinci Denklemin Tahmin Sonuçları⁸

Katsayı	Tahmin	Standart Sapma Değeri	Olasılık
b_1	1.60	1.54	0.3004
b_2	-0.003	0.001	0.0035
J-İstatistik Değeri: 2.674 (0.102) R-Kare: 0.784 Jarque-Bera Normallik Testi: 0.764 (0.309) Breusch-Godfrey Otokorelasyon LM Testi: 1.751 (0.178) Breusch-Pagan-Godfrey Değişen Varyans Testi: 0.555 (0.576)			

Yazarların kendi hesaplamalarıdır.

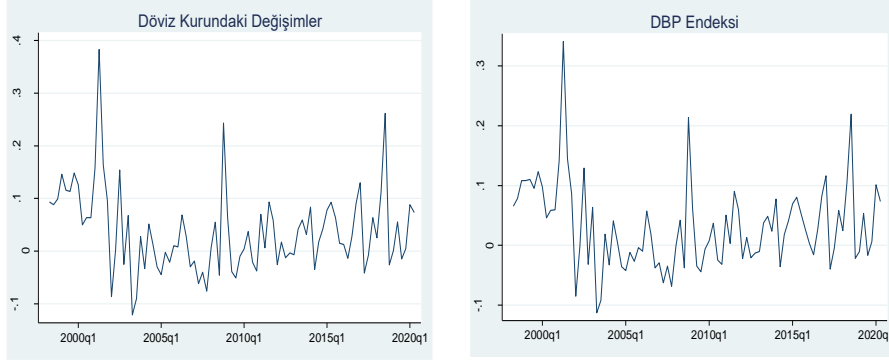
Her iki denklem de tahmin edildikten sonra DPB endeksi için esneklik katsayısı hesaplanabilir. DPB endeksinin esneklik katsayısı (η_t) 9 numaralı denklemden hareketle, -0.129 olarak hesaplanmıştır.

Grafik 1'de DPB endeksinin 1998 yılının birinci çeyreğiyle 2020 yılının ikinci çeyreği arasındaki dönemi kapsayan değerleri yer almaktadır. DPB endeksini yorumlamadan önce DPB'nin negatif değerlerinin, döviz kurunda değer kaybetmeyi; DPB'nin pozitif değerlerinde ise döviz kurunda değer kazanmayı gösterdiğini hatırlatmak gerekir. Bu

⁷ Bu regresyon tahmininde kullanılan araç değişkenler ABD'nin tüketici fiyatları endeksinin logaritmik farkının bir dönem gecikme değeri ve döviz kuru değişkeninin bir dönem gecikme değeridir.

⁸ Bu regresyon tahmininde kullanılan araç değişkenler ABD'nin tüketici fiyatları endeksinin logaritmik farkı, ABD faiz oranlarının farkı ve Türkiye faiz oranlarının fark değerleridir.

yüzden DPB endeksinde aşırı değerlenme döviz piyasasında ve genel olarak ekonomide sorunların olduğuna dair öncü bir göstergedir.



Şekil 1. DPB Endeksi Grafiği (1998.Ç1-2020.Ç2)

1998 yılında Güney Doğu Asya'da ortaya çıkan Asya Krizi'nin ve 1999 yılında yaşanan Gölçük Depremi nedeniyle meydana gelen ekonomik yavaşlama etkisiyle DPB, 2000'li yıllardaki değerlerinden yüksek değerler almıştır. 2000 yılında endeks düşme eğilimine girmiştir. 2000-2001 krizi sırasında ise endeks en yüksek yüksek değerleri almıştır. Bu yüksek değerler, döviz kurunun yükseldiğini veya TL'nin değer kaybettiğini göstermektedir. Krizlerden sonra gerçekleşen devalüasyonla birlikte DPB endeksi de terse dönmüştür.

2000-2001 krizinden sonra uygulanan ekonomi politikalarıyla serbest kura geçilmiş ve bu dönemde döviz kuru piyasadaki arz ve talep doğrultusunda hareket etmiştir. Krizden sonraki dönemden 2008 küresel finans krizine kadar geçen sürede DPB endeksi görece küçük değerler almıştır. DPB endeksinin küçük değerler alması, bu dönemde döviz piyasasında ekonomiyi etkileyecek herhangi olumsuz bir etkinin olmadığına işaret etmektedir. 2008 küresel finans krizi nedeniyle döviz kurundaki hızlı yükselişe paralel olarak, DPB endeksi de 2000-2001 krizinden sonraki en yüksek değeri almıştır. Kriz sonrasında, DPB endeksi küçük değerler olsa da krizden önceki döneme nazaran daha yüksek değerlere sahiptir. 2018'de yaşanan kur kriziyle birlikte, bu yılın üçüncü çeyreğinde DPB endeksi de yüksek değer almıştır.

Seçilen dönem boyunca, DPB Endeksinin istatistiki değerleri Tablo 4 ve 5'te sunulmuştur. Asya Krizi, 1999 deprem sonrası yaşanan ekonomik kriz, uygulanmaya başlanan IMF destekli istikrar programı ve 2000-2001 krizini kapsayan 1998-2001 döneminde DPB endeksinin ortalama değeri diğer dönemlerin ve 1998-2020 döneminin üzerindedir. Bu çalkantılı dönemde, diğer dönemlere göre, TCMB'nin döviz kuruna daha yoğun müdahale ettiğini göstermektedir.

Tablo 4. DPB Endeksinin İstatistiki Değerleri

Ortalama	0.032
Ortanca	0.024
Standart Sapma	0.071
En Yüksek Değer	0.341
En Küçük Değer	-0.113

Yazarların kendi hesaplamalarıdır

2000-2001 krizinden sonra uygulanmaya başlanan Güçlü Ekonomiye Geçiş programı ile ekonomide bir istikrar yaşanmış ve ekonomik çalkantılar bir önceki döneme nazaran azaltılmıştır. Bu zaman aralığında DPB endeksinin oynaklığı da genel ortalamasının altında kalmıştır. Bu sayede döviz kurunda da istikrar sağlanmış ve DPB endeksinin ortalama değerleri diğer dönemlere göre çok küçük değerler almıştır. Döviz kurunda istikrarın sağlandığı bu dönemde DPB endeksinin aldığı değerlerde de bir istikrar sağlanmıştır.

Tablo 5. Dönemler Arası DPB Endeksinin Ortalama ve Standart Sapma Değeri

	Ortalama	Standart Sapma
1998Q2-2001Q2	0.110	0.075
2001Q3-2008Q4	-0.007	0.066
2009Q1-2018Q3	0.029	0.053
2018Q4-2020Q2	0.026	0.049

Yazarların kendi hesaplamalarıdır.

2008 yılında meydana gelen küresel finans kriziyle birlikte Türkiye ekonomisinde dalgalanmaların da arttığı dönem olan 2009-2018 döneminde DPB endeksinin ortalama değeri 2001-2008 dönem ortalamalarının çok üzerine çıkmış ve genel dönem ortalamasına yaklaşmıştır. Bu dönemde, her ne kadar, oynaklık azalmış olsa da ortalama değer, bir önceki döneme göre yüksektir. 2018 yılında yaşanan döviz kuru şoklarının sonucunda 2018-2020 döneminde ortalama DPB endeksi de genel ortalamaya, yakın bir değer almıştır.

5. Sonuç

Modern ekonomilerde dalgalı döviz kuru sistemi yaygın olarak kullanılmakla birlikte, bu ülkelerin merkez bankaları, çeşitli iktisadi nedenlerle döviz kuruna müdahalelerde bulunmaktadır. Merkez bankaları döviz talebi veya arzı çeşitli politika araçları kullanarak, döviz piyasasına doğrudan veya dolaylı olarak müdahale etmektedir. Bu müdahalelerin daha etkin olabilmesi için ülke parasının hangi dönemlerde değer kazandığı hangi dönemlerde değer kaybettiği yönünde döviz piyasasında baskılar olduğunun tespit edilmesi kritik bir öneme sahiptir. Bu kaygıyla döviz piyasası baskı (DPB) endeksi geliştirilmiştir.

DPB endeksi, Weymark'ın geliştirdiği model baz alınarak 1998-2020 döneminde Türkiye için oluşturulmuştur. Model tahmini, içsel değişkenlerin neden olduğu sapmalı ve tutarsız tahmincilerden kaçınmak için, iki aşamalı en küçük kareler 2SLS yöntemiyle elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre Asya krizi, IMF destekli istikrar programı ve 2000-2001 krizlerinin yaşandığı dönemde döviz piyasasında dalgalanmalar gözlenmiştir. Bu dönemde DPB endeksinde de dalgalanmalar gözlenmiş ve endeksin ortalama değeri, seçilen dönemdeki ortalama değerden, yüksektir. 2003 yılında uygulamaya konulan Güçlü Ekonomiye Geçiş programıyla birlikte 2000'li yıllarda ekonomik dalgalanmalarda istikrar sağlanmış ve döviz piyasası da bu istikrarlı yapıdan etkilenmiştir. 2001-2008 döneminde endeksin ortalama değeri en azdır ve bu da döviz piyasasındaki istikrarı göstermektedir. 2008 krizi öncesinde DPB endeksinde, 2000'li yıllardaki sakin yapının aksine, çeşitli dalgalanmalar gözlenmiştir. Son yıllarda yaşanan döviz kuru dalgalanmalarında da DPB endeksinde yüksek değerler gözlenmiştir. 2008 sonrası dönemde ve özellikle son yıllarda endeksin ortalama değeri yükselmiştir.

Seçilen dönemde Türkiye ekonomisini etkileyen siyasi ve iktisadi krizlerden önce ve bu krizler sırasında DPB endeksinde dalgalanmalar gözlenmektedir. Bu yapı veri olduğu için TCMB, DPB endeksini takip ederek, döviz piyasasındaki muhtemel sorunları önceden tespit ederek, olumsuzluklara karşı aktif politikalar geliştirebilir.

Referanslar

- Ahmed, S. (2013). Monetary policy and exchange market pressure in Pakistan. *The Journal of Developing Areas*, 47, 339-353, <https://doi.org/10.1353/jda.2013.0007>.
- Aizenman, J. ve Binici, M. (2016). Exchange market pressure in OECD and emerging economies: domestic vs. external factors and capital flows in the old and new normal, *Journal of International Money and Finance*, 66, 65-87.
- Akçoraoğlu, A. (2000). An analysis of exchange market pressure and monetary policy: evidence from Turkey. *G.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 2(4), 61-74.
- Bielecki, S. (2005). Exchange market pressure and domestic credit evidence from Poland, *The Poznan University of Economics Review*, 5(1), 20-36.
- Bautista, G., Bautista, C. C. (2005). Monetary policy and exchange market pressure: the case of Philippines. *Journal of Macroeconomics*, 27, 153-168, <https://doi.org/10.1016/j.jmacro.2003.09.006>.
- Dayı, F. ve Akdemir, E. (2016). Döviz piyasası baskısı modellerinin yapay sinir ağı ile mukayesesi: Türkiye uygulaması, *Akademik Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi*, 8(15), 151, 168.
- Eichengreen, B., Rose, A. K., ve Wyplosz, C. (1996). Exchange market mayhem: the antecedents and aftermath of speculative attacks. *Economic Policy*, 10, 1996, pp. 251-312.
- Feridun, M. (2009). Determinants of exchange market pressure in Turkey: An econometric investigation, *Emerging Markets Finance and Trade*, 45(2), 65-81.
- Girton, L. ve Roper, D. (1977). A monetary model of exchange market pressure applied to the postwar Canadian experience, *The American Economic Review*, 537-548.
- Göksu, G., Kadioğlu, E., Küçükkocaoğlu, G., ve Board, C. M. (2015). Predicting crises in Turkey using an exchange market pressure model and four-way decomposition analysis of gross capital flows. *International Business Research*, 8(11), 26.
- Greene, W. (2003). *Econometric analysis*. New York: Prentice Hall.
- Hall, S.G, A. Kenjagaliev, P.A. Swamy, G.S. Tavlas (2013). Measuring currency pressures: the case of Japanese yen, the Chinese yuan and the U.K. pound. *Journal of Japanese International Economics*, 29, 1-20, <https://doi.org/10.1016/j.jjie.2013.04.001>.
- IMF (2007). World economic outlook. No: 2007/002. Washington DC. Erişim adresi: <https://www.imf.org/en/Publications/WEO/Issues/2016/12/31/World-Economic-Outlook-October-2007-Globalization-and-Inequality-20354>.
- IMF (2021). Annual report on exchange arrangements and exchange restrictions. Washington DC.
- Iwata, S., ve Tanner, E. (2007). Pick your poison: the exchange rate regime and capital account volatility in emerging markets, *Czech Journal of Economics and Finance (Finance a uver)*, 57(7-8), 363-381.

- Jeisman, S. (2005). Exchange market pressure in Australia. *Quarterly Journal of Business and Economics*, 44, 13-27.
- Kaya, E. ve Köksal, Y. (2018). Döviz piyasası baskısı ve menkul kıymet piyasaları etkileşimi: BİST 100 üzerine bir inceleme, *Journal of Economics & Administrative Sciences/Afyon Kocatepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 20(2), 21-35.
- Klaassen, F. ve Jager, H. (2011). Definition-consistent measurement of exchange market pressure, *Journal of International Money and Finance*, 30(1), 74-95.
- Kumah, F.Y. (2007). A markov-switching approach to measuring exchange market pressure, *IMF Working Papers*, WP/07/242. <https://www.imf.org/en/Publications/WP/Issues/2016/12/31/A-Markov-Switching-Approach-to-Measuring-Exchange-Market-Pressure-21385>.
- Öruç, E. (2019). Weymark modeli döviz piyasası baskı endeksi, *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 53, 261-284.
- Pentecost, E.J., Van Hooydonk, C., Van Poeck, A. (2001). Measuring and estimating exchange market pressure in the EU. *Journal of International Money and Finance*, 20, 401-418.
- Sarı, Y. (2007). Cumhuriyetten günümüze Türkiye’de uygulanan para politikaları. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 4(7).
- Soe, T., M. Kakinaka (2018). Inflation targeting and exchange market pressure in developing countries: Some international evidence. *Finance Research Letters*, 24, 263-272, <https://doi.org/10.1016/j.frl.2017.09.015>.
- Spolander, M. (1999). Measuring exchange market pressure and central bank intervention, *Bank of Finland Studies Working Paper*. No. E, 17.
- Uğurlu, E. ve Aksoy, E. E. (2017). 2008 Krizi döneminde Türkiye’de döviz piyasası baskısının incelenmesi: mevsimsel eşbütünleşme analizi, *Finans Politik & Ekonomik Yorumlar*, 54(633), 9-26.
- Tanner, E. (2000). Exchange market pressure and monetary policy: Asia and Latin America in the 1990s, *IMF Staff papers*, 47(3), 311-333.
- Tanner, E. (2002). Exchange market pressure, currency crises, and monetary policy: additional evidence from emerging markets. *IMF Working Paper* WP02/14.
- Vanneste, J., Van Poeck, A., Veiner, M. (2005). Exchange rate regimes and exchange market pressure in accession countries. *Working paper 2004012*. University of Antwerp, Department of Economics.
- Weymark, D. N. (1995). Estimating exchange market pressure and the degree of exchange market intervention for Canada, *Journal of International Economics*, 39(3-4), 273-295.
- Weymark, D. N. (1997). Measuring exchange market pressure and intervention in interdependent economies: A two country model, *Review of International Economics*, 5(1), 72-82.
- Weymark, D. N. (1998). A general approach to measuring exchange market pressure. *Oxford Economic Papers*, 50(1), 106-12.

EK: Denklemlerin Türetilmesi

$$y_t = \bar{y} + \alpha\{p_t - E[p_t|t-1]\} + v_t^y \quad (3)$$

$$p_t = ap_t^n + (1-a)p_t^{tr} \quad (4)$$

$$p_t^{tr} = p_t^* + e_t \quad (5)$$

$$i_t = i_t^* + E[e_{t+1}|t] - e_t \quad (6)$$

$$m_t^d = p_t + b_1 y_t - b_2 i_t + v_t^m \quad (7)$$

$$m_t^s = m_{t-1}^s + \Delta d_t + \Delta f r_t \quad (8)$$

$$\Delta r_t = -\bar{\rho}_t \Delta e_t \quad (9)$$

Denklem (5)'i Denklem (4)'te yerine koyarsak aşağıdaki denklemleri elde ederiz:

$$p_t = ap_t^n + (1-a)(p_t^* + e_t) \quad E(1)$$

$$p_t = ap_t^n + (1-a)p_t^* + (1-a)e_t \quad E(2)$$

Denklem (E.2)'yi Denklem (3)'te yerine koyarsak E(3) numaralı denklemi elde ederiz. Düzenleme yaptıktan sonra da E(4) nolu denklemi elde ederiz.

$$y_t = \bar{y} + \alpha\{(ap_t^n + (1-a)p_t^* + (1-a)e_t) - E[(ap_t^n + (1-a)p_t^* + (1-a)e_t)|t-1]\} + v_t^y \quad E(3)$$

$$y_t = \bar{y} + \alpha ap_t^n + \alpha(1-a)p_t^* + \alpha(1-a)e_t - E[(ap_t^n|t-1] + E[(1-a)p_t^*|t-1] + E[(1-a)e_t)|t-1] + v_t^y \quad E(4)$$

Denklem E(4) ve Denklem E(2)'yi Denklem (7)'de yerine koyarsak aşağıdaki denklemi elde ederiz:

$$m_t^d = ap_t^n + (1-a)p_t^* + (1-a)e_t + b_1[\bar{y} + \alpha ap_t^n + \alpha(1-a)p_t^* + \alpha(1-a)e_t - E[(ap_t^n|t-1] + E[(1-a)p_t^*|t-1] + E[(1-a)e_t)|t-1] + v_t^y] - b_2 i_t + v_t^m \quad E(5)$$

$$m_t^d = ap_t^n + (1-a)p_t^* + (1-a)e_t + b_1 \bar{y} + b_1 \alpha ap_t^n + b_1 \alpha(1-a)p_t^* + b_1 \alpha(1-a)e_t - b_1 E[(ap_t^n|t-1] + b_1 E[(1-a)p_t^*|t-1] + b_1 E[(1-a)e_t)|t-1] - b_2 i_t + b_1 v_t^y + v_t^m \quad E(6)$$

$b_1 v_t^y + v_t^m = u_t$ dersek ve Denklem E(6)'da yerine koyarsak, Denklem E(7)'yi elde ederiz:

$$m_t^d = ap_t^n + (1-a)p_t^* + (1-a)e_t + b_1 \bar{y} + b_1 \alpha ap_t^n + b_1 \alpha(1-a)p_t^* + b_1 \alpha(1-a)e_t - b_1 E[(ap_t^n|t-1] + b_1 E[(1-a)p_t^*|t-1] + b_1 E[(1-a)e_t)|t-1] - b_2 i_t + u_t \quad E(7)$$

Ekonomi dengede olduğu varsayımında para talebi değişimi para arzı değişimine eşit olmalıdır ve $\Delta m_t^d = \Delta m_t^s$ eşitliği sağlanmalıdır.

Para arzındaki değişimi şu şekilde elde edebiliriz:

$$m_t^s - m_{t-1}^s = \Delta d_t + \Delta f r_t \quad E(8)$$

Para talebindeki değişimi de aşağıdaki gibi elde ederiz:

$$m_t^d = p_t + b_1 y_t - b_2 i_t + v_t^m$$

$$\begin{aligned}
m_{t-1}^d &= p_{t-1} + b_1 y_{t-1} - b_2 i_{t-1} + v_{t-1}^m \\
m_t^d - m_{t-1}^d &= p_t - p_{t-1} + b_1 (y_t - y_{t-1}) - b_2 (i_t - i_{t-1}) + v_t^m - v_{t-1}^m \\
\Delta m_t^d &= \Delta p_t + \Delta b_1 y_t - \Delta b_2 i_t + \Delta v_t^m
\end{aligned} \tag{E9}$$

$\Delta m_t^d = \Delta m_t^s$ varsayımı altında, aşağıdaki eşitliği yazabiliriz:

$$\Delta d_t + \Delta f r_t = \Delta p_t + \Delta b_1 y_t - \Delta b_2 i_t + \Delta v_t^m \tag{E10}$$

Denklem (9), E(2) ve E(4)'ü, Denklem E(10)'da yerine koyarsak, Denklem E(11)'i elde ederiz:

$$\begin{aligned}
\Delta d_t - \bar{\rho}_t \Delta e_t &= a \Delta p_t^n + (1-a) \Delta p_t^* + (1-a) \Delta e_t + \Delta b_1 [\alpha a p_t^n + \alpha(1-a) p_t^* + \\
&\alpha(1-a) e_t - E[(a p_t^n | t-1) + E[(1-a) p_t^* | t-1] + E[(1-a) e_t] | t-1] + v_t^y] - \Delta b_2 i_t + \Delta v_t^m
\end{aligned} \tag{E11}$$

Denklemleri düzenlersek E(12) numaralı denklemi elde ederiz.

$$\begin{aligned}
\Delta d_t - \bar{\rho}_t \Delta e_t &= a \Delta p_t^n + (1-a) \Delta p_t^* + (1-a) \Delta e_t + \Delta b_1 \alpha a p_t^n + \Delta b_1 \alpha (1-a) p_t^* \\
&+ \Delta b_1 \alpha (1-a) e_t - \Delta b_1 E[(a p_t^n | t-1) + \Delta b_1 E[(1-a) p_t^* | t-1] + \Delta b_1 E[(1-a) e_t] | t-1] + \Delta b_1 v_t^y - \Delta b_2 i_t + \Delta v_t^m
\end{aligned} \tag{E12}$$

Denklem (6)'yı Denklem E(12)'de yerine koyarsak ve Δe_t için çözersek, Denklem E(13)'ü elde ederiz:

$$\begin{aligned}
-\bar{\rho}_t + (b_2 + (1-a)(1 + \alpha b_1)) \Delta e_t &= \frac{a(1 + \alpha b_1) \Delta p_t^n + (1-a)(1 + \alpha b_1) \Delta p_t^* - \Delta b_2 i_t^* - b_2 \Delta E(e_{t+1} | t) - \Delta b_1 \alpha (1-a) E[p_t^* | t-1] - (1-a) \alpha b_1 \Delta E(e_t | t-1) + u_t - \Delta d_t}{\beta_t}
\end{aligned} \tag{E13}$$

$\beta_t = -\bar{\rho}_t + (b_2 + (1-a)(1 + \alpha b_1))$ ve $X_t = a(1 + \alpha b_1) \Delta p_t^n + (1-a)(1 + \alpha b_1) \Delta p_t^* - \Delta b_2 i_t^* - \Delta b_1 \alpha (1-a) E[p_t^* | t-1] + u_t - \Delta d_t$ dersek aşağıdaki eşitliği elde ederiz:

$$\Delta e_t = \frac{-[X_t - b_2 \Delta E(e_{t+1} | t) - (1-a) \alpha b_1 \Delta E(e_t | t-1)]}{\beta_t} \tag{E14}$$

Metin içerisindeki Denklem (11)', E(14) denkleminden elde edebiliriz. $\Delta r_t = -\bar{\rho}_t \Delta e_t$ eşitliğini Denklem E(14)'te yerine koyarsak, aşağıdaki eşitliği elde ederiz:

$$\Delta e_t = \frac{-[X_t - b_2 \Delta E(e_{t+1} | t) - (1-a) \alpha b_1 \Delta E(e_t | t-1)] + \Delta r_t}{(b_2 + (1-a)(1 + \alpha b_1))} \tag{E15}$$

Döviz kurundaki değişimin rezervlerdeki değişme göre türevini alırsak Denklem E(16)'yı elde ederiz:

$$\eta_t = \frac{-\partial \Delta e_t}{\partial \Delta r_t} = -[b_2 + (1-a)(1 + \alpha b_1)] \tag{E16}$$

Dışa açık küçük bir ekonomi için geliştirilen Denklem (3)-(9) modelinde, döviz kuruna müdahale endeksi aşağıdaki eşitlikle ifade edilebilir:

$$\omega_t = \frac{\Delta r_t}{(1/\eta) \Delta e_t + \Delta r_t} \tag{E17}$$

Denklem (12)'de yazılan müdahale endeksi şu şekilde elde edilebilir. Denklem E(15)'i Denklem (10)'da yerine koyarsak, DPB'yi elde edebiliriz.

$$DPB_t = \frac{-[X_t - b_2 \Delta E(e_{t+1}|t) - (1-a) \alpha b_1 \Delta E(e_t|t-1)]}{(b_2 + (1-a)(1+\alpha b_1))} \quad E(18)$$

$DPB_t * [b_2 + (1-a)(1+\alpha b_1)] = -[X_t - b_2 \Delta E(e_{t+1}|t) - (1-a) \alpha b_1 \Delta E(e_t|t-1)]$ eşitliğini, Denklem E(14)'ün payına yerleştirirsek, aşağıdaki eşitliği elde ederiz:

$$\Delta e_t = \frac{DPB_t * [b_2 + (1-a)(1+\alpha b_1)]}{-[\rho_t + (b_2 + (1-a)(1+\alpha b_1))]}$$

$$\Delta e_t = \frac{[b_2 + (1-a)(1+\alpha b_1)]}{-[\rho_t + (b_2 + (1-a)(1+\alpha b_1))]} * DPB_t \quad E(19)$$

Denklem 10'u $DPB_t - \Delta e_t = \eta_t \Delta r_t$ şeklinde yazıp, E(17)'de yerine yazarsak, aşağıdaki eşitliği elde ederiz.

$$\omega_t = 1 - \frac{\Delta e_t}{DPB_t} \quad E(20)$$