

STATE DEPENDENT PRICE SETTING AND
MONETARY NON-NEUTRALITY IN A SMALL OPEN ECONOMY

A THESIS SUBMITTED TO
THE GRADUATE SCHOOL OF SOCIAL SCIENCES
OF
MIDDLE EAST TECHNICAL UNIVERSITY

BY

YAKUP KUTSAL KOCA

IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS
FOR
THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE
IN
THE DEPARTMENT OF ECONOMICS

OCTOBER 2019

Approval of the Graduate School of Social Sciences

Prof. Dr. Yaşar Kondakçı
Director

I certify that this thesis satisfies all the requirements as a thesis for the degree of Master of Science.

Prof. Dr. Meltem Dayıoğlu Tayfur
Head of Department

This is to certify that we have read this thesis and that in our opinion it is fully adequate, in scope and quality, as a thesis for the degree of Master of Science.

Prof. Dr. Ebru Voyvoda
Supervisor

Examining Committee Members

Prof. Dr. Refet S. Gürkaynak	(Bilkent Uni., ECON)	_____
Prof. Dr. Ebru Voyvoda	(METU, ECON)	_____
Assist. Prof. Dr. Kağan Parmaksız	(METU, ECON)	_____

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

Name, Last Name : Yakup Kutsal Koca

Signature :

ABSTRACT

STATE DEPENDENT PRICE SETTING AND MONETARY NON-NEUTRALITY IN A SMALL OPEN ECONOMY

Koca, Yakup Kutsal

M.S., Department of Economics

Supervisor: Prof. Dr. Ebru Voyvoda

October 2019, 66 pages

State dependent pricing literature draws inferences for the monetary non-neutrality in the class of closed economy models. The assumption that the economy is closed potentially leads to a mismeasurement of the monetary non-neutrality by disregarding the fluctuations in output due to international trade. To this end, I study a small open economy built around firms operating under menu costs to understand the contribution of the open economy factors to the non-neutrality of money. The model environment consists of households, firms and a monetary process along with the rest of the world, altogether which constitute a general equilibrium. Essentially, general equilibrium framework allows capturing the movements in the relative prices driven by the exchange rate, as well as shifts in consumption that reflects the wealth effects induced by relative prices. I compare the model results with a closed economy state dependent pricing and open economy Calvo pricing model that generates price stickiness with time dependent pricing. Results indicate that allowing an economy to engage in the international trade may yield stronger output effect, hence larger monetary

non-neutrality. On the other hand, comparison with the Calvo pricing model implies that the discrepancy in monetary non-neutrality generated by state dependent and time dependent pricing models weaken on the basis of how open an economy is along with the selection effect induced in the state dependent pricing model.

Keywords: State-Dependent Pricing, Menu Cost, Open Economy Macroeconomics, Monetary Policy.

ÖZ

KÜÇÜK AÇIK BİR EKONOMİDE DURUMA BAĞLI FİYAT AYARLAMALARI VE PARASAL YANLILIK

Koca, Yakup Kutsal

Yüksek Lisans, İktisat Bölümü

Tez Yöneticisi: Prof. Dr. Ebru Voyvoda

Ekim 2019, 66 sayfa

Duruma bağlı fiyat ayarlamalarını konu edinen yazın paranın yanlılığına ilişkin sonuçları kapalı ekonomi varsayımı altında elde etmektedir. Kapalı ekonomi varsayımı çıktı üzerinde uluslararası bağlantılar kaynaklı geribildirimleri gözardı etmesi sebebiyle parasal yanlılığın potansiyel olarak yanlış ölçümüne neden olmaktadır. Bu tezde, açık ekonomi unsurlarının parasal yanlılığa olan etkisini anlamak üzere menü maliyeti altında fiyatlama yapan firmaların temel alındığı bir küçük açık ekonomi modeli ele alınmaktadır. Model, hanehalkı, firmalar ve parasal süreç ile birlikte yabancı ekonomiden oluşmakta ve böylelikle bir genel denge tanımlanmaktadır. Bir genel dengenin esas alınmasıyla birlikte, görelî fiyatlarda döviz kuruna bağlı hareketler ve tüketim üzerinde görelî fiyatlar kaynaklı olarak gerçekleşen varlık etkileri çalışılabilmektedir. Model sonuçları, duruma bağlı fiyat ayarlaması yapılan bir kapalı ekonomi modeli ve zamana bağlı fiyat katılığı oluşturan açık ekonomi Calvo modeliyle karşılaştırılmaktadır. Sonuçlar, ekonominin uluslararası ticarete bulunabilmesinin daha büyük çıktı etkilerine, diğer bir deyişle, daha büyük bir parasal yanlılığa yol açtığını göstermektedir.

Calvo fiyatlaması yapılan modellerle yapılan karşılaştırmalar ise, duruma ve zamana bağlı fiyat ayarlaması yapılan ekonomilerin ima ettiği parasal yanlılık arasındaki farkın ekonominin açıklık seviyesi arttıkça gerilediğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Duruma Bağlı Fiyat Ayarlaması, Menü Maliyeti, Açık Ekonomi Makroiktisadı, Para Politikası.

ACKNOWLEDGEMENTS

I would like to express my deepest gratitude to my supervisor Prof. Dr. Ebru Voyvoda for her guidance, patience, motivation and effort throughout this study. I am also very grateful to Assist. Prof. Dr. Burçin Kısacıkoglu for his guidance and effort. Without their guidance, I could not have made it this far. I would also like to thank Prof. Dr. Refet S. Gürkaynak and Assist. Prof. Dr. Kağan Parmaksız for their valuable critiques and suggestions.

In addition, I thank my employer, the Research and Monetary Policy Department of the Central Bank of the Republic of Turkey, for allowing me to complete my Master's Degree studies.

I would like to thank Adil, Emre, Orhun and Utku for their friendship and enjoyable times, and memories.

I am very grateful to my family for their support provided throughout my entire life. Finally, I would like to express my gratitude to my wife, Serap, for her understanding and invaluable support throughout my thesis studies.

TABLE OF CONTENTS

PLAGIARISM	iii
ABSTRACT	iv
ÖZ	vi
ACKNOWLEDGEMENTS	viii
TABLE OF CONTENTS	ix
LIST OF FIGURES	xi
LIST OF TABLES	xii
CHAPTER	
1. INTRODUCTION	1
2. MODEL	7
2.1 Domestic Households	7
2.2 Foreign Households	12
2.3 Real Exchange Rate and the Terms of Trade	13
2.4 International Risk Sharing	14
2.5 Monetary Rule	15
2.5.1 The Choice of Monetary Rule (CIA Constraint)	16
2.6 Domestic Producers	16
2.7 Model Solution	19
2.8 Aggregate Output	20
3. CALIBRATION AND MODEL RESULTS	22
3.1 Calibration	22
3.2 Model Results	23
3.2.1 Impulse Response Analysis	26
3.2.2 Source of Aggregate Uncertainty	28
4. CONCLUSION	29
REFERENCES	32
APPENDICES	
A. IMPULSE RESPONSE FUNCTIONS	36

B. TURKISH SUMMARY / TÜR KÇE ÖZET	49
C. THESIS PERMISSION FORM / TEZ İZİN FORMU	65

LIST OF FIGURES

Figure 1	Steady State Distribution of Price Gaps and Price Resets in Calvo and Menu Cost Models	4
Figure 2	Degrees of Openness (Trade as % of GDP) for Selected Countries	6
Figure 3	Menu Cost Model, Steady State Inflation Rate = 0, 1 S.D. Monetary Shock	37
Figure 4	Menu Cost Model, Steady State Inflation Rate = 0.2, 1 S.D. Monetary Shock	38
Figure 5	Calvo Model, Steady State Inflation Rate = 0, 1 S.D. Monetary Shock	39
Figure 6	Menu Cost vs. Calvo Model, $\gamma = 0$, 1 S.D. Monetary Shock	40
Figure 7	Menu Cost vs. Calvo Model, $\gamma = 0.25$, 1 S.D. Monetary Shock	41
Figure 8	Menu Cost vs. Calvo Model, $\gamma = 0.50$, 1 S.D. Monetary Shock	42
Figure 9	Menu Cost Model, Steady State Inflation Rate = 0, 1 PP Monetary Shock	43
Figure 10	Calvo Model, Steady State Inflation Rate = 0.2, 1 PP Monetary Shock	44
Figure 11	Menu Cost Model, Steady State Inflation Rate = 0, 1 PP Monetary Shock	45
Figure 12	Menu Cost vs. Calvo Model, $\gamma = 0$, 1 PP Monetary Shock	46
Figure 13	Menu Cost vs. Calvo Model, $\gamma = 0.25$, 1 PP Monetary Shock	47
Figure 14	Menu Cost vs. Calvo Model, $\gamma = 0.50$, 1 PP Monetary Shock	48

LIST OF TABLES

Table 1	Parameter Calibration	23
Table 2	Variance of Output in the Menu Cost Models ($\times 10^{-4}$)	24
Table 3	Total Output Response in the Menu Cost Model Relative to its Calvo Model Counterpart	27
Table 4	Total Output Response in the Menu Cost Model Relative to its Closed Economy Counterpart	27

CHAPTER 1

INTRODUCTION

Price stickiness is a widely used assumption in economics to achieve what is generally called the non-neutrality of money or monetary policy. Unlike in the RBC models where the sources of economic fluctuations are real disturbances such as productivity shocks, New Keynesian literature relies on sticky prices assumption to have nominal disturbances such as a monetary impulse induce real effects, i.e. output fluctuations. If the prices are sticky, they do not respond to the changes in the economy optimally.¹ Two of the most prominent models in the macroeconomic literature that generate price stickiness are Taylor (1980) and Calvo (1983). In Taylor (1980), prices are treated as fixed-term contracts so they are reset on a fixed time basis. On the other hand, in Calvo (1983), a firm's ability to reset prices is characterized by a fixed probability. Hence, both models assume that a firm's decision to change prices is time dependent, i.e. the decision to reset prices is a function of time. A significant feature that made these models to be adopted by many studies is that they simplify firms' optimization problem while providing an analytical and tractable solution. However, regardless of time dependent price setting being able to replicate some stylized facts, by calibrating aggregate properties of data such as frequency of price changes, the assumption that price setting does not depend on how profitable a new price or how costly maintaining the old price, implies bounded rationality. In other words, time dependent pricing implies a decision of price reset orthogonal to the current and the new (after price setting) state. An alternative to this simplifying assumption is that firms follow state dependent pricing, i.e. whether or not firms change their

¹Consider, for example, an increase in the money supply. In a sticky price environment, prices do not increase as much as to compensate the shift in the money supply, leading to an upward shift in the real money supply. As a result, the economy experiences a boom in the output.

prices is not independent of firm's state, but depend on the firm's individual state and the aggregate state of the economy.

State dependent pricing is usually achieved by relying on the existence of a fixed cost of changing prices, which is called menu cost. Unlike a time dependent pricing generated in a Calvo model, price changes being subject to a fixed cost leads firms to adjust prices whenever the effective price is far enough from the optimal price.

Studies on state dependent price setting are traced back to Caplin and Spulber (1987), where they show that under (S, s) policy² (state dependent pricing), monetary impulses are eliminated as opposed to time dependent models. A generalization of this work is carried out by Caballero and Engel (1993) where they also study the characterization of aggregate responses at off-steady state equilibria. Caplin and Leahy (1991) argue that in the presence of menu costs, the real effects of monetary disturbances depend on the aggregate state of the economy, i.e. whether the economy is in contraction or expansion period. Caplin and Leahy (1997) extend this model by having firms take the evolution of aggregate price level into account and characterize the assumptions that yield an analytical solution to the problem. Danziger (1999) and Dotsey et al. (1999), on the other hand, move the analysis to a general equilibrium framework with greater emphasis on micro-foundations. Golosov and Lucas (2007) study a menu cost economy in a general equilibrium framework calibrated using micro level price data for the US economy. They conclude that given the calibration set, monetary policy is close to being neutral.

²An (S, s) policy indicates an optimal action that can be summarized with two boundaries and one reset point. In the context of optimal price adjustments, this policy implies that the price is reset to the optimal point whenever the effective price hits any two of the boundaries. That is, if the relative price is large enough (hits the upper bound S) or low enough (hits the lower bound s), firm finds it optimal to pay the fixed cost and reset the price to the optimal level.

The fact that menu cost models tend to produce neutral monetary policy despite seemingly having the same level of price stickiness (same frequency of price changes) is attributed to the *selection effect*. Selection effect in the context of optimal pricing is a term that for implying that reset prices are not selected at random. To clarify, start by making the definition of *price gap*. Price gap of a firm is the distance between the current price and the optimal price for this firm. To formalize, denote by p_j and p_j^* the current and the optimal price of firm j , respectively, the price gap is equal to $p_j - p_j^*$. In a menu cost model, firms with the largest price gaps reset prices, because the benefit of resetting price exceeds the menu cost only for firms whose price gaps exceeds a certain threshold. Then, it follows that the absolute price change by these firms are larger than the average price change in a Calvo model, because the price gap of an average firm in a Calvo model is less than that in a menu cost model (Figure 1). These self-selected firms, which would otherwise contribute to the output fluctuations most, reset prices. A firm which has a negative price gap produces larger compared to a firm with no price gap.³ On the other hand, under time dependent pricing, decision to reset prices is given at random (Figure 1). This implies that random selection as in Calvo yields less price increases and stronger output effect.

The mechanism that leads to self-selection weakens the output effect of monetary disturbances. To illustrate this, consider a monetary expansion. Following the expansion, price gap distribution shifts to the left because the optimal price of all firms increase. As the distribution shifts to the left, some firms who would not reset their prices right before the monetary expansions reset prices because their price gaps exceeded the threshold after the expansion. Since these firms are those whose price gaps are more negative compared to those who would not reset prices after the expansion, the average price increases following the expansion is

³To see this, note the households' optimal demand for the variety j , denoted by $y_t(j) = X \left(\frac{p_t(j)}{P_{H,t}} \right)^{-\varepsilon}$ where X is an irrelevant variable taken as fixed. An increase in $p_t(j)$, then, corresponds to an increase in the demand for good j . It follows that, the outcome of price reset by the firms with the most negative price gaps would be large and negative on the output. Also note that the outcome of price resets by these firms would be large and positive on prices.

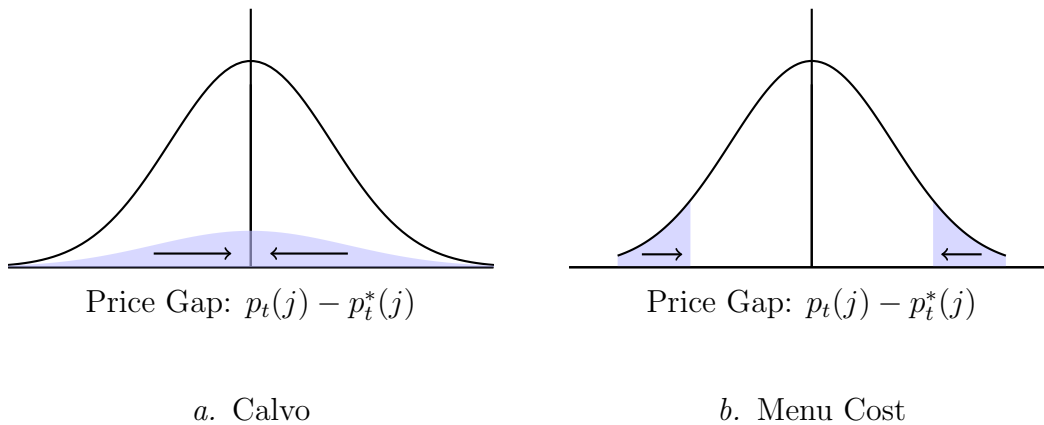


Figure 1. Steady State Distribution of Price Gaps and Price Resets in Calvo and Menu Cost Models

larger than that in the case if the price resetting firms are selected at random. Consequently, the monetary expansion yields less output response.

On this model, Nakamura and Steinsson (2010) adds intermediate inputs and multiple sectors with different frequency of price adjustments. They show that these extensions create significant amount of room for monetary policy non-neutrality. Furthermore, they study a combination of time dependent and state dependent pricing. They achieve this by allowing firms to reset prices without incurring any cost, with some probability (ω), and with probability $(1 - \omega)$, to reset prices with some fixed cost. This particular feature of the model generates larger monetary non-neutrality compared to a menu cost model with the frequency of the price changes are calibrated to the same value. The explanation for the larger monetary non-neutrality is again, due to a weaker self-selection with the introduction of time dependent pricing. Similarly, Midrigan (2011) studies multiple product-firms facing leptokurtic idiosyncratic productivity shocks to address the small price changes and normality of price change distribution seen in the data they have in hand. Leptokurtic productivity shocks and multi-product pricing reduce the sensitivity of the price level to monetary disturbances, thus yielding larger real effects. Synchronized price reset pushes the density of the price change distribution towards the center, which is consistent with the normality

of the price change dispersion. Alvarez and Lippi (2014), on the other hand, show that availability of multi-product firms increases the output response of a monetary impulse, specifically, the output response is more than doubled as the number of products increases to 10.

Studies listed above concern the implications of state dependent pricing or operating under a fixed cost of price setting for economies that have no international links. However, (open) economies, that comprise mainly every developed economy, trade goods and services, and international trade is a significant aspect of the current state of the financial system (Figure 2). An open economy environment gives rise to some mechanisms which are of interest to price setting behavior and real effects of monetary impulses. First, pricing decisions in an open economy depend on the import cost components, e.g. international prices and exchange rates, and foreign demand for goods. As a consequence, firms' behavior will change depending on the fluctuations in the import cost components. Second, prices of traded goods between two economies have consequences for their bilateral trade. That is, allowing the country to operate in the international goods market enables pricing decisions to induce real effects through the trade channel.⁴ In the same manner, a monetary policy or a demand shock works also by shifting the relative international prices, and possibly accelerating the real effects of these shocks.⁵

The fact that trade has a significant weight on output for many economies requires taking the exports and imports on output into account to have a more reliable measure of the propagation of monetary impulse in the existence of menu costs. In

⁴In a standard open economy model, substitution and wealth effects stemming from the movements in relative prices induce shift in consumption towards goods from different countries. To see implication of optimal household behavior for international trade in a similar setup, see Gali and Monacelli (2005).

⁵Assuming a monetary shock in a general equilibrium setup as in Nakamura and Steinsson (2010), prices and consumption move off steady state. In a small open economy framework, movements in prices ensure a movement in relative prices.

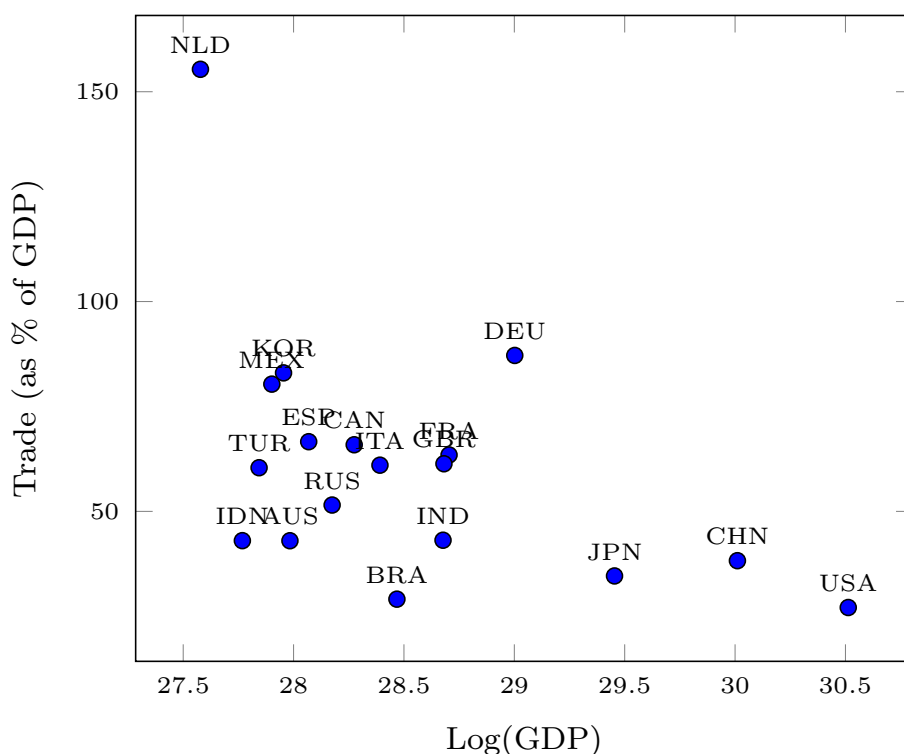


Figure 2. Degrees of Openness (Trade as % of GDP) for Selected Countries

Source: The World Bank, WDI Database.

Selected countries lie on the upper 10th percentile of the world GDP distribution. Latest observation belongs to, if available, 2018, if not, 2017. The degree of openness is different than that in the context of model because here, trade is the sum of imports and exports whereas model-sense, it is the symmetric price level steady state share of import goods in consumption (imports). Hence, model-defined degree of openness is roughly the half of that in this chart.

this thesis, I study a small open economy general equilibrium built around firms which are subject to menu costs. The main contribution of this study is that it extends the previous works on state-dependent pricing in a general equilibrium by relaxing the closed economy assumption. Similarly, this thesis offers an extension of the studies covering the open economy elements such as exchange rate but in a partial equilibrium environment and/or with ad-hoc processes. This allows studying the role of exports and imports on the output fluctuations generated by a monetary impulse.

CHAPTER 2

MODEL

The model builds on Golosov and Lucas (2007), or the single-sector, no intermediate input version of Nakamura and Steinsson (2010). Model environment consists of the home economy and the rest of the world (foreign economy). Foreign economy is, due to its size relative to home economy, approximately closed. This setup basically defines a small open economy environment. Home economy consists of households, firms and a process for the nominal aggregate demand.⁶ Foreign economy firms face no rigidity in price setting. In other words, foreign economy is at the flexible price equilibrium, so that there is no room for the foreign monetary policy/process.

The import price pass-through is immediate and exact, so that the fluctuations in the exchange rate is reflected to the prices of import goods instantaneously. This framework, except the heterogeneous firms and menu costs, draws on Gali and Monacelli (2005).

2.1 Domestic Households

There exists a continuum of domestic households maximizing their lifetime discounted utility, given by

$$\max_{C_{H,t}, C_{F,t}, L_t} \mathbb{E}_t \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \left[(1 - \gamma) \log C_{H,t} + \beta \gamma \log C_{F,t} - \omega \frac{L_t^{1+\psi}}{1 + \psi} \right] \quad (2.1)$$

⁶In a closed economy model, aggregate demand is the equivalent of aggregate consumption. In an open economy, however, export demand is a part of foreign consumption so that the foreign consumption is a determinant of the aggregate demand.

where $C_{H,t}$ and $C_{F,t}$ denote the consumption of domestically produced and import goods, respectively. ⁷ The choice of the functional form of the utility is to satisfy separability of the utility gain from domestic goods and import goods.

The weight on the domestic goods relative to that of import goods ($\frac{1-\gamma}{\gamma}$, where $\gamma \in [0, 1]$) represents the home bias of the domestic households. ⁸ Degree of home bias pins down the steady state consumption of import goods, and it is exactly equal to the openness of the economy under price symmetry. Parameter δ determines the degree of the elasticity of substitution between domestic and import goods. Domestic and import goods consumption are the CES aggregated individual goods.

$$C_{H,t} = \left[\int_0^1 C_{H,t}(j)^{\frac{\epsilon-1}{\epsilon}} dj \right]^{\frac{\epsilon}{\epsilon-1}} \quad (2.2)$$

$$C_{F,t} = \left[\int_0^1 C_{F,t}(j)^{\frac{\epsilon-1}{\epsilon}} dj \right]^{\frac{\epsilon}{\epsilon-1}} \quad (2.3)$$

Optimal allocation of consumption within domestic and import goods implies that the consumption of type j good is determined by its relative price.

$$C_{H,t}(j) = \left(\frac{P_{H,t}(j)}{P_{H,t}} \right)^{-\epsilon} C_{H,t} \quad (2.4)$$

$$C_{F,t}(j) = \left(\frac{P_{F,t}(j)}{P_{F,t}} \right)^{-\epsilon} C_{F,t} \quad (2.5)$$

⁷Alternatively, one may consider an aggregate consumption measure that bundles domestically produced and import goods consumption. This translates to an aggregate consumption defined as $C_t = C_{H,t}^{1-\gamma} C_{F,t}^\gamma$.

⁸Although the share of the consumption of domestically produced goods relative to the consumption of import goods in a standard model would be $\frac{\beta(1-\gamma)}{\gamma}$, under the existence of cash-in-advance constraint for the domestically produced goods, this share is given to be $\frac{1-\gamma}{\gamma}$ (See Eq. 5.65).

Optimal consumption baskets imply the following price levels for domestic goods and import goods, denoted by $P_{H,t}$ and $P_{F,t}$, respectively.

$$P_{H,t} = \left[\int_0^1 P_{H,t}(j)^{1-\varepsilon} dj \right]^{\frac{1}{1-\varepsilon}} \quad (2.6)$$

$$P_{F,t} = \left[\int_0^1 P_{F,t}(j)^{1-\varepsilon} dj \right]^{\frac{1}{1-\varepsilon}} \quad (2.7)$$

Domestic households are subject to a Cash-in-Advance (CIA) constraint in purchasing the domestically produced goods, whereas they are not under such constraint in purchasing import goods. Denoting the total money holdings by M_t , the total real demand of domestically produced goods by the domestic households cannot exceed $\frac{M_t}{P_{H,t}}$. This is formally shown as

$$C_{H,t} P_{H,t} \leq M_t + X_t \quad (2.8)$$

where X_t denotes the monetary transfers. To get rid of a corner solution where households do not spend all of money holdings, M_t on purchases, I assume that the transfers are made after households make the consumption decision. Since the expected transfer amount is zero, households always spend all of their money holdings on purchases of domestic goods. Next, the inter-temporal budget constraint is given by

$$\begin{aligned} C_{H,t} + C_{F,t} \frac{P_{F,t}}{P_{H,t}} + \frac{M_{t+1}}{P_{H,t}} + B_{H,t} + B_{F,t} \\ \leq \frac{W_t}{P_{H,t}} L_t + \frac{M_t}{P_{H,t}} + \frac{P_{H,t-1}}{P_{H,t}} \left[R_{t-1} B_{H,t-1} + \frac{\mathcal{E}_t}{\mathcal{E}_{t-1}} R_{t-1}^* B_{F,t-1} \right] + \Pi_t \end{aligned} \quad (2.9)$$

where $B_{H,t}$ and $B_{F,t}$ are domestic and foreign currency denominated bonds with nominal returns R_t and R_t^* , respectively. Note that the monetary transfers does not appear in the inter-temporal budget constraint, thus implying that the monetary transfers take an instantaneous effect in the transaction of domestic goods at every period.

It is assumed that households have access to a complete market of internationally traded Arrow-Debreu state contingent claims. This assumption pins down the steady state level of net foreign assets held by domestic households, and therefore serves to close the model.⁹ Note also that \mathcal{E}_t denotes the nominal exchange rate at time t . No arbitrage condition implies that an expected change in the nominal exchange rate must be offset by an equal size of wedge between domestic and foreign bond returns. W_t denotes the nominal wages, and finally, Π_t denotes the dividends of the firm shares that households hold, i.e. real profits. Note that the amount of dividend has no effect on household decision. Let λ_t and μ_t be the Lagrange multipliers associated with the resource constraint and the CIA constraint. Assuming an interior solution in any period, following equalities characterize the optimal household behavior.

$$(1 - \gamma)C_{H,t} = \lambda_t + \mu_t \quad (2.10)$$

$$\lambda_t = \beta\gamma \frac{P_{H,t}}{P_{F,t}} \frac{1}{C_{F,t}} = \beta(1 - \gamma)\mathbb{E}_t \left\{ \frac{1}{C_{H,t+1}} \frac{P_{H,t}}{P_{H,t+1}} \right\} \quad (2.11)$$

$$\frac{W_t}{P_{H,t}} = \omega \frac{1}{\lambda_t} L_t^\psi \quad (2.12)$$

$$\lambda_t = \beta R_t \mathbb{E}_t \left\{ \frac{P_{H,t}}{P_{H,t+1}} \lambda_{t+1} \right\} = \beta R_t^* \mathbb{E}_t \left\{ \frac{\mathcal{E}_{t+1}}{\mathcal{E}_t} \frac{P_{H,t}}{P_{H,t+1}} \lambda_{t+1} \right\} \quad (2.13)$$

The marginal value (utility) of one unit of extra income (λ_t) is equal to the marginal utility of the import good consumption, corrected by the relative prices. Since an extra income cannot be spent on today's domestic good consumption, it has to be equal to the marginal utility of next period's domestic goods consumption, corrected by the stochastic discount factor and domestic price inflation. Note that $\frac{\lambda_t}{\lambda_{t+1}}$ is the stochastic discount factor between time t and $t + 1$.

An issue with the CIA constraint is that the CIA constraint may be non-binding. There are two possible cases where the household would spend less of their money on domestic good consumption. First, if the monetary transfer is too large, the

⁹Several options that ensure stationarity of net foreign asset holdings are provided in Schmitt-Grohé and Uribe (2003).

household may find it optimal to keep some of the transfer to next period so that the CIA constraint would not bind. However, I eliminate this possibility by assuming that the monetary transfer cannot be carried into next period, and the transfer is made after the consumption decision. Note that since the expected amount of transfer is always 0, the household makes optimal consumption and labor decisions as if there is no monetary transfers.

Secondly, since the money is effectively a bond with 0 nominal return, it is preferred over bonds whenever the bond offer negative nominal interest rate. In this case, the household would keep all of their wealth in money and in the next period, spend some of their monetary holdings on import consumption. This, again, implies that the CIA constraint is non-binding. In a deterministic economy where price level is constant, the CIA constraint always binds because at the steady state, the bond offers positive interest rate (exactly equal to $1/\beta$). With stochastic variables joining in, this return can be negative, especially for the models featuring continuous time processes or high-frequency time periods. However, with a positive steady state inflation, it requires relatively large shocks for nominal return of the bond to be negative. In this case, the steady state nominal return of the bond is $1/\beta\pi^{SS} > 1/\beta$ where $\pi^{SS} > 1$ is the steady state gross inflation rate. In fact, a simulation with length of 40,000 months reveals that, when the steady state inflation is calibrated to be 1, the nominal interest rate drops below 1 around 3 percent of time and this does not depend on how open the economy is.¹⁰ In the baseline calibration where the steady state inflation rate is calibrated to be 0.2 percent per month, simulation results shows that the nominal interest rate does not go below 1, hence the CIA constraint always binds. In both cases, however, the monetary non-neutrality indicated by the results are practically the same.

¹⁰It might be the case that allowing the CIA to be non-binding may increase the number of cases of nominal interest rate going below 1. If households are allowed to transfer wealth into next period via money holdings when the nominal interest rate of the bond is below 1, they would have a larger wealth next period. However, since the nominal interest rate does not go below one dramatically, that is, the consequence of this assumption is not large.

Domestic bond market available to foreign households with no arbitrage condition leads to

$$\lambda_t^* = \beta R_t \mathbb{E}_t \left\{ \frac{\mathcal{E}_t}{\mathcal{E}_{t+1}} \frac{P_t^*}{P_{t+1}^*} \lambda_{t+1}^* \right\} \quad (2.14)$$

where $\frac{\lambda_t^*}{\lambda_{t+1}^*}$ is the foreign economy counterpart of the stochastic discount factor between time t and $t + 1$. It follows, due to the complete market assumption, that the stochastic discount factors of domestic and foreign households are proportional at any time t .

$$\frac{\lambda_t}{\lambda_{t+1}} \frac{\mathcal{E}_t}{\mathcal{E}_{t+1}} \frac{P_t^*}{P_{t+1}^*} = \frac{P_{H,t}}{P_{H,t+1}} \frac{\lambda_t^*}{\lambda_{t+1}^*} \quad (2.15)$$

Since this equality holds for any period, it must be that marginal utility of consumption of domestic households (corrected by the relative prices) is proportional to that of foreign consumers (see Schmitt-Grohé and Uribe (2003)).

$$\lambda_t \mathcal{E}_t P_t^* = \Xi P_{H,t} \lambda_t^* \quad (2.16)$$

I return to this equality later when writing down the international risk sharing condition.

2.2 Foreign Households

Foreign households share the same preferences as domestic households. Hence, foreign households follow the same intertemporal optimality conditions. To see that, write down the optimization problem of the households, where the variables with * denotes their foreign counterparts.

$$\max_{C_t^*, L_t^*} \mathbb{E}_t \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \left[\frac{C_t^{*1-\sigma}}{1-\sigma} - \omega \frac{L_t^{*1+\psi}}{1+\psi} \right] \quad (2.17)$$

$$\text{s.to } C_t^* + B_{F,t} \leq \frac{P_{t-1}^*}{P_t^*} R_{t-1}^* B_{F,t-1} + \frac{W_t^*}{P_t^*} L_t^* \quad (2.18)$$

Solving this problem yields the intertemporal Euler equation for the foreign households.

$$\beta R_t^* \mathbb{E}_t \left\{ \frac{\lambda_{t+1}^* \frac{P_t^*}{P_{t+1}^*}}{\lambda_t^*} \right\} = \beta R_t^* \mathbb{E}_t \left\{ \left(\frac{C_t^*}{C_{t+1}^*} \right)^\sigma \frac{P_t^*}{P_{t+1}^*} \right\} = 1 \quad (2.19)$$

It is assumed that the foreign economy is deterministic. Hence, foreign variables, such as the price level and output, is constant at all times.

Foreign households are not subject to a CIA constraint in purchasing home economy goods. Assuming otherwise would create complexities since the foreign economy is assumed to be closed. Hence, the foreign economy demand for the domestically produced type j good is.

$$C_{H,t}^*(j) = \gamma \left(\frac{p_t(j)}{P_{H,t}} \right)^{-\varepsilon} \left(\frac{P_{H,t}}{\mathcal{E}_t P_t^*} \right)^{-\delta} C_t^* \quad (2.20)$$

2.3 Real Exchange Rate and the Terms of Trade

Import prices relative to domestic prices are referred to as the terms of trade (ToT), denoted at time t by S_t .

$$S_t = \frac{P_{F,t}}{P_{H,t}} \quad (2.21)$$

Define the real exchange rate such that an increase in the real exchange rate corresponds to a real depreciation of the domestic currency.

$$Q_t = \frac{\mathcal{E}_t P_t^*}{P_{H,t}} \quad (2.22)$$

$$= \frac{P_{F,t}}{P_{H,t}} \quad (2.23)$$

$$= S_t \quad (2.24)$$

What allows going from Eq. 2.22 to Eq. 2.23 is the assumption that there is no rigidity in import goods pricing, so that there is no deviation from the Law of

One Price (LOP). In practice, there are several ways to have LOP hold at any time. If domestic consumers can purchase goods from abroad without incurring further costs, then, import and exchange rate price pass through is complete and instantaneous. One could also assume that there are import retailers each selling one type of good. For the LOP to hold, they must be purchasing the import goods at a *wholesale price*, where wholesale price is equal to the price of the good in the rest of the world times the exchange rate divided by markup. That is, denoting wholesale price by P_t^W , $P_t^W = \frac{\epsilon-1}{\epsilon} P_t^* \mathcal{E}_t$. Another way to achieve this result is by assuming that each import good is sold by a infinitely many number of firms, so that import retailer market for each type of good is perfectly competitive.

2.4 International Risk Sharing

Foreign households having access to the domestic economy bonds imply that

$$\beta \mathbb{E}_t \left\{ \frac{\mathcal{E}_t}{\mathcal{E}_{t+1}} \frac{P_t^*}{P_{t+1}^*} \frac{C_t^*}{C_{t+1}^*} \right\} = \frac{1}{R_t} \quad (2.25)$$

Then, no arbitrage condition leads to the following equalities

$$\beta \frac{\mathbb{E}_t \left\{ \frac{1}{C_{H,t+2}} \frac{P_{H,t}}{P_{H,t+2}} \right\}}{\mathbb{E}_t \left\{ \frac{1}{C_{H,t+1}} \frac{P_{H,t}}{P_{H,t+1}} \right\}} = \beta \mathbb{E}_t \left\{ \frac{\mathcal{E}_t}{\mathcal{E}_{t+1}} \frac{P_t^*}{P_{t+1}^*} \frac{C_t^*}{C_{t+1}^*} \right\} \quad (2.26)$$

$$= \beta \mathbb{E}_t \left\{ \frac{Q_t}{Q_{t+1}} \frac{P_{H,t}}{P_{H,t+1}} \frac{C_t^*}{C_{t+1}^*} \right\} \quad (2.27)$$

Combining Eq. 2.26 and 2.27, we get

$$\mathbb{E}_t \left\{ C_{H,t+1} \frac{P_{H,t+1}}{P_{H,t}} \right\} = \frac{\mathbb{E}_t \left\{ \frac{1}{Q_{t+1}} \frac{P_{H,t}}{P_{H,t+1}} \frac{C_t^*}{C_{t+1}^*} \right\}}{\mathbb{E}_t \left\{ \frac{P_{H,t}}{P_{H,t+2}} \frac{1}{C_{H,t+2}} \right\}} Q_t \quad (2.28)$$

Note that the IRS condition is written in terms next period's domestic goods consumption. It can be written for the import consumption, which would then include time t consumption of import goods. However, as will be indicated in the following sections, solution algorithm relies on the evolution of monetary aggregate, which is a function of domestic demand for domestic goods.

The last equality can be boiled down to a much simpler identity, using Eq. 5.70 and $\lambda_t = \beta(1 - \gamma)\mathbb{E}_t \left\{ \frac{1}{C_{H,t+1}} \frac{P_{H,t+1}}{P_{H,t}} \right\}$.

$$\frac{1}{\beta(1 - \gamma)}\mathbb{E}_t \left\{ C_{H,t+1} \frac{P_{H,t+1}}{P_{H,t}} \right\} = \Xi Q_t \quad (2.29)$$

Finally, assume that $\Xi = \frac{1}{\beta(1-\gamma)}$ so that per capita consumption in the domestic economy and the rest of the world are equal. This sets the real exchange rate to 1 under price symmetry.

Using Eq. 2.29, one could rewrite the domestic demand for foreign goods using Eq. 5.65

$$\frac{1}{\beta\gamma} \frac{P_{F,t}}{P_{H,t}} C_{F,t} = \frac{1}{\beta(1 - \gamma)} \mathbb{E}_t \left\{ C_{H,t+1} \frac{P_{H,t+1}}{P_{H,t}} \right\} \quad (2.30)$$

$$\frac{1}{\beta\gamma} S_t C_{F,t} = \frac{1}{\beta(1 - \gamma)} Q_\square \quad (2.31)$$

$$C_{F,t} = \frac{\gamma}{(1 - \gamma)} \quad (2.32)$$

Thus, the domestic demand for import goods is constant at all times.

2.5 Monetary Rule

The amount of total money holdings in the domestic economy is controlled by a monetary rule

$$\mathcal{M}_t = e^{v_t} \mathcal{M}_{t-1} \quad (2.33)$$

where \mathcal{M}_t is the nominal domestic demand for domestic goods at time t , $\mathcal{M}_t = M_t + X_t = P_{H,t} C_{H,t}$.

Measuring the monetary disturbances in terms of changes in money supply instead of indirect controls such as interest rate enables drawing inferences from an expansion of money supply such as analyzing the pass-through of monetary

disturbances to prices. Furthermore, an interest rate rule calls for a monetary authority, whereas the evolution of the monetary aggregate can be interpreted as the nominal aggregate demand process.

If the prices were flexible, any monetary disturbance is instantaneously and perfectly reflected into prices, but in the presence of menu costs, nominal rigidities are going to induce an output response. The response of output to a monetary impulse is particularly of interest to assess the monetary non-neutrality generated by the model.

2.5.1 The Choice of Monetary Rule (CIA Constraint)

In a closed economy, consumption equals output and the domestic consumption of domestic goods is equivalent to the nominal output. Therefore, the monetary aggregate in this economy is the counterpart of the nominal output in a closed economy. However, the nominal aggregate consumption can be interpreted as the counterpart of nominal output in a closed economy as well. In fact, the monetary aggregate can be defined differently based on different CIA constraints. For instance, in the case where there is a CIA constraint on import goods consumption, the resulting monetary aggregate would be equal to the nominal aggregate consumption. Or, one could assume that the foreign households are subject to a CIA constraint in purchasing home economy goods, so that the resulting monetary aggregate is equal to nominal aggregate demand. However, considering that the foreign economy is treated as closed, this might in turn yield technical difficulties. However, different CIA constraints or some other modifications that result with money demand are possible subjects of future research.

2.6 Domestic Producers

There is a continuum of domestic producers each producing a differentiated product. They take labor as input, and operate on idiosyncratic productivity. These firms are *ex-ante* identical, and their behavior differs depending on the level of

productivity they are operating with. The production function for firm j is formally defined as

$$y_t(j) = A_t(j)L_t(j) \quad (2.34)$$

where $A_t(j)$ denotes the idiosyncratic productivity and follows an AR(1) process in logarithm.

$$\log A_t(j) = \rho_A \log(A_{t-1}(j)) + \eta_t \quad (2.35)$$

Each firm maximizes the expected lifetime discounted profits.

$$\max_{p_t(j), L_t(j), I_t(j)} \mathbb{E}_t \sum_{t=0}^{\infty} \lambda_t [p_t(j)y_t(j) - W_t L_t(j) - \chi W_t I_t(j)] \quad (2.36)$$

where

$$y_t(j) = C_{H,t}(j) + C_{H,t}^*(j) \quad (2.37)$$

$$= \left(\frac{p_t(j)}{P_{H,t}} \right)^{-\varepsilon} \left[C_{H,t} + \gamma \left(\frac{P_{H,t}}{\mathcal{E}_t P_t^*} \right)^{-\delta} C_t^* \right] \quad (2.38)$$

$$= \left(\frac{p_t(j)}{P_{H,t}} \right)^{-\varepsilon} [C_{H,t} + \gamma S_t^\delta C_t^*] \quad (2.39)$$

and $L_t(j)$ denotes the size of labor operated by firm j , and $I_t(j)$ is an indicator whether or not the firm has changed prices at time t . The size of the menu cost is determined by χ . A price change is assumed to be carried out by labor, thus the size of menu cost is pro-cyclical. This limits the asymmetry of the frequency of price changes between expansion or contraction periods.

The value of resetting price for firm j can be written down as a dynamic problem

$$V^c \left(A_t(j), \frac{p_{t-1}(j)}{P_{H,t}}, \frac{\mathcal{M}_t}{P_{H,t}} \right) = \max_{p_t(j)} \Pi_t(j) \left(A_t(j), \frac{p_t(j)}{P_{H,t}}, \frac{\mathcal{M}_t}{P_{H,t}} \right) - \chi \frac{W_t}{P_{H,t}} + \mathbb{E}_t \left[\frac{\lambda_{t+1}}{\lambda_t} V \left(A_{t+1}(j), \frac{p_t(j)}{P_{H,t+1}}, \frac{\mathcal{M}_{t+1}}{P_{H,t+1}} \right) \right] \quad (2.40)$$

and the value of maintaining the previous period's price for firm j as

$$V^n \left(A_t(j), \frac{p_{t-1}(j)}{P_{H,t}}, \frac{\mathcal{M}_t}{P_{H,t}} \right) = \Pi_t(j) \left(A_t(j), \frac{p_{t-1}(j)}{P_{H,t}}, \frac{\mathcal{M}_t}{P_{H,t}} \right) + \mathbb{E}_t \left[\frac{\lambda_{t+1}}{\lambda_t} V \left(A_{t+1}(j), \frac{p_{t-1}(j)}{P_{H,t+1}}, \frac{\mathcal{M}_{t+1}}{P_{H,t+1}} \right) \right] \quad (2.41)$$

Finally, the maximization problem of this firm can be written as a Bellman equation.

$$V \left(A_t(j), \frac{p_{t-1}(j)}{P_{H,t}}, \frac{\mathcal{M}_t}{P_{H,t}} \right) = \max \left\{ \begin{array}{l} V^n \left(A_t(j), \frac{p_{t-1}(j)}{P_{H,t}}, \frac{\mathcal{M}_t}{P_{H,t}} \right), \\ V^c \left(A_t(j), \frac{p_{t-1}(j)}{P_{H,t}}, \frac{\mathcal{M}_t}{P_{H,t}} \right) \end{array} \right\} \quad (2.42)$$

so that firm j chooses the most profitable option between resetting or maintaining the previous period's price. Firm's decision depends on the aggregate price level which is a function of all prices in the economy that result from the value function optimization of all firms. However, laws of motion for some aggregate variables (prices, consumption) cannot be solved by making use of a representative firm, because idiosyncratic productivity shocks induces firm heterogeneity. These aggregate variables result from the actions of every firm in the economy. Since the maximization problem of any firm involves prices and consumption, each firm has to take into account the rest of the firms' optimal decision. This implies that the value function of any firm is an infinitely large object. Being unable to solve the value function analytically requires making further assumptions. Among others, Nakamura and Steinsson (2008) and Alvarez and Lippi (2014) tackle a partial equilibrium problem and assume that the outcome of any aggregate shock on *firms'* decision is neglected in *a firm's* decision making. While this assumption

holds at the steady state, studying aggregate shocks induce inconsistency to the firm behavior such that the environment in which firms are assumed to operate is the steady state equilibrium and firm behavior naturally changes at any off-steady state equilibrium.¹¹ However, in this study, impact of aggregate shocks on consumption and relative prices are key elements to evaluate the dynamics of open economy factors. Hence, the bilateral feedback between the decision of firms and decision of households must be captured. Golosov and Lucas (2007) justify disregarding shifts in the aggregate consumption by showing that their model generates no considerable amount of consumption volatility and thus it might as well be assumed constant at a cost of losing only negligible amount of accuracy. However, in this model, the response of consumption to aggregate shocks might be stronger. Furthermore, firms in an open economy should react to the shifts in relative prices, for example, exports should increase against a real exchange rate depreciation. Assuming constant consumption, therefore, is equivalent to shutting down the role of relative prices in trade channel given that the real exchange rate remains constant with fixed consumption under complete international asset markets (See Eq. 2.29). As a result, I rely on numerical solution methods that enables studying the general equilibrium.

2.7 Model Solution

Turning back to the firm's problem, since the problem of the firm has an infinite dimension, it is assumed that firms take the price level as a function of some small number of moments of the actual distribution. Specifically, they perceive the price level as a function of nominal output and last period's price level, formally represented as,

$$\frac{P_{H,t}}{P_{H,t-1}} = \Gamma \left(\frac{\mathcal{M}_t}{P_{H,t-1}} \right) \quad (2.43)$$

¹¹Working with this assumption, on the other hand, enables generating analytical solution to the problem, performing sensitivity analysis without relying on computer simulations.

This assumption is originally due to Krusell and Smith (1998) and is employed by Khan and Thomas (2007), Midrigan (2011) and Nakamura and Steinsson (2010). Γ has no functional form, but instead, it is computed by interpolation techniques. The solution algorithm follows the method of Nakamura and Steinsson (2010) and consists of the following steps.

Algorithm 1 Calculating the price level

- 1: Propose an arbitrary Γ function.
 - 2: Solve firm's problem using Γ function as the perceived price level of the economy.
 - 3: Compute the stationary distribution of the firms over $(A(j), p(j)/P_H, \mathcal{M}/P_H)$.
 - 4: Iterate until the price level implied by the stationary distribution (Denote it by $P^{updated}$) satisfies $\left| \frac{P_H^{updated}}{P_{H,t-1}} - \Gamma\left(\frac{\mathcal{M}_t}{P_{H,t-1}}\right) \right| < \zeta$ for all elements of the \mathcal{M}/P_H of the stationary distribution, where ζ is a very small positive number.
-

I initialize the algorithm using different proposals for Γ to make sure (although it does not completely eliminate the possibility) that the resulting fixed point is not sensitive to the initial point.

2.8 Aggregate Output

To establish the relationship between the consumption and output, write the production function of an individual firm down.

$$y_t(j) = \left(\frac{p_t(j)}{P_{H,t}} \right)^{-\varepsilon} [C_{H,t} + \gamma S_t^\delta C_t^*] \quad (2.44)$$

Using the definition of aggregate output, that is, $Y_t = \left[\int_0^1 y_t(j)^{\frac{\varepsilon-1}{\varepsilon}} \right]^{\frac{\varepsilon}{\varepsilon-1}}$, we get

$$Y_t = C_{H,t} + \gamma S_t^\delta C_t^* \quad (2.45)$$

Consider the case of an expansionary monetary disturbance, to put more precisely, a positive monetary disturbance not offset completely by price increases. This is followed by a real exchange rate depreciation ($Q_t \uparrow$) and ToT increasing ($S_t \uparrow$). To see why, note first that the real exchange rate is proportional to the expected next period's consumption multiplied by next period's domestic prices inflation. Even if the prices are expected to increase as much as to bring consumption back to its steady state value, this implies that the inflation in the next period is positive. Hence, in this period, real exchange rate must be larger than its steady state value. With $\delta > 1$, it is assured that the exports amplify the response of output to the expansionary monetary policy. This is due to the relative prices working in favor of the consumption of domestic goods.

CHAPTER 3

CALIBRATION AND MODEL RESULTS

3.1 Calibration

Calibration of the model draws heavily on Nakamura and Steinsson (2010), mainly to infer comparative statics. Calibrated values of the model parameters can be seen in Table 1. Unit of time period is one month, and the discount factor β is set to be $0.96^{1/12}$. Households' utility function is assumed to be logarithmic so that $\sigma = 1$. Labor supply disutility is taken to be linear, that is, $\psi = 1$. Elasticity of demand is set to 4. Hence steady state markup is equal to $1/4$ of the price. For foreign households, elasticity of substitution between domestic and import goods is set to 2. Except this, foreign households share the same calibration set.

The AR(1) parameter for the idiosyncratic productivity process (ρ_A) is set to be 0.7. Nakamura and Steinsson (2010) argue that for single sector models, calibrating the frequency of price changes to the median frequency of price changes generates a similar amount of monetary non-neutrality to their multi-sector model. Hence, I match the median frequency of the price changes (8.5%), which is found to be much lower than the mean frequency (21.1%).

The mean growth rate of the monetary aggregate is 0.002 which implies around 2.4 percent annual inflation rate. Having only small inflation rate induces only subtle changes on the monetary non-neutrality. This verifies that the cases where the CIA constraint does not bind but assumed to be binding have only negligible impact on results. Then, it should not be misleading to compare Calvo and menu cost models calibrated to have no steady state inflation.

¹²Unlike the models for which analytical solution hence analytical steady state can be derived, e.g. a Calvo-type model, heterogeneity in firms and nonlinearity of optimal production level

Table 1. Parameter Calibration

Parameter	Value
Discount Factor	$\beta = 0.96^{1/12}$
Intertemporal Elasticity of Substitution	$\sigma = 1$
Degree of Labor Supply Disutility	$\psi = 1$
Elasticity of Demand	$\varepsilon = 4$
Elasticity of Subs. b/w Domestic and Import Goods (Foreign HH)	$\delta = 2$
Steady State Output for Home & Foreign Economy ¹²	$Y = Y^* = 1/3$
AR(1) Parameter for Idiosyncratic Productivity Process	0.70
Std. Dev. of Shocks to Idiosyncratic Productivity	0.0425
Mean Growth Rate of the Monetary Aggregate	0.002
Std. Dev. of the Growth Rate of the Monetary Aggregate	0.0037
Frequency of Price Changes	8.5%

3.2 Model Results

The monetary non-neutrality generated by the model can be inferred both from the simulation results and cumulative impulse responses.¹³ I discuss the model results both based on the simulation results and impulse responses. One advantage of deriving the impulse responses that they are capable of depicting the two dimension of monetary non-neutrality. That is, the size of monetary non-neutrality is determined by both the duration and the size of the output effect.

On the other hand, simulation results are provided so as to prevent any bias in calculation of the monetary responses that might stem from the size specification of the monetary shock. First, the model is not log-linearized, so that

with respect to the productivity level induces a steady state that can be calculated by only numerical methods. The steady state values for output therefore correspond to the no-firm-level-heterogeneity case steady state. Therefore, I interpret the results based on the numerical steady state, which is calculated using the invariant distribution of firms.

¹³Midrigan (2011) and Nakamura and Steinsson (2010) discuss the results based on the simulated model, and Nakamura and Steinsson (2010) posit that the cumulative impulse responses and simulation results are very similar.

responses do not linearly scale against different shock sizes. Second, menu cost models inherently feature non-linear impulse responses against different shock sizes. Therefore, it is difficult to know what size of shock best summarizes the monetary non-neutrality generated by the model. Hence, a simulation of the model, that naturally features different sizes of monetary shocks, provides an unbiased estimate of the monetary non-neutrality. In this regard, I show the results for both measures, i.e. the cumulative impulse responses and in Tables 2 to 4.

Table 2. Variance of Output in the Menu Cost Models ($\times 10^{-4}$)

Steady State Monthly Inflation Rate	$\gamma = 0$	$\gamma = 0.25$	$\gamma = 0.50$
0	0.085	0.205	0.378
0.2	0.085	0.201	0.376

Table 2 shows the variance of output in the menu cost models varying in the degree of openness. First, the positive steady state inflation induce no visible change on the results. As the degree of openness increase to 0.5, the variance of output is quadrupled, thus implying a 3-fold increase in the monetary non-neutrality. This is due to the mechanism that the exports displaying more volatility than the domestic consumption of domestic goods. To see this, first, log-linearize the export consumption

$$\tilde{c}_{H,t}^* = \delta \tilde{s}_t \tag{3.46}$$

Lowercase variables with $\tilde{}$ denote the log-deviations of the variables from their respective steady state values. $\tilde{c}_{H,t}^*$ denotes the deviation of the export demand from its steady state and \tilde{s}_t denotes that of the terms of trade from its steady state. Note that the foreign consumption is eliminated since the state of the foreign economy is invariant. Expand \tilde{s}_t such that

$$\tilde{s}_t = \mathbb{E}_t \{ \tilde{c}_{H,t+1} + \tilde{\pi}_{H,t+1} \} \quad (3.47)$$

To simplify the problem, consider the no-steady state inflation case, and assume that

$$\mathbb{E}_t \{ C_{H,t+1} \} = \mathbb{E}_t \left\{ \frac{\mathcal{M}_{t+1}}{P_{H,t+1}} \right\} \quad (3.48)$$

$$= \mathbb{E}_t \left\{ \frac{\mathcal{M}_{t+1}}{P_{H,t}} \frac{P_{H,t}}{P_{H,t} + 1} \right\} \quad (3.49)$$

$$\approx \frac{\mathbb{E}_t \{ \mathcal{M}_t \}}{P_{H,t}} \frac{P_{H,t}}{\mathbb{E}_t \{ P_{H,t+1} \}} \quad (3.50)$$

$$= C_{H,t} \frac{P_{H,t}}{\mathbb{E}_t \{ P_{H,t+1} \}} \implies \tilde{c}_{H,t} = \tilde{c}_{H,t+1} - \tilde{\pi}_{H,t+1} \quad (3.51)$$

The assumption can be stated as that the RHS of Eq. 3.49 is approximately equal to the RHS of Eq. 3.50. How critical that assumption is depends on the correlation between the variables in expectations and their variances, i.e. the covariance between $\mathbb{E}_t \{ \mathcal{M}_{t+1} \}$ and $\mathbb{E}_t \{ P_{H,t+1} \}$. Model results indicate that this part is negligible, mainly because the variance of the monetary process is relatively small. In fact, the discrepancy between both increases when moving off steady state and the maximum discrepancy between both variables gets to be as low as 1 percent. Then, one could rewrite the log-linearized terms of trade as

$$\tilde{s}_t = \mathbb{E}_t \{ \tilde{c}_{H,t+1} + \tilde{\pi}_{H,t+1} \} \quad (3.52)$$

$$\approx \mathbb{E}_t \{ \tilde{c}_{H,t} - \tilde{\pi}_{H,t+1} + \tilde{\pi}_{H,t+1} \} = \tilde{c}_{H,t} \implies \tilde{c}_{H,t}^* \approx \text{deltac}_{H,t} \quad (3.53)$$

Then, the log-linearized total output response can be written as

$$\tilde{y}_t = [(1 - \gamma) + \gamma\delta] \tilde{c}_{H,t} \quad (3.54)$$

Hence, the shift in the total output response as the degree of openness increases is mainly determined by the parameter δ .

3.2.1 Impulse Response Analysis

The response of the economy to a monetary impulse can be generated given the model solution and the perceived law of motion of prices (Γ function).¹⁴ Benchmark model is set to be the closed economy variant of the model, which coincides with Golosov and Lucas (2007) and the no-intermediate goods single-sector model of Nakamura and Steinsson (2010). In comparison to the benchmark model, I report two alternative economies that vary in the degree of openness. Furthermore, I compare results from every model economy to its Calvo counterpart to be able to evaluate the additional monetary non-neutrality gained by the degree of openness in comparison to a Calvo model. Calvo model is calibrated to match the reduced form frequency of price changes.

Comparison with Calvo model enables drawing inferences for the use of menu cost models. Since the idiosyncratic productivity shock driven heterogeneity makes the problem much more difficult to tackle with, the use of menu cost models should be justified by considering the problem in hand. While the menu cost setup is able to replicate some micro and macro statistics such as the distribution or the frequency of price changes being dependent on the inflationary environment, in the case where the statistic of interest is the monetary non-neutrality, it remains an important question whether different structures in model, such as allowing the economy to engage in international trade, has different implications for the menu cost model.¹⁵ To answer this question, I compare the monetary non-neutrality in the model economies with their counterpart economies where the firms follow Calvo pricing.

¹⁴The steady state of the economy which is required to form the impulse responses is calculated using the stationary distribution of the firms, since it has no analytical solution.

¹⁵See Alvarez et al. (2017) for an evaluation of the discrepancy between the responses generated in the time dependent and the state dependent models to a monetary shock. They argue that the responses considerably differentiate for only large shocks. Based on this argument, the practicality of time dependent models might make them preferable for evaluating the impulse responses, but of course, in the class of models employed in Alvarez et al. (2017).

Due to self-selection mechanism taking place in the menu cost model, large monetary shocks fade more quickly compared to a mild one. To avoid the aforementioned bias due to shock size specification, along with a 1 standard deviation (0.37%) shock, I also evaluate the outcome of the monetary impulse with size of 1%.

Table 3. Total Output Response in the Menu Cost Model Relative to its Calvo Model Counterpart

Size of the Shock	$\gamma = 0$	$\gamma = 0.25$	$\gamma = 0.50$
1 Standard Deviation	0.18	0.22	0.25
1 Percentage Points	0.17	0.21	0.24

Table 4. Total Output Response in the Menu Cost Model Relative to its Closed Economy Counterpart

Size of the Shock	$\gamma = 0$	$\gamma = 0.25$	$\gamma = 0.50$
1 Standard Deviation	1	1.55	2.05
1 Percentage Points	1	1.54	2.08

Table 3 indicates the total output response generated by the menu cost model relative to the its Calvo model counterpart. As the economy gets more open, there is a slight increase in the response of the output relative to that in the Calvo model. This is driven by the exports. To see this, note that the response of exports in the menu cost model relative to that in the Calvo model is larger than the response of domestic consumption of domestic goods relative to that in the Calvo model. This in turn drives the ratio of output responses larger as the degree of openness increases. On the other hand, as the size of monetary impulse increases by almost 2-fold, from 0.37% to 1%, the ratio of output responses fall only subtly.

Table 4 indicates the total output response in the menu cost model relative to its closed economy counterpart. This measure is not seen to change between two different specifications for the size of the monetary impulses. The total output response increases by half factor and one factor, where the degree of openness is 0.25 and 0.50, respectively.

3.2.2 Source of Aggregate Uncertainty

In this study, I evaluate the outcome of a monetary shock in terms of money supply. Studying a single source of aggregate uncertainty certainly simplifies an otherwise cumbersome problem, whereas fluctuations in money supply being the common variable of aggregate uncertainty enables answering a very practical question, that is, what would be the real effects of some nominal demand increase. However, in the DSGE literature, it is common to declare many more sources of shocks.¹⁶

It is important to stress that another source of aggregate uncertainty¹⁷ might yield less (or more) output effects in a state dependent pricing setup compared to a time dependent one. To answer any question about the outcomes of different shocks, one would have to modify the model accordingly and solve the resulting model.

¹⁶Estimated DSGE models require declaring as many shocks as the observed time series to escape the stochastic singularity problem, hence, these models occasionally tend to employ many sources of shocks.

¹⁷Some examples would be, preference shock, foreign economy productivity shock or the same type of shock in a perfect foresight equilibrium, i.e. an anticipated monetary shock.

CHAPTER 4

CONCLUSION

In this thesis, I study a small open economy similar to that in Gali and Monacelli (2005), where firms face menu costs. Existence of menu costs induces state dependent pricing, that is, the decision of resetting prices depend on how profitable to do so. In other words, firms will bear the burden of paying the menu costs whenever the benefit of resetting price exceeds that of maintaining it. State dependent pricing, therefore, is distinguished from widely used time dependent models such as Calvo (1983) and Taylor (1980) in the type of decision firms make. In state dependent pricing, a firm can always reset its price, whereas in time dependent models, the decision to reprice is determined by a random variable which is a function of time.

Previous studies on state dependent pricing focus on closed economies. This study extends them by relaxing the assumption that the economy is closed, i.e. it does not engage in international trading. The closed economy version of the model coincides with Golosov and Lucas (2007) and the single sector, no intermediate input model of Nakamura and Steinsson (2010). The open economy dimension of the model, on the other hand, closely follows Gali and Monacelli (2005). The economic environment consists of home economy and the rest of the world. Domestic producers operate under menu costs, hence, domestic prices are sticky. Monetary impulses occur in the form of shocks to nominal aggregate demand or nominal domestic demand. In the home economy, fluctuations in output occur due to nominal demand shocks that can also be interpreted as monetary impulses. Using this small open economy framework, I draw inferences about the monetary non-neutrality given the output response to a monetary shock.

Results indicate that allowing the economy to engage in international trade may yield larger monetary non-neutrality conditional on the same size of monetary impulse. As the degree of openness increases, the total output effect generated in the state dependent pricing model picks up relative to its Calvo (time dependent) counterpart. However, the real effect of a monetary response is seen to be significantly lower than that in a Calvo model, indicating that, if Calvo models propose a more realistic monetary non-neutrality, then a small-open economy environment along with the existence of menu cost is not sufficient to generate the desired output effect. On the other hand, considering different extensions (e.g. multi-product firms, sectoral heterogeneity) in state dependent pricing models that achieve larger monetary non-neutrality, having such extensions in an open economy might induce different output effect.

One of the assumptions made in this study is the existence of instantaneous pass-through in the import prices or absence of menu costs for the importers. However, it is very unlikely that shifts in the exchange rates and import prices are reflected into the prices exactly and immediately. This eventually leads to another problem in which importer firms face menu costs as well. Existence of menu costs for the importer firms imply that the pass-through of exchange rate and import prices is non-instantaneous. In typical dynamic general equilibrium models that assume time dependent pricing to achieve price stickiness, size of the exchange rate shocks are irrelevant to the size and the duration of the exchange rate pass-through. However, state dependent pricing allows for a nonlinear relationship between size of the short term exchange rate pass-through and the amount of exchange rate shock (Alvarez et al. (2017)). Hence, introduction of menu costs for the importer firms allows studying the exchange rate pass-through with respect to the size of the shock. The non-linearity in the exchange rate pass-through on prices studied, for example, in Auer et al. (2018) and Bonadio et al. (2019). Furthermore, extending the model in this way offers an analysis of the exchange rate pass-through for developing countries characterized by highly volatile exchange rates. Such studies are carried out by Gagnon (2009) and Alvarez et al. (2018),

but without taking into consideration the feedback effects on exchange rate.¹⁸ Hence, such an extension offers a consistent framework for studying the large inflation - large exchange rate depreciation episodes.

Furthermore, size of menu costs for domestic and importer firms might be different, in the spirit of sector heterogeneity Nakamura and Steinsson (2010). As such, introduction of the heterogeneity of the price reset frequency or intermediate inputs prices of which can be sticky as well, might yield even larger monetary non-neutrality.

¹⁸See also Feltrin Jr and Guimaraes (2015) and Matos et al. (2009) for an evaluation of a sharp devaluation period of Brazil using the micro CPI data. Similarly, Grinberg (2015) analyzes devaluation episodes in Mexico where they find that price rigidities get weaker during strongly inflationary periods, can also be verified using the menu cost model I employ.

REFERENCES

- Alvarez, Fernando, Martin Beraja, Martin Gonzalez-Rozada, and Pablo Andrés Neumeyer (2018) “From Hyperinflation to Stable Prices: Argentina’s Evidence on Menu Cost Models,” *The Quarterly Journal of Economics*, Vol. 134, No. 1, pp. 451–505.
- Alvarez, Fernando and Francesco Lippi (2014) “Price Setting With Menu Cost for Multiproduct Firms,” *Econometrica*, Vol. 82, No. 1, pp. 89–135.
- Alvarez, Fernando, Francesco Lippi, and Juan Passadore (2017) “Are State- and Time-Dependent Models Really Different?” *NBER Macroeconomics Annual*, Vol. 31, No. 1, pp. 379–457.
- Auer, Raphael, Ariel T Burstein, and Sarah M Lein (2018) “Exchange Rates and Prices: Evidence from the 2015 Swiss Franc Appreciation,” *BIS Working Papers*, No. 751.
- Bonadio, Barthélémy, Andreas M Fischer, and Philip Sauré (2019) “The Speed of Exchange Rate Pass-Through,” *Journal of the European Economic Association*.
- Caballero, Ricardo J and Eduardo MRA Engel (1993) “Heterogeneity and Output Fluctuations in a Dynamic Menu-Cost Economy,” *The Review of Economic Studies*, Vol. 60, No. 1, pp. 95–119.
- Calvo, Guillermo A (1983) “Staggered Prices in a Utility-Maximizing Framework,” *Journal of monetary Economics*, Vol. 12, No. 3, pp. 383–398.

Caplin, Andrew and John Leahy (1991) “State-Dependent Pricing and the Dynamics of Money and Output,” *The Quarterly Journal of Economics*, Vol. 106, No. 3, pp. 683–708.

——— (1997) “Aggregation and Optimization with State-Dependent Pricing,” *Econometrica*, pp. 601–625.

Caplin, Andrew S and Daniel F Spulber (1987) “Menu Costs and the Neutrality of Money,” *The Quarterly Journal of Economics*, Vol. 102, No. 4, pp. 703–725.

Danziger, Leif (1999) “A Dynamic Economy with Costly Price Adjustments,” *American Economic Review*, Vol. 89, No. 4, pp. 878–901.

Dotsey, Michael, Robert G King, and Alexander L Wolman (1999) “State-Dependent Pricing and the General Equilibrium Dynamics of Money and Output,” *The Quarterly Journal of Economics*, Vol. 114, No. 2, pp. 655–690.

Feltrin Jr, Celio and Bernardo Guimaraes (2015) “Time-Dependent or State-Dependent Pricing? Evidence From a Large Devaluation Episode,” Mimeo.

Gagnon, Etienne (2009) “Price Setting During Low and High Inflation: Evidence From Mexico,” *The Quarterly Journal of Economics*, Vol. 124, No. 3, pp. 1221–1263.

Gali, Jordi and Tommaso Monacelli (2005) “Monetary Policy and Exchange Rate Volatility in a Small Open Economy,” *The Review of Economic Studies*, Vol. 72, No. 3, pp. 707–734.

- Golosov, Mikhail and Robert E Lucas (2007) “Menu Costs and Phillips Curves,” *Journal of Political Economy*, Vol. 115, No. 2, pp. 171–199.
- Grinberg, Federico (2015) “Large Currency Depreciations and Menu Costs,” Mimeo.
- Khan, Aubhik and Julia K Thomas (2007) “Inventories and the Business Cycle: An Equilibrium Analysis of (S, s) Policies,” *American Economic Review*, Vol. 97, No. 4, pp. 1165–1188.
- Krusell, Per and Anthony Smith (1998) “Income and Wealth Heterogeneity in the Macroeconomy,” *Journal of Political Economy*, Vol. 106, No. 5, pp. 867–896.
- Matos, Silvia, Marco Bonomo, Carlos Carvalho, and Rebecca Barros (2009) “Price setting in a variable macroeconomic environment: Evidence from Brazilian CPI,” Mimeo.
- Midrigan, Virgiliu (2011) “Menu Costs, Multiproduct Firms, and Aggregate Fluctuations,” *Econometrica*, Vol. 79, No. 4, pp. 1139–1180.
- Nakamura, Emi and Jón Steinsson (2010) “Monetary Non-neutrality in a Multi-sector Menu Cost Model,” *The Quarterly Journal of Economics*, Vol. 125, No. 3, pp. 961–1013.
- Nakamura, Emi and Jón Steinsson (2008) “Five Facts About Prices: A Reevaluation of Menu Cost Models,” *The Quarterly Journal of Economics*, Vol. 123, No. 4, pp. 1415–1464.

Schmitt-Grohé, Stephanie and Martin Uribe (2003) “Closing Small Open Economy Models,” *Journal of International Economics*, Vol. 61, No. 1, pp. 163–185.

Taylor, John B (1980) “Aggregate Dynamics and Staggered Contracts,” *Journal of Political Economy*, Vol. 88, No. 1, pp. 1–23.

APPENDICES

A. IMPULSE RESPONSE FUNCTIONS

In this section, graphical cumulative impulse responses are provided for selected variables. Responses are simulated for a 1% monetary expansion and they are calculated as % deviation from their respective steady state values. I present the evolution of output (Y_t), domestic consumption of domestically produced goods ($C_{H,t}$), domestic consumption of import goods ($C_{F,t}$), foreign consumption of domestically produced goods ($C_{H,t}^*$), domestic price level inflation rate ($\pi_{H,t}$) and domestic price level ($P_{H,t}$). Since the alternative time dependent pricing model does not need firm heterogeneity, it is solved analytically, and results are collected for the same size of monetary expansion.^{19,20}

¹⁹Note that the steady states for the menu cost and Calvo economies are not identical since the presence of idiosyncratic shocks and nonlinearity of the optimal output with respect to the size of productivity induces a steady state different from the Calvo model (i.e. no idiosyncratic shocks). In fact, Calvo model can be solved in the presence of idiosyncratic shocks but this approach does not provide an analytical solution. Therefore, very close values between the impulse responses of the Calvo and menu cost models should not be brought into a comparison.

²⁰The IRFs calculated with respect to different degrees of openness should converge to the same point. However, the solution and therefore the calculated steady states rely on numerical simulations. This procedure occasionally yield multiple steady states, where steady state is not a point but a neighborhood of the actual steady state. Hence, having multiple steady state induces some small margin of error on the terminal point of the IRFs.

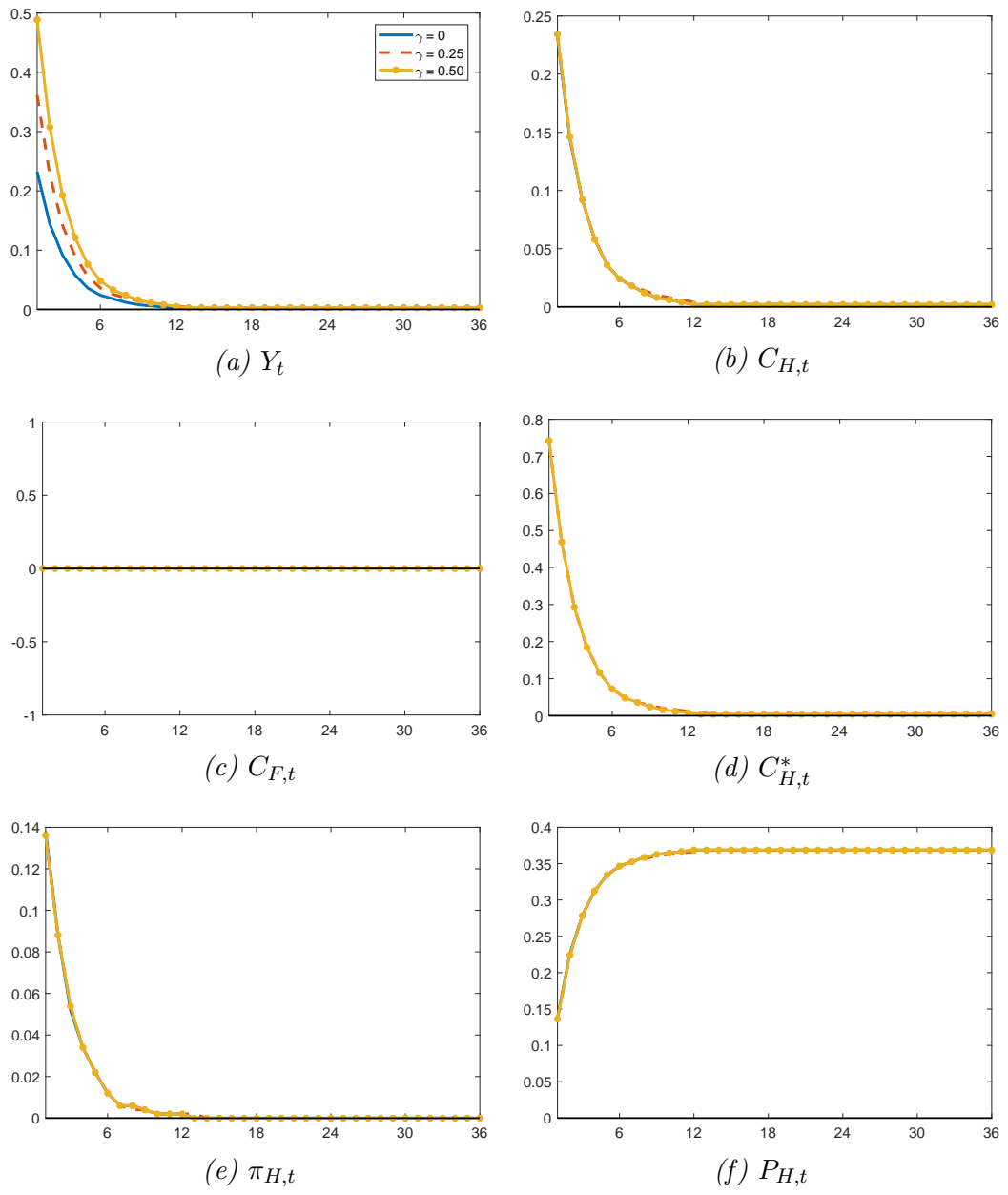


Figure 3. Menu Cost Model, Steady State Inflation Rate = 0, 1 S.D. Monetary Shock

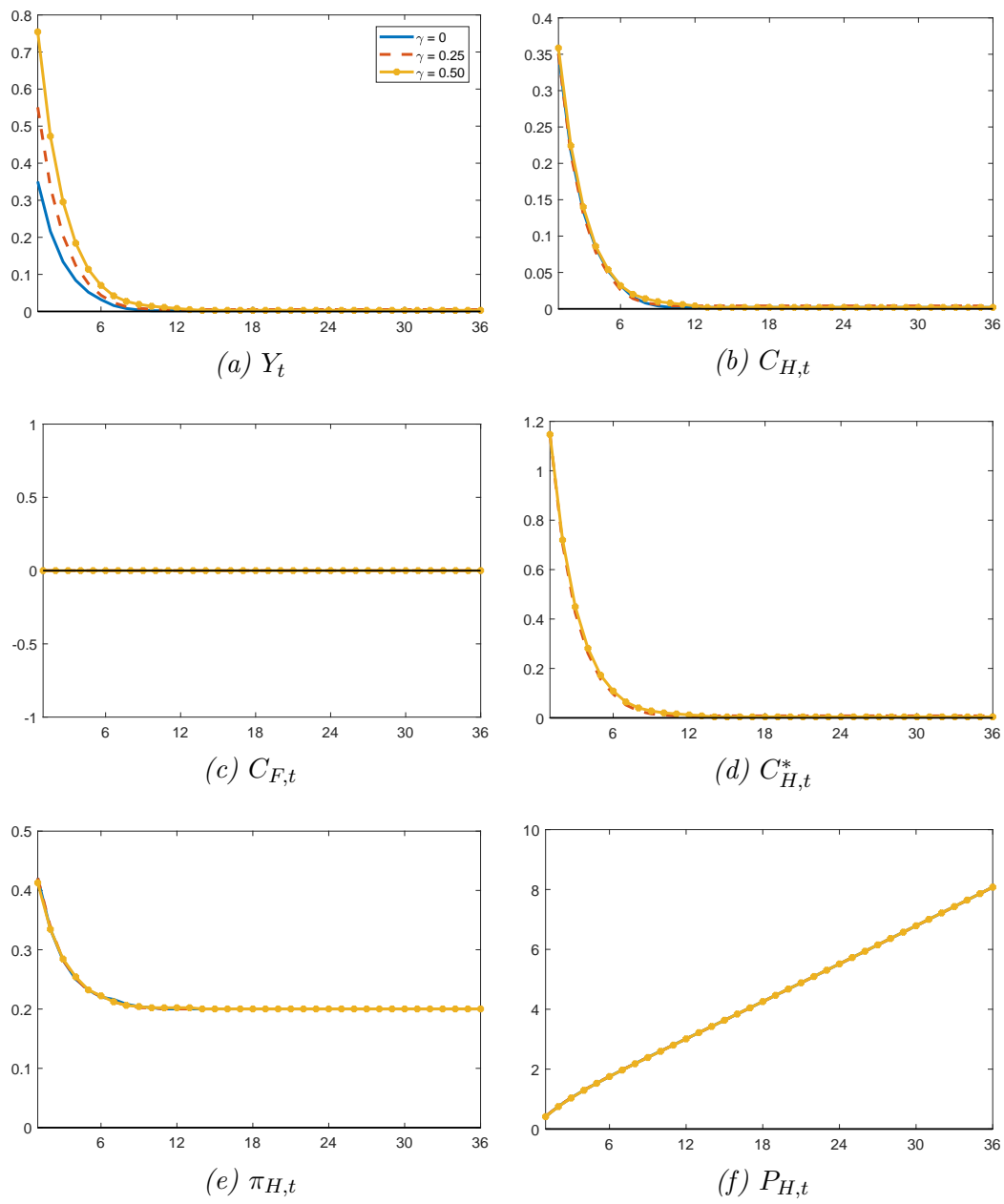


Figure 4. Menu Cost Model, Steady State Inflation Rate = 0.2, 1 S.D. Monetary Shock

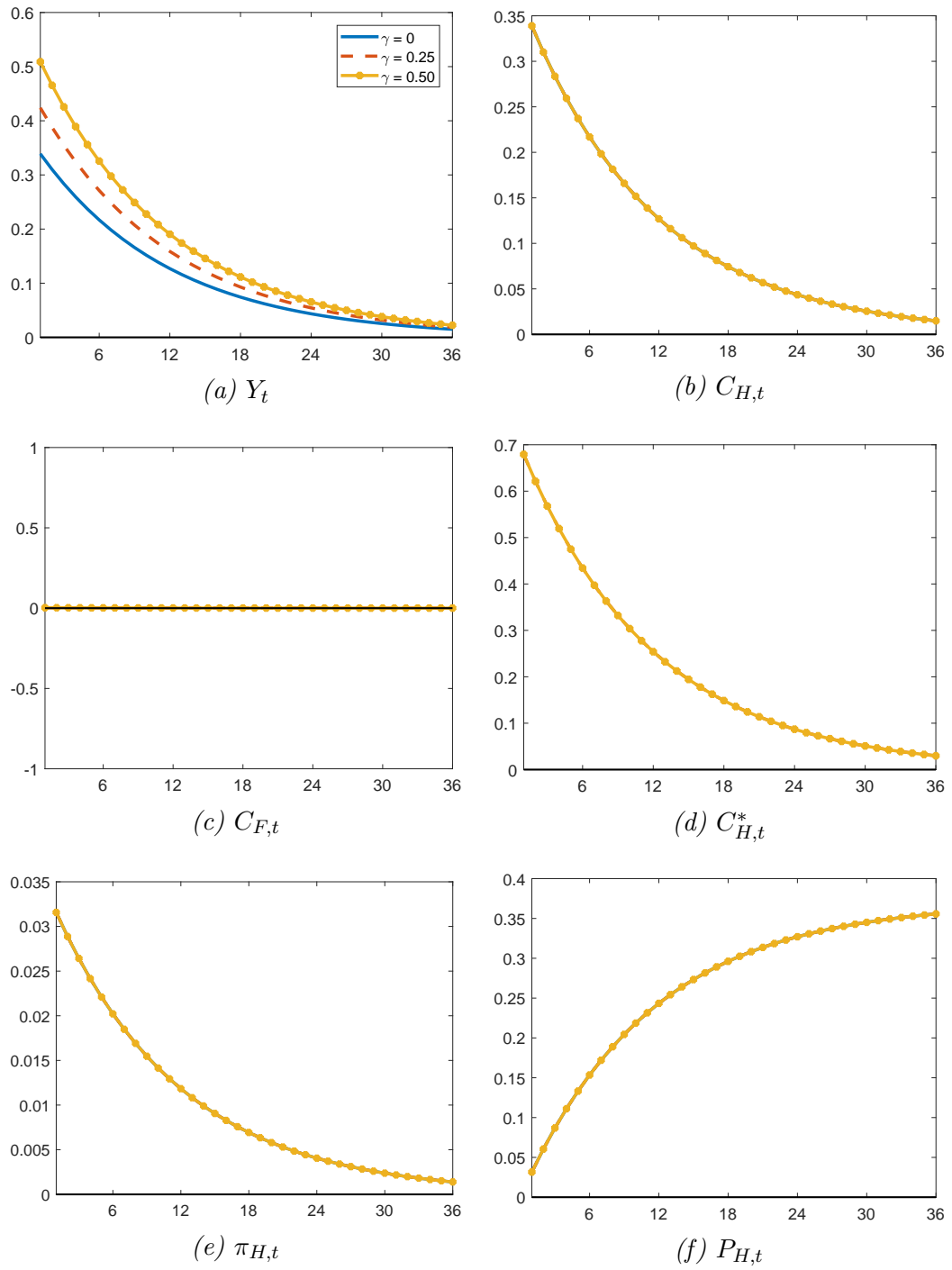


Figure 5. Calvo Model, Steady State Inflation Rate = 0, 1 S.D. Monetary Shock

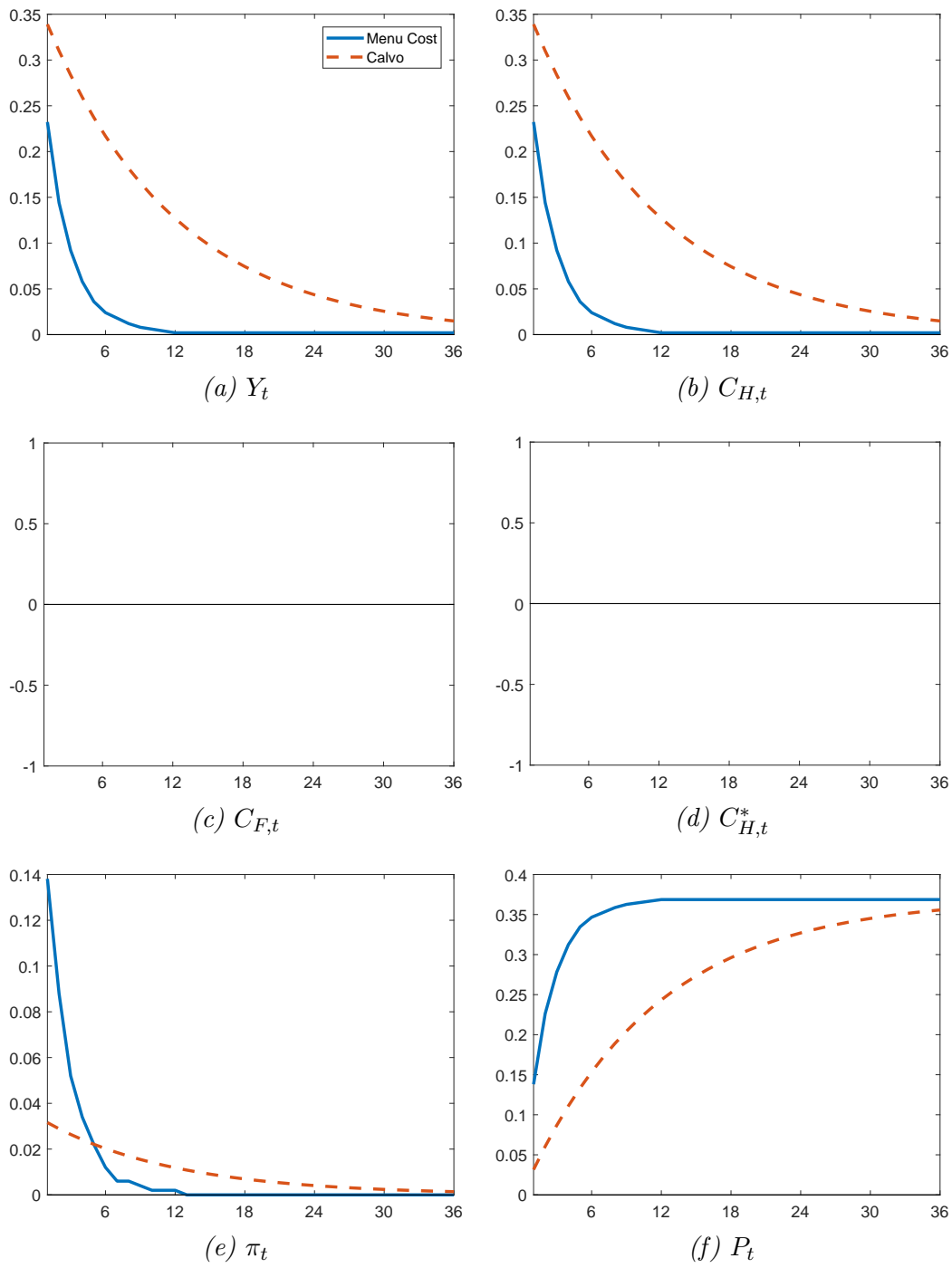


Figure 6. Menu Cost vs. Calvo Model, $\gamma = 0$, 1 S.D. Monetary Shock

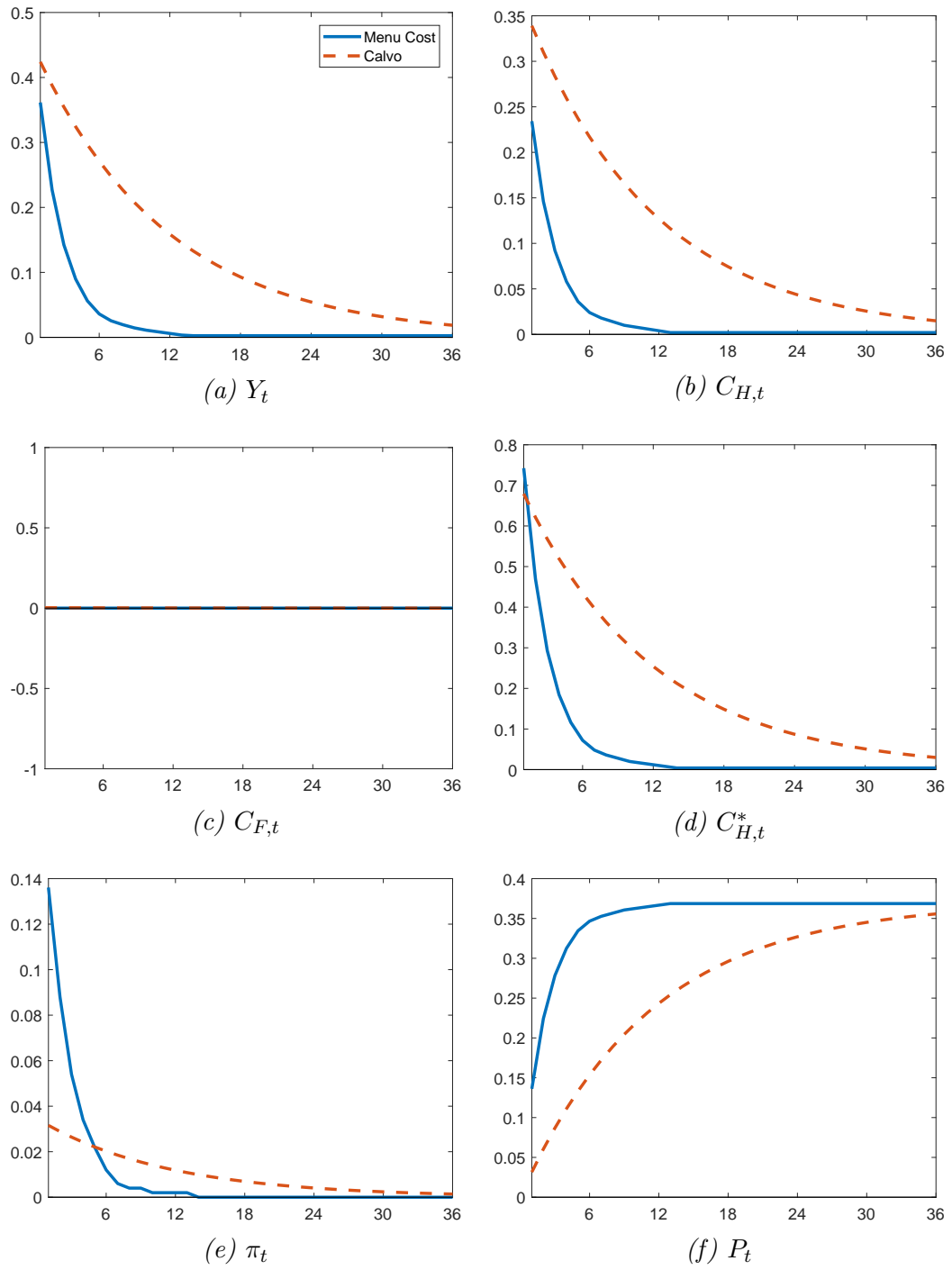


Figure 7. Menu Cost vs. Calvo Model, $\gamma = 0.25$, 1 S.D. Monetary Shock

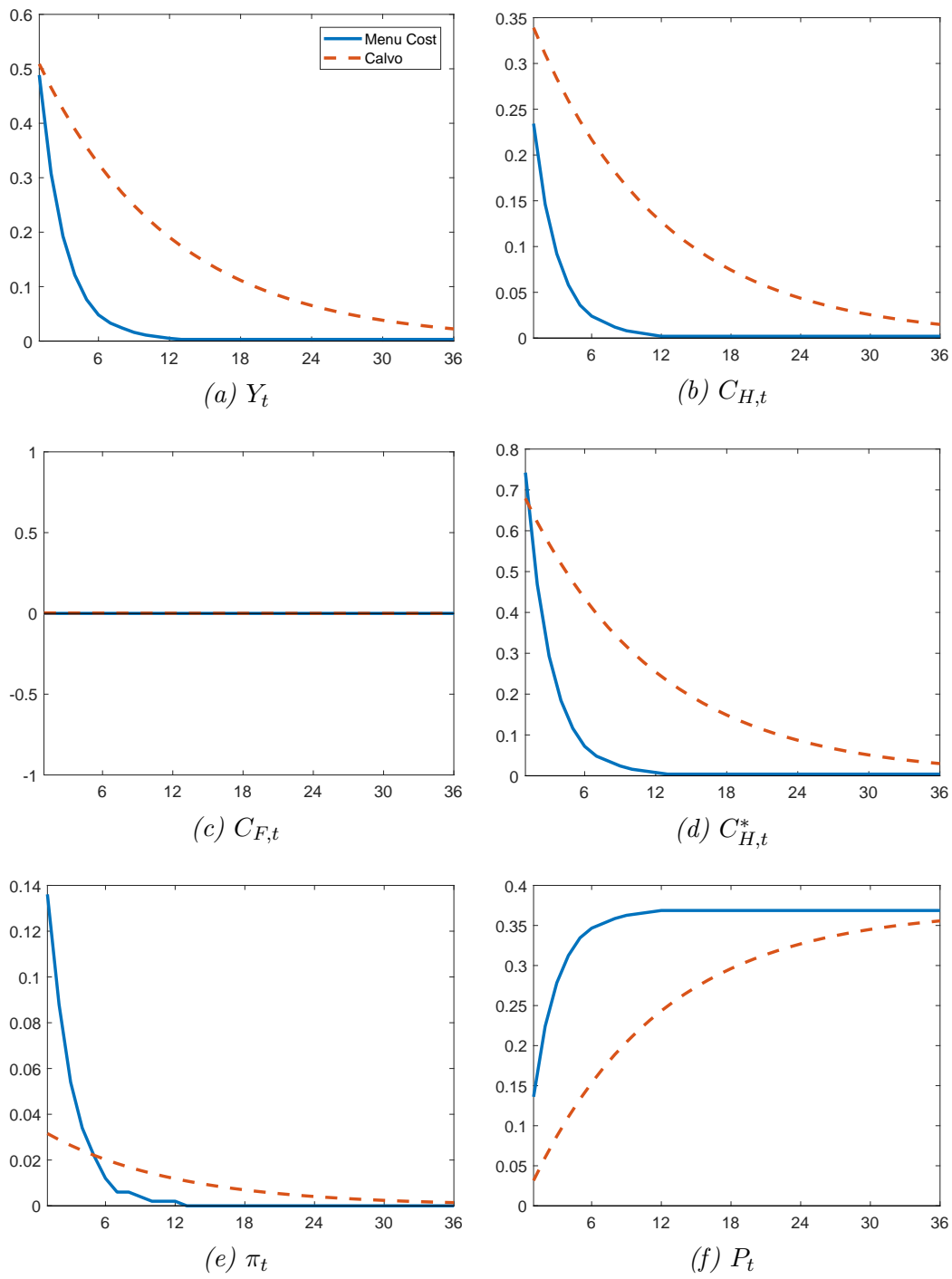


Figure 8. Menu Cost vs. Calvo Model, $\gamma = 0.50$, 1 S.D. Monetary Shock

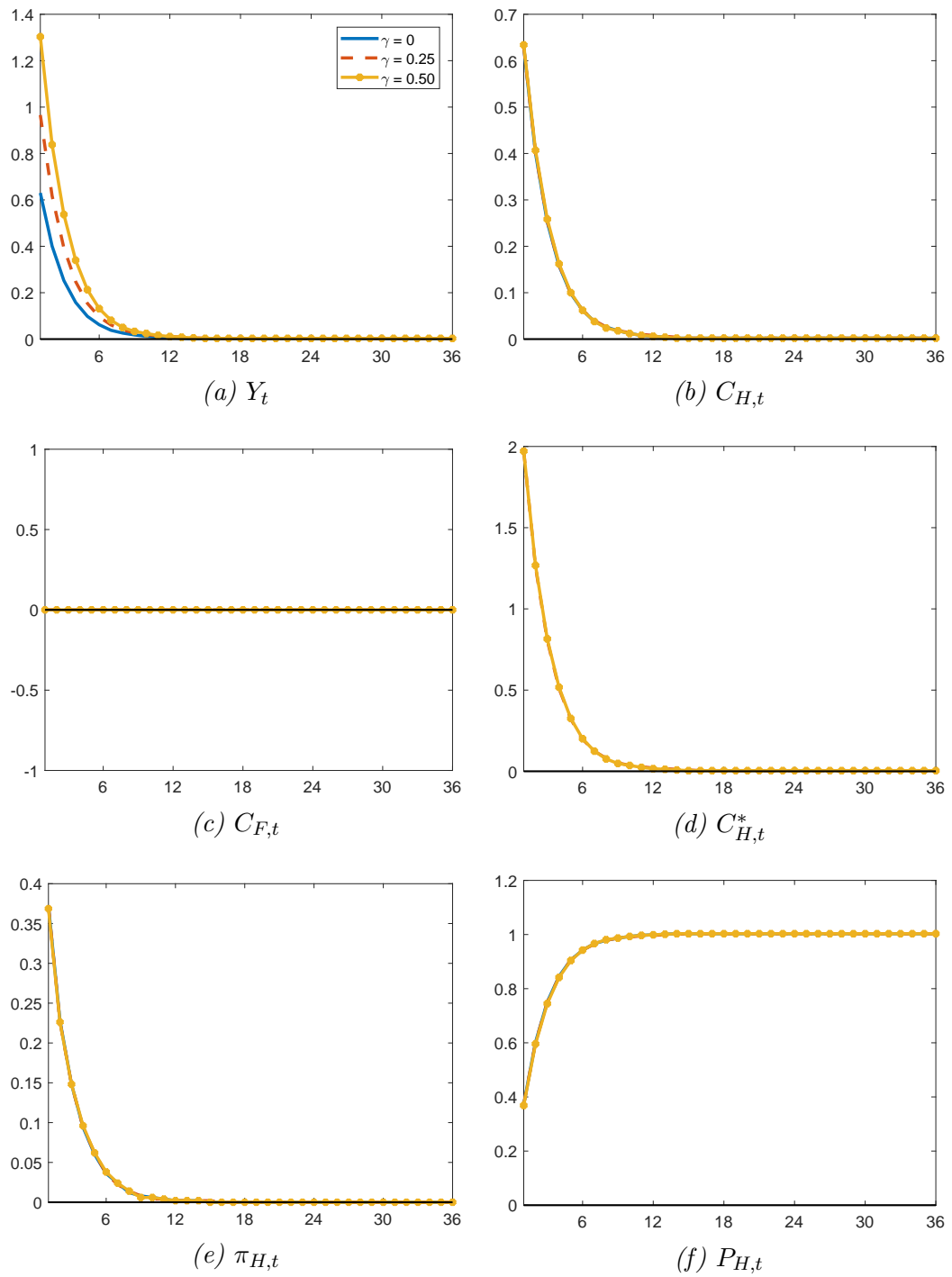


Figure 9. Menu Cost Model, Steady State Inflation Rate = 0, 1 PP Monetary Shock

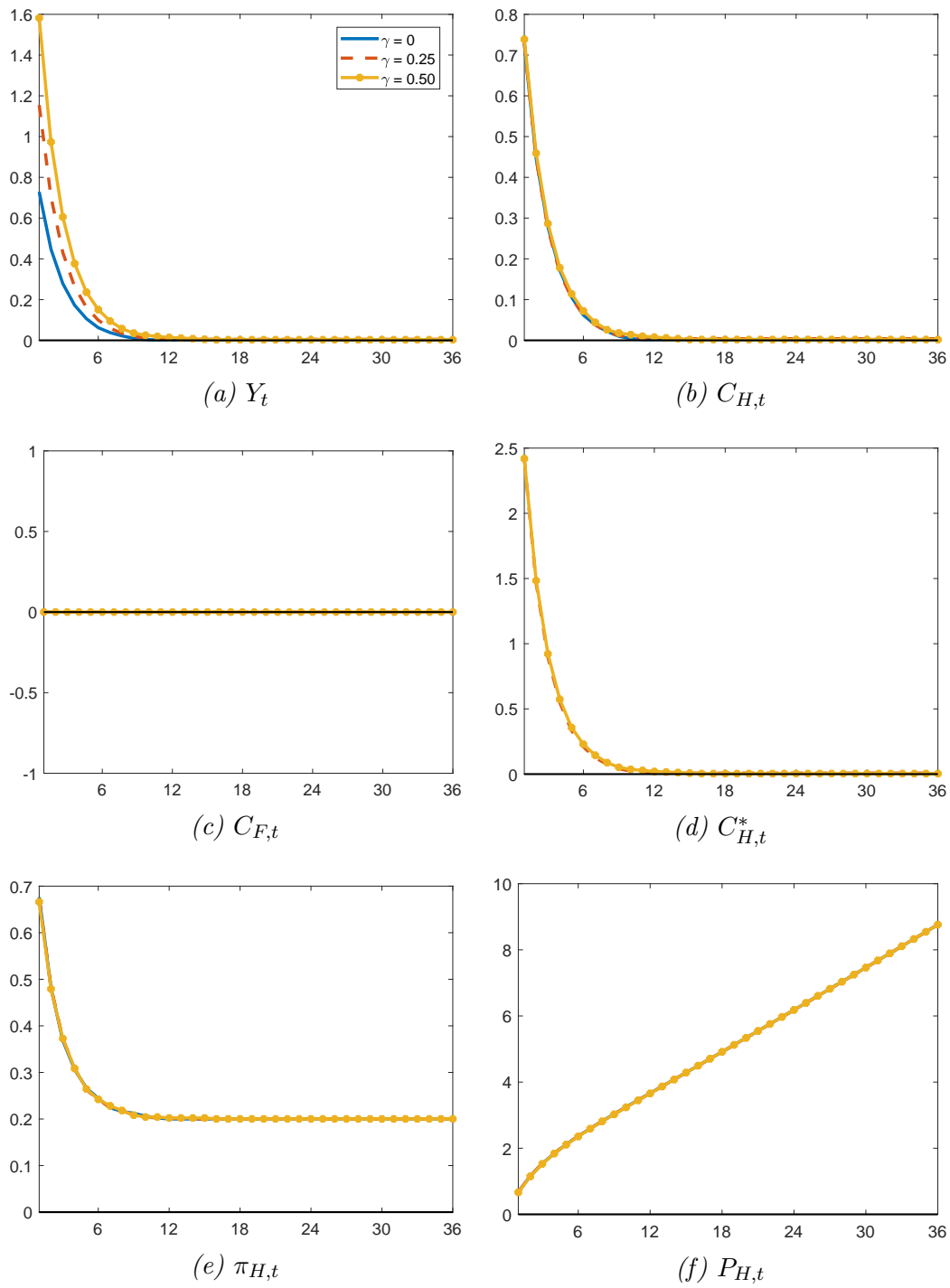


Figure 10. Calvo Model, Steady State Inflation Rate = 0.2, 1 PP Monetary Shock

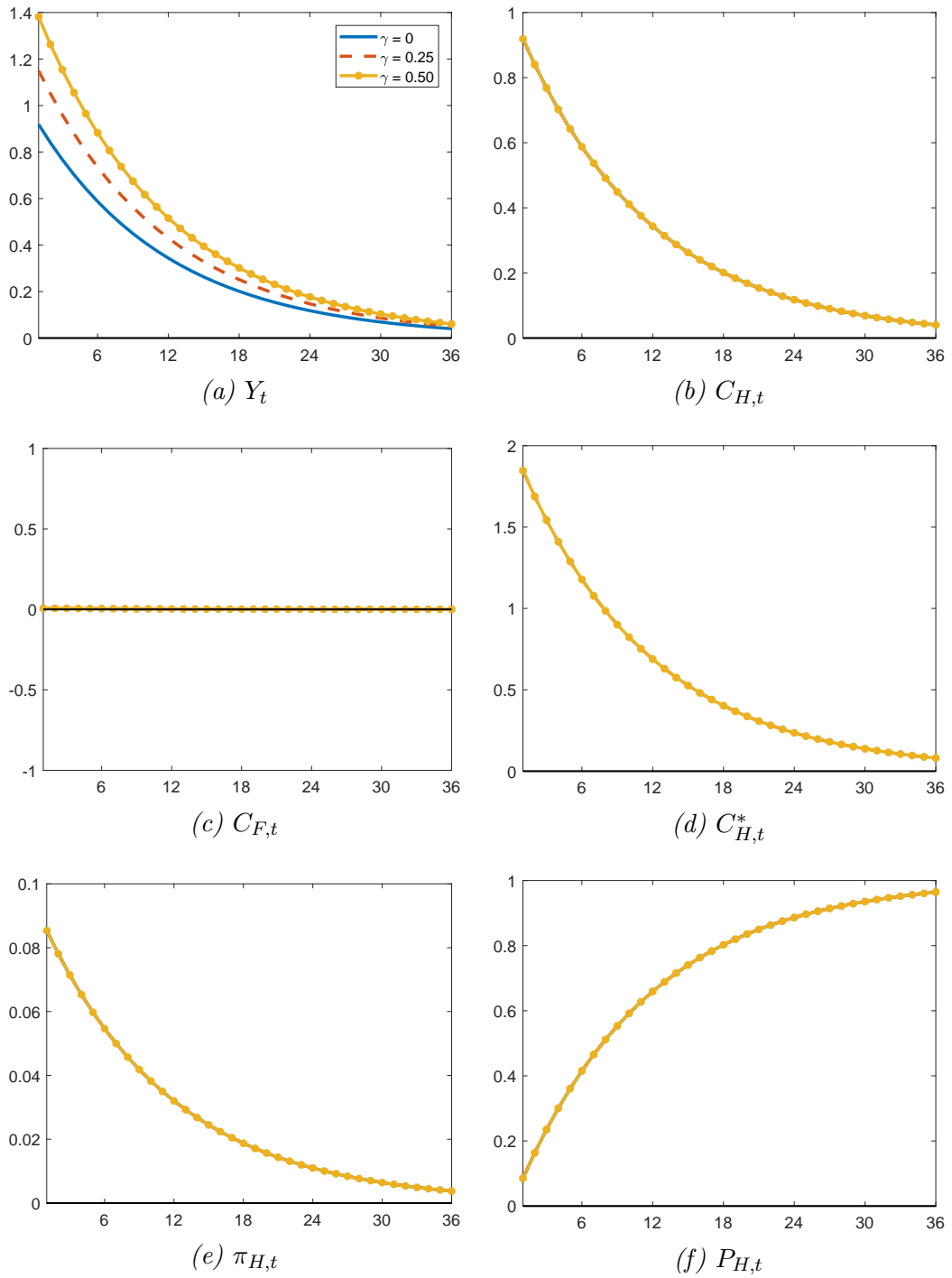


Figure 11. Menu Cost Model, Steady State Inflation Rate = 0, 1 PP Monetary Shock

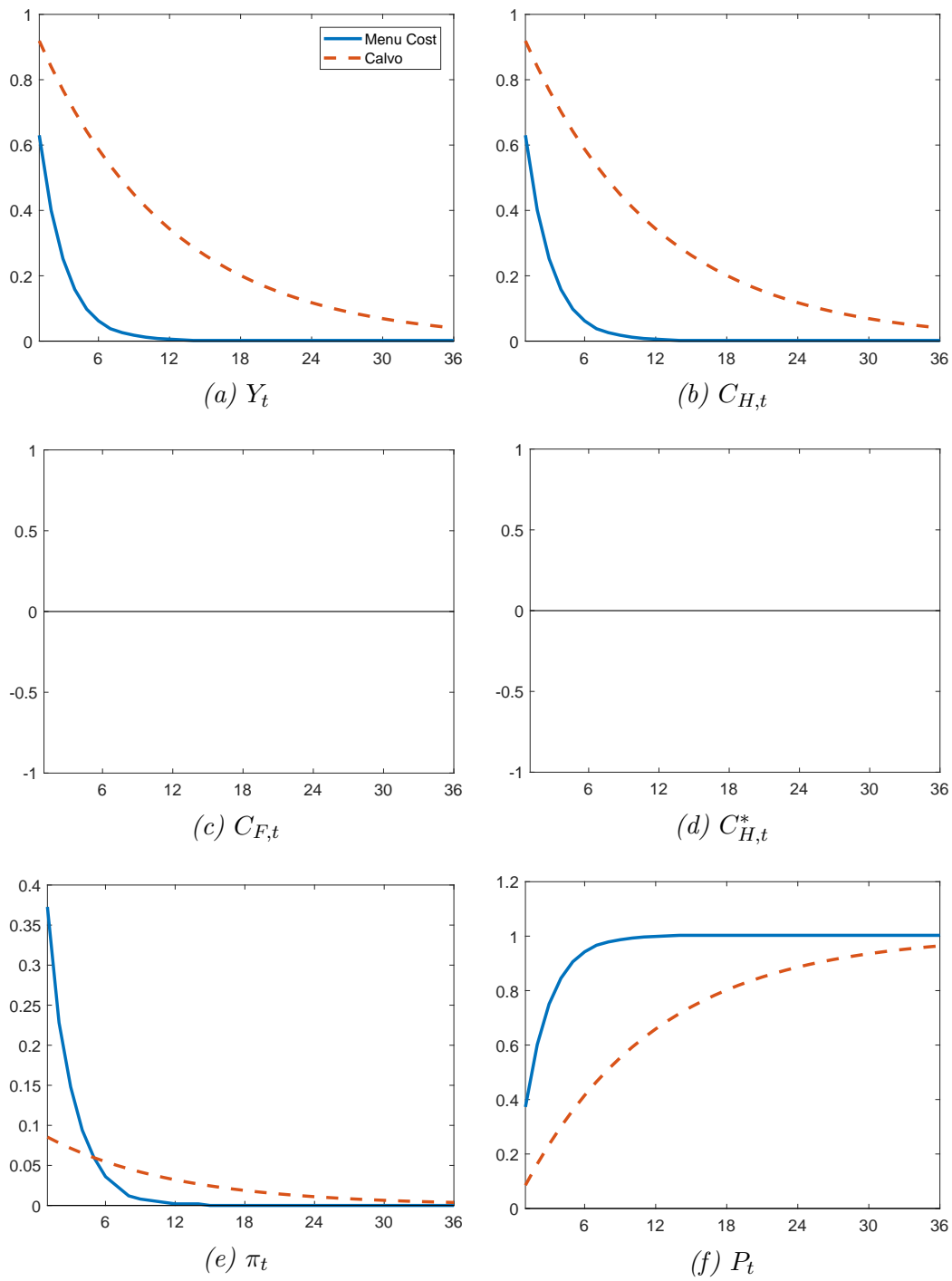


Figure 12. Menu Cost vs. Calvo Model, $\gamma = 0$, 1 PP Monetary Shock

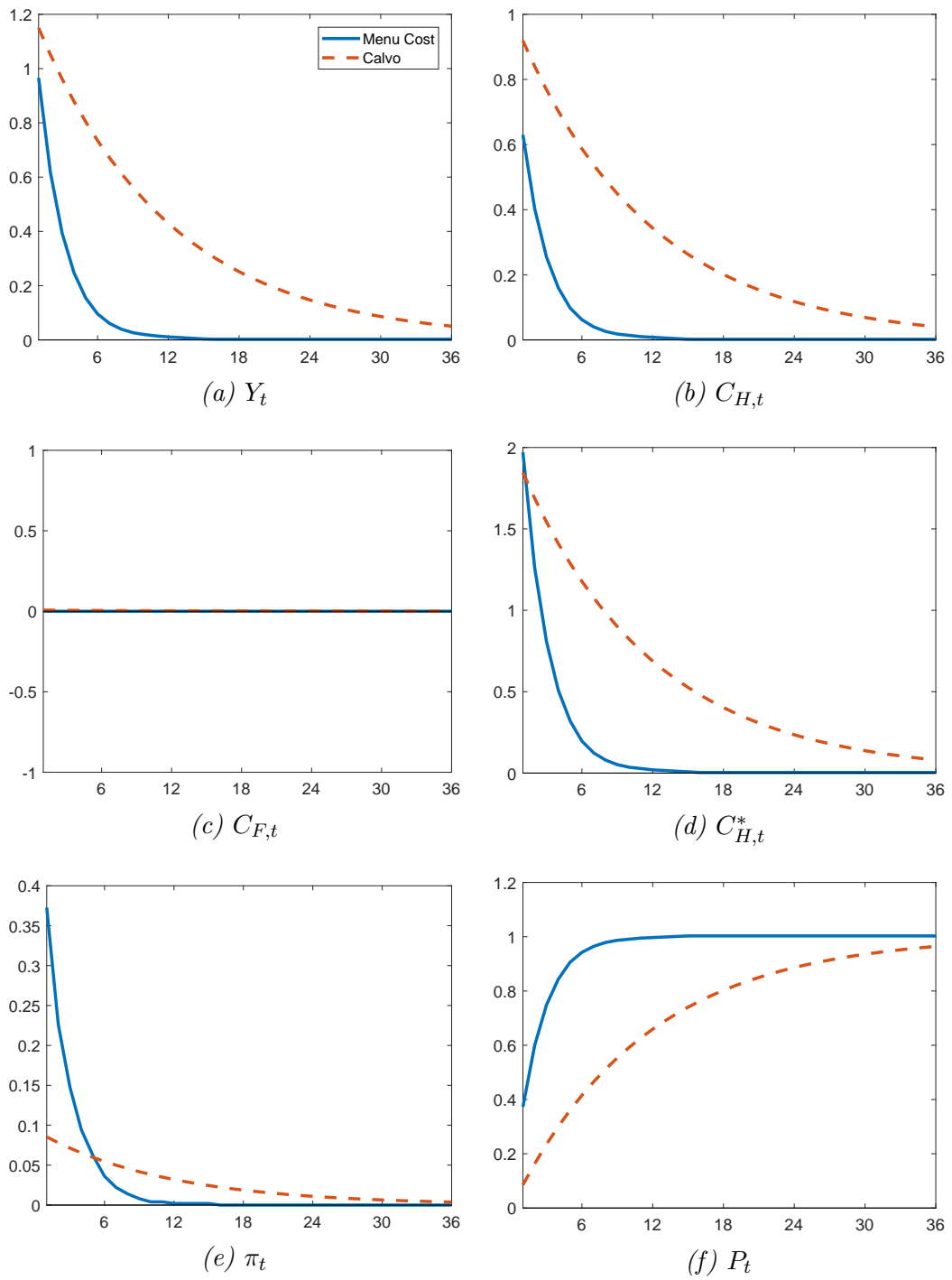


Figure 13. Menu Cost vs. Calvo Model, $\gamma = 0.25$, 1 PP Monetary Shock

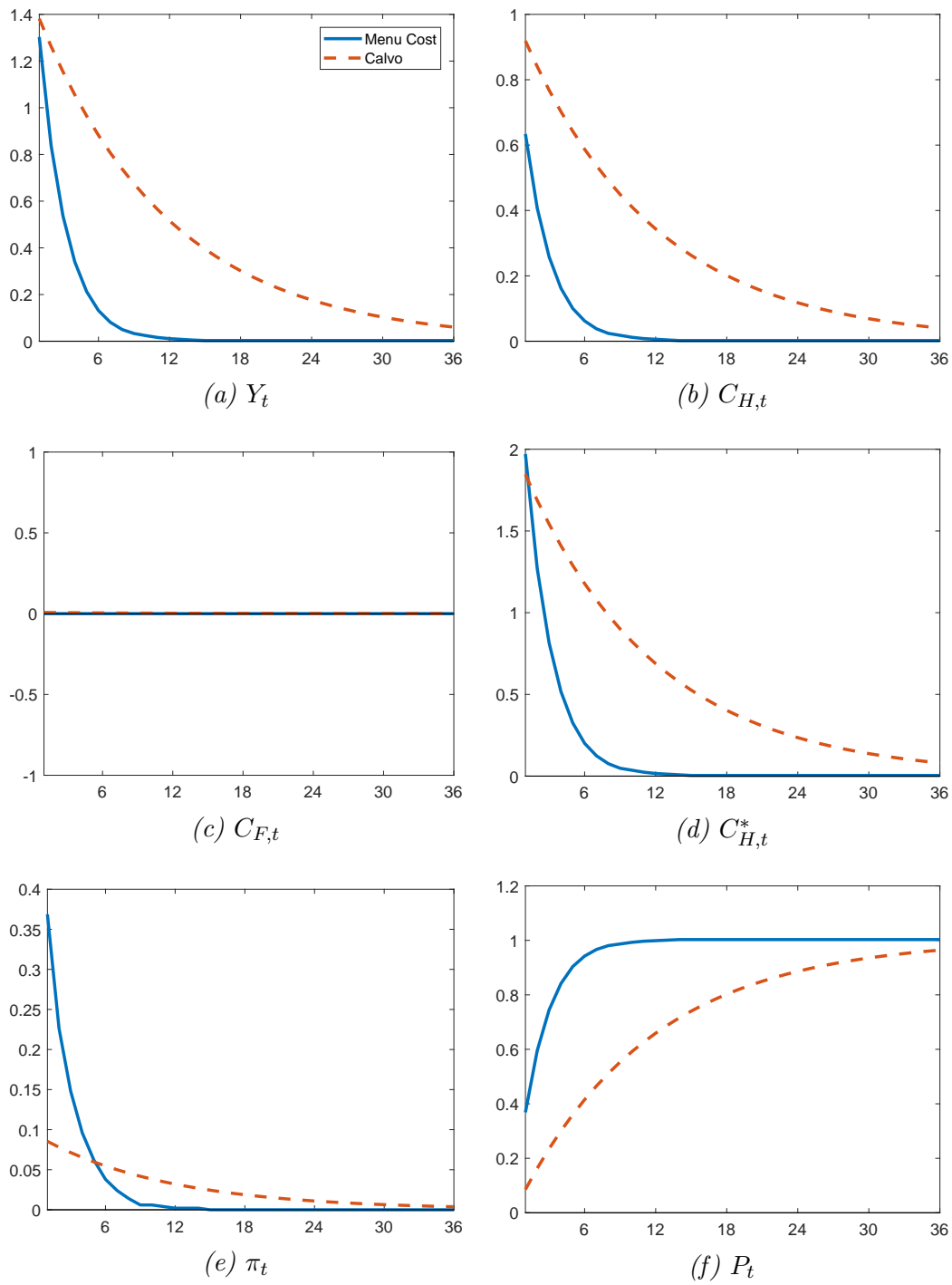


Figure 14. Menu Cost vs. Calvo Model, $\gamma = 0.50$, 1 PP Monetary Shock

B. TURKISH SUMMARY / TÜRKGÇE ÖZET

Fiyat katılığı, parasal ya da para politikası yanlılığını elde etmede sıklıkla kullanılan bir varsayımdır. İktisadi dalgalanmaların üretkenlik şoku gibi reel oynaklıklardan kaynaklandığı reel iş çevrimleri modellerinin aksine, Yeni Keynesyen yazınında nominal oynaklıklar (para politikası şokunun çıktı üzerindeki benzer reel etkileri vb.) fiyat katılığı varsayımına dayanmaktadır. Eğer fiyatlar katıysa ekonomideki değişimlere optimal bir şekilde cevap vermezler.²¹ Makroekonomi yazınında fiyat katılığı alanında en öne çıkan çalışmalar Taylor (1980) ve Calvo (1983)'ya aittir. Taylor (1980)'a göre fiyatlar belirli vadelere sahip sözleşmeler olup belirli dönemlerde ayarlanırlar. Diğer taraftan Calvo (1983) bir firmanın fiyat değiştirmesinin belirli bir olasılık dahilinde olduğunu varsaymıştır. Bu çerçevede, her iki model herhangi bir firmanın fiyat değiştirmesinin zamana bağlı olduğunu, bir diğer deyişle bu ayarlama kararının zamanın bir fonksiyonu olduğunu varsaymaktadır. Firmaların optimizasyon problemlerini basitleştirerek analitik ve kolayca izlenebilir çözümler sunmaları bu modellerin pek çok çalışma tarafından benimsenmesini beraberinde getirmiştir. Bununla birlikte, zamana bağlı fiyat ayarlama düzeninin fiyat değiştirme sıklığı gibi toplulaştırılmış veri özelliklerini kalibre ederek bazı stilize gerçekleri replike edebilmesinden bağımsız olarak, fiyat ayarlamalarının yeni fiyat belirlemenin ne kadar karlı veya maliyetli olduğundan bağımsız yapılması sınırlı rasyonaliteyi ifade etmektedir. Başka bir şekilde ifade etmek gerekirse, zamana bağlı fiyatlama mevcut ve yeni (fiyat değiştirdikten sonra) durumlardan bağımsız bir fiyat ayarlama kararına işaret etmektedir. Bu fiyatlama kararına alternatif bir varsayım firmaların duruma bağlı fiyat ayarlaması yapmasıdır, yani firmaların fiyatlarını değiştirip değiştirmemeleri firmaların durumlarından bağımsız olmayıp kendi bireysel durumlarına ve toplam ekonominin durumuna bağlıdır.

²¹Para arzında artış olduğu bir örneği ele alalım. Fiyat katılığı durumunda, fiyatlar para arzındaki artışı telafi edecek düzeyde artmayacağından reel para arzı artış gösterir. Bu doğrultuda, ekonomide canlanma görülür.

Duruma bağı fiyatlama genelde fiyat değişikliğinin sabit bir maliyeti olması ile sağlanmaktadır. Bu maliyet, menü maliyeti olarak tanımlanmaktadır. Calvo modelinde üretilen zamana bağı fiyatlamamın aksine fiyat değiştirmenin sabit maliyetle kısıtlaması firmaların efektif fiyatlarının optimal fiyattan yeterince uzak olduğu durumda fiyat değiştirmesine neden olmaktadır.

Duruma bağı fiyatlama üzerine yapılan çalışmalar Caplin and Spulber (1987) çalışmasına kadar gitmektedir. Caplin and Spulber (1987), (S, s) politikası²² altında parasal şokun zamana bağı modellerdekinin aksine hızlı bir şekilde ortadan kaldırıldığını göstermektedir. Bu çalışma, Caballero and Engel (1993) tarafından genelleştirilmiş ve durağan denge dışında toplam tepkilerin belirlenmesi konusu da ele alınmıştır. Caplin and Leahy (1991), menü maliyeti olması durumunda, parasal oynaklıkların reel etkilerinin ekonominin toplam durumuna (ekonominin daralma veya genişleme döneminde olmasına) bağı olduğunu iddia etmektedir. Caplin and Leahy (1997), firmaların toplam fiyat seviyesinin gelişimini dikkate aldığı varsayımı ile bu modeli genişletmiş ve probleme analitik çözümler sağlayan varsayımları belirlemiştir. Öte yandan, Danziger (1999) ve Dotsey et al. (1999) mikro-temeller üzerine vurgu ile analizi genel denge çerçevesine taşımiştır. Golosov and Lucas (2007), ABD için mikro düzeyde fiyat verisini kalibre ederek menü maliyetini genel denge çerçevesinde çalışmıştır.

Menü maliyeti modellerinin aynı seviyede fiyat katılığına sahip olduğu halde (aynı fiyat değiştirme sıklığı) para politikası yansızlığı üretmesi **seçim etkisine** bağı olarak gerçekteşmektedir. Optimal fiyat belirleme söz konusu olduğunda, seçim etkisi ayarlanan fiyatların rassal olmadığı anlamına gelmektedir. Açıklamak gerekirse, **fiyat açığı** tanımı ile başlayalım. Bir firma için fiyat açığı mevcut fiyat düzeyi ile firmanın optimal fiyat seviyesi arasındaki uzaklıktır. Matematiksel notasyon ile p_j ve p_j^* firma j 'nin mevcut ve optimal fiyatını ifade ederse fiyat açığı

²² (S, s) politikası iki sınır ve bir ayarlama noktasıyla özetlenebilecek optimal bir planı ifade etmektedir. Optimal fiyat ayarlamaları bağlamında, bu politika efektif fiyatın her iki sınırdan birine ulaştığında optimal fiyata çekildiğini ima etmektedir. Yani, eğer görel fiyat yeterince büyükse (üst banda (S) ulaşırsa) ya da yeterince düşükse (alt banda (s) ulaşırsa), firma sabit maliyeti ödeyerek fiyatını optimal seviyeye çeker.

$p_j - p_j^*$ olmaktadır. Menü maliyeti modelinde, fiyat açığı en büyük olan firmalar fiyatlarını değiştirirler çünkü sadece fiyat açığı belli bir eşğin üzerinde olan firmalar için fiyat ayarlamasının faydası menü maliyetini aşmaktadır. Dolayısıyla, söz konusu firmalar için mutlak fiyat değişimi Calvo modelindeki ortalama fiyat değişiminin üzerindedir çünkü Calvo modelindeki fiyat değiştiren bir firmanın ortalama fiyat açığı menü maliyetine kıyasla daha düşüktür (Grafik 1). Kendi kendini seçen firmalar, ki bu firmalar çıktı oynaklığına en çok katkıda bulunacak olan firmalar olmakla birlikte, fiyatlarını değiştirirler. Negatif fiyat açığı olan bir firma fiyat açığı olmayan bir firmaya göre daha çok üretir²³. Diğer taraftan, zamana bağlı fiyatlandırma durumunda, fiyat değiştirme kararı rassaldır (Grafik 1). Bu, Calvo'daki rassal seçimin daha az fiyat artışı ve daha güçlü çıktı etkisi ürettiğini ima etmektedir.

Kendi kendine seçme sürecine neden olan mekanizma parasal oynaklıkların çıktı üzerindeki etkisini zayıflatmaktadır. Örnekleme gerekirse, parasal genişlemeyi takiben bütün firmaların fiyat açıkları arttığı için fiyat açığı dağılımı sola doğru kaymaktadır. Dağılım sola kaydıkça, parasal genişlemenin hemen öncesinde fiyat ayarlaması yapmayan bazı firmalar fiyatlarını değiştirirler çünkü söz konusu firmaların fiyat açığı genişleme sonrasında eşik değeri aşmaktadır. Bu firmaların fiyat açıkları genişleme sonrasında fiyat ayarlaması yapmayan firmalara kıyasla daha negatif olduğundan genişleme sonrasında ortalama fiyat artışları fiyat ayarlamalarının rassal olarak seçildiği duruma göre daha yüksek olmaktadır. Sonuç olarak parasal genişleme daha az çıktı tepkisine yol açmaktadır.

Nakamura and Steinsson (2010), bu model üzerine ara girdiler ve farklı fiyat değiştirme sıklığı olan çoklu sektör eklemiştir. Yazarlar bu eklemelerin para politikasında yanlılık için kaydadeğer bir alan yarattığını göstermektedir. Buna ek

²³Hanehalkının ürün j 'ye olan optimal talebi $y_t(j) = X \left(\frac{p_t(j)}{P_{H,t}} \right)^{-\varepsilon}$ olarak ifade edilsin. X sabit alınan önemsiz bir değişkendir. $p_t(j)$ 'de görülen bir artış j ürününe olan talebin artışı anlamına gelmektedir. Bu çerçevede, en yüksek negatif fiyat açığına sahip firmaların fiyat ayarlamaları çıktı üzerinde daha büyük ve negatif sonuçlar çıkaracaktır. Ayrıca, bu firmaların fiyat değişimleri fiyatlar üzerinde büyük ve pozitif sonuçlar yaratmaktadır.

olarak, çalışmada zamana bağlı ve duruma bağlı fiyatlamaların bir kombinasyonu ele alınmaktadır. Bu çerçevede, firmaların maliyetle karşılaşmadan fiyat değiştirebilecek olması (ω) olasılıkla, sabit bir maliyet ödeyerek fiyat ayarlayabilecek olması ($1 - \omega$) olasılıkla mümkündür. Modelin bu özelliği sayesinde fiyat değiştirme sıklığı aynı değere kalibre edilen menü maliyet modeline göre daha fazla parasal yansızlık üretmektedir. Daha fazla parasal yanlılık için açıklama yine zamana bağlı fiyatlama ile daha zayıf bir kendi kendine seçme sürecine dayanmaktadır. Benzer bir şekilde, küçük fiyat değişimlerine ve ellerinde bulunan veride fiyat dağılımının normal olduğuna değinmek için Midrigan (2011) çoklu ürün üreten firmaların basık (leptokurtik) kendine özgü (idiyosinkratik) üretkenlik şoklarına karşı tepkilerini çalışmıştır. Basık üretkenlik şokları ve çoklu ürün üreten firmaların fiyatlamaları fiyat seviyesinin parasal oynaklıklara olan duyarlılığını azaltmakta ve böylece daha büyük reel etki ortaya koymaktadır. Senkronize fiyat ayarlamaları fiyat değişim dağılımının yoğunluğunu merkeze doğru itmektedir. Bu durum, fiyat değişim dağılımının normal olması ile tutarlıdır. Ancak, Alvarez and Lippi (2014) modelde çoklu ürün üreten firmalara yer verildiğinde parasal şoka olan çıktı tepkisinin büyüdüğünü bulmuşlardır. Bilhassa, ürün sayısı 10^3 'a artınca çıktı tepkisi iki katından fazla artmaktadır.

Yukarıda bahsi geçen çalışmalar duruma bağlı fiyatlama veya fiyat ayarlamalarının sabit bir maliyet gerektirdiği, fakat uluslararası ticaret kısmının göz ardı edildiği ekonomileri irdelemektedir. Öte yandan, neredeyse tüm gelişmiş ekonomilerin oluşturduğu açık ekonomiler mal ve hizmet ticareti yapmaktadır ve uluslararası ticaret mevcut finansal sistemin önemli ölçüde bir kısmını oluşturmaktadır (Grafik 2). Açık ekonomi düzeni, fiyatlama davranışında ve parasal şokların reel etkileri konusunda bazı mekanizmaları güçlendirmektedir. İlk olarak, açık ekonomide fiyatlama kararları uluslararası fiyatlar, döviz kurları, yurt dışı mal talebi gibi ithalat maliyet bileşenlerine bağlıdır. Bu nedenle, firmaların davranışı ithalat maliyet bileşenlerine bağlı olarak değişecektir. İkinci olarak, iki ekonomi arasında ticarete konu olan malların fiyatları ikili ticaretlerini etkileyecektir. Bir diğer deyişle, ülkenin uluslararası ticarete girmesine izin ver-

mek ticaret kanalı üzerinden fiyatlama davranışlarının reel etkiler yaratmasına neden olacaktır.²⁴ Para politikası veya talep şoku da aynı şekilde görece uluslararası fiyatları değiştirerek çalışmakta ve olası bir biçimde şokların reel etkilerini hızlandırmaktadır.²⁵

Pek çok ekonomi için ticaretin çıktı üzerinde kaydadeğer bir ağırlığa sahip olması parasal şokun yayılımının menü maliyeti çerçevesinde daha güvenilir bir biçimde ölçülebilmesi için ihracat ve ithalatın dikkate alınmasını gerekli kılmaktadır. Bu tez çalışmasında, firmaların menü maliyeti ile karşı karşıya geldiği küçük açık bir ekonomi genel denge modeli çalışılmıştır. Bu çalışmanın en önemli katkısı daha önce genel denge düzeninde duruma bağlı fiyatlama davranışı inceleyen çalışmalardaki kapalı ekonomi varsayımının kaldırılmasıdır. Benzer bir biçimde, bu tez; kısmi denge analizleri ve/veya ad hoc denklemler ile döviz kuru gibi açık ekonomi unsurları eklendiği mevcut çalışmaların kapsamında da genişleme sağlamıştır. Bu durum parasal şokun yarattığı ihracat ve ithalat etkilerinin çıktı dalgalanmaları üzerindeki etkisinin incelenmesine olanak vermektedir.

Golosov and Lucas (2007) modeli baz alınarak tek sektörlü ve ara girdinin olmadığı Nakamura and Steinsson (2010) çalışmasının bir versiyonu tasarlanmıştır. Modelde, ekonomi yurt içi ve yurt dışı (dünyanın geri kalanı) olarak iki unsurdan oluşmaktadır. Dış ekonominin yurt içi ekonomiye kıyasla daha büyük olması sebebiyle yaklaşık olarak kapalı olduğu düşünülmektedir. Yurt içi ekonomi hanehalkı, firmalar ve nominal toplam talep sürecinden oluşmaktadır.²⁶

²⁴Standart bir açık ekonomi modelinde, görece fiyatlardaki dalgalanmalardan kaynaklanan ikame ve varlık etkileri farklı ülkelerden gelen malın tüketiminde değişime sebep olmaktadır. Benzer bir çerçevede uluslararası ticaret konusunda optimal hanehalkı davranışı için bakınız Gali and Monacelli (2005).

²⁵Nakamura and Steinsson (2010) çalışmasında olduğu gibi genel denge düzeninde parasal bir şok varsayıldığında, fiyatlar ve tüketimi durağan dengeneden uzaklaştırmaktadır. Küçük açık ekonomi çerçevesinde, fiyatlardaki hareketler görece fiyat değişimini garanti etmektedir.

²⁶Kapalı bir ekonomide, toplam talep toplam tüketime eşit olmaktadır. Ancak, açık bir ekonomide ihracat talebi toplam talebin bir belirleyicisidir. Yabancı ekonomide firmalar fiyat-

İthalat fiyat geçişkenliği tam ve doğrudan gerçekleşmektedir, böylece döviz kurundaki dalgalanmalar ithal mal fiyatlarına anında yansımaktadır. Bu çerçevede, heterojen firmalar ve menü maliyeti haricinde Gali and Monacelli (2005) çalışmasından alınmaktadır.

Yurt içi hane halkı, iskonto edilmiş bugünkü faydalarını maksimum düzeye çıkarmaya çalışmaktadır.

$$\max_{C_{H,t}, C_{F,t}, L_t} \mathbb{E}_t \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \left[(1 - \gamma) \log C_{H,t} + \beta\gamma \log C_{F,t} - \omega \frac{L_t^{1+\psi}}{1 + \psi} \right] \quad (5.55)$$

Yukarıdaki denklemde $C_{H,t}$ ve $C_{F,t}$ sırasıyla yurt içinde üretilmiş malların tüketimini ve ithal malların tüketimini ifade etmektedir.²⁷ Fayda fonksiyonu formunun seçimi, yurt içinde üretilmiş mallardan ve ithal mallardan kazanılan faydanın ayrıştırılabilmesi göz önünde bulundurularak yapılmıştır.

Yerli malların ithal mallara göre ağırlığı $\frac{1-\gamma}{\gamma}$ yerli hanehalkının yurt içi ekonomi yanlılığını temsil etmektedir ($\gamma \in [0, 1]$).²⁸ Yurt içi yanlılığının derecesi ithal mal tüketiminin durağan dengesini saptamaktadır ve fiyatlar simetrikken ekonominin açıklığına eşit olmaktadır. δ parametresi yerli ve ithal mallar arasındaki ikame esnekliğinin derecesini belirlemektedir. Yerli ve ithal mal tüketimi, bireysel

lamada herhangi bir katılığa maruz kalmamaktadır. Diğer bir ifade ile, yabancı ekonomi esnek fiyat dengesinde olduğundan yabancı para politikası için alan yoktur.

²⁷ Alternatif olarak toplam tüketimin yurt içinde üretilmiş ve ithal edilmiş malların tüketimi olduğu bir gösterim düşünülebilir. Bu durumda toplam talep $C_t = C_{H,t}^{1-\gamma} C_{F,t}^\gamma$ olarak ifade edilmektedir.

²⁸ Standart bir modelde yurt içinde üretilen malların tüketim içindeki payının ithal malların tüketim içindeki payına oranı $\frac{\beta(1-\gamma)}{\gamma}$ olmasına rağmen yerli malların tabi olduğu peşin ödeme (cash-in-advance) kısıtı altında bu oran $\frac{1-\gamma}{\gamma}$ olmaktadır (bkz. Eq. 5.65).

ürünlerin CES fonksiyonuna göre toplulaştırılmasıyla elde edilmektedir.

$$C_{H,t} = \left[\int_0^1 C_{H,t}(j)^{\frac{\varepsilon-1}{\varepsilon}} dj \right]^{\frac{\varepsilon}{\varepsilon-1}} \quad (5.56)$$

$$C_{F,t} = \left[\int_0^1 C_{F,t}(j)^{\frac{\varepsilon-1}{\varepsilon}} dj \right]^{\frac{\varepsilon}{\varepsilon-1}} \quad (5.57)$$

Yurt içinde üretilen ve ithal malların tüketiminin optimal bölüşümü j malının tüketiminin görelî fiyatına göre belirlendiğini ima etmektedir.

$$C_{H,t}(j) = \left(\frac{P_{H,t}(j)}{P_{H,t}} \right)^{-\varepsilon} C_{H,t} \quad (5.58)$$

$$C_{F,t}(j) = \left(\frac{P_{F,t}(j)}{P_{F,t}} \right)^{-\varepsilon} C_{F,t} \quad (5.59)$$

Optimal tüketim sepetleri yerli ve ithal mallar için sırasıyla aşağıdaki fiyat seviyelerini ifade etmektedir.

$$P_{H,t} = \left[\int_0^1 P_{H,t}(j)^{1-\varepsilon} dj \right]^{\frac{1}{1-\varepsilon}} \quad (5.60)$$

$$P_{F,t} = \left[\int_0^1 P_{F,t}(j)^{1-\varepsilon} dj \right]^{\frac{1}{1-\varepsilon}} \quad (5.61)$$

Yerli hanehalkı yurt içinde üretilen malları satın alırken önden-peşin ödeme (cash-in-advance, CIA) kısıtına tabi olmaktadır. Ancak, ithal mal satın alırken böyle bir kısıtlamaya maruz değİllerdİr. Dolayısıyla, M_t tutulan toplam parayı gösteriyorsa, yerli hanehalkının yerli mallara olan toplam reel talebi $\frac{M_t}{P_{H,t}}$ oranını aşamaz. Peşin ödeme bütçe kısıtı aşağıdaki denklemle gösterilmektedir.

$$C_{H,t}P_{H,t} \leq M_t + X_t \quad (5.62)$$

Yukarıdaki denklemde X_t parasal transferleri temsil etmektedir. Hanehalkının satın alımlarında ellerindeki tüm parayı harcamadığı köşe çözümünü ortadan kaldırmak için parasal transferlerin tüketim kararları alındıktan sonra gerçekleştirildiği varsayılmaktadır. Beklenen parasal transfer miktarı 0'a eşit

olduğundan hanehalkı yerli mal satın alırken daima tuttuğu paranın tamamını harcayacaktır. Zamanlararası bütçe kısıtı aşağıda verilmektedir.

$$\begin{aligned}
C_{H,t} + C_{F,t} \frac{P_{F,t}}{P_{H,t}} + \frac{M_{t+1}}{P_{H,t}} + B_{H,t} + B_{F,t} \\
\leq \frac{W_t}{P_{H,t}} L_t + \frac{M_t}{P_{H,t}} + \frac{P_{H,t-1}}{P_{H,t}} \left[R_{t-1} B_{H,t-1} + \frac{\mathcal{E}_t}{\mathcal{E}_{t-1}} R_{t-1}^* B_{F,t-1} \right] + \Pi_t
\end{aligned} \tag{5.63}$$

Bu denklemde, $B_{H,t}$ ve $B_{F,t}$ yerli ve yabancı para cinsinden tahvilleri, R_t ve R_t^* ise söz konusu tahvillerin nominal getirilerini göstermektedir. Zamanlararası bütçe kısıtında para aktarımları yer almaması para transferlerinin her bir dönem yerli mal alımında ani bir etkisi olduğuna işaret etmektedir.

Hanehalkının uluslararası şekilde ticareti yapılan Arrow-Debreu koşullu alacaklar piyasasına tamamen erişimleri olduğu varsayılmaktadır. Söz konusu varsayım yerli hanehalkı tarafından tutulan net yabancı varlıkların durağan denge düzeyini belirlenmesine olanak vermektedir, dolayısıyla modeli kapatmayı sağlamaktadır.²⁹ \mathcal{E}_t , t anındaki nominal döviz kurunu temsil etmektedir. Arbitrajın olmaması koşulu, nominal döviz kurundaki beklenen bir değişimin yerli ve yabancı bono getiri oranlarındaki aynı büyüklükte bir değişim ile telafi edilmesi gerekliliği anlamına gelmektedir. W_t nominal ücretleri ifade etmekte ve son olarak Π_t hanehalkının firma hisselerinden elde ettiği kar payını, reel karı, göstermektedir. Kar miktarının hanehalkının kararı üzerinde bir etkisi yoktur. λ_t ve μ_t , sırasıyla kaynak kısıtı ve CIA kısıtı ile ilişkili Lagrange çarpanlarını temsil etmektedir. Her periyotta iç (interior) çözüm olduğu varsayımı ile takip eden eşitlikler optimal

²⁹Schmitt-Grohé and Uribe (2003) çalışmasında net yabancı varlıkların durağan olmasını sağlayan seçeneklere yer verilmektedir.

hanehalkı davranışını ifade etmektedir.

$$(1 - \gamma)C_{H,t} = \lambda_t + \mu_t \quad (5.64)$$

$$\lambda_t = \beta\gamma \frac{P_{H,t}}{P_{F,t}} \frac{1}{C_{F,t}} = \beta(1 - \gamma)\mathbb{E}_t \left\{ \frac{1}{C_{H,t+1}} \frac{P_{H,t}}{P_{H,t+1}} \right\} \quad (5.65)$$

$$\frac{W_t}{P_{H,t}} = \omega \frac{1}{\lambda_t} L_t^\psi \quad (5.66)$$

$$\lambda_t = \beta R_t \mathbb{E}_t \left\{ \frac{P_{H,t}}{P_{H,t+1}} \lambda_{t+1} \right\} = \beta R_t^* \mathbb{E}_t \left\{ \frac{\mathcal{E}_{t+1}}{\mathcal{E}_t} \frac{P_{H,t}}{P_{H,t+1}} \lambda_{t+1} \right\} \quad (5.67)$$

Fazladan bir birim gelirin marjinal faydası (λ_t) ithal mal tüketiminin marjinal faydasına eşit olmaktadır. Fazladan gelir yerli mal tüketiminde kullanılamayacağı için iskonto edilmiş faktör ve yurt içi fiyat enflasyonu düzeltilmiş olarak bir dönem sonraki yerli mal tüketiminin marjinal faydasına eşit olması gerekmektedir. $\frac{\lambda_t}{\lambda_{t+1}}$, t ve $t + 1$ arasındaki rastgele (stokastik) iskonto edilmiş faktördür.

Yabancı hanehalkına arbitraj olmaksızın açık olan yerli bono piyasası şunu ifade etmektedir.

$$\lambda_t^* = \beta R_t \mathbb{E}_t \left\{ \frac{\mathcal{E}_t}{\mathcal{E}_{t+1}} \frac{P_t^*}{P_{t+1}^*} \lambda_{t+1}^* \right\} \quad (5.68)$$

Denklemdaki, $\frac{\lambda_t^*}{\lambda_{t+1}^*}$ terimi yabancı ekonomi için t ve $t + 1$ arasındaki stokastik iskonto edilmiş faktörü temsil etmektedir. Tam piyasa varsayımı dolayısıyla yerli ve yabancı hanehalklarının herhangi bir t anındaki stokastik iskonto edilmiş faktörleri oransaldır.

$$\frac{\lambda_t}{\lambda_{t+1}} \frac{\mathcal{E}_t}{\mathcal{E}_{t+1}} \frac{P_t^*}{P_{t+1}^*} = \frac{P_{H,t}}{P_{H,t+1}} \frac{\lambda_t^*}{\lambda_{t+1}^*} \quad (5.69)$$

Bu eşitlik tüm dönemler için geçerliliğini koruduğu için yerli hanehalkı tüketim marjinal faydası yabancı hanehalkınıninkine oransal olmaktadır (bkz. Schmitt-Grohé and Uribe (2003)).

$$\lambda_t \mathcal{E}_t P_t^* = \Xi P_{H,t} \lambda_t^* \quad (5.70)$$

Yerli üreticilerin farklılaştırılmış ürünler üreten bir süreklilik içinde olduğu varsayılmaktadır. Üreticiler girdi olarak işgücünü almakta, ve idiosinkratik üretkenlik ile çalışmaktadır. Bu firmalar, önceden (*ex-ante*) özdeştir. Firmaların davranışları üretkenlik seviyelerine bağlı olarak farklılaşmaktadır. Firma j için üretim fonksiyonu şöyle tanımlanmaktadır:

$$y_t(j) = A_t(j) L_t(j) \quad (5.71)$$

$A_t(j)$, idiosinkratik üretkenliği göstermekte ve AR(1) süreci izlemektedir.

$$\log A_t(j) = \rho_A \log(A_{t-1}(j)) + \eta_t \quad (5.72)$$

Her firma beklenen iskonto edilmiş karını azami seviyeye çıkarmaktadır.

$$\max_{p_t(j), L_t(j), I_t(j)} \mathbb{E}_t \sum_{t=0}^{\infty} \lambda_t [p_t(j) y_t(j) - W_t L_t(j) - \chi W_t I_t(j)] \quad (5.73)$$

Firma j 'nin yaptığı toplam üretim şu şekilde gösterilmektedir.

$$y_t(j) = C_{H,t}(j) + C_{H,t}^*(j) \quad (5.74)$$

$$= \left(\frac{p_t(j)}{P_{H,t}} \right)^{-\varepsilon} \left[C_{H,t} + \gamma \left(\frac{P_{H,t}}{\mathcal{E}_t P_t^*} \right)^{-\delta} C_t^* \right] \quad (5.75)$$

$$= \left(\frac{p_t(j)}{P_{H,t}} \right)^{-\varepsilon} [C_{H,t} + \gamma S_t^\delta C_t^*] \quad (5.76)$$

$L_t(j)$, firma j 'de çalışan işçi büyüklüğünü göstermektedir. $I_t(j)$, firmanın t anında fiyat değiştirip değiştirmediğine ilişkin bir göstergedir. Menü

maliyetinin büyüklüğü χ 'a bağlıdır. Fiyat değişiminin isgücünden kaynaklandığı varsayılmaktadır, dolayısıyla menü maliyetinin büyüklüğü konjonktür yönlüdür. Bu durum genişleme ve daralma dönemleri arasındaki fiyat değişim sıklığının asimetrisini sınırlamaktadır.

Firma j için fiyat ayarlamasının değeri dinamik problem olarak aşağıdaki gibi yazılabilir.

$$V^c \left(A_t(j), \frac{p_{t-1}(j)}{P_{H,t}}, \frac{\mathcal{M}_t}{P_{H,t}} \right) = \max_{p_t(j)} \Pi_t(j) \left(A_t(j), \frac{p_t(j)}{P_{H,t}}, \frac{\mathcal{M}_t}{P_{H,t}} \right) - \chi \frac{W_t}{P_{H,t}} + \mathbb{E}_t \left[\frac{\lambda_{t+1}}{\lambda_t} V \left(A_{t+1}(j), \frac{p_t(j)}{P_{H,t+1}}, \frac{\mathcal{M}_{t+1}}{P_{H,t+1}} \right) \right] \quad (5.77)$$

Firma j için bir dönem önceki fiyatı korumanın değeri ise şu şekilde ifade edilmektedir.

$$V^n \left(A_t(j), \frac{p_{t-1}(j)}{P_{H,t}}, \frac{\mathcal{M}_t}{P_{H,t}} \right) = \Pi_t(j) \left(A_t(j), \frac{p_{t-1}(j)}{P_{H,t}}, \frac{\mathcal{M}_t}{P_{H,t}} \right) + \mathbb{E}_t \left[\frac{\lambda_{t+1}}{\lambda_t} V \left(A_{t+1}(j), \frac{p_{t-1}(j)}{P_{H,t+1}}, \frac{\mathcal{M}_{t+1}}{P_{H,t+1}} \right) \right] \quad (5.78)$$

Son olarak, bu firma için maksimizasyon problemi Bellman denklemi biçiminde gösterilmektedir.

$$V \left(A_t(j), \frac{p_{t-1}(j)}{P_{H,t}}, \frac{\mathcal{M}_t}{P_{H,t}} \right) = \max \left\{ \begin{array}{l} V^n \left(A_t(j), \frac{p_{t-1}(j)}{P_{H,t}}, \frac{\mathcal{M}_t}{P_{H,t}} \right), \\ V^c \left(A_t(j), \frac{p_{t-1}(j)}{P_{H,t}}, \frac{\mathcal{M}_t}{P_{H,t}} \right) \end{array} \right\} \quad (5.79)$$

Yani, firma j fiyat ayarlamak ve bir dönem önceki fiyatı korumak arasında en karlı olanı seçmektedir. Firmanın kararı, ekonomideki tüm fiyatların bir fonksiyonu olan toplam fiyat düzeyine bağlı olmaktadır. Ancak, bazı toplam değişkenlerin (fiyatlar, tüketim vb.) süreci temsili bir firma kullanılmadan çözülememektedir çünkü idiosinkratik üretkenlik şokları firma heterojenliğine neden olmaktadır. Söz konusu toplam değişkenler ekonomideki her bir firmanın davranışlarından kaynaklanmaktadır. Herhangi bir firmanın maksimizasyon problemi fiyatları ve tüketimi içerdiği için her bir firma kendisi dışındaki

firmaların optimal kararlarını dikkate almak zorundadır. Bu durumda herhangi bir firmanın değer fonksiyonu sonsuz büyüklükte olmaktadır. Değer fonksiyonunun analitik bir çözüme sahip olmaması daha fazla varsayım yapılmasını gerekli kılmaktadır. Nakamura and Steinsson (2008) ve Alvarez and Lippi (2014) kısmi denge problemini ele almış ve *firmaların* kararları üzerinde herhangi bir toplam şokun bir *firmanın* karar sürecinde ihmal edildiği varsayımında bulunmuşlardır. Bu varsayım durağan dengede geçerli iken toplam şokları çalışmak firma davranışı üzerinde bir tutarsızlık yaratmaktadır. Firmaların çalıştığı ortamın durağan dengede olduğu varsayılmakta ve firma davranışı doğal olarak durağan denge olmadığında değişmektedir.³⁰ Diğer taraftan, bu modelde, toplam şokların tüketim ve görelî fiyatlar üzerindeki etkisi açık ekonomi dinamiklerinin değerlendirilmesinde anahtar unsurlardır. Dolayısıyla, firmaların kararı ve hanehalklarının kararı arasındaki ikili geribesleme yakalanmalıdır. Golosov and Lucas (2007) toplam tüketimdeki değişimi dikkate almamayı modellerinde yeterli miktarda tüketim oynaklığı üretilmediği ve sabit olarak tutularak önemsiz bir miktarda keskinlik kaybedildiğini göstererek çıkarmışlardır. Ancak, bu çalışmadaki modelde, tüketimin toplam şoklara tepkisi daha güçlü olabilir. Ek olarak, açık ekonomide firmalar görelî fiyat değişimlerine tepki göstermelidir. Mesela, reel döviz kuru değer kaybettiğinde ihracat artmalıdır. Tüketimin sabit olduğu varsayımı ticaret kanalında verilen görelî fiyatların etkisini kapatmak anlamına gelmektedir. Sabit tüketim ve tam uluslararası varlık piyasasında reel döviz kuru sabit kalmaktadır. Sonuç olarak, genel denge analizine elverişli nümerik çözüm yöntemleri kullanılmıştır.

Tüketim ve çıktı arasındaki ilişkiyi kurmak için üretim fonksiyonu tek bir firmanın fonksiyonu olacak şekilde yazılabilir.

³⁰Bu varsayım altında çalışmak probleme analitik bir çözüm ve bilgisayar simülasyonlarına bağlı kalınmadan duyarlılık analizi sağlamaktadır.

$$y_t(j) = \left(\frac{p_t(j)}{P_{H,t}} \right)^{-\varepsilon} [C_{H,t} + \gamma S_t^\delta C_t^*] \quad (5.80)$$

Toplam çıktının tanımını kullanarak, $Y_t = \left[\int_0^1 y_t(j)^{\frac{\varepsilon-1}{\varepsilon}} \right]^{\frac{\varepsilon}{\varepsilon-1}}$, aşağıdaki ifadeyi elde edebiliriz.

$$Y_t = C_{H,t} + \gamma S_t^\delta C_t^* \quad (5.81)$$

Genişleyici parasal şok durumunu, daha açık bir ifadeyle pozitif parasal şokun fiyat artışlarıyla tamamen telafi edilmediği durumu ele alalım. Bunu reel döviz kurunun değer kaybı ($Q_t \uparrow$) takip etmektedir ve dış ticaret haddi yükselmektedir ($S_t \uparrow$). Öncelikle, reel döviz kurunun bir sonraki dönemin tüketimi ile yurt içi fiyat enflasyonunun çarpımına oransal olduğu not edilmelidir. Fiyatların tüketimi durağan denge düzeyine çekecek kadar artması beklense bile bu durum enflasyonun bir sonraki dönemde pozitif olacağını ima etmektedir. Dolayısıyla, mevcut dönemde, reel döviz kuru durağan denge seviyesinden yüksek olmak zorundadır. $\delta > 1$ olduğunda ihracat, çıktının genişleyici para politikasına tepkisini derinleştirmektedir. Bu durum, görelî fiyatların yerli mal tüketimi lehine çalışmasından kaynaklanmaktadır.

Kalibrasyon, büyük oranda Nakamura and Steinsson (2010) çalışmasına dayanmaktadır. Kalibre edilmiş model parametreleri Tablo 1'de gösterilmektedir.

Model tarafından üretilen parasal yanlılığa ilişkin çıkarım, simülasyon sonuçları ve birikimli etki tepkilerden yapılabilmektedir.³¹ Etki tepkiler parasal yanlılığın her iki boyutunu da yansıtabildiği için bu çalışmada model sonuçları etki tepki analizi üzerinden tartışılmaktadır. Yani, parasal yanlılığın büyüklüğü çıktı etkisinin hem süresine hem büyüklüğüne bağlı olarak belirlenmektedir.

Ekonominin parasal bir şoka tepkisi model çözümü ve fiyatların algılanan süreci (Γ fonksiyonu) dikkate alınarak üretilebilmektedir.³² Golosov and Lucas (2007) çalışmasındaki model ile denk ve ara girdi içermeyen tek sektörlü Nakamura and Steinsson (2010) modeline benzer olan Baz model, modelin kapalı ekonomi versiyonu olarak kurulmuştur. Baz modele nazaran açıklık derecesi değişen iki alternatif ekonomi raporlanmaktadır. Ayrıca, Calvo model ile kıyaslandığında ticarete açıklıktan elde edilen parasal yanlılığı değerlendirebilmek için her bir model kendisinin Calvo karşılığı ile karşılaştırılmaktadır. Calvo modeli, indirgenmiş form fiyat değiştirme sıklığını eşletirmek üzere kalibre edilmiştir.

Calvo model ile karşılaştırma yapmak menü maliyeti modellerinin kullanımına ilişkin çıkarım yapılmasını sağlamaktadır. Firma heteojenliği kaynaklı idiosinkratik üretkenlik şoku problemi zorlaştırdığı için var olan problem düşünüldüğünde menü maliyeti modellerinin kullanımı makul görünmektedir. Menü maliyeti düzeni, mikro ve makro düzeyde fiyat değiştirme sıklığı ve dağılımını replike edebilmekteyken ilgili istatistik parasal yanlılık olduğunda elde ekonominin dış ticaretle ilgilenmesi gibi farklı yapıların farklı sonuçlar yaratıp yaratmayacağı sorusu önemli olmaktadır.³³ Bu soruyu cevaplamak için model

³¹Midrigan (2011) ve Nakamura and Steinsson (2010) sümüle edilmiş modelin sonuçlarını tartışmışlardır. Nakamura and Steinsson (2010), birikimli etki tepkilerin ve simülasyon sonuçlarının benzer olduklarını ileri sürmüşlerdir.

³²Etki tepkileri oluşturmak için gerekli ekonominin durağan dengesi firmaların durağan dağılımları kullanılarak hesaplanmaktadır çünkü analitik bir çözüm yoktur.

³³Zamana bağlı ve duruma bağlı modellerde parasal şoka karşı üretilen tepkilerin farklılıklarına ilişkin bir değerlendirme için bakınız Alvarez et al. (2017). Yazarlar, tepkilerin sadece büyük şoklar için büyük miktarda farklılaştığını iddia etmiştir. Söz konusu argümana

ekonomilerdeki parasal yanlılığı firmaların Calvo fiyatlandırma yaptığı modellerle kıyaslanmaktadır.

Parasal yanlılığın ölçüsü, uzun dönem çıktı varyansı veya çıktı için 0 anından ufuk sonuna kadar birikimli etki tepki fonksiyonunun toplamı olabilmektedir. Bu doğrultuda, her iki ölçü için sonuçlar aşağıdaki tablolarda yer almaktadır.

Tablo 2 ticarete açıklığın değişen derecesine göre menü maliyeti modellerinde çıktı varyansını göstermektedir. Öncelikle, pozitif durağan denge enflasyonu sonuçlar üzerinde belirgin bir değişiklik oluşturmamaktadır. Açıklık derecesi 0.5'e yükseldikçe varyans 4 katına yaklaşmakta böyle parasal yanlılıkta 3 kat artış ima etmektedir.

Tablo 3'te toplam çıktı tepkisinin menü maliyeti modeli ve Calvo modeli sonuçları yer almaktadır. Ekonomi ticarete açıldıkça Calvo modeline kıyasla çıktı tepkisi ılımlı bir miktarda artmaktadır. Bunun kaynağı ihracattır. Calvo modeline kıyasla menü maliyetindeki ihracat tepkisi, Calvo modeline kıyasla menü maliyetindeki yerli malın yerli tüketim tepkisinden daha güçlü olmaktadır. Dolayısıyla, çıktı tepkisi oranı ekonomi dışı açıldıkça büyümektedir. Öte yandan, parasal şokun büyüklüğü neredeyse iki kat arttığında çıktı tepkisi çok sınırlı bir oranda düşmektedir.

Tablo 4 menü maliyeti modelinin kapalı ekonomi muadiline kıyasla toplam çıktı tepkisini raporlamaktadır. Veri parasal şok büyüklüğü için bu ölçü iki farklı spesifikasyonda farklılık işaret etmemektedir. Açıklık derecesi sırasıyla 0.25 ve 0.50 olduğunda toplam çıktı tepkisi yarım puan ve bir puan artmaktadır.

dayanarak, zaman bağlı modellerin kullanılabilirliği etki tepkileri değerlendirme konusunda Alvarez et al. (2017)'de kullanılan modelleri cazip kılabilir.

Özetle, bu tez çalışmasında, Gali and Monacelli (2005) çalışmasındakine benzer açık bir ekonomi için firmaların menü maliyeti ile karşılaştığı bir model sunulmaktadır. Menü maliyetinin varlığı duruma bağlı fiyatlamaya sebep olmaktadır, yani fiyat ayarlama kararı bu davranışın ne kadar karlı olduğuna bağlı olmaktadır. Bir başka deyişle, fiyat değiştirmenin faydası fiyatı sabit tutmanın faydasını geçtiğinde firmalar menü maliyetini ödeme yükünü taşıyacaktı. Bu nedenle duruma bağlı fiyatlama, Calvo (1983) ve Taylor (1980) çalışmalarındaki gibi sıklıkla kullanılan zamana bağlı modellerden farklılaşmaktadır. Duruma bağlı fiyatlamada, bir firma daima fiyat ayarlabilmekteyken zamana bağlı modellerde fiyat değiştirme kararı zamanın bir fonksiyonu olan rassal bir değişken tarafından belirlenmektedir.

Ekonomik yazındaki menü maliyetine ilişkin ve duruma bağlı mevcut çalışmalar kapalı ekonomi üzerine yoğunlaşmaktadır. Bu çalışma ise, uluslararası ticaretten kaynaklanan parasal yanlılığı saptamak için var olan çalışmaları kapalı ekonomi varsayımını kaldırarak (uluslararası ticareti ekleyerek) geliştirmektedir. Kapalı ekonomi versiyonu Golosov and Lucas (2007) çalışmasındaki modele, tek sektörlü ve ara girdinin olmadığı versiyonu Nakamura and Steinsson (2010) çalışmasındaki modele karşılık gelmektedir. Modelin açık ekonomi boyutu ise Gali and Monacelli (2005) çalışmasını yakından takip etmektedir. Ekonomik düzen yurt içi ekonomi ve dünyanın geri kalanından oluşmaktadır. Yerli üreticiler menü maliyeti baskısı altında çalışmaktadır, dolayısıyla yurt içi fiyatlar katıdır. Parasal oynaklıklar, nominal toplam talep veya nominal yurt içi talep şokları formunda meydana gelmektedir. Yurt içi ekonomide, parasal şoklar olarak yorumlanabilecek nominal talep şokları sebebiyle çıktıda dalgalanmalar olmaktadır. Söz konusu küçük açık ekonomi düzeni kullanarak parasal şoka verilen çıktı tepkisi üzerinden parasal yanlılık üzerine çıkarım yapılmaktadır.

Sonuçlara göre ekonomiyi ticarete açmak aynı büyüketi parasal şok daha güçlü parasal yanlılık üretebilmektedir. Ticarete açıklık arttıkça duruma bağlı fiyatlama modelinde üretilen toplam çıktı etkisi Calvo (zamana bağlı) modeline kıyasla yükselmektedir. Ancak, parasal tepkinin reel etkisi Calvo modelde gözlemlendiğinden

oldukça düşük olmaktadır. Bu, Calvo model parasal yanlılık konusunda daha gerçekçi bir sonuç veriyorsa menü maliyetinin olduğu küçük açık ekonominin istenen çıktı etkisini üretmek için yeterli olmadığını ima etmektedir. Bir diğer taraftan, daha güçlü parasal yanlılık üreten duruma bağlı modellerde farklı eklentiler düşünüldüğünde (çok ürünlü firmalar, sektörel heterojenlik vb.), açık bir ekonomide bu gibi eklentiler farklı çıktı etkileri yaratabilecektir.

C. THESIS PERMISSION FORM / TEZ İZİN FORMU

ENSTİTÜ / INSTITUTE

- Fen Bilimleri Enstitüsü** / Graduate School of Natural and Applied Sciences
- Sosyal Bilimler Enstitüsü** / Graduate School of Social Sciences
- Uygulamalı Matematik Enstitüsü** / Graduate School of Applied Mathematics
- Enformatik Enstitüsü** / Graduate School of Informatics
- Deniz Bilimleri Enstitüsü** / Graduate School of Marine Sciences

YAZARIN / AUTHOR

Soyadı / Surname : KOCA
Adı / Name : Yakup Kutsal
Bölümü / Department : İktisat

TEZİN ADI / TITLE OF THE THESIS (İngilizce / English) : STATE DEPENDENT PRICE SETTING AND MONETARY NON-NEUTRALITY IN A SMALL OPEN ECONOMY

TEZİN TÜRÜ / DEGREE: **Yüksek Lisans / Master** **Doktora / PhD**

1. **Tezin tamamı dünya çapında erişime açılacaktır.** / Release the entire work immediately for access worldwide.
2. **Tez iki yıl süreyle erişime kapalı olacaktır.** / Secure the entire work for patent and/or proprietary purposes for a period of **two years**. *
3. **Tez altı ay süreyle erişime kapalı olacaktır.** / Secure the entire work for period of **six months**. *

** Enstitü Yönetim Kurulu kararının basılı kopyası tezle birlikte kütüphaneye teslim edilecektir.
A copy of the decision of the Institute Administrative Committee will be delivered to the library together with the printed thesis.*

Yazarın imzası / Signature

Tarih / Date