

İTHALAT ÜZERİNDE REZERVLERİN ETKİSİ: BOOTSTRAP TODA-YAMAMOTO GRANGER NEDESELLİK ANALİZİ

Gökhan KONAT¹⁵

Abdullah GÖV¹⁶

1. Giriş

Seriler arasında nedensellik analizi yapabilmek için, durağanlık bilgisine ihtiyaç vardır. Seriler arasında eşbütünleşme ilişkisi gözlenmiyor ise, serilerin durağan olduğu derecede nedensellik ilişkisine bakılabilir. Durağanlık bilgisine sahip olmadan seriler arasında nedensellik ilişkisi araştırılamaz.

Toda-Yamamoto (1995), Granger nedensellik testlerini araştırmak için geliştirilmiş VAR modelinin tahminine dayalı basit bir yaklaşım sunmaktadır. Yani Toda-Yamamoto (1995) nedensellik analizinde değişkenlerin düzey değerleriyle kurulan genişletilmiş vektör otoregresif modeller (VAR) kullanmaktadır. Toda ve Yamamoto tarafından önerilen bu metod Sims vd. (1990)'nin geliştirdikleri tekniğe tamamlayıcı bir nitelik taşımaktadır. Çünkü bu yaklaşım, entegre olmuş süreçlere sahip geliştirilmiş VAR modeline dayalı nedensellik çıkarımlarına izin vermektedir. Bu metod, birim kök testleri için bazı ön testlere olan gereksinimi ortadan kaldırdığı için daha kullanışlı olduğu ileri sürülmektedir.

¹⁵ Arş. Gör. İnönü Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Ekonometri Bölümü, Malatya / Türkiye
gokhan.konat@inonu.edu.tr

¹⁶ Arş. Gör. İnönü Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Ekonometri Bölümü, Malatya / Türkiye
abdullah.gov@inonu.edu.tr

VAR modelleri durağan olmayan değişkenler içerdiği durumlarda F veya χ^2 dağılımları standart olmayan asimptotik özelliklere sahip olabilmektedir. Bu yüzden Granger nedensellik analizi tanımlayıcı parametreler sıfır kısıtlamalara sahip olduğu için test istatistiği Wald testi veya χ^2 testi uygulanarak elde edilebilmektedir. Yani, Granger nedensellik için uygulanan Wald testlerinin, VAR sisteminin eşbütünleşme özelliklerine dayandığı için standart olmayan limit dağılımlarına sahip olabileceği bilinmektedir (Lütkepohl ve Kratzig, 2004).

2. Ekonometrik Yöntem ve Bulgular

Türkiye’de 2010 Ocak – 2015 Ocak dönemini kapsayan Uluslararası Rezervler (rez) ve İthalat (ith) değişkenleri arasındaki ilişkiyi araştırmayı amaçlayan bu çalışmada değişkenlere ait veriler TCMB Elektronik Veri Dağıtım Sitesinden (EVDS) elde edilmiştir. Analizde kullanılan tüm değişkenler 2010=100 bazlı reel verilerdir. Uluslararası Rezervler (rez) serisinin doğal logaritması alınmıştır. Aylık değerlerde mevsimselliğin gözlenebilme ihtimaline karşın serileri mevsimselliğin etkilerinden arındırmak amacıyla, TRAMO/SEATS yöntemi kullanılmıştır.

Çalışmada önce serilerin birim kök araştırması yapılmıştır. Birim kök araştırmasından sonra seriler için VAR modeli kurulmuş ve VAR modelinin uygun gecikme sayısı belirlenmiştir. Gecikme uzunluğunun belirlenmesinde Son Kestirim Hatası (FPE), Akaike Bilgi Kriteri (AIC), Schwarz Bilgi Kriteri (SIC), Hannan-Quin Bilgi Kriteri (HQ) gibi kriterler kullanılmıştır. Ardından seriler arasındaki nedensel ilişkiler Bootstrap Toda-Yamamoto Granger nedensellik yöntemi ile belirlenmiştir.

2.1. Birim Kök Testleri

Bir serinin ortalaması, varyansı ve otokovaryansının farklı zaman periyotlarında değişmemesi durağanlık olarak ifade edilir.

Ayrıca bir serinin iki dönem arasındaki ortak varyansı bu ortak varyansın hesaplandığı döneme değil de yalnızca iki dönem arasındaki uzaklığa ya da gecikmeye bağlı olan olasılıklı bir süreç için durağanlık ifadesi tabir edilir. Seriler arasında sahte ilişkilere yer vermemek ve bir şokun etkisinin kalıcı olmasını engellemek için serinin durağan olması önemli taşımaktadır (Sevüktekin, Çınar, 2014).

Hacker ve Hatemi-J (2006) tarafından önerilen Bootstrap Toda-Yamamoto Granger Nedensellik yaklaşımını uygulamadan önce modelde yer alan değişkenlerin durağanlık seviyelerinin ve modelin gecikme uzunluğunun doğru belirlenmesi şarttır. Çünkü nedenselliğin sınındığı modele değişkenlerin durağanlığının sağlandığı düzey kadar ilave gecikme eklenmektedir. Durağanlık araştırması için farklı testler mevcuttur. Bu testlerden en eskisi ve en çok kullanılanları Dickey-Fuller (DF) ve Genişletilmiş (Augmented) Dickey-Fuller (ADF) Testi (1979,1981)'dir. Serilerin birim köke sahip olup olmadığını belirlemek için Genelleştirilmiş Dickey-Fuller (ADF) birim kök sınaması kullanılmıştır. Genişletilmiş Dickey-Fuller (ADF) testinde tahmin edilecek trendli model;

$$\Delta Y_t = \beta_1 + \beta_2 t + \delta Y_{t-1} + \sum_{i=1}^m \alpha_i Y_{t-i} + u_t \quad (1)$$

şeklinde dir. Denklem (1)'de serinin birim köke sahip olduğunu ifade eden H_0 sıfır hipotezi, H_1 alternatif hipotezine karşı sınanmaktadır. Bu hipotezler;

$$H_0: \delta = 0$$

$$H_1: \delta \neq 0$$

şeklinde dir. H_0 sıfır hipotezi reddedilemezse, seriyi durağanlaştırmak için farkı alınır, H_0 sıfır hipotezi reddedilirse yani alternatif hipotez olan H_1 reddedilemezse serinin trend durağan olduğuna karar verilir.

Tablo 1. ADF Birim Kök Testi Sonuçları

Değişken	ADF Test İstatistikleri	Kritik Değerler		
		(%1)	(%5)	(%10)
ith	-0.821 [1]	-4.121	-3.487	-3.172
Δith	-5.322 [0]*	-4.121	-3.487	-3.172
rez	-2.007 [1]	-4.121	-3.487	-3.172
Δrez	-6.015 [0]*	-4.121	-3.487	-3.172

Δ rez ve Δ ith sırasıyla Uluslararası Rezervler (*rez*) ve İthalat (*ith*) değişkenlerinin düzey değerlerinin birinci dereceden farkı alınmış değerlerini göstermektedir. Tablo 1'de yer alan ADF test sonuçları, incelenen tüm değişkenlerin birinci derece farkında durağan olduğunu göstermektedir. Bu bulgular nedenselliği test eden modele ilave 1 gecikme daha eklenmesi gerektiği anlamına gelmektedir.

Köşeli parantez içindeki değerler, değişkenlerin, AIC'ye göre belirlenmiş uygun gecikme uzunluğunu belirtmektedir. *, ** ve *** sırasıyla; %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeyinde durağanlığı ifade etmektedir. Modellerde sabit terim ve trendli modeller kullanılmıştır.

2.2. Toda-Yamamoto Nedensellik Testi

Toda-Yamamoto yöntemi seriler arasında ilişkilerin birim kök ve eşbütünlük testleri gibi bazı ön testlerin sınamasını ortadan kaldırdığı için daha kullanışlıdır. Toda ve Yamamoto (1995) nedensellik analizinde düzey değişkenlerle kurulan genişletilmiş vektör otoregresif modeller (VAR) kullanılmaktadır ve bu modeller yardımıyla değişkenler arasındaki dinamik ilişkiler araştırılabilmektedir. Toda-Yamamoto (1995), Granger nedensellik testlerini araştırmak için geliştirilmiş VAR modelinin tahminine dayalı basit bir yaklaşım sunmaktadır. Toda-Yamamoto (1995) yönteminde ilk aşama, VAR modelinde uygun gecikme seviyesinin (p) belirlenmesidir. İkinci aşamada, p gecikmeye, en yüksek

entegreye yani bütünleşmeye sahip değişkenin bütünleşmiş seviyesi ($dmax$) ilave edilmektedir. Akaike ve Hannan-Quinn gibi bilgi kriterleri VAR modelinin uygun gecikme uzunluğunun tespitinde kullanılabilir. Üçüncü aşamada, $p+dmax$ gecikme uzunluğu için serilerin düzey değerleri üzerine EKK modeli tahmin edilmektedir.

Modelde yer alan serilerin maksimum bütünleşme derecesini bilmek yani $dmax$ 'i bilmek ve modeli doğru belirlemek nedensellik sınamaları için yeterli olmaktadır. Bu yöntemin tutarlı ve doğru sonuçlar vermesi, sistemde gecikme uzunluğunun doğru olarak belirlenmesine ve modele alınması gereken tüm bileşenlerin kullanılmasına bağlıdır. Toda ve Yamamoto (1995) tarafından geliştirilen VAR modeli aşağıdaki denklemler yardımıyla uygulanmaktadır.

$$Y_t = \lambda_1 + \sum_{i=1}^p \beta_{1i} Y_{t-i} + \sum_{j=p+1}^{p+dmax} \beta_{1j} Y_{t-j} + \sum_{i=1}^p \alpha_{1i} X_{t-i} + \sum_{j=p+1}^{p+dmax} \alpha_{1j} X_{t-j} + u_{1t}$$

$$X_t = \lambda_2 + \sum_{i=1}^p \delta_{2i} X_{t-i} + \sum_{j=p+1}^{p+dmax} \delta_{2j} X_{t-j} + \sum_{i=1}^p \vartheta_{2i} Y_{t-i} + \sum_{j=p+1}^{p+dmax} \vartheta_{2j} Y_{t-j} + u_{2t}$$

Tahmin edilecek ($p+dmax$) dereceden bir VAR modeline dayalı Wald testlerinin χ^2 dağılımına sahiptir. Toda ve Yamamoto (1995), p gecikme sayısı ve $dmax$ serilerin maksimum bütünleşme derecesini ifade etmek üzere, tahmin edilecek ($p+dmax$) dereceden bir VAR sisteminde, MWALD testinin asimptotik χ^2 dağılımına sahip olduğunu ispatlamıştır. Y 'den X 'e doğru Granger nedenselliğinin varlığını test etmek için Wald istatistiği kullanılarak $\alpha_{1i} \neq 0$ sınırlaması test edilmektedir. X 'ten Y 'ye doğru nedenselliğinin $\vartheta_{2i} \neq 0$ sınırlaması test edilmektedir.

Tablo 2. VAR modeli için, uygun gecikme sayısının belirlenmesi

	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	NA	0.000937	-1.297023	-1.219056	-1.267559
1	25.25814	0.000632*	-1.691648*	-1.457748*	-1.603257*
2	4.3702	0.000675	-1.626614	-1.23678	-1.479295
3	0.407122	0.000792	-1.469877	-0.92411	-1.263631
4	2.934571	0.000872	-1.378456	-0.676755	-1.113282
5	6.953206	0.00086	-1.399714	-0.54208	-1.075612
6	4.557372	0.000902	-1.363257	-0.34969	-0.980229
7	3.4892	0.000973	-1.302324	-0.132824	-0.860368
8	0.387512	0.001159	-1.148158	0.177276	-0.647274
9	5.972239	0.001146	-1.187431	0.293937	-0.62762
10	6.308423	0.00111	-1.254409	0.382892	-0.635671
11	4.905099	0.001126	-1.283946	0.509288	-0.606281
12	12.61909*	0.000813	-1.665936	0.283232	-0.929343

Not: *, Bilgi kriterlerinin uygun gecikme uzunluklarının istatistik değerlerini göstermektedir.

Tablo 2’de görüleceği üzere VAR modeli için, 2010:01 ve 2015:01 döneminde FPE, AIC, SC ve HQ kriterleri kullanılarak uygun gecikme uzunluğu belirlenmiş ve 1 olduğu görülmektedir.

Tablo 3. Uygun Gecikme Uzunluğu

Dönem	Gecikme Uzunluğu	Kullanılan Kriter	Otokorelasyon Testi p-değeri	Değişen Varyans Testi p-değeri
2010:01-2015:01	1	FPE, AIC, SC, HQ	0.099	0.892

Tablo 3’te ise gecikme uzunluğunun gösteriminin yanında otokorelasyon testinin olasılık değeri ve değişen varyans testinin olasılık değeri gösterilmektedir. Hem otokorelasyon testinin olasılık değeri hem de değişen varyans testinin olasılık değeri 0.05

değerinden büyük olduğu görülmektedir. Dolayısıyla modelde otokorelasyon ve değişen varyans probleminin olmadığı yönünde yorum yapılabilir. VAR modeli için detaylı otokorelasyon sonuçları aşağıda Tablo 4'te gösterilmiştir.

Tablo 4. Var Modeli İçin Detaylı Otokorelasyon Testi Sonuçları		
Gecikme Uzunluğu	LM- Test İstatistiği	p-değeri
1	7.80432	0.099
2	3.66264	0.4536
3	5.927026	0.2047
4	4.723475	0.3169
5	2.811502	0.5898
6	7.876236	0.0962
7	2.272069	0.6859
8	0.485044	0.9749
9	4.6585	0.3242
10	3.3576	0.4999
11	1.469289	0.8321
12	9.630834	0.0471

Tablo 4'te VAR modelinin 12 gecikme uzunluğuna kadar olan otokorelasyon testi olasılık değerleri verilmiştir. Görüleceği üzere modelde otokorelasyon problemi yoktur.

2.3. Bootstrap Toda-Yamamoto ile Granger Nedensellik Analizi

Hacker ve Hatemi-J (2006), Bootstrap dağılımları yerine asimptotik ki-kare dağılımları kullanıldığında Toda-Yamamoto testi istatistiğine dayalı olası sonuçların daha hassas olduğunu kanıtlamışlardır. Bu nedenle nedensellik testlerinde kendine has kritik değerler üretmek için Bootstrap simülasyon teknikleri kullanılmaktadır.

Bootstrap tekniği, test istatistiğinin dağılımını tahmin etmek için veri setine benzeyen bir yapıya dayanmaktadır. Bu dağılım kullanılarak daha hassas kritik değerler sunularaktan olası sonuçtaki sapmalar azaltılabilir.

Bu tekniğin altında yatan veri setinin ampirik dağılıma dayandığı ve normallik varsayımına duyarlı olmadığına değinilmelidir. Dikkate alınması önemli olan bir başka konu da otoregresif koşullu varyansın varlığıdır (ARCH). Otoregresif koşullu varyansın etkilerinin varlığını tahmin edilen sonuçlarda sapmaları ortadan kaldırmaktadır.

Bootstrap Toda-Yamamoto Granger Nedensellik yaklaşımının uygulanmasında aşğıdaki adımlar takip edilmektedir. İlk olarak, kalıntılar bir denklemde Granger nedensellik olmayan sıfır hipotezi için bir kısıtlama ile elde edilir. Sonra, doğru varyansı elde etmek için Davison ve Hinkley (1999) tarafından önerilen kaldırıcı prosedür ile tahmin edilen kalıntılar yeniden ölçeklendirilir. Bir sonraki adımda düzeltilmiş kalıntılar ortalamasının sıfır olduğundan emin olunduktan sonra düzeltilmiş kalıntılar hesaplanır. Düzeltilmiş kalıntılar hesaplandıktan sonra, simülasyonu yapılmış veriler tahmin edilen katsayılara dayanır ve Bootstraplı düzeltilmiş kalıntılar olarak isimlendirilir. Son olarak MWALD test istatistiği hesaplanır. MWALD test istatistiği χ^2 dağılımına sahiptir. Bootstrap simülasyon yaklaşımının uygulanmasında önemli bir husus Bootstrap örneğinin boyutudur. Bu çalışmada Bootstrap örneğinin boyutu 1000 olarak alınmıştır.

Tablo 5. Bootstrap Toda-Yamamoto Granger Nedensellik Testi Sonuçları

Nedensellik	Test İstatistiği MWald	Bootstrap Kritik Değerler		
		%1	%5	%10
<i>ith</i> \nrightarrow <i>rez</i>	2.057	7.347	4.206	2.951
<i>rez</i> \rightarrow <i>ith</i>	9.672*	7.358	4.472	2.826

Bootstrap kritik değerleri 1.000 döngüyle elde edilmiştir. Hipotezler aşağıdaki gibi kurulmuştur.

H_0 : Granger nedeni değildir.

H_1 : Granger nedenidir.

ith değişkeninden *rez* değişkenine doğru yapılan nedensellik analizinin test istatistiği değeri (2.057) %1, %5 ve %10 kritik değerlerden küçük olduğu için H_0 temel hipotezi reddedilemeyip H_1 alternatif hipotez reddedilir. Dolayısıyla *ith* değişkeninden *rez* değişkenine doğru bir Granger nedensellik ilişkisi yoktur, yani *ith* değişkeni *rez* değişkeninin Granger nedeni değildir yorumu yapılmaktadır. *rez* değişkeninden *ith* değişkenine doğru yapılan Granger nedensellik analizi için test istatistiği değeri (9.672) ise %1, %5 ve %10 kritik değerlerden büyük olduğu için H_0 temel hipotezi reddedilir ve H_1 alternatif hipotezi reddedilemez. Dolayısıyla *rez* değişkeninden *ith* değişkenine doğru bir Granger nedensellik ilişkisi vardır, yani *rez* değişkeni *ith* değişkeninin Granger nedenidir yorumu yapılmaktadır. Gelişmekte olan ülkelerde üreticilerin maliyet kısıtlarındaki dengelenmeyi sağlamak ve dışsal şoklardan korumak amacıyla öngörülebilir bir kur politikası gerekmektedir (Taşar vd., 2016). Bayat vd. (2014) göre merkez bankalarının finansal piyasaları regüle etmelerindeki en önemli araçlarından biri de uluslararası rezervlerdir. Çünkü merkez bankalarının gerek hane halkının gerekse ithalatçı sektörlerinin kur beklentilerini rezervler ile yönetmektedir. İthalata dayalı üretim yapısının geçerli olduğu ekonomilerde ithalatçı sektörleri korumak amacıyla nominal döviz kurudaki stabilitenin hem faiz politikası ile hem de rezervler ile sağlanması gerekir. (Açıcı vd., 2018).

3. Sonuç ve Değerlendirme

Bu çalışmada 2010 Ocak - 2015 Ocak dönemini kapsayan aylık verilerden yararlanılarak uluslararası rezervler ve ithalat arasındaki nedensellik ilişkisi Bootstrap Toda-Yamamoto Granger Nedensellik yöntemi kullanılarak incelenmiştir. Çalışmada öncelikle değişkenlerin birim kök araştırması yapılmıştır. ADF birim kök testi sonuçlarına göre uluslar arası rezervler ve ithalat değişkenlerinin birinci fark değerlerinin durağan olduğu yani $I(1)$ olduğu gözlenmiştir. Birim kök araştırmasından sonra VAR modeli kurulmuş ve VAR modeli için uygun gecikme sayısı belirlenmiştir ve gecikme sayısı da 1 bulunmuştur. Gecikme uzunluğunun belirlenmesinde FPE, AIC, SC, HQ gibi kriterler kullanılmıştır. Ardından nedensel ilişkiler Bootstrap Toda-Yamamoto Granger Nedensellik yöntemi ile araştırılmıştır. Analiz neticesinde ithalat serisinin adı olan *ith* değişkeninden uluslararası rezervler serisinin adı olan *rez* değişkenine doğru bir Granger nedensellik ilişkisi söz konusu değildir. Fakat uluslararası rezervler serisinin adı olan *rez* değişkeninden ithalat serisinin adı olan *ith* değişkenine doğru bir Granger nedensellik ilişkisinin olduğu görülmektedir.

2010 Ocak - 2015 Ocak dönemini kapsayan veriler yardımıyla yapılan analizler neticesinde yukarıda yapılan çalışmada da bahsedildiği gibi ithalattan uluslararası rezervlere doğru bir nedensellik ilişkisi olmadığı uluslararası rezervlerden ithalata doğru bir nedensellik ilişkisi olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonuçlara göre uluslararası rezervlerin ithalat üzerinde önemli bir etkisinin olduğu sonucuna varılabilir. Ayrıca ithalattan uluslararası rezervlere doğru nedenselliğin olmaması ithalatın uluslararası rezervler için önemli olmadığı anlamına gelmez. Elbette ki ithalat değerleri uluslararası rezervler için önem arz etmektedir.

Kaynakça

- Açıcı, Y., Kayhan, S., Bayat, T., (2018), “The effect of credit default swap premiums on developing markets’ economies: The case of exchange rates”, *Theoretical and Applied Economics*, Volume:XXV, No:4(617), pp:235-252
- Bayat, T., Şentürk, M., Kayhan, S., (2014), “ Exchange Rates and Foreign Exchange Reserves in Turkey: Nonlinear and Frequency Domain Causality Approach”, *Theoretical and Applied Economics*, Vol:21:11, 27-42
- Davison, A. C., ve Hinkley, D.V. (1999) *Bootstrap Methods and Their Application*. Cambridge University Press. Cambridge, UK.
- Granger, C.W.J. (1969), “Investigating Causal Relation by Econometric and Cross-Sectional Method”, *Econometrica*, 37(3), 424-438.
- Gujarati, D, N. (1999). “Basic Econometrics” Mc Graw Hill.3rd Edition. İstanbul:Literatür Yayıncılık.
- Hacker R.S. ve Hatemi-J, A., (2005), “A Test for Multivariate ARCH Effects”, *Applied Economics Letters*, 12 (7), 411-417.
- Hacker R. S. ve Hatemi-J, A. (2006) “Tests for Causality Between Integrated Variables Based on Asymptotic and Bootstrap Distributions: Theory and Application”, *Applied Economics*, 38(13), 1489-1500.
- Hatemi-J, A., (2003), “A New Method to Choose the Optimal Lag Order in Stable and Unstable VAR Models”, *Applied Economics Letters*, 10 (3), 135-137.
- Hatemi-J, A., (2005), “Bootstrap-Corrected Tests for Causality: Theory and Applications in Finance”, Invited Key-speaker Presentation at II Simposio Nacional de Docentes en Finanzas, July 1315, Bogota.
- Hatemi-J A. ve Irandoust, M., (2006), “A Bootstrap-Corrected Causality Test: Another Look at the Money-Income Relationship”, *Empirical Economics*, 31 (1), 207-216.
- Hatemi-J A. ve Roca, E., (2007), “Equity Market Price Interdependence Based on Bootstrap Causality Tests: Evidence from Australia and Its Major Trading Partners”, *Applied Financial Economics*, 17(10), 827-835.
- Hatemi-J, A., (2008), “Forecasting Properties of a New Method to Determine Optimal Lag Order in Stable and Unstable VAR Models”, *Applied Economics Letters*, 15(4), 239-243.
- Hatemi-J A. ve Morgan, B, (2009), “An Empirical Analysis of the Informational Efficiency of Australian Equity Markets”, *Journal of Economic Studies*, 26(5), 437-445.

- Lütkepohl, H. ve Kratzig, M., (2004), *Applied Time Series Econometrics*, New York: Cambridge University Press.
- Sevüktekin, M. ve Çınar, M. (2014). *Ekonometrik Zaman Serileri Analizi*. 4. Baskı, Dora Yayıncılık, Bursa.
- Sims, C. A., Stock, J. H. ve Watson, M. W. (1990), “Inference in Linear Time Series Models with Some Unit Roots”, *Econometrica*, 58(1), 113-144.
- Taşar, İ., Aççi, Y., Bayat, T., (2016) “Assessing the Effect of Demand, Monetary Policy and Exchange Rate Shocks on Economic Growth in Turkey”, *Journal of Asian Development Studies*, 5 (2), 21-34
- Toda, H.Y. and P.C.B. Phillips (1993), “Vector Autorregressions and Causality”, *Econometrica*, 61, 1367-1393.
- Toda, H.Y. and T. Yamamoto (1995), “Statistical Inference in Vector Autoregressions with Possibly Integrated Processes”, *Journal of Econometrics*, 66, 225-250.