

Türkiye'nin Makroekonomik Zaman Serilerinin Doğrusallığının Testi

Veli YILANCI

*Sakarya Üniversitesi, Siyasal Bilgiler Fakültesi
yilanci@sakarya.edu.tr*

Muhammed TIRAŞOĞLU

*Sorumlu Yazar, İstanbul Üniversitesi, İktisat Fakültesi
muhammed.tirasoglu@istanbul.edu.tr*

Öz

İktisadi ve finansal ampirik çalışmalarda incelenen serilerin yapısal özelliklerinin belirlenmesi önemli bir konudur. Veri yaratma sürecine uygun yöntem ve modeller kullanılarak analizler yapmak elde edilen sonuçların güvenilir olmasını sağlayacaktır. Son yıllarda ekonometri literatüründe doğrusal yöntemler kadar doğrusal olmayan yöntemlerin de kullanıldığı görülmektedir. Bu nedenle bu çalışmada Türkiye'nin belli başlı makroekonomik serilerinin doğrusal olup olmadığı araştırılmıştır. Bu amaçla istihdam edilen kişi sayısı, işsizlik oranı, sanayi üretim indeksi, işsiz kişi sayısı, M3 para arzı, faiz oranı, ihracat ve ithalat hacim indeksi serileri Harvey vd. (2008) doğrusallık testi ile incelenmiştir. Analiz sonucunda, işsizlik oranları, işsiz sayısı, M3 para arzı ve ithalat serilerinin doğrusal yapıda olduğu bulgusuna ulaşılmıştır. Bununla birlikte, doğrusal olmadığı bulunan serilerde aykırı değerlerin varlığı Chen ve Liu (1993)'in önermiş olduğu yöntemle sınanmış ve endüstriyel üretim, faiz ve ihracat serilerinde aykırı değerlerin varlığı tespit edilmiş ve faiz oranlarındaki doğrusal dışılığın kaynağının aykırı değer olmadığı ortaya çıkarılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Doğrusallık, Makroekonomik veri, Harvey vd. testi, Aykırı değerler.

JEL Sınıflandırma Kodları: C22, E20

Testing the Linearity of Macroeconomic Time Series of Turkey*

Abstract

In economic and financial time series studies, determining the data generation process of the series is an important issue. Analysing by using appropriate methods and models based on the structure of the series helps to obtain reliable results. In recent years, linear methods as well as nonlinear methods are being used in the literature. Therefore, we investigate whether Turkey's major macroeconomic series are linear. For this purpose, we examined the number of employers, unemployment rate, industrial production index, number of unemployed, M3 money supply, interest rate, export and import volume index series by Harvey et al. (2008) linearity test. According to our analysis results, unemployment rate, number of unemployed, M3 money supply and import series are linear. However, the presence of outliers in the nonlinear series tested by using Chen and Liu (1993) test. We detected outliers in the industrial production, interest rate and export series, but we find out that the reason of nonlinearity in the interest rates is not the extreme values.

Keywords: Linearity, Macroeconomic data, Harvey et al. test, Outliers.

JEL Classification Codes: C22, E20

* Extended abstract is presented at the end of the article.

Atıfta bulunmak için / Cite this paper:

Yılancı, V. & Tıraşoğlu, M. (2016). Türkiye'nin Makroekonomik Zaman Serilerinin Doğrusallığının Testi. *Çankırı Karatekin Üniversitesi İİBF Dergisi*, 6(2), 1-16.

1. Giriş

İktisadi ilişkilerin tahmininde ve finansal ekonometri çalışmalarında, doğrusal olmayan modellere olan ilginin gün geçtikçe arttığı görülmektedir. Son 30 yılda doğrusal modeller kadar doğrusal olmayan modellerdeki gelişmeler ve son 10 yılda literatüre kazandırılan güçlü testler ampirik çalışmalara ayrı bir önem ve özellik katmaktadır.

Enders'e (2010) göre ekonomik teoride, birçok önemli zaman serisi değişkeni doğrusal olmayan davranışlar sergileyebilmektedir. Buna rağmen ampirik çalışmalarda, doğrusal modellerin doğrusal olmayan modellerden daha çok kullanıldığı görülmektedir. Bunun başlıca nedeni, doğrusal modellerin uygulanmasının ve sonuçların yorumlanmasının daha kolay olmasıdır.

Günümüzde ekonometri teorisi doğrusal modellerden doğrusal olmayan modellere doğru gelişim sergilerken iktisat teorisi de hızla ilerlemekte, bununla birlikte iktisat ve ekonometri teorileri birbirlerini birçok noktada etkilemektedir. Makro iktisadi gelişmeler çerçevesinde konjonktürel dalgalanmaların süre, boyut ve dönüm noktalarını ölçme çabaları, risk ölçümleri ve makro ekonomik tahminler yapılan çalışmalar için önemlidir (Bildirici vd., 2010,1). Uygulamacılar tarafından ampirik çalışmalar yapmadan önce, iktisadi zaman serisi değişkenlerinin yapılarının incelenmesi ve yapılarına uygun süreç ve testler kullanılarak analizlerin yapılması önemlidir. Bu açıdan serilerin doğrusal ya da doğrusal olmayan yapılarının analiz edilmesi analizlerin geçerliliği ve güvenilirliği adına dikkat edilmesi gereken bir konudur.

Doğrusal etki alanı ötesinde, keşfedilecek sonsuz sayıda doğrusal olmayan formlar vardır. Doğrusal olmayan zaman serisi analizindeki ilk gelişmelerde çeşitli doğrusal olmayan parametrik formlar üzerinde durulmuştur (Fan ve Yao, 2005, 15). Hızla gelişen ekonometri yazınında doğrusal olmayan modellere olan ilgi özellikle Granger ve Andersen (1978) tarafından önerilmiş olan çift doğrusal model ve Tong ve Lim (1980) ve Tong (1983) tarafından literatüre kazandırılan eşik (threshold) otoregresif (TAR) model ile artmıştır. Kendinden uyarımlı eşik değerli otoregresif (SETAR) model, yumuşak geçişli eşik değerli otoregresif model (STAR), lojistik STAR model (LSTAR) ve üstel fonksiyonlu STAR (ESTAR) modellerin geliştirilmesi ampirik çalışmalarda doğrusal olmayan yapıların kullanımında artış yaratmıştır. Bu modellere dayalı birçok doğrusal olmayan birim kök ve eşbütünleşme testi literatüre kazandırılmış olup doğrusal olmayan ilişkilerin araştırıldığı ampirik çalışmaların miktarı artmıştır.

Ekonometrik çalışmalarda, analize dahil edilen serilerin doğrusallık yapısının belirlenmesi oldukça önemlidir. Bu nedenle bu çalışmada Türkiye'de seçilmiş makroekonomik değişkenlerin doğrusal olup olmadığı araştırılmıştır. Literatüre, incelenen serinin doğrusallığını sınamak amacıyla birçok test kazandırılmıştır (Bkz. McLeod ve Li (1983), Keenan (1985), Tsay (1986) ve Lee vd. (1993)). Bu

testler serilerin doğrusallığını test ederken durağanlık durumunu dikkate almamakta, değişkenlerin durağan olmaması durumunda güçleri azalmaktadır. Fakat Harvey vd. (2008) (buradan itibaren HLX) tarafından literatüre kazandırılmış olan doğrusallık testi incelenen serinin durağanlık durumunun belirsiz olduğu durumlarda dahi kullanılabilir bir testtir.

Yoon (2009) yapmış olduğu çalışmada HLX doğrusallık testinin, serideki aykırı deđerlerin¹ varlığından etkilendiğini ifade etmiştir. Fakat bu çalışmada aykırı değerleri önsel olarak belirlemiştir ki yapısal değişimler gibi aykırı değerlerinde önsel olarak belirlenmesi elde edilen sonuçların hatalı olmasına neden olabilir. Bu çalışmada, Yoon (2009)'un çalışmasındaki bu eksiklik dikkate alınarak öncelikle Chen ve Liu (1993)'nin literatüre kazandırmış olduğu yöntemle Türkiye'nin seçilmiş makroekonomik göstergelerindeki aykırı değerlerin varlığı test edilecek ve bulunan olası aykırı değerlerin de dikkate alınmasıyla bir sonraki aşamada bu serilerin doğrusallığı HLX doğrusallık testiyle sınanacaktır.

İzleyen bölümde makroekonomik değişkenlerin doğrusal olup olmadığını araştıran çalışmalarla ilgili literatüre yer verilmiştir. Üçüncü bölümde ampirik çalışmada kullanılan ekonometrik yöntem tanıtılmıştır. Dördüncü bölümde uygulama sonuçlarına yer verilmiş olup çalışma sonuç bölümüyle nihayetlenmiştir.

2. Literatür Çalışması

İktisadi ve finansal ampirik çalışmaların güvenilir olabilmesi için araştırmaya konu olan serilerin yapısal özelliklerinin incelenmesi önem arz etmektedir. Serilerin bu özelliklerine göre uygun ekonometrik yöntemlerin seçilmesi çalışmanın geçerliliği için önemli bir aşamadır. Bu özelliklerden birisi de serilerin doğrusal olup olmadığıdır. Literatürde, makroekonomik serilerin doğrusal olup olmadığını araştıran çalışmalar mevcuttur.

Teräsvirta, Van Dijk ve Medeiros (2005) yaptıkları çalışmada G7 ülke ekonomilerine ait sanayi üretimi, tüketici fiyat indeksi, M1 para arzı, kısa dönem faiz oranı, ihracat, ithalat ve işsizlik oranı serilerinin doğrusal olup olmadığını analiz etmişlerdir. Çalışmada STAR doğrusallık testi ve AR-NN doğrusallık testi kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar analiz edilen serilerin bir kısmının doğrusal olmadığını göstermektedir.

Baillie ve Kapetanios (2007) yaptığı çalışmada 17 ülke için reel döviz kuru verisinin ve 9 ülke için enflasyon verisinin doğrusal olup olmadığını incelemişlerdir. ANN ve TLG testleri ile yapılan analiz sonucunda, doğrusallığı reddeden sonuçlara ulaşılmıştır.

Yoon (2009) yapmış olduğu çalışma ile Amerika'nın işsizlik oranı serilerinin doğrusal olup olmadığını araştırmıştır. Bu çalışmada işsizlik oranı serileri 13

başlık altında 1948-2002 yılları için analiz edilmiştir. Çalışmada Harvey ve Leybourne (2007) doğrusallık testi ile HLX doğrusallık testi kullanılmıştır. Yoon (2009) 'un işsizlik serilerinin düzey ve birinci farklarına yaptığı doğrusallık testi sonucunda, düzey değerleri için 7 serinin, birinci farklar için ise 8 serinin doğrusal olmayan yapı sergilediğini belirlemiştir.

Yoon (2010a) yapmış olduğu çalışmada, 5 kategori altında Amerika'nın makroekonomik zaman serilerinin doğrusal-doğrusal olmayan yapısı araştırılmıştır. Çalışmada 1959-2002 dönemi aylık verileri kullanılarak 5 kategori altında 170 başlıca makroekonomik seri, HLX ve Harvey ve Leybourne (2007) doğrusallık testi kullanılarak analiz edilmiştir. Sonuç olarak tüm kategorilerde birçok makroekonomik serinin doğrusal olmayan bir yapı sergilediği sonucuna ulaşılmıştır.

Yoon (2010b) ise 9 Avrupa ülkesinin reel döviz kuru serilerinin doğrusallığını incelemiştir. Çalışmada 1981-1998 yılları arası aylık veriler kullanılarak 9 Avrupa ülkesinde (Belçika, Almanya, Danimarka, İspanya, İtalya, Fransa, Hollanda, Portekiz, İngiltere) 16 döviz kuru serisinin doğrusal-doğrusal olmayan yapı sergilediği araştırılmıştır. HLX testine göre incelenen serilerin çok az kısmının doğrusal olmayan yapıda olduğu bulunmuştur. Harvey ve Leybourne (2007) testinin sonuçları ise daha fazla serinin doğrusal olmayan sürece uyum gösterdiğine kanıttır.

Chen (2011) sekiz OECD ülkesi (Avusturalya, Belçika, Çek Cumhuriyeti, Finlandiya, Macaristan, Yeni Zelanda, Portekiz ve İspanya) için cari işlemler dengesinin GSYİH'ya oranının doğrusal olup olmadığını araştırmıştır. Çalışmada Keenan (1985), McLeod ve Li (1983), BDS (1996), Tsay (1986) gibi doğrusallık testleri kullanılmış ve Çek Cumhuriyeti ve Finlandiya haricindeki diğer ülkeler için doğrusal olmayan sonuçlar elde edilmiştir.

Yavuz ve Yılcı (2012) yapmış oldukları çalışmada G7 ülkelerinin makroekonomik zaman serisi verilerinin doğrusal olup olmadığını araştırmışlardır. Kanada, Fransa, Almanya, İtalya, Japonya, İngiltere ve Amerika'nın 4 başlık altında toplam 43 makroekonomik zaman serisi HLX doğrusallık testi yardımıyla incelenmiştir. Elde edilen bulgular, birçok serinin doğrusal olmayan bir yapı sergilediğini göstermektedir. Özellikle Amerika'nın makroekonomik zaman serilerinin büyük çoğunluğunun doğrusal olmayan bir yapıda olduğu sonucuna da ulaşılmıştır.

Chen ve Lin (2014) Amerika West Texas Intermediate ham petrolü, İngiltere Brent ham petrolü, kömür ve doğalgaz verilerinin doğrusal olup olmadığını araştırmışlardır. Yapılan çalışmada Keenan (1985), McLeod ve Li (1983), BDS (1996), Tsay (1986) gibi doğrusallık testleri kullanılmış ve bir çok test için ele alınan serilerin doğrusal olmayan özellik sergilediği ve doğrusal olmayan modeller ile analiz edilmesi gerektiği sonucuna ulaşılmıştır.

3. Ekonometrik Metodoloji

Literatürde incelenen serilerin doğrusallığını sınyan Keenan (1985), Luukkonen vd. (1985), Tsay (1986) gibi çok sayıda test bulunsa da, bu testler genellikle doğrusallığı incelenen serinin durağan olduğu varsayımından hareket ederler. Dolayısıyla düzey değerinde durağan olmayan serilere bu testleri uygulamak elde edilen sonuçların hatalı olmasına neden olabilir. Bu durumu göz önüne alan Harvey ve Leybourne'nun (2007) literatüre kazandırdığı test, serilerin durağanlık durumları hakkında bir varsayım yapmadan incelenen serinin doğrusallığını test edilebilmektedir. Harvey vd. (2008) tarafından literatüre kazandırılmış test ise benzer özelliğe sahip olmakla birlikte, bahsi geçen bu teste göre daha iyi sonlu örneklem boyut ve güç özelliklerine sahiptir.

HLX testi basitçe iki farklı doğrusallık testinin ağırlıklı ortalamasını hesaplamak suretiyle uygulanmaktadır:

$$W_{\lambda} = \{1 - \lambda\} W_S + \lambda W_U \quad (1)$$

Bu testlerden ilki (W_S), incelenen serinin durağan olduğu varsayımıyla serinin doğrusallığını incelerken ikincisi (W_U) incelenen serinin durağan olmadığı varsayımıyla bu incelemeyi yapmaktadır. Bu formülde yer alan λ ise aşağıdaki formülle hesaplanan ağırlığı göstermektedir:

$$\lambda(U, S) = \exp\left(-g\left(\frac{U}{S}\right)^2\right) \quad (2)$$

Burada g pozitif sabiti göstermektedir ki Harvey vd. (2008) çalışmalarında bu değerin 0.1 olarak alınması gerektiğini ifade etmiştir. U , incelenen seriye uygulanan birim kök test istatistiğini, S ise durağanlık test istatistiğini göstermektedir. Burada herhangi bir durağanlık ve birim kök testi kullanılabilir. Seri durağan ise $(U/S)^2$ ıraksayarak, λ 'nın sıfıra doğru yaklaşmasına, birim köklü olması halindeyse $(U/S)^2$ sıfıra yakınsayarak, λ 'nın bire yakınlaşmasını sağlayacaktır.

Denklem 1'de yer alan W_S test istatistiğini elde etmek için, durağan bir zaman serisi için doğrusal olmayan birinci dereceden otoregresif bir modelin Taylor açılımıyla şu şekilde düzenlenmiş hali ele alınır:

$$y_t = \mu + v_t$$
$$v_t = \delta_1 v_{t-1} + \delta_2 v_{t-1}^2 + \delta_3 v_{t-1}^3 + \varepsilon_t \quad (3)$$

Burada doğrusallık temel hipotezini ($H_{0,S} : \delta_2 = \delta_3 = 0$), doğrusal olmama alternatif hipotezine ($H_{1,S} : \delta_2 \neq 0$ ve/veya $\delta_3 \neq 0$) karşın test edebilmek için 3 numaralı veri yaratma sürecini gözlenen y_t cinsinden şu şekilde yazmak mümkündür:

$$y_t = \beta_0 + \beta_1 y_{t-1} + \beta_2 y_{t-1}^2 + \beta_3 y_{t-1}^3 + \varepsilon_t \quad (4)$$

Bu model üzerinden doğrusallık temel hipotezi ($H_{0,S} : \beta_2 = \beta_3 = 0$) doğrusal olmama alternatifine karşın ($H_{1,S} : \beta_2 \neq 0$ ve/veya $\beta_3 \neq 0$) Wald istatistiği kullanılarak test edilebilir:

$$W_S = T \left(\frac{KKT_S^r}{KKT_S^u} - 1 \right)$$

Bu formülde yer alan KKT_S^r temel hipotez altındaki kısıdın uygulanmasıyla elde edilen regresyon modelinin kalıntı kareler toplamını (KKT), KKT_S^u ise kısıtsız modelin yani 4 numaralı modelden elde edilen KKT'yi göstermektedir. T gözlem sayısıdır. W_S istatistiği 2 serbestlik dereceli Ki-kare dağılıma uygunluk göstermektedir.

(1) numaralı denklemde yer alan w_U test istatistiğini hesaplamak için, birinci farkları durağan olan (I(1)) bir zaman serisi için, doğrusal olmayan AR(1) modelin ikinci dereceden Taylor açılımıyla düzenlemiş şu hali ele alınır:

$$y_t = \mu + v_t$$
$$\Delta v_t = \varsigma_1 \Delta v_{t-1} + \varsigma_2 (\Delta v_{t-1})^2 + \varsigma_3 (\Delta v_{t-1})^3 + \varepsilon_t \quad (5)$$

Δ , birinci dereceden farkları göstermektedir. Doğrusallık ($\varsigma_2 = \varsigma_3 = 0$) temel hipotezini sınavabilmek için bu veri yaratma sürecini şu regresyonla yeniden yazmak gerekmektedir:

$$\Delta y_t = \varsigma_1 \Delta y_{t-1} + \varsigma_2 (\Delta y_{t-1})^2 + \varsigma_3 (\Delta y_{t-1})^3 + \varepsilon_t \quad (6)$$

Bu modeli kullanarak $H_{0,U} : \varsigma_2 = \varsigma_3 = 0$ temel hipotezi, $H_{1,U} : \varsigma_2 \neq 0$ ve/veya $\varsigma_3 \neq 0$ alternatif hipotezine karşın Wald test istatistiği kullanılarak sınavabilir:

$$W_U = T \left(\frac{KKT_U^r}{KKT_U^u} - 1 \right)$$

Bu formülde yer alan KKT_U^r temel hipotez altındaki kısıt modelinden elde edilen KKT^r 'yi, KKT_U^u ise 6 numaralı modelden elde edilen KKT^r 'yi göstermektedir. W_U istatistiği 2 serbestlik dereceli Ki-kare dağılıma uygunluk göstermektedir.

Bahsi geçen bu iki test istatistiğinin ağırlıklı ortalamasıyla elde edilen W_λ test istatistiği de iki serbestlik dereceli ki-kare dağılımına uymaktadır.

4. Veri ve Ampirik Bulgular

Türkiye'nin makroekonomik verilerinin doğrusallığını sınamayı amaçlayan bu çalışmada ele alınan değişkenler aylık frekansa olup, veri eksikliği nedeniyle başlangıç ve bitiş tarihleri birbirinden farklıdır. IMF'nin veri bankasından indirilmiş olan işsizlik oranı (İÖ), işsiz kişi sayısı (İŞ) ve istihdam edilen kişi (İS) sayısı verisi aylık olup Ocak 2005- Mayıs 2015 için elde edilmiştir. Yine aynı kaynaktan elde edilmiş olan sanayi üretim indeksi (SÜİ) Ocak 1985-Haziran 2015 dönemi için, Merkez bankası politika faiz oranı (FAİZ) Ekim 1999 – Temmuz 2015 dönemi için, ithalat ve ihracat hacim indeksleri (İTHİ ve İHHİ) ise Ocak 1982-Haziran 2015 dönemi için elde edilmiştir. OECD veri bankasından elde edilen M3 para arzı (M3) ise Ocak 2005 – Temmuz 2015 dönem için gözlenmiştir. Bu değişkenlere uygulanan HLX doğrusallık testinin sonuçları Tablo 1'de görüldüğü gibidir.

Tablo 1: Serilere Ait Doğrusallık Testi Sonuçları

	ADF	HML	W_s	W_U	λ	W_λ	p-değeri
İS	0.73	2.29	8.03	33.41	0.99	33.16	0.00
İÖ	-1.51	-0.01	1.35	4.39	0.00	1.35	0.51
SÜİ	1.25	3.2	8.71	10.21	0.98	10.19	0.01
İŞ	-1.71	0.19	1.01	4.64	0.00	1.01	0.60
M3	3.44	2.23	3.1	3.55	0.79	3.46	0.18
FAİZ	-2.73	2.19	10.19	211.82	0.86	184.41	0.00
İHHİ	3.19	3.36	10.24	22.74	0.91	21.66	0.00
İTHİ	1.06	3.43	13.18	1.37	0.99	1.48	0.48

Not: p değeri 2 serbestlik dereceli χ^2 dağılım dikkate alınarak hesaplanmıştır.

Tablo 1'de sadece W test istatistiğine değil, bu değeri elde etmek için hesaplanan diğer test istatistiklerine de yer verilmiştir. Harvey vd. (2008) çalışmalarında birim kök testi olarak ADF birim kök testini, durağanlık testi olarak ise Harris vd. (2003) (HML) testini kullanmayı önermişlerdir. Bu çalışmada Harvey'in önerisi izlenerek ADF ve HML testleri kullanılmıştır. W_λ test istatistikleri incelendiğinde İÖ, İŞ, M3 ile İTHİ değişkenlerinin doğrusal olduğu, analize dahil edilen diğer değişkenlerin ise doğrusal olmadığı sonucuna varılmıştır.

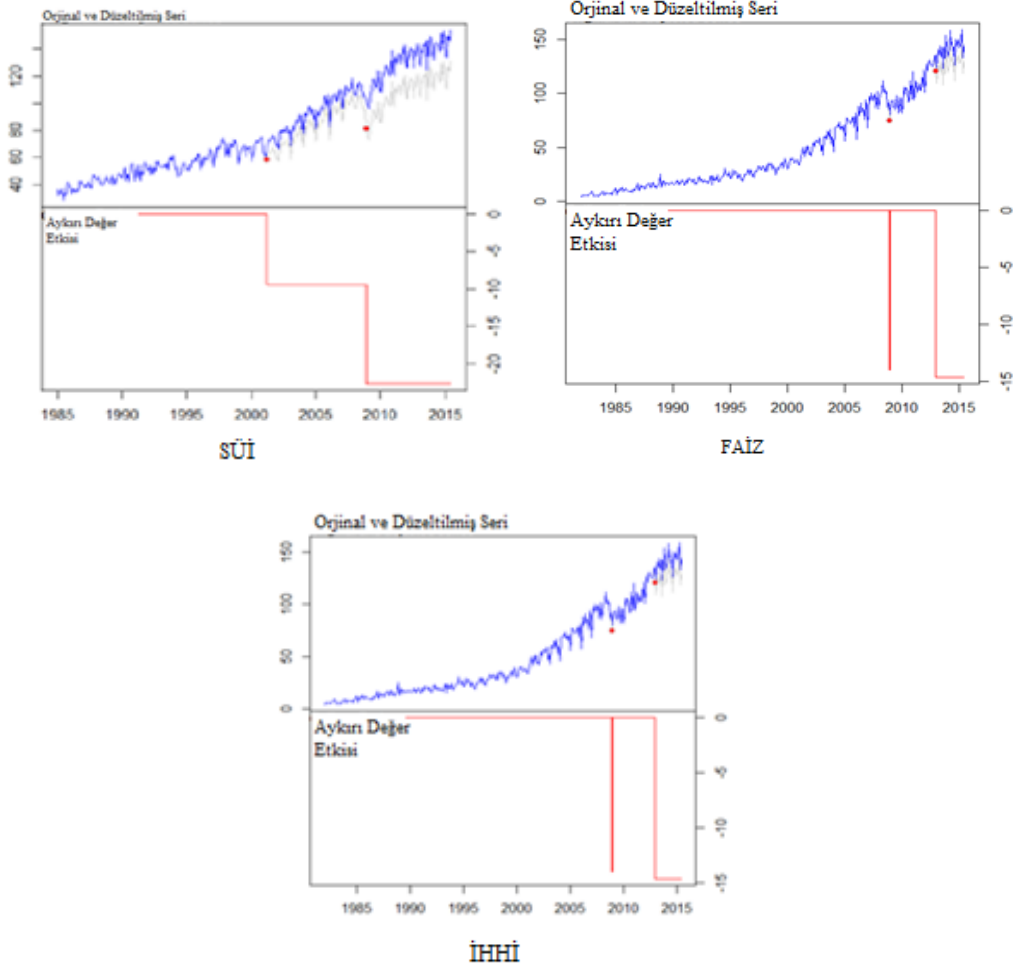
Yoon (2009) çalışmasında aykırı değerlerin HLX doğrusallık testi üzerinde etkili olduğunu göstermiştir. Bu çalışmada da incelenen değişkenlerin doğrusal olmamasının altında yatan sebebin aykırı değerler olup olmadığını test etmek için öncelikle doğrusal olmadığı bulunan değişkenlerde aykırı değerlerin varlığı, Yoon'un çalışmasında olduğu gibi önsel olarak belirlenmemiş, Chen ve Liu (1993)'in önermiş olduğu yöntemle sınanmıştır. Yapılan analiz sonrasında, doğrusal olmadığı bulunan İS serisinde aykırı değer yer almazken, SÜİ, FAİZ ve İHHİ değişkenlerinde aykırı değerler tespit edilmiştir. Aykırı değerlerin gerçekleşme tarihleri, aykırı değişken katsayı ve t-istatistikleri aşağıdaki tabloda verildiği gibidir:

Tablo 2: Seriler İçin Aykırı Değerlerin Tespiti

Değişken		1. Aykırı Değer	2. Aykırı Değer
SÜİ	Aykırı değer	2001-3	2008-12
	Katsayı	-9.459	-13.242
	t-istatistiği	-3.916	-5.172
FAİZ	Aykırı değer	2001-02	
	Katsayı	387.1	
	t-istatistiği	35.26	
İHHİ	Aykırı değer	2008-12	2012-12
	Katsayı	-13.99	-14.6
	t-istatistiği	-3.899	-5.197

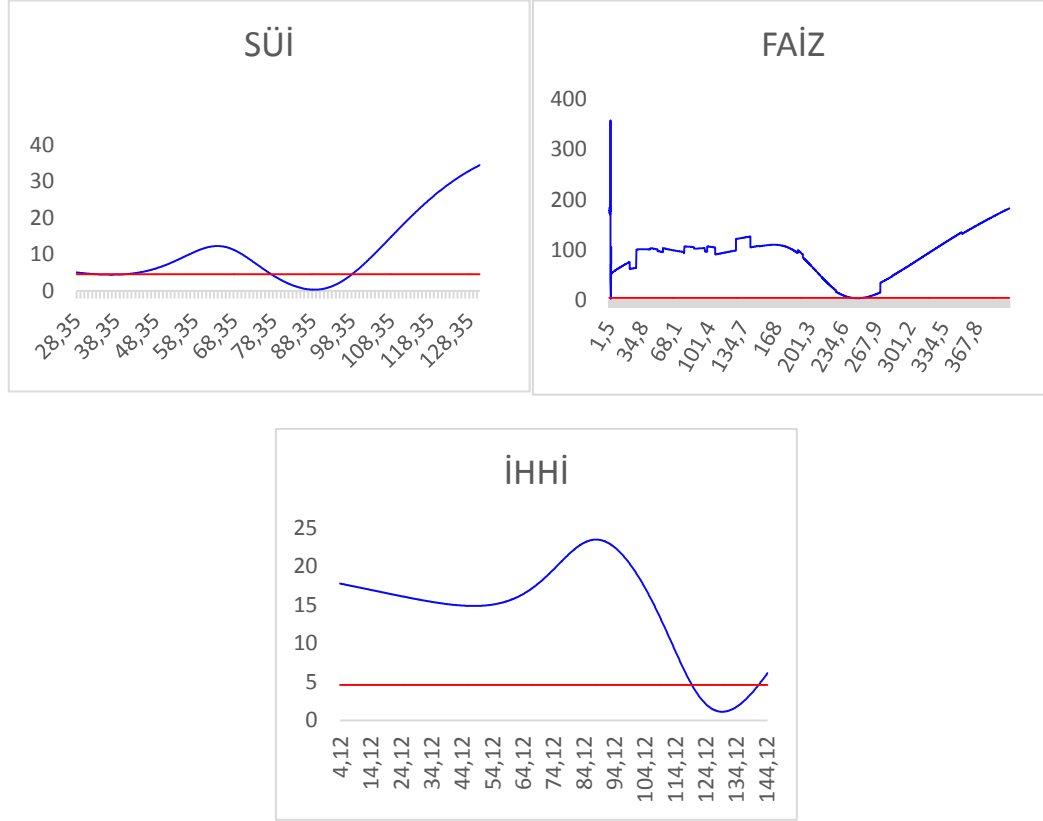
SÜİ serisinde tespit edilen aykırı değerler, 2001 Şubat krizi ile 2008 -2012 küresel finans krizinden kaynaklanırken, FAİZ serisindeki aykırı değer yine 2001 Şubat krizinin etkisiyle meydana gelmiştir. Öte yandan İHHİ'de tespit edilen aykırı değerler ise 2008-2012 küresel finans krizinden kaynaklanmaktadır.

Söz konusu seriler ve bu serilerde tespit edilen aykırı değerler aşağıda grafikte verilmiştir:



Şekil 1: Doğrusal Olmayan Seriler ve Aykırı Değerler

Yoon (2009)'un çalışmasında olduğu gibi bu çalışmada da aykırı değerin yer aldığı seride, aykırı değer yerine sırasıyla serinin en küçük değerine ile en büyük değerine aralığında yer alan tüm değerler 0.1 artırılarak konulmuş ve elde edilen her yeni seri için Harvey vd. (2008) testi uygulanmıştır. Bu yöntem ile FAİZ serisi için 3988 test istatistiği, SÜİ serisi için 1027, İHHİ serisi için ise 1405 test istatistiği elde edilmiştir. Elde edilen test istatistikleri %10 seviyesindeki 2 serbestlik dereceli ki-kare kritik değerine ile grafiğe dökülmüştür:



Şekil 2: Aykırı Değerlerin Değiştirilmesi ile Elde Edilen Test İstatistikleri

Grafiklerden HLX testinin değişkenlerdeki aykırı değerlere karşı duyarlı olduğu görülmektedir. Öte yandan FAİZ'deki doğrusal olmamanın altında yatan sebebin aykırı değerler olmadığı da grafiklerden anlaşılmaktadır. Faiz oranlarında tespit edilmiş olan aykırı değer yerine ardışık olarak konulan değerlerle yapılan testlerin büyük çoğunluğunun anlamlı olduğu, yani FAİZ serisindeki tek bir gözlemin değişmesinin serinin doğrusallığı üzerinde etkisi olmadığı görülmektedir.

Literatürde yapılan çalışmalar incelendiğinde, Hamilton (1988) yapmış olduğu çalışmada ABD kısa dönemli faiz oranlarının doğrusal otoregresif model yerine markov rejim değişim modeliyle daha iyi açıklanabildiğini tespit etmiş, benzer olarak Anderson (1994), Bandi (2002), Gospodinov (2005) de faiz oranlarında doğrusal olmamaya dair kanıt bulmuşlardır. Faiz oranlarında var olan ve kaynağı serideki aykırı değerler olmayan bu doğrusal olmama durumunun nedeni olarak, hedef enflasyondan sapma ve çıktı açığı gösterilebilir. İşsizlik oranı doğrusal bulunmuş iken, istihdam edilen kişi sayısının doğrusal olmayan bir yapıda bulunması dikkati çeken diğer bir unsurdur. Bu serinin doğrusal olmamasının nedenleri arasında asimetrik uyum maliyeti ve içeridekiler- dışarıdakiler teorisini (Lindbeck ve Snower (1988) göstermek mümkündür. İçerdekiler- dışarıdakiler teorisine göre firma açısından çalışan işçiyi çıkartıp, dışarıda iş arayan bir işçiyi

iş almak firma açısından son derece maliyetli bir durumdur. Çünkü bir yandan işten çıkarmanın bir maliyeti diğer taraftan çalışmakta olan işçilerin iş tecrübeleri vardır, bu durum verimliliği ve dolayısıyla üretimi artıran bir etkidir. Firmalar çalışmakta olanlarla tekrar bir pazarlığa girmeyi tercih ettiklerinden ücretler daha da yükselmektedir. Bu yaklaşım çerçevesinde süregelmekte olan yüksek ücret ve gönülsüz işsizlerin bir arada olması içerdekilerden kaynaklanmaktadır (Ataman, 1998,69). Böyle bir ücret ortamında içerdekiler-dışardakiler mekanizması tarafından asimetriler oluşturulmakta (Escribano ve Jordá, 1999, 308), istihdam edilen kişi sayısı doğrusal olamayabilmektedir.

5. Sonuç

İktisadi ve finansal ampirik çalışmalarda serilerin yapısal özelliklerinin incelenmesi çalışmanın güvenilirliği açısından önemlidir. Yapılan birçok çalışma, ekonomi teorisinde birçok zaman serisi değişkeninin doğrusal olmayan davranışlar sergileyebileceğini ileri sürmektedir. Fakat ampirik çalışmalarda doğrusal testlerin ve doğrusal modellerin doğrusal olmayan yöntemlere göre daha sık kullanıldığı aşıkardır. Aslında doğrusal olmayan bir yapı için doğrusal yöntemlerin kullanılması ya da bunu tam tersi, elde edilen sonuçların geçerliliği açısından sorun teşkil edecektir.

İktisadi ve finansal serilerin doğrusal olup olmadığını araştıran literatürde birçok test geliştirilmiştir. Harvey vd. (2008) doğrusallık testi bu testler arasında belirli avantajlara sahiptir. Çalışmada Türkiye için istihdam edilen kişi sayısı, işsizlik oranı, endüstriyel üretim indeksi, işsiz kişi sayısı, M3 para arzı, faiz oranı, ihracat ve ithalat hacim indeksleri serilerinin doğrusal olup olmadığı Harvey vd. (2008) doğrusallık testi kullanılarak incelenmiştir. Analiz sonucunda istihdam, endüstriyel üretim, faiz ve ihracat serilerinin doğrusal olmayan yapıda oldukları sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca çalışmada doğrusal olmayan serilerde aykırı değerlerin varlığı Chen ve Liu (1993)'nın önermiş olduğu yöntemle sınanarak, doğrusal olmamanın kaynağının aykırı değer olup olmadığı incelenmiştir. Doğrusal olmadığı bulunan endüstriyel üretim indeksi, faiz oranı ve ihracat hacim indeksi serilerinde aykırı değerlerin varlığı tespit edilmiştir. Yapılan deney sonrasında herhangi bir aykırı değer tespit edilemeyen istihdam edilen kişi sayısının yanı sıra faiz oranlarındaki doğrusal olmamanın kaynağının da aykırı değer olmadığı, faiz oranlarındaki tek bir gözlem değerinin değiştirilmesinin serinin doğrusal olmama durumu üzerinde etkisi olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Türkiye için elde edilen bu sonuçlara göre istihdam edilen kişi sayısı, endüstriyel üretim indeksi, faiz oranı ve ihracat hacim indeksi serilerinin incelenen dönem aralığında doğrusal olmayan özellik sergilediği görülmektedir. Bu seriler ile yapılacak ampirik çalışmalarda doğrusal olmayan yöntemlerle kullanılması analizin güvenilirliği adına önem arz etmektedir.

Kaynakça

- Anderson, H.M. (1994). *Transaction Costs and Nonlinear Adjustment towards Equilibrium in the US Treasury Bill Market*, Working Paper, University of Texas, Austin.
- Ataman, B. C. (1998). İşsizlik Sorununa Yeni Yaklaşımlar. *Ankara Üniversitesi Siyasal Bilgiler Fakültesi Dergisi*. 53(1), 59-72.
- Baillie, R. T. ve Kapetanios, G. (2007). Testing for Neglected Nonlinearity in Long-Memory Models. *Journal of Business & Economic Statistics*, 25(4), 447-461.
- Bandi, F.M. (2002). Short –Term Interest Rate Dynamics: A Spatial Approach. *Journal of Financial Economics*. 65, 73-110.
- Bec, F., Salem M. B. ve Collard, F. (2002). Asymmetries in Monetary Policy Reaction Function: Evidence for the US, French and German Central Banks. *Studies in Nonlinear Dynamics and Econometrics*, 6, (2), 1-22.
- Bildirici, M. E., Aykaç Alp, E., Ersin, Ö. Ö. ve Bozoklu, Ü. (2010). *İktisatta Kullanılan Doğrusal Olmayan Zaman Serisi Yöntemleri*. İstanbul: Türkmen Kitabevi.
- Chen, C. ve Liu, L. (1993) Forecasting Time Series with Outliers. *Journal of Forecasting*. 12(1), 13-35.
- Chen, S-W. (2011). Current Account Deficits and Sustainability: Evidence from the OECD Countries. *Economic Modelling*, 28, 1455-1464.
- Chen, S-W. ve Lin, S-M. (2014). Non-linear Dynamics in International Resource Markets: Evidence from Regime Switching Approach. *Research International Business and Finance*, 30, 233-247.
- Enders, W. (2010). *Applied Econometric Time Series*. 3. Edition, USA: John Wiley & Sons.
- Escribano, A. ve Jordá, O. (1999). Improved Testing and Specification of Smooth Transition Regression Models. P. Rothman. *Nonlinear Time Series Analysis of Economic and Financial Data*. New York, Springer Science+Business Media.
- Fan, J. ve Yao, Q. (2005). *Nonlinear Time Series: Nonparametric and Parametric Methods*. USA, Spinger.

- Gilli, M ve Kellezi, V. (2006), An Application of Extreme Value Theory for Measuring Financial Risk, *Computational Economics*,27(2), 207-228.
- Gospodinov, N. (2005). Testing for Threshold Nonlinearity in Short-Term Interest Rates, *Journal of Financial Econometrics*. 3(3), 344-371.
- Granger, C.W.J. ve Andersen, A.P. (1978). *An Introduction to Bilinear Time Series Models*. Gottingen: Vandenhoeck and Ruprecht.
- Gujarati, D.N. ve Porter, D.C. (2012). *Temel Ekonometri*. 1. Baskı. (Şenesen, Ü. ve Şenesen, G.G.), İstanbul: Literatür Yayıncılık. (Orjinal Çalışma Basım Tarihi 2009).
- Hamilton, J. D. (1988), Rational Expectations Econometric Analysis of Changes in Regime: An Investigation of the Term Structure of Interest Rates. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 12, 385-423.
- Harris, D., McCabe, B. P. ve Leybourne, S. J. (2003) Some limit theory for autocovariances whose order depends on sample size, *Econometric Theory*, 10, 829–864.
- Harvey, D.I. ve Leybourne, S.J. (2008). Testing for Time Series Linearity. *Econometrics Journal*, 10, 149-165.
- Harvey, D.I., Leybourne, S.J. ve Xiao, B. (2008). A Powerful Test for Linearity When the Order of Integration is Unknown. *Studies Nonlinear Dynamics and Econometrics*, 12(3) (article 2).
- Keenan, D.M. (1985). A Tukey Nonadditivity-Type Test for Time Series Nonlinearity, *Biometrika*, 72, 39-44.
- Lee, T. H., White, H. ve Granger, C. W. J. (1993). Testing for neglected nonlinearity in time series models, *Journal of Econometrics*, 56, 269-290.
- Lindbeck, A. ve Snower, D. J. (1984). *Involuntary Unemployment as an Insider-Outsider Dilemma*, Seminar Paper No. 309, Institute for International Economic Studies, University of Stockholm, Sweden.
- Luukkonen, R., Saikkonen, P. ve Teräsvirta, T. (1988) Testing Linearity Against Smooth Transition Autoregressive Models. *Biometrika*, 75(3), 491-499.
- McLeod, A. I. ve Li W. K. (1983) Diagnostic Checking ARMA Time Series Models Using Squared-Residual Autocorrelations. *Journal of Time Series Analysis*, 4(4), 269-273.

- Tong, H. ve Lim, K.S. (1980). Threshold Autoregression, Limit Cycles and Cyclical Data. *Journal of the Royal Statistical Society. Series B (Methodological)*, 42(3), 245-292.
- Tong, H. (1983). *Threshold Models in Non-linear Time Series Analysis*, New York: Springer-Verlag.
- Tsay, R.S. (1986). Nonlinearity Tests for Time Series. *Biometrika*, 73(2), 461-466.
- Yavuz, N.Ç. ve Yılandı, V. (2012). Testing for Nonlinearity in G7 Macroeconomic Time Series. *Romanian Journal of Economic Forecasting*, 3, 69-79.
- Yoon, G. (2009). It's All the Miners' Fault: On the Nonlinearity in U.S. Unemployment Rates. *Economic Modelling*. 26, 1449-1454.
- Yoon, G. (2010a). Nonlinearity in US Macroeconomic Time Series. *Applied Economics Letters*. 17, 1601-1609.
- Yoon, G. (2010b). Nonlinearity in Real Exchange Rates: An Approach with Disaggregated Data and A New Linearity Test. *Applied Economics Letters*. 17, 1125-1132.

Notlar

1. Aykırı değer, örneklemden gelen gözlemlerin türetildiği anakütleden değil farklı bir anakütleden gelen gözlemlerdir (Gujarati ve Porter, 2012, 367). İlgilenilen serinin diğer gözlemlerinden oldukça büyük veya oldukça küçük olan gözlemlerdir. Aykırı değerler özellikle finansal serilerde döviz ve borsa krizleri nedeniyle gözlenmektedir (Gilli ve Kellezi, 2006).

Testing the Linearity of Macroeconomic Time Series of Turkey

Extended Abstract

1. Introduction

There is a growing interest in nonlinear models for projections on economic relations and financial econometrics. Developments of the last thirty years in both linear and nonlinear models, as well as robust tests developed and introduced into literature in the last ten years, have made empirical studies more important.

According to Enders (2010), a significant number of economic theory's time series variables can display nonlinear behaviors. However, linear models are used more than nonlinear models in empirical studies. The major reason for this is that it is easier both to implement linear models and to interpret their results.

Beyond linear impact area, there is an infinite number of nonlinear forms yet to be discovered. The first efforts in the analysis of nonlinear time series are concentrated on various nonlinear parametric forms (Fan and Yao, 15). In econometrics literature, the interest shown in nonlinear models has steadily increased for decades, especially with the bilinear model proposed by Granger and Andersen (1978) and the Threshold Autoregressive (TAR) model introduced by Tong and Lim (1980) and Tong alone (1983). The development of the Self-Exciting Threshold Autoregressive (SETAR) model, the Logistic STAR (LSTAR) model and the Exponential STAR (ESTAR) model have led to an increase in the use of nonlinear structures in empirical studies. Various nonlinear unit root and cointegration tests based on these models have been introduced into literature, and the execution of empirical studies that focus on nonlinear relations has increased.

The major studies in literature that examine the linearity and nonlinearity of macroeconomic series in literature can be summarized as follows: Teräsvirta, Van Dijk ve Medeiros (2005), Baillie ve Kapetanios (2007), Yoon (2009), Yoon (2010a), Yoon (2010b), Chen (2011), and Yavuz and Yılcı (2012).

2. Methodology

Various tests have been introduced into literature to test the linearity of the series. The major tests are as follows: McLeod and Li (1983), Keenan (1985), Tsay (1986), and Lee vd. (1993). Although these tests examine the linearity of series, they do not take into consideration their stationarity, and in the case of nonstationarity, they lose power. However, the linearity test introduced into literature by Harvey vd. (2008), hereafter referred to as HLX, is a test that can be used even at times when the stationarity of the series is uncertain.

The linearity test introduced by Harvey and Leybourne (2007) into literature can test the linearity of a series examined without making an assumption about the stationarity status of a series. Although the test introduced by HLX into literature displays similar characteristics, it has better finite sample size and power in comparison to the test in question.

The HLX test is applied simply by calculating the weighted mean of two different linearity tests. The first of these tests, W_s , examines the linearity of the series based on the assumption that the series examined is stationary, whereas the second test, W_u , examines linearity based on the assumption that the series has a unit root. The HLX test statistics obtained by the weighted mean of these two statistics in question is distributed as chi-square with two degrees of freedom.

3. Results and Discussion

The variables of this study, which aims to test the linearity of macroeconomic data of Turkey, are based on monthly frequency, and the beginning and ending dates are different due to insufficient data. The unemployment rates downloaded from the IMF databank are the monthly unemployment rate (UR), number of unemployed people (UP), and number of people employed (EP) for the period of January 2005–May 2015. The industrial production index (IPI) obtained from the same source is for the period of January 1985–June 2015, the Central Bank policy interest rate (INTEREST RATE) is for the period of October 1999–July 2015, and the import and export volume indexes (IVI and EVI) are for the period of January 1982–June 2015. The M3 money supply obtained from the OECD databank is for the period of January 2005–July 2015.

The HLX proposed using the ADF test as the unit root test and the Harris vd. (2003) (HML) test as the stationarity test. The ADF and HML tests were used for this study following Harvey's proposal. When the W_λ test statistics are examined, the UR, UP, EP, M3, and IVI variables are linear, whereas the other variables included in the analysis are nonlinear.

The study by Yoon (2009) showed that the outliers are influential on the HLX linearity tests. The outliers were no longer present in the nonlinear UR series, whereas outliers were found to be present in the IPI, INTEREST RATE, and EVI variables. The analyses showed that the underlying reason for nonlinearity in INTEREST RATE is not outliers. Deviation from targeted inflation and output deficit could be the reasons for the nonlinearity found in interest rates whose source is not the outliers in the series. It is also worth mentioning that although the unemployment rate is linear, the number of people employed is nonlinear. The asymmetrical harmony cost and the insider-outsider theory (Lindbeck and Snower 1988) deserve mention as possible reasons for the nonlinearity of this series.

4. Conclusion

The linearity of the macroeconomic time series of Turkey was examined using the HLX linearity test. The analysis showed that the employment, industrial production, interest rate, and exports series were nonlinear. The existence of outliers in nonlinear series was tested using the methodology proposed by Chen and Liu (1993) to find out whether the source of nonlinearity was an outlier or not. The outliers were found in the nonlinear industrial production index, interest rate, and exports volume index series. The source of nonlinearity in the number of people employed and interest rates is not an outlier, and changing one observation value in interest rates does not have an impact on the nonlinearity of a series.

According to the results obtained for Turkey, the number of people employed, industrial production index, interest rate, and exports volume index series display nonlinearity characteristics for the period examined. It is important to use nonlinear methods in empirical studies to be carried out with these series to ensure reliability of the analysis.