

T.C.

MUĞLA SITKI KOÇMAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İSTATİSTİK ANABİLİM DALI

EKONOMİK DEĞİŞKENLER ARASINDAKİ
NEDENSELLİK ARAŞTIRMASI VE DÖVİZ KURU İLE
TÜKETİCİ ENFLASYONU DEĞİŞİM ORANI
ARASINDAKİ NEDENSELLİK İLİŞKİSİ ÜZERİNE
UYGULAMA

YÜKSEK LİSANS TEZİ

UĞUR UYSAL

HAZİRAN 2019

MUĞLA

T.C.

MUĞLA SITKI KOÇMAN ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İSTATİSTİK ANABİLİM DALI

**EKONOMİK DEĞİŞKENLER ARASINDAKİ
NEDENSELLİK ARAŞTIRMASI VE DÖVİZ KURU İLE
TÜKETİCİ ENFLASYONU DEĞİŞİM ORANI
ARASINDAKİ NEDENSELLİK İLİŞKİSİ ÜZERİNE
UYGULAMA**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

UĞUR UYSAL

HAZİRAN 2019

MUĞLA

MUĞLA SITKI KOÇMAN ÜNİVERSİTESİ

Fen Bilimleri Enstitüsü

TEZ ONAYI

Uğur UYSAL tarafından hazırlanan **Ekonomik Değişkenler Arasındaki Nedensellik Araştırması ve Döviz Kuru ile Tüketici Enflasyonu Değişim Oranı Arasındaki Nedensellik İlişkisi Üzerine Uygulama** başlıklı tezin, 20/09/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından İstatistik Anabilim Dalı'nda yüksek lisans derecesi için gerekli şartları sağladığı oybirliği/oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

TEZ SINAV JÜRİSİ

Doç. Dr. Özge AKKUŞ (Jüri Başkanı)

İstatistik Anabilim Dalı

Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Muğla

İmza:



Doç. Dr. Atilla GÖKTAŞ (Danışman)

İstatistik Anabilim Dalı

Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Muğla

İmza:



Dr. Öğr. Üyesi Aygül ANAVATAN (Üye)

Ekonometri Anabilim Dalı

Pamukkale Üniversitesi, Denizli

İmza:



ANABİLİM DALI BAŞKANLIĞI ONAYI

Prof. Dr. Dursun AYDIN

İstatistik Anabilim Dalı Başkanı,

Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Muğla

İmza:



Doç. Dr. Atilla GÖKTAŞ

İstatistik Anabilim Dalı,

Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Muğla

İmza:

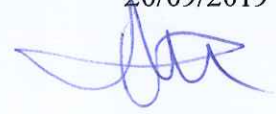


Savunma Tarihi: 20/09/2019

Tez çalışması esnasında sonucuna vardığım ve ortaya koyduğum tüm sonuç, doküman, bilgi ve belgelerin tarafımca birebir olarak ve bu tez çalışması çerçevesinde elde edildiğini; akademik ve bilimsel etik kurallara uygun olarak oluşturulduğunu beyan ederim. Ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan ve akademik ve bilimsel etik kuralları gereği yaptığım tez çalışması esnasında elde edilmemiş ve başkalarına ait tüm orijinal ve gerçek bilgi, belge ve sonuçlara, orijinal olmayan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yapıldığını tarafımca bildiririm.

Uğur UYSAL

20/09/2019



ÖZET
EKONOMİK DEĞİŞKENLER ARASINDAKİ NEDENSELLİK
ARAŞTIRMASI VE DÖVİZ KURU İLE TÜKETİCİ ENFLASYONU
DEĞİŞİM ORANI ARASINDAKİ NEDENSELLİK İLİŞKİSİ ÜZERİNE
UYGULAMA

Uğur UYSAL

Yüksek Lisans Tezi

Fen Bilimleri Enstitüsü

İstatistik Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Atilla GÖKTAŞ

Haziran 2019, 61 Sayfa

Öncelikle felsefecilerin üzerinde durduğu, daha sonra işlevsel bir anlam kazanarak bilimde önemli bir yere sahip olan nedensellik kavramı ve nedensellik testleri üzerinde durulmuştur. Çalışmada sırasıyla, neden ve nedenselliğe ilişkin felsefi, bilimsel, işlemsel tanımlar ve bazı kavramlar ile zaman dizilerinin tanımı, türleri ve özellikleri verilmiştir. Nedensellik testleri öncesi aranan bir özellik olan durağanlık kavramı üzerinde durulmuş ve Dickey Fuller birim kök testleri açıklanmıştır. Daha sonra Granger, asimetric sınır testi yaklaşımı (NARDL) testlerinin teorik yapısı incelenmiştir. Son olarak, Granger nedensellik testi ve NARDL uygulamada kullanılarak, bazı ekonomik değişkenler arasındaki nedensellik ilişkisi araştırılmıştır. Uygulamada 2003:1 ile 2019:3 arasındaki üç aylık reel efektif döviz kuru, nominal faiz ve enflasyon verileri kullanılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Nedensellik Analizi, Granger Nedensellik, Enflasyon, Döviz Kuru, Faiz, Nardl, Durağanlık

ABSTRACT

INVESTIGATION OF CAUSALITY BETWEEN ECONOMIC VARIABLES AND AN APPLICATION ON THE CAUSAL RELATIONSHIP BETWEEN EXCHANGE RATE AND CONSUMER INFLATION CHANGE RATE

Uğur UYSAL

Master's Thesis

Graduated School and Applied Sciences

Department of Statistics

Advisor: Assoc. Prof. Dr. Atilla GÖKTAŞ

June 2019, 61 Pages

The concept of causality and causality test, firstly considered by philosophers and secondly being used on important concept at science, has been dwelled on. In order philosophical, scientific and functional concepts concerning causality have been explained and the information about time series is given then, the kinds of time series and the qualities of time series have been explained. The concept of stationarity, which is a precondition for causality tests was examined and Dickey Fuller unit root tests were explained. Then, the theoretical structures of Granger causality and the nonlinear boundary test approach (NARDL) tests have been studied. And finally, the causal relation between some economic variables have been analyzed by using Granger causality test and NARDL. On application, quarterly data of between 2003:1 and 2019:3, Consumer Price Index, Exchange Rates were used.

Keywords: Consumer Price Index, Interest Rate, Granger causality test , Exchange Rates , The Causal Relationship, Stationarity, Nardl

ÖNSÖZ

Bu çalışmanın tamamlanmasında benden hiçbir yardımını esirgemeyen değerli hocam ve danışmanım Doç. Dr. Atilla GÖKTAŞ'a,

Yüksek lisans dönemim boyunca desteklerini eksik etmeyen bölümdeki saygıdeğer hocalarıma,

Her konuda yardımını ve desteğini esirgemeyen Arş. Gör. Ersin YILMAZ ve değerli eşi İmren SAYGIR'a,

Bunun yanı sıra bugünlere gelebilmem için benden maddi ve manevi desteğini hiçbir zaman eksik etmeyen aileme ve arkadaşlarıma teşekkürü bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	x
ÇİZELGELER	ix
SİMGELER DİZİNİ	xi
1.GİRİŞ	1
2.BİLİMDE VE İSTATİSTİKTE GENEL OLARAK NEDENSELLİK KAVRAMI.....	7
2.1 Nedensellikte Neden Kavramı.....	7
2.2. Nedensellik	7
2.2.1. Felsefi anlamda nedensellik.....	7
2.3.1.Deterministik ilişki kavramı	12
2.3.2.Stokastik ilişki kavramı	12
2.3.3. Birlikte değişme kavramı.....	13
2.4. Nedenselliğin Yönü	13
2.4.1. Tek yönlü nedensellik.....	14
2.4.2. İki yönlü nedensellik.....	14
2.4.3. Anlık nedensellik	15
2.4.4. Bağımsızlık	16
2.5. Nedensel İlişkilerin Mümkün Örnek Uzayı	16
3. ZAMAN DİZİLERİ VE NEDENSELLİK.....	18
3.1. Zaman Serileri	18
3.1.1. Zaman dizilerine giriş	18
3.1.2. Nedensel İlişki, Fonksiyonel İlişki ve Korelasyon	21
3.1.3. Durağanlık kavramı	25

3.1.4. Durağan olmayan yapı.....	26
3.1.5. Dickey-Fuller Birim Kök Testi.....	27
3.3. Zaman Dizilerinde Nedensellik ve Nedensellik Testleri.....	32
3.3.1 Eşbütünleşme Analizi	32
3.3.2 Doğrusal Olmayan ARDL Modeli (Nonlinear ARDL)	33
3.3.3 Granger nedensellik testi	35
4.TÜRKİYE’DE ENFLASYON, FAİZ VE DÖVİZ KURU ARASINDAKİ NEDENSELLİK İLİŞKİSİ	40
4.1 MODEL VE EKONOMETRİK YÖNTEM	40
4.2 VERİ SETİ	40
4.3 BULGULAR	42
5. SONUÇ.....	55
KAYNAKLAR	57
ÖZGEÇMİŞ.....	61

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. Nedensel ilişkilerin örnek uzayı.....	16
Çizelge 4.1. ADF birim kök testi sonuçları.....	43
Çizelge 4.2. ADF birim kök testi sonuçları.....	43
Çizelge 4.3. KPSS birim kök testi sonuçları.....	43
Çizelge 4.4. Model tahmin sonuçları	46
Çizelge 4.5. VAR modelinde gecikme uzunluğu için kriterler.....	47
Çizelge 4.6. İkinci Gecikme için LM test istatistiği sonuçları.....	47
Çizelge 4.7. Johansen eşbütünleşme testi sonuçları.....	48
Çizelge 4.8. NARDL sınır testi sonuçları	49
Çizelge 4.9. Değişkenlerin gecikme katsayısı.....	52
Çizelge 4.10. Birinci gecikme için LM test istatistiği sonuçları.....	52
Çizelge 4.11. Granger nedensellik testi sonuçları (bağımlı değişken döviz kuru).....	54

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1 Döviz kuru artışlarının enflasyona etkileri	4
Şekil 4.1. Enflasyon(ENF) serisinin düzey değer grafiği	41
Şekil 4.2. Reel Efektif Döviz Kuru(REDK) serisinin düzey değer grafiği	41
Şekil 4.3. Nominal Faiz (NF) serisinin düzey değer grafiği	42
Şekil 4.4. Enflasyon(ENF) serisinin birinci fark değer grafiği	44
Şekil 4.5. Reel efektif döviz kuru serisinin birinci fark değer grafiği.....	45
Şekil 4.6. Nominal faiz serisinin birinci fark değer grafiği.....	45
Şekil 4.7. Nominal faiz serisinin birinci fark değer grafiği.....	51
Şekil 4.8. AR karakteristik polinomunun ters kökleri.....	53
Şekil 4.9. ENF, REDK ve NF arasındaki nedensellik ilişkisi.....	54

SEMBOLLER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Y_t : Rassal Değişken

X_t : Rassal Değişken

Z_t : Rassal Değişken

t : Zaman

T : Zaman Serisinin Son Değeri

w : Olasılık Değişkeni

k : Gecikme Uzunluğu

r : Korelasyon Katsayısı

$E(Y_t)$: Y_t Zaman Serisinin Beklenen Değeri

e_t : Hata Terimi (Kalıntı Terimi)

Δ : Serinin Farkı

Σ : Toplam Alma İşlemcisi

ΔY_t : Y_t Zaman Serisinin Birinci Derece Farkı

μ : Ortalama

σ^2 : Varyans

γ_0 : Durağanlık Varsayımı Altında Varyans

γ_k : Durağanlık Varsayımı Altında k . Gecikme İçin Kovaryans

H_0 : Yokluk Hipotezi

H_1 : Alternatif Hipotez

$\hat{\rho}_k$: Otokorelasyon Fonksiyonu Tahmin Değeri

ACF: Otokorelasyon fonksiyonu

PACF: Kısmi otokorelasyon fonksiyonu

PP : Philips-Perron Testi

ADF: Genelleştirilmiş (Augmented) Dickey-Fuller Testi

KPSS: Kwiatkowski Philips Schmidt ve Shin Testi

NARDL: Doğrusal olmayan otoregresif gecikmesi dağıtılmış model

ENF: Enflasyon

TÜFE: Tüketici Fiyat Endeksi

EVDS: Elektronik Veri Dağıtım Sistemi

REDK: Reel Efektif Döviz Kuru

NF: Nominal Faiz



1. GİRİŞ

Bir olayın var olmasına ya da ortaya çıkmasına yol açan olgu olarak tanımlanabilen “neden” tanımı günlük yaşantıda birçok farklı durumlarda kullanılmaktadır. Her olan şeyin bir nedeni olduğu ve bu nedenlerin aynı şartlar dahilinde her zaman aynı sonuçlar çıkardığını belirten ilkeye ise “nedensellik ilkesi” denmektedir. Bir olguda ortaya çıkan değişme, başka bir olguda da değişmeye neden oluyorsa ve bu durum süreklilik arz ediyorsa, söz konusu olgulardan birincisi neden, diğeri ise sonuç olarak nitelendirilerek nedensel ilişki içinde oldukları varsayılır.

Nedensellik ilkesi, başlangıçta felsefi açıdan değerlendirilmiş olsa da akılsallığın ortaya çıkmasıyla bilimselliğin en temel ilkelerinden biri olmuştur. Bilim, olayları önceden öngörmekle yetinmez, nedenlerine inerek açıklamaya çalışır. Nedensellik ilkesi yirminci yüzyıla kadar determinist bir çerçevede ele alınmıştır. Ancak yirminci yüzyılın ilk çeyreğinde determinist bir doğa ve evren anlayışı geçerliliğini yitirmiştir. Bu durumda nedensellik ilkesinin de determinist olmayan bir biçimde yeniden yorumlanması beklenen bir durum olmuştur. Bilim felsefecilerinin bu yöndeki çabaları “olasılıksal nedensellik kuramı” olarak bilinir. Bu kuram, sosyal değişkenler arasındaki sebep-sonuç ilişkilerini incelemek üzere, Herbert Simon başta olmak üzere bazı sosyal bilimciler tarafından geliştirilen “nedensel modelleme” yöntemlerinden tamamen bağımsız olarak ve aşağı yukarı aynı dönemde (1955-1975 arası) inşa edilmiştir (Terzi, 2004).

Zamanla deneysel olan ya da olmayan verilere dayanılarak istatistiksel çerçevede nedensel ilişkilerin saptanıp saptanamayacağı sorunu tartışılan bir konu olmuştur. Bu sorunun çözümünde istatistiksel yöntemler kullanılacağından, nedenselliğin sınanabilir bir hipotez olarak ifade edilebilmesi gerekmektedir. Bu konuda ilk çalışma Wald tarafından yapılmıştır. Fakat Basmanın’ın öne sürdüğü karşıt kanıtlar ile sonuçsuz kalmıştır. Felsefi tanımlardan sonra işlevsel olarak nedensellik tanımı ilk olarak Wiener tarafından yapılmıştır. Daha sonra Granger, işlemsel nedensellik tanımına dayanarak yeterince yüksek dereceli iki değişkenli otoregresif bir sürecin tahmini yardımıyla, nedenselliğin

denenebilir ve tahmin edilebilir olmasını sağlamıştır. Granger nedensellik tanımı ile hem değişkenlerin birbirlerine neden olup olmadığı hipotezi, hem de değişkenler arasında anlık nedenselliğin olup olmadığı test edilebilir hale gelmiştir (Granger, 1969).

Sims(1972) nedensellik testi ise dağılımın polinomsal veya rasyonel olma kısıtını ele almadan uzun gecikmeli dağılımların tahmininin açıklanmasında kullanılmaktadır. Ayrıca Sims, verilerin ihmal edilebilir otokorelasyon içerdiği sonucuna varmış ve verilerde önemli bir korelasyonun olması durumunda testin başarısız olacağını belirtmiştir. Bunun yanı sıra Sims nedensellik testi birçok yönden eleştirilmektedir. En önemlisi, bazı yazarların Granger testinin Sims testine eşdeğer olduğunu kanıtlamalarına rağmen (Guilkey ve Salemi, 1982) Sims'in filtresinin keyfi olması elde edilen sonuçların filtre seçimine karşı oldukça duyarlı olmasına sebep olmaktadır (Williams ve Goodhart, 1976). Nedensellik ilkesi üzerine yoğun çalışmalar yapan Haugh (1976), nedenselliğe ilişkin Granger'ın tanımını kullanarak, ARIMA modelinden elde edilen hatalara dayandırılan iki ayrı yaklaşım öne sürmüştür. Ancak Haugh (1976), nedensellik test analizinde seçilen ARIMA modelinin uygun belirlenememesi ya da güvenilir olmaması nedensel ilişkinin güvenilirliğine yansıtacağına dikkat çekilmektedir (Haugh, 1976).

Düşünürlerin felsefi alanda nedensellik üzerine yapmış oldukları açıklamaları veri olarak alan ekonometrici ve istatistikçiler, nedensellik kavramını işlemsel hale getirerek gözlemler yardımıyla özellikle ekonomik değişkenler üzerinde araştırmaya başlamıştır (Bunge, 1979). Her ne kadar tüm deneysel bilgiler ancak teorik temeller üzerinde bir anlam kazansa da şu anki veriler dikkate alınarak olgular arasındaki ilişkileri kestirmek ve nedensel ilişkiler hakkında çıkarımlarda bulunmak olasılık kanunlarına dayandırılmaktadır. Burada ayrıca dikkat edilmesi gereken önemli bir nokta, geleceğin veya şimdiki zamanın asla geçmişe neden olamayacağıdır. Nedensellik ilişkileri konusunda dikkat edilmesi gereken diğer bir nokta ise, herhangi iki değişken arasında var olan yüksek korelasyon ile gerçek durumda ilgili değişkenler arasında nedensel ilişkinin olduğu konusunda kesin bir sonuç çıkarmanın mümkün olmadığıdır.

Nedensellik yöntemlerinden Granger, Sims ve Haugh testlerinin tümünün teorik anlatımı bu çalışmanın kapsamında verilmiş olmakla birlikte, nedenselliğin yukarıda ifade edilen temel özelliklerini bünyesinde toplayan ve aynı zamanda istatistiksel nedenselliğe adını veren Granger nedensellik, çalışmanın uygulama noktasında tek yöntem olarak kullanılmıştır.

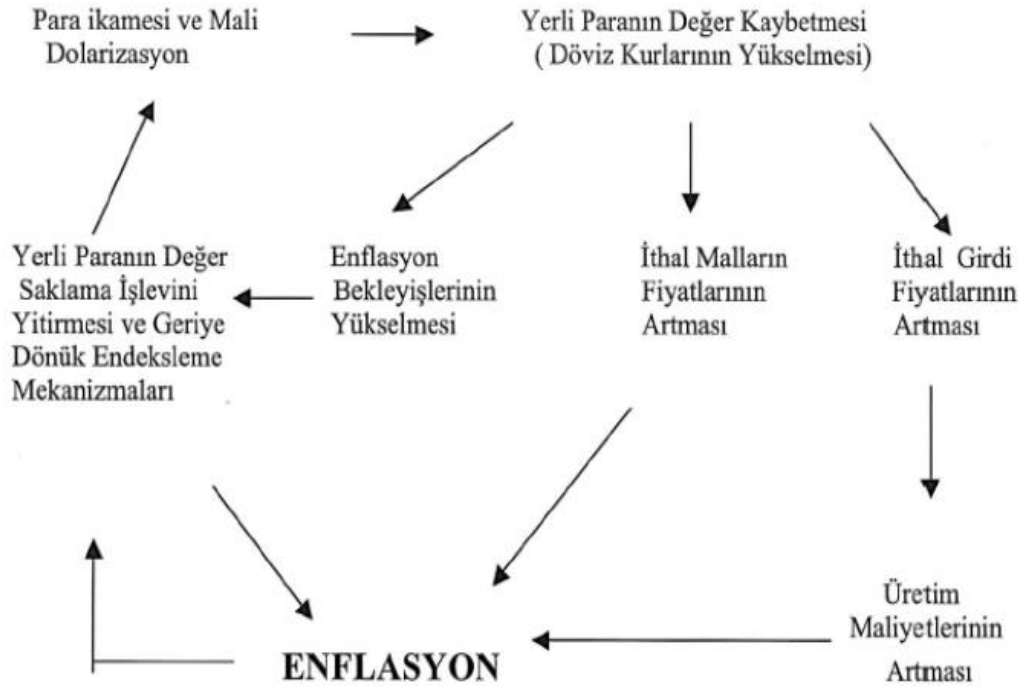
Belirtilen amaç ve esaslar doğrultusunda çalışma dört bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde; konunun önemi ve çalışmanın amacı belirtilmiştir. İkinci bölümde; felsefi, bilimsel ve işlemsel olarak nedensellik kavramlarına yön verilmiştir. Üçüncü bölümde; zaman dizilerinin tanımı, türleri ve özellikleri incelenmiş, nedensellik sınamalarında kullanılan bazı zaman dizisi çözümleme araçları üzerinde durulmuştur. Ayrıca, zaman dizilerinde durağanlık ve nedensellik testleri teorik olarak incelenmiştir. Dördüncü bölümde ise enflasyon, reel efektif döviz kuru ve faiz verileri arasındaki nedensellik ilişkisi araştırılmıştır. Nedenselliğin araştırılmasına ilişkin birçok çalışma Granger'in operasyonel nedensellik tanımına dayandırılmıştır.

Ulusal paranın yabancı paralar karşısındaki değerine döviz kuru, fiyatlar genel seviyesindeki artışlara enflasyon, paranın fiyatı veya borçlanmanın maliyetine ise faiz denilmektedir. Reel Efektif Döviz Kuru; Türkiye'deki fiyat düzeyinin dış ticaret yaptığı 45 ülkenin fiyat düzeylerine oranının ağırlıklı ortalaması alınarak hesaplanana değer, enflasyon; tüketici fiyat endeksi, Nominal faiz oranı; fırsat maliyeti, enflasyon ve riskler göz önüne alınarak belirlenen ve görülen faiz oranı şeklinde tanımlanabilir. Bu makroekonomik değişkenlerin makul seviyelerde olması ekonomide üretim, tüketim, yatırım, dış ticaret, büyüme üzerinde olumlu etkilere neden olmaktadır.

Döviz kurlarındaki artış oranının özellikle kronik enflasyon görülen ekonomilerde daha yüksek enflasyon beklentisine yol açması sebebi ile yerli paraya olan güveni azalttığı ve dövize kuruna olan talebi fazlalaştığı bilinmektedir. Artan bu talep ile döviz kurunda yeniden yükselmeler meydana gelebilmektedir. Yüksek enflasyonun sürekli hale geldiği ekonomilerde yatırımların dövize dayalı yapılması kaçınılmazı zor bir durumdur. Bu durumda döviz kurunun enflasyona etkisi artırdığı gibi, döviz kurunda meydana

gelebilecek değişiklikler ekonomiyi oldukça hassas hale getirmektedir. (Şekil 1.1.) Dövizde olan talebin yüksek olması devalüasyon-enflasyon sarmalına sebep olabilmektedir.

İthal edilen mal ve hizmetlerin yurtdışı fiyatlarının artması yurtiçi fiyat artışını da etkilemekte ve buda enflasyonist etki yaratmaktadır. Döviz kurundaki gerçekleşen artış da ithal mal ve hizmetlerin fiyatlarının artmasına sebep olur ve bunun sonucunda yurtiçi fiyatlara etkilemesi ile de enflasyon oluşur. Benzer şekilde yurtiçinde üretilen mallarda kullanılan ham maddenin fiyatlarının artması da sonuç olarak yurtiçi fiyatların artmasına sebep olmaktadır. (Woo, 1984).



Şekil 1.1. Döviz kuru artışlarının enflasyona etkileri

Türkiye’de döviz kurları ve enflasyonda gerçekleşen sürekli artışlar, bu değişkenler arasındaki nedensellik ilişkisinin bulunmasındaki araştırmaların artmasına sebep olmuştur.

Telatar ve Telatar (2003), Türkiye’de enflasyon ve döviz kuru arasındaki nedenselliği incelemek amacı ile Granger nedensellik testi uygulamış ve sonucunda döviz kurundan enflasyona doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisine ulaşmıştır.

Gül ve Ekinci (2006) 1984-2003 yıllarını kapsayan Türkiye’de enflasyon ile döviz kuru üzerindeki çalışmasında değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişki olduğu, enflasyon ile döviz kuru arasındaki nedenselliğin döviz kurundan enflasyona doğru olduğu sonuçlarına varmıştır.

Güneş (2013) çalışmasında Türkiye’de tüketici fiyat endeksi ile Amerikan doları döviz kuru arasındaki ilişkiyi araştırmış ve sonuç olarak tüketici fiyat endeksi ile Amerikan Doları arasında uzun dönemli bir ilişki olduğu, dövizin artışının enflasyonu da arttırdığı sonucuna ulaşmıştır.

Korkmaz ve Bayır (2015), 2003 Ocak – 2014 Kasım dönemlerindeki aylık döviz kuru ve enflasyon oranlarının aylık değerleri üzerinde yapılan çalışmalarında, Johansen eşbütünleşme uygulamışlar ve sonuç olarak döviz kurundan enflasyon oranına doğru tek yönlü bir nedensellik olduğu kanaatine varmışlardır.

Okur (2017), çalışmasında 2008 Ocak- 2016 Nisan için reel döviz kuru endeksi ve tüketici fiyat endeksi oranı arasında nedensellik ilişkisine ulaştığı ve sonuç olarak döviz kurunun enflasyon üzerinde etkili olduğunu belirtmiştir.

Enflasyon ve döviz kuru arasındaki nedensellik ilişkisi literatürde oldukça araştırılmış bir konu olmasına rağmen bu konu üzerinde çalışan araştırmacıların bir bölümü enflasyon ve döviz kuru arasında tek yönlü bir ilişki bulurken, bir kısım araştırmacılar ise çift yönlü ilişki olduğunu sonucuna varmıştır. Teorik olarak değişkenler arasında çift yönlü ilişki olmasına rağmen, araştırmada ele alınan ülkelere, araştırmalarda incelenen dönemlere ve ülkelerin para politikalarına göre farklılık gösterebildiği kanaati oluşmuştur.

Teorik literatürde enflasyonla faiz arasındaki ilişkinin etkisi konusunda bir fikir birliği sağlanamamıştır.

Türk ekonomisi üzerine çalışan Bayat (2011), Tüfe ile nominal faiz arasındaki asimetric eşbütünlüşme testi incelemesinde nominal faizi ile TÜFE arasında asimetric uzun dönemli ilişki tespit edememiştir. Aynı araştırmayı yapan Linneman (2005) ise faiz oranındaki bir birim artışın enflasyonu da artıracağı sonucuna ulaşmıştır.

Fisher Hipotezini Johansen eşbütünlüşme testi, VAR testi ve vektör hata düzeltme modeli kullanarak inceleyen Crowder ve Hoffman (1996) yaptıkları çalışmada üç aylık tahvil faizini ve tüketici fiyat endeksini kullanmış, sonuç olarak enflasyondan faiz oranına doğru uzun dönem bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. Bulunan bu sonuç Fisher hipotezini destekler niteliktedir.

Booth ve Ciner (2001), enflasyon ile kısa dönem faiz oranları arasındaki ilişkiyi Johansen eşbütünlüşme yöntemi kullanarak incelemiş ve enflasyon ile faiz oranı arasında uzun dönemli ilişki olduğu sonucuna varmışlardır.

Enflasyon, faiz ve döviz kuru arasında var olan nedensellik ilişkisini araştıran pek çok çalışma olmasına karşın son yıllarda artan enflasyon faiz ve döviz sebebi ile bu değişkenler arasında var olan ilişkinin incelenmesinde güncel verilerin kullanılarak bir araştırma yapılması gerekliliği doğmuştur.

2. BİLİMDE VE İSTATİSTİKTE GENEL OLARAK NEDENSELLİK KAVRAMI

2.1 Nedensellikte Neden Kavramı

Her şey bir nedene mi dayanır? Başka bir ifadeyle her şey birbirine nedensellik bağıyla bağlı mıdır? Bir olgu biliniyorsa onun nedeni de biliniyor denilebilir mi? Benzer koşullar, benzer sonuçlara mı yol açar? “Neden?” sorusu kuşkusuz düşünmenin ve bilimsel gelişmenin anahtar sorularından biri olmuştur. Bu kavram, yüzyıllar boyunca değişikliklere uğrayarak günümüze kadar gelmiştir.

X ile Y arasındaki neden-sonuç bağlantısını anlatan nedensellik kavramı X , Y 'nin nedenidir veya X 'in sonucu Y 'dir şeklinde ifade edilebilir.

X , Y 'nin bazen gerekli koşulu, bazen yeterli koşulu, bazen de hem gerekli hem de yeterli koşulu olmaktadır. X 'in Y için gerekli olması, Y 'yi X dışında açıklayan başka değişkenler olduğu anlamını taşır. Bu değişkenlerin her biri gerekli koşulu, hepsi birlikte yeterli koşulu ifade etmektedir. Başka bir ifadeyle, Y 'yi açıklayan başka bir değişken kalmayacak şekilde değişkenlerin tamamı dikkate alınmış ise, X veya X 'ler Y için gerekli yeterli koşul sayılır (Işığışık, 1994).

2.2. Nedensellik

2.2.1. Felsefi anlamda nedensellik

Felsefe tarihinde önemli yer tutan nedensellik kavramı sebep-sonuç ilişkisi içinde olma halini tanımlar. Aristo, neden ile sonuç arasında gerekli bir bağ olduğunu ve bu yüzden

nedensiz bir sonucun meydana gelmeyeceğini düşünmüştür. Gazzali (1058-1111) ise neden ile sonuç arasındaki bu bağı reddetmemekle birlikte, bunun zorunlu bir bağlantı olmadığını, sadece bir alışkanlıktan kaynaklandığını düşünmüştür. Ayrıca, bir şeyin başka bir şeyle beraber bulunmasının, o şeyin bu başka şey nedeniyle meydana geldiğine kanıt olamayacağını, aynı zamanda olan hadiseler arasında da her zaman bir neden-sonuç ilişkisinden bahsedilemeyeceğini öne sürmüştür. Bu düşünceleri ile Gazzali, istatistikte yer alan “yüksek bir korelasyon katsayısı olaylar arasında mutlaka neden-sonuç ilişkisi olduğunu göstermez”, şeklindeki teknik bir açıklamanın benzerini çok önceden belirtmiştir (Gürsakal, 1986).

Ampirik görüşe göre nedensellik ilişkisi, olaylar arasındaki bağıllığı ifade etmektedir. Bu durum daha açık belirtilebilir. X ve Y iki olayı belirttiğinde, “ X , Y ’nin nedenidir” demek “ Y ’nin daima X ’i izlediği ya da “ X ’in ve Y ’nin daima birlikte gittiği” anlamına gelmektedir. Bir olay başka bir olayı izliyorsa ve olaylar arasındaki ilişki düzgün ve değişmez bir şekilde ortaya çıkıyorsa olaylar arasında bir nedensellik ilişkisi vardır. Nedensellik kavramının bunun ötesinde bir anlamı yoktur. Rasyonalist görüşte ise gözlem önemli bir yere sahiptir. Fakat rasyonalistler nedenselliğin gözlemsellikle birlikte bağıntı ile de ilişkili olduğunu vurgulamışlardır. Kısacası rasyonalistlere göre, “ Y ’nin nedenidir” diyerek “ X ve Y birlikte gitmektedir” demek değil “ X ve Y zorunlu olarak birlikte gitmektedir” denilmektedir. (Yıldırım, 2000).

Aristo’dan günümüze kadar batı felsefesi, nedensellik kavramını sürekli olarak derinleştirmiştir. Bu arada nedenselliğin bir sanı ve temelsiz bir şey olduğunu düşünen filozoflar da çıkmıştır (Berkeley, Hume, Stuart, Mill gibi). Buna karşılık olarak, Kant’ın “salt aklın eleştirisi” adlı kitabında nedensellik bir yasa niteliği taşımaktadır. Bu ilkeye göre “Bütün değişiklikler, neden ile sonucu birbirine bağlayan yasaya göre olur.” (Yule, 1987).

Bacon’a (1561-1626) göre, gerçekten bilmek nedenleri bilmektir. Fransız düşünürü Descartes (1596-1650) ile Hobbes’a (1588-1679) göre ise bütün olup bitenler nedenselliğin zorunlu düzeni içindedirler. Bununla birlikte Descartes, doğuştan bilgi kavramını yeniden ele almış ve nedensellik kanununu, doğuştan var olan bilgi şeklinde

açıklamaya çalışmıştır. Amprizm'in en büyük temsilcilerinden olan David Hume'a göre, neden-sonuç bilgileri, belirli olguların sürekli olarak birbirlerine bağlı oldukları gözlenerek tümüyle deneyimlerden çıkmaktadır ve bu nedenle söz konusu bilgiler akıl yürütme ile değil, deneyimlerle bulunabilir. Bu düşünceler çerçevesinde, bilinebilecek tek şey, A türünden olaylardan sonra şimdiye kadar B veya B'ye benzeyen türden olayların gelmiş olduğudur. Gerçekte bu tür olayların birbirleri ile ilişkili oldukları bilinebilir. Oysa bunların zorunlu olarak birbirlerine bağlı oldukları bilinemeyeceğinden ancak söz konusu ilişkinin şimdiye kadar geçerli olmuş olduğu öne sürülebilir (Gürsakal, 1986).

Çağımız ampiristlerinden Reichenbach ise bir olaya bağlı olarak, başka bir olay daima meydana geliyorsa, bir nedensel ilişkiden söz edilebileceğini savunmuştur (Yıldırım, 2000).

Yüzyıllar boyunca nedensellik kavramı üzerine birçok eleştiriler yapılmış ve felsefeciler tarafından karşıt görüşler savunulmuştur. Descartes, Leibniz ve Spinoza gibi rasyonalistler evren ve onun içindeki her şeyin mantıksal düşünce yolu ile açıklanabileceğine inanırlar. Mantığı ön plana çıkararak, mantığa uygun gelenler gerçek bilgi olarak sayılmıştır. Buna göre rasyonalizm akla öncelik veren ve onu gerçek bilgi kaynağı sayan düşünce sistemi olmaktadır. Bacon, Locke, Hume ve Newton gibi ampiristler ise, bütün bilginin algılama ve uygulama yolu ile elde edildiğini, bu sebeple verilerin ve kanıtların çok önemli olduğunu ileri sürerler. Gözlem ve deney ön planda yer alır (Serper ve Gürsakal, 1989).

Rasyonalist ve amprist düşünürler yanında determinist düşünürler de nedenselliğe ilişkin görüş ileri sürmüşlerdir. Determinist düşünürlerden Pierre Laplace, evrenin şu andaki durumuna, daha önceki durumunun bir sonucu ve daha sonraki bir durumunun nedeni olarak bakılması gerektiğini söylemiştir. Laplace, evrendeki kanunların sayısının sınırlı ve değişmez olduğunu ileri sürmüştür. Dolayısıyla bu kanunların neler olduğunun bir kez bilinmesi durumunda, gelecekte meydana gelecek her olayı kestirmenin teorik olarak mümkün olduğunu belirtmektedir (Işığışık, 1994).

Nedensellik, fizik ve toplum bilimleri açısından ele alındığında birçok değişikliğe uğramıştır. Gerçekten de, nedensellik bilimsel çalışmalar sürecinde biri matematiksel,

öteki fiziksel nitelikte olan olasılık ve alan kavramlarına bağlanmıştır. Nedensellik, günümüzde, bir yapının maddi karşılığı olan bir alanda meydana gelen bir değişikliği belirleyen istatistiksel çıkarımların tümü olarak anlaşılabilir (Serper, 1993).

2.2.2. Bilimsel anlamda nedensellik

Bilimi, evrenin ya da olayların bir bölümünü konu olarak seçen, deneysel yöntemlere ve gerçekliğe dayanarak yasalar çıkarmaya çalışan düzenli bir bilgi olarak tanımlamak mümkündür. Bununla birlikte bilim; mevcut bilgilere dayanarak, ilk bakışta birbirinden bağımsız olarak görülen farklı olaylar arasındaki var olan ilişkiyi ortaya koymaya, bilinenlerden hareketle bilinmeyenleri sistematik bir yaklaşımla çözümlenmeye çalışmaya dayanmaktadır. Bu amaç doğrultusunda ilişkileri açıklaması ve mümkün olduğunca geçmiş bilgilerin göz önüne alınması amaçlanmaktadır. Bunun yanı sıra bütün bilimsel faaliyetlerin amacı genel doğruların ya da temel yasaların bilgisine ulaşmaktır.

Bilimin incelediği olgular arasındaki ilişki biçimleri çok çeşitlidir. Bu sebeple, ilişkilerin farklı olaylara neden olduğu yani bir ilişkinin diğer bazı ilişkilere yol açtığı genel olarak gözlenen bir durumdur (Alakuş, 1991). Örneğin sıcaklığın artması suların buharlaşmasına, suların buharlaşması da yağmurun yağmasına sebep olmaktadır.

Nedensellik ilkesinin işlemsel (operasyonel) tanımının, bilime dayanmasına karşılık metafizik tanımı bilime ters düşebilmektedir. Filozofların nedenselliği kavramsal olarak tanımlamalarına karşılık, ekonometrisyen ve istatistikçiler onu işlemsel olarak tanımlamaktadır. Kavramsal tanımlama, bir kavramın diğer kelimeler veya kavramlarla, işlemsel tanımlama ise kavramın anlamını ölçme veya gözlem terimleriyle belirlemedir (Yule, 1987). Metafizikte bu ilkeye bir doktrin niteliği verilerek, “her şeyin bir nedeni vardır”, “hiçbir şey bir nedene dayanmaksızın var veya yok olamaz.”, “aynı neden daima aynı sonucu meydana getirir” gibi doğruluğunun kabul ve reddedilmesi mümkün olmayan genel yargılara gidilmiştir. Oysa bilimin bu tür genel yargıları test edebilmesi mümkün değildir (Yıldırım, 2000).

Sosyal bilimlerde nadir olarak kullanılan nedensellik ilkesindeki dinamik kavram göz önüne alındığında; burada, neden ve sonuç, genel olarak bazı şeylerin durumları olarak yorumlanmaktadır. Bu şeyler ise zaman içinde devam eden şeylerdir ve bazı maddelerin, bazı özellikleri vardır anlamında, bu zaman içinde devam etmektedir. Sosyal bilimler, nedenlerin yorumlanma şeklinin belki de sosyal araştırmanın cevaplandırmaya çalıştığı sorunun tipinden kaynaklandığını öne sürmektedir (Karpinski, 1990).

2.2.3. İşlemsel olarak nedensellik

Nedensellik kavramı tüm bilim alanları için çok önemlidir. İstatistik ve ekonometri bilim dalları için model belirlemede çok mühim ve bu bilim dallarında oluşturulacak model belirlemede zaman dizileri analizi ve ekonometrik yaklaşım olarak iki temel yaklaşım vardır.

Zaman dizileri yaklaşımını savunanlar için model belirleme problemi, eldeki verilerin ışığında modelde yer alan gecikme derecesinin bulunmasıdır. Model belirlemeden ekonometrik yaklaşımı savunanlar ise yapılan işlemlerin sadece model belirleme sürecinin bir aşaması olduğuna inanmaktadırlar (Gürsakal, 1986).

Zaman dizileri yaklaşımında, önce gözlemlerin yapılması sonra bu gözlemlere çeşitli denemelerle bir modelin uydurulması söz konusu iken ekonometrik yaklaşımda ise önce kuramsal yapıya sahip bir model belirlenerek daha sonra modelin gözlemlere uygun olup olmadığı araştırılmasından söz edilebilir. Bu kapsamda, zaman dizileri yaklaşımı ampirizmin, ekonometrik yaklaşım ise rasyonalizmin uzantısı sayılabilir.

Ekonometrik yaklaşım ile bir modelin belirlenirken değişkenler arasında nedensel ilişkinin olup olmadığı belirlenir ve ilişki varsa sonrasında ilişkinin yönünün belirlenmesi gereklidir. Bu durumda, nedenselliğin türleri denenebilir, işlemsel tanımlarının yapılması model belirleme için ön koşul sayılmakta ve istatistikten yararlanılmaktadır. Bu konuyla ilgili Granger'ın geliştirdiği nedensellik tanımını içeren hipotezler şu şekildedir;

- 1) Nedensellik şimdiki zaman ve geleceğin etkilenmesi ile ilgilidir,

2) Yalnız bir grup raslantısal olay için nedensellik münakaşa edilebilir. Rassal olmayan iki süreç arasında nedensellik belirlemek mümkün değildir. (Gürsakal, 1986).

2.3. Nedensellik İle İlgili Kavramlar

2.3.1. Deterministik ilişki kavramı

X 'in neden, Y 'nin sonuç olduğu herhangi bir fonksiyonel ilişkide ölçme hataları bulunmamak şartıyla X bilindiğinde Y 'nin değeri tam olarak hesaplanabiliyorsa bu tür ilişkiye “deterministik ilişki” denir (Serper, 1993). Diğer bir ifadeyle, ele alınan olayın gerçekleşmesi için değişkenlerin tamamının bir arada bulunmasının gerektiği varsayalım. Bu değişkenlerin her biri gerekli, hepsi birlikte yeterlidir. Değişkenlerin hepsinin yeterli olması değişkenler arasındaki ilişkinin deterministik olduğunu gösterir.

2.3.2. Stokastik ilişki kavramı

Stokastik (olasılıklı) ilişki, herhangi bir olayın açıklanmasında değişkenlerin gerekli fakat yetersiz olduğu ilişkiye denir. Sosyal bilimlerde bireylerin davranışlarındaki farklılıklar nedeniyle daha çok karşılaşılr.

Stokastik ilişkileri, deterministik ilişkilerdeki gibi eşitliklere benzer şekilde ifade etmek mümkün değildir. Uygulamada veri toplanamaması nedeniyle bütün değişkenleri modele dahil etmek mümkün değildir. Bu sebeple, modele dahil edilmeyen değişkenlere karşılık hata terimi değişkeni modelde yer almaktadır. Hata terimi, ortalaması sıfır ve varyansı sabit olmak üzere Normal dağılım özelliklerine sahiptir (Ertaş, 1990).

Stokastik ilişkinin çoğunlukla söz konusu olduğu bilim dallarında inceleme konusu ilişkiler ne tam ne de kesindir. Bu nedenle bilimsel çalışmalarda, incelenen ilişkilerin niteliğine daha uygun olan olasılık teorisi kullanılmıştır. Bu kapsamda, nedensel ilişkinin deterministik nitelikte olduğu düşünüldüğünde nedensellik ile olasılık birbirine uzak

kavramlar olarak görünebilir. Ancak stokastik nedensellik dikkate alındığında ve pek çok ilişkinin deterministik özellik taşımadığı düşünülürse, iki kavramın aslında birbirleriyle bağdaştığı görülür. Deterministik ile stokastik ilişki arasında olasılık kavramı açısından belirli farklılıklar vardır. Deterministik nedensellikte; X , Y 'nin kesin nedeni iken, stokastik nedensellikte; X , Y 'nin belirli bir anlamlılık düzeyinde nedenidir. Ayrıca, deterministik nedensellikte; X değişkeni Y değişkeninin nedeni olması olasılığı 0 ya da 1 iken, stokastik nedensellikte; X değişkeninin Y değişkeninin nedeni olması olasılığı 0 ile 1 arasındadır. Bu yüzden daha çok açıklama gücüne sahiptir (Türköz, 1998).

2.3.3. Birlikte değişme kavramı

X açıklayıcı değişkenlerinin Y değişkenini açıklamada gerekli ve yeterli olup olmadığı bilinmediği halde, sadece her ikisinin de aynı yönde veya ters yönde değiştiğinin bilinmesi durumunda, söz konusu ilişki “birlikte değişme” olarak adlandırılır. Deterministik ve stokastik ilişkilerde X ile Y arasında fonksiyonel bir ilişki söz konusudur. Ancak birlikte değişme kavramında bunun aksine böyle bir durum söz konusu değildir. Bunun yanı sıra birlikte değişmede hangi değişkenin neden, hangi değişkenin sonuç olduğu ile ilgilenilmez. İki değişken arasındaki ilişkiyi belirten korelasyon tekniği kullanılır (Işığışık, 1994).

2.4. Nedenselliğin Yönü

İki veya daha fazla değişken arasındaki nedensel ilişkinin tespit edilmesi kadar nedensel ilişkinin yönünün tespit edilmesi de çok önemlidir. İki değişken arasında nedensellik ilişkisinin tek yönlü, iki yönlü veya anlaksız olarak değiştiğini nedenselliğin yönü belirler.

2.4.1. Tek yönlü nedensellik

Granger nedenselliği incelendiğinde;

$$\sigma^2(Y_t / \bar{\Omega}) < \sigma^2(Y_t / \bar{\Omega} - \bar{X}) \quad (2.1)$$

şeklinde ise X_t ' nin, Y_t ' ye neden olduğu ifade edilebilir. Diğer ifadeyle, X_t 'nin Y_t ' ye neden olduğu söylenir ve $X_t \Rightarrow Y_t$ şeklinde gösterilir (Anderson, 1995).

“ X_t 'nin Y_t ' ye neden olduğu bulgusu şu anlama gelir :

- 1) X_t , Y_t 'nin önceleyici (leading) bir göstergesidir.
- 2) Y_t , X_t 'ye bağlıdır ve
- 3) Y_t , X_t 'ye göre endojen(içsel) değişkendir.

X_t , Y_t 'ye neden olurken, ayrıca Y_t 'nin X_t 'ye neden olmaması durumunda nedensellik, X_t 'den Y_t ' ye doğru ‘**tek yönlü nedensellik**’ olarak adlandırılır” ve bu X_t 'nin Y_t 'ye göre dışsal bir değişken olduğu anlamını taşır. Bütün bu ifadeler nedenselliğin ‘**öngörülebilirlik**’ anlamındaki ifadelerdir (Granger, 1969).

Yukarıdaki ifadede X_t 'den Y_t 'ye doğru nedenselliğin ön koşulu verilmiştir. Aynı mantık Y_t 'den X_t 'ye doğru nedensellik içinde geçerlidir. Diğer bir deyişle (2.2) no.lu koşulda X_t yerine Y_t ve Y_t yerine X_t yazılarak, Y_t 'den X_t 'ye doğru nedenselliğin ön koşulu aşağıdaki gibi elde edilebilir;

$$\sigma^2(Y_t / \bar{\Omega}) < \sigma^2(Y_t / \bar{\Omega} - \bar{X}) \quad (2.2)$$

Bu durumda nedenselliğin tek yönlü olduğu açıktır.

2.4.2. İki yönlü nedensellik

Nedensellik sadece X_t 'den Y_t 'ye doğru veya sadece Y_t 'den X_t 'ye doğru olabileceği gibi hem X_t 'den Y_t 'ye doğru hem de Y_t 'den X_t 'ye doğru olabilir. Bu durum ‘**iki yönlü**

nedensellik’ veya aynı anlama gelmek üzere ‘**geribildirim (feedback)**’ olarak adlandırılır ve $X_t \Leftrightarrow Y_t$ şeklinde ifade edilir. Geribildirimün ön şartı (2.2) ve (2.3) no.lu koşulların birlikte geçerli olmalarıdır.

İki yönlü nedenselliğin bulunması her iki değişkenin de modele içsel değişken olarak yer almaları anlamını taşır. Hem X_t hem de Y_t değişkeni aynı modelde içsel değişkenlerdir. Modelde Z_t gibi bir değişkenin dışsal değişken olarak yer alması için ise, Z_t ’den X_t ’ye ve Z_t ’den Y_t ’ye iki yönlü nedenselliğin söz konusu olmaması gerekir.

Hemen ekleyelim ki, X_t ile Y_t arasında tek yönlü nedenselliğin bulunması durumunda, X_t ile Y_t ’yi içeren modelin tek denklem modeli olması sorun yaratmaz. Ne var ki, X_t ile Y_t arasındaki nedenselliğin iki yönlü olması durumunda, hem X_t hem de Y_t ’nin yer aldığı modelin tek denklem modeli olması güvenilir olmayan sonuç verebilir. Bu durumda tek denklem modeli yerine eşanlı denklem modelinin kullanılması gerektiğini, aksi halde eşanlı denklem eğilimi ile karşılaşılacağını belirtmekte yarar vardır.

2.4.3. Anlık nedensellik

X_t ile Y_t ’yi içeren modellerden hareketle;

$$\sigma^2(Y_t / \bar{\Omega}, \bar{X}) < \sigma^2(Y_t / \bar{\Omega}) \quad (2.3)$$

şartının sağlandığı durumda X_t ’den Y_t ’ye anlık nedensellik olduğu söylenir (Yurdakul, 1995). Diğer bir deyişle, Y_t ’nin gerçek değerini öngörmeye, X_t ’nin şimdiki değerinin modelde yer alması, yer almamasından daha iyi sonuç verirse o zaman X_t ’den Y_t ’ye anlık nedensellik söz konusudur. Aynı mantıkla Y_t ’den X_t ’ye anlık nedensellik için ise

$$\sigma^2(X_t / \bar{\Omega}, \bar{Y}) < \sigma^2(X_t / \bar{\Omega}) \quad (2.4)$$

şartının sağlanması gereklidir.

Yukarıdaki tanımlar sadece, serilerin durağan olması durumunda geçerlidir. Seriler durağan değilse nedenselliğin varlığı zamana göre değişebilecektir. Bu tanımları, belirli

bir t dönemine ilişki olarak genelleştirmek mümkündür. Söz konusu tanımlar burada sadece öngörülebilirlik terimlerinde ifade edilmiştir. Ancak bir sonraki bölümde nedensellik testleri, hataların çapraz korelasyon katsayıları veya regresyon parametreleri terimlerinde ifade edileceği için burada bu konulara ayrıca değinilmeyecektir.

2.4.4. Bağımsızlık

Yukarıda açıklanan nedensellik tanımlamalarından hiçbirinin özelliğini taşımayan değişkenler, yani aralarında nedensel bir ilişki olmayan değişkenler, “bağımsızdır”. Bu durumda Y_t , X_t 'e; X_t de Y_t 'ye neden olmaz (Erlat, 1983).

2.5. Nedensel İlişkilerin Mümkün Örnek Uzayı

Tüm nedensellik tanımlamaları yanı sıra test edilebilir üç nedensel ilişki söz konusudur;

- X_t 'nin Y_t 'ye neden olup olmadığı,
- Y_t 'nin X_t 'ye neden olup olmadığı,
- Anlık nedensellik olup olmadığı.

Bu üç nedensel ilişkinin her birinin iki olası şıkkı vardır. Üç durum ve iki şık sonucu 8 olası kombinasyon oluşur. Mümkün tüm sonuçların oluşturduğu örnek uzayı aşağıdaki çizelgede verilmiştir (Türköz, 1998).

Çizelge 2.1. Nedensel ilişkilerin örnek uzayı

Tanımlama	Notasyon
1- X_t ile Y_t arasında bağımsızlık vardır.	$(X_t Y_t)(000)$
2- X_t ile Y_t arasında sadece anlık nedensellik vardır.	$(X_t - Y_t)(001)$
3- X_t sadece Y_t 'ye neden olur, fakat bu anlık nedensellik değildir.	$(X_t \Rightarrow Y_t)(100)$
4- X_t sadece Y_t 'ye neden olur ve bu anlık nedenseliktir.	$(X_t \Rightarrow Y_t)(101)$
5- Y_t sadece X_t 'ye neden olur, fakat bu anlık nedensellik değildir.	$(X_t \Leftarrow Y_t)(010)$
6- Y_t sadece X_t 'ye neden olur ve bu anlık nedenseliktir.	$(X_t \Leftarrow Y_t)(011)$
7- X_t ile Y_t arasında anlık olmayan geribildirim vardır.	$(X_t o Y_t)(110)$
8- X_t ile Y_t arasında hem geribildirim hem de anlık nedensellik vardır.	$(X_t o Y_t)(111)$

Çizelge 2.1.'de, notasyonlarda kullanılan “1” harfi ilişkinin varlığını simgelerken “0” harfi ise ilişkinin söz konusu olmadığını göstermektedir. Notasyonlar, üç rakamdan oluşmaktadır. İlk rakam X 'den Y 'ye doğru nedensellik, ikinci basamak Y 'den X 'e doğru nedensellik ilişkisinin ve üçüncü basamak ise anlık nedensellik ilişkisinin varlığını ifade etmektedir.



3. ZAMAN DİZİLERİ VE NEDENSELLİK

3.1. Zaman Serileri

3.1.1. Zaman dizilerine giriş

Zaman dizilerinin tanımı: Belirli bir zaman aralığına göre sıralanmış ve eşit aralıklı olarak birbirini izleyen gözlem değerlerinin oluşturduğu topluluğa “zaman dizisi” adı verilir. Zaman dizileri, genel olarak günlük, aylık, üç aylık, yıllık gözlemlenmiş veri kümeleri şeklinde görülebilir.

Z bir zaman dizisini göstermek üzere, t zamanında aldığı değer Y_t şeklinde ifade edilerek zamanın bir fonksiyonu olarak düşünülür. T dönemine ilişkin gözlem değerine “bugünkü gözlem değeri” denilir. T dönemine kadar olan tarihsel gelişimi gösteren değerlere “geçmiş dönem değerleri” denir ve $t=1,2,3,\dots$ değerleri için, $Y_{t-1}, Y_{t-2}, Y_{t-3}, \dots$ ile gösterilir. Zamana bağlı olayla ilgili kestirimlerin yapıldığı dönem değerlerine ise “gelecek dönem değerleri” denir ve $Y_{t+1}, Y_{t+2}, Y_{t+3}, \dots$ ile ifade edilir (Kayım, 1985).

Zaman dizilerinin özellikleri: Zaman dizileri; trend, konjonktürel dalgalanma, mevsimsel dalgalanma veya tesadüfi dalgalanma (rastgele değişim) bileşenlerinden oluşur. Trend, bir zaman dizisinin uzun dönem içindeki eğilimini yani, dizinin ortalamasında meydana gelen değişimi göstermektedir. Trend etkisi taşıyan diziler sürekli artış ya da sürekli azalış gösterirler. Zaman dizisinde bulunan trend, deterministik ya da stokastik yapıda olabilir. Deterministik trend, zaman dizisinin zaman içinde sürekli artması (veya azalması) şeklinde bir eğilime sahiptir. Stokastik trend ise, bir zaman dizisinin zamanla artan (veya azalan) eğilimlerinin süreklilik göstermemesi, genellikle artma (veya azalma) eğilimine sahip olan bir dizide düşüşlerin de (veya artışlarında) gözlemlendiği durumu ifade etmektedir (Chatfield, 1991). Konjonktürel hareketler, trend etrafında yukarı veya aşağı doğru tekrarlanan dalgalanmaları ifade eder. Bu hareketler dizinin uzun dönem eğilimiyle ilgili olup, bu tür analizin gerçekleştirilmesi için ilgili zaman dizisinin çok uzun bir dönemi kapsamaması gerekir. Mevsimsel değişim ise bir devresel harekettir ve aylık ya da üç aylık

dizilerde de etkisini göstermektedir. Ayrıca bu diziler mevsimlerin etkisi altında kalmaktadır. Örneğin, yılın belli dönemlerinde deniz kenarındaki bölgelerin nüfus miktarlarında artış gözlenmektedir. Tesadüfi dalgalanma, rastgele sebeplerle ortaya çıkan, ne zaman ve ne şiddetle ortaya çıkacağı önceden kestirilemeyen, zaman dizisinde ani sıçramalara sebep olan ve etkisini devamlı olarak göstermeyen bir etkendir (Örneğin afet, savaş gibi). Zaman dizilerini etkileyen bu dört unsurun dizi üzerindeki etkileri, nedensellik araştırmalarında dikkate alınmalıdır. Aksi durumda nedenselliğin yönü yanlış belirlenebilir. Bu sorunu ortadan kaldırmak için, değişkenler üzerinde bazı dönüşümler uygulanarak diziler bu unsurlardan arındırılmalıdır (Köse, 1998).

Zaman dizisi analizi; dizilerin geleceğe yönelik tahminlerinin yapılması, ilgilenilen dönem içinde trendin veya mevsimsel dalgalanmaların bulunup bulunmadığının araştırılmasını amaçlamaktadır. Ayrıca, birkaç değişkenden oluşan zaman dizisi sistemlerinde bir değişkendeki değişimin diğer değişkenlere olan etkisinin araştırılması ile sistem hakkında bilgi elde etme ve sistemi kontrol etme amaçlarıyla da kullanılmaktadır (Aşık, 2003).

Zaman dizisi çözümlemesinde; geçmiş dönemlerdeki değişmelerin gelecek dönemlerde de tekrarlanarak aynı eğilimi taşıdığı ve kullanılan zaman dizisi verilerinin yani gözlem değerlerinin sonsuz hacimli bir evrenden belirli olasılık kurallarına göre çekilmiş örnekler olduğu varsayılmaktadır (Genceli, 1989).

Zaman dizilerinin özelliklerinden bir diğeri, gözlem değerlerinin birbirine bağımlı olmasıdır. İç bağımlılık olarak adlandırılan bu durum, zaman dizileri analizini bağımsız gözlem değerlerinden meydana gelen dizilerin analizinden ayıran en önemli özelliktir. Bu özellik sayesinde, bir zaman dizisinin bugünkü ve geçmiş dönem gözlem değerleri kullanılarak gelecek dönem değerlerine ilişkin kestirim yapılabilir.

Zaman dizilerinin önemli bir özelliği de “stokastik süreç” olmasıdır. Gözlemlenen Y dizisi, stokastik süreç olarak adlandırılacak olan teorik bir sürecin gerçekleşmesi şeklinde değerlendirilebilir. İstatistikte çok önemli olan yığın ve örnek kavramlarının zaman dizilerindeki karşılığı teorik stokastik süreç ve gözlenen diziler kavramlarıdır. Stokastik Y süreci, olasılık değişkeni (W) ve zaman değişkeni (t)’ye bağlı, (W, t) şeklinde iki

boyutu olan bir değişkendir. T 'nin sabit olması durumunda, stokastik süreç rastgele değişken $[Y(w)]$ haline gelirken, W 'nin sabit olması durumunda, zaman içinde sıralı değer alan zaman dizisi rneği $[Z(W)]$ haline gelecektir. Bu kapsamda, istatistiksel çıkarımda yığından çekilen örnek yardımıyla yığın parametreleri hakkında tahminde bulunulduğu düşünüldüğünde, gözlemlenmiş dizilere ilişkin mevcut bilgiden hareketle, stokastik sürecin yapısı veya özellikleri hakkında çıkarımlarda bulunmanın mümkün olduğu söylenebilir (Newbold, 1978).

Zaman dizilerinin sınıflandırılması: Farklı niteliklere sahip zaman dizileri farklı açılardan sınıflandırılmaktadır. Zaman dizileri elde edilmelerine göre “kesikli” ve “sürekli” zaman dizileri olarak ikiye ayrılmaktadır. Gözlem değerleri zaman içinde belirli bir aralıkta her değeri alabiliyorsa, dizi “sürekli”, periyodik aralıklarla elde ediliyorsa dizi “kesikli” zaman dizisi olarak adlandırılmaktadır.

İkinci olarak, zaman dizileri geldikleri kaynaklara göre sınıflandırılmaktadır. Gözlem değerleri, ekonomik değişkenlerden elde edilirse “iktisadi”, fiziksel bilimlerdeki değişkenlerden elde edilirse “fiziksel” zaman dizisi olarak adlandırılmaktadır. Aynı mantıkla, bazı gözlem değerlerinin göstermiş oldukları periyodik şekiller mevsimlik etkileri içeriyor ise “mevsimsel” içermiyor ise “mevsimsel olmayan” zaman dizisi adını alır.

Zaman dizilerinin sınıflandırılmasında önemli bir kıstas olarak gözlem değerlerinin deneysel ya da deneysel olmayan biçimde elde edilmesi olarak gösterilebilir.

Bir diğer sınıflandırma kıstas ise dizinin ortalamadan büyük sapma gösterip göstermemesidir. İncelenen zaman dönemi boyunca dizinin ortalaması ve varyansı sistematik bir değişme göstermiyorsa veya dizi periyodik dalgalanmalardan arınmış ise, diğer bir deyişle, dizide istatistiksel bir denge söz konusu ise bu tür zaman dizilerine “durağan zaman dizileri” denilir. Dizinin bir bölümünün diğer bölümüne göre büyük dalgalanmalar göstermesi durumunda ise “Durağan olmayan zaman dizileri” adı verilir (Kayım, 1985).

3.1.2. Nedensel İlişki, Fonksiyonel İlişki ve Korelasyon

Bilimde “neden” arama çabasından “nedensel ilişki” bulma çabasına geçmeyi yeterli bulmayan ve özellikle “nedensellik” kavramını metafizik nitelikte sayan pozitivist eğilimli bilim insanları (örneğin Ernst Mach), nedensel ilişki kavramı yerine “fonksiyonel ilişki” kavramının kullanılmasını önermişlerdir. Fonksiyonel ilişki, (3.1) nolu eşitlikteki gibi matematiksel bir denklem biçiminde olduğundan, “neden-sonuç” ilişkisinde yer alan tek yönlü ilişki anlamı kaybolmakta, bunun yerine simetrik bir ilişki biçimi geçmektedir. Bu ifade Y 'nin bağlı, X 'in serbest değişken olduğu; diğer bir ifadeyle, Y 'nin değerinin X 'in alacağı değere F 'nin belirlediği biçimde bağlı olduğu, dolayısıyla X 'e “neden”, Y 'ye “sonuç” gözüyle bakılabileceği söylenebilir. Ne var ki, söz konusu ifade, fonksiyonun kapsamında her Y 'ye bir ve ancak bir X 'in karşı geldiği varsayılırsa, (3.1) nolu eşitlik aşağıdaki gibi tersine çevrilebilir (Serper, 1993).

$$X = f^{-1}(Y) \quad (3.1)$$

Buna tersine “çevrilebilirlik (invertibility)” adı verilmektedir. Böylece “neden” ve “sonuç” terimleri yer değiştirmekte ve bu durum “fonksiyonel ilişki” ile “korelasyon” kavramları arasındaki benzerliği ortaya koymaktadır. Bu yönüyle fonksiyonel ilişki değişkenler arasındaki ilişkilerin; i) Fonksiyonel şeklini ve ii) derecesini ve yönünü belirlemektedir. Bunlardan birincisi regresyon, ikincisi ise korelasyon çözümlemesi ile incelenir (Box ve Jenkins, 1970).

Değişkenler arasındaki ilişkileri tartışmada yönetilebilecek şu iki tür soru birbirinden ayrı niteliktedir;

1. X ile Y arasındaki ilişkinin herhangi bir kanıtı var mıdır? Eğer varsa ilişkinin derecesinin istatistiksel bir ölçüsü geliştirilebilir mi?
2. Eğer X ile Y arasındaki ilişkinin biçimi belirlenmek istenirse (örneğin $Y = \alpha + \beta X$ basit doğrusal ilişkisi için) örneklemden hareketle ilişkiadaki parametreler nasıl tahmin edilebilir?

Bu soruların ilkinin cevabı korelasyon, ikincisinin cevabı ise regresyon çözümlemesidir. Bu iki soruyu karşılaştırmada, ilk soru X ile Y arasındaki ilişki için herhangi bir kalıp belirtmediği gibi, nedenselliğin yönü konusunda da herhangi bir bilgi vermemektedir (Kasap, 2003).

Fonksiyonel ilişki ile korelasyon (ilişkinin derecesi ve yönü) ve birlikte değişme arasında benzerlik vardır. Korelasyon, fonksiyonel ilişki tarafından matematiksel olarak formüle edilerek tahmin edilir. Tahmin edilen katsayının mantıksal olarak gerçeğe uygun olması durumunda aradaki ilişki korelasyon olarak, aksi taktirde birlikte değişme olarak ifade edilir. Buna karşılık, fonksiyonel ilişki nedensel ilişkiyi tam olarak belirlemeye yetmemektedir. Bunun sebebi nedensel ilişki kavramında birlikte değişmenin, zamansallığın ve tersine çevrilemezliğin söz konusu olmasıdır.

Fonksiyonel ilişkinin bazı varsayımlara bağlı olarak, simetrik bir nitelik taşıdığı söylenebilir. Nedensel ilişki fonksiyonel ilişkiden tersine çevrilemezlik özelliğiyle ayrılır. Tersine çevrilemezlik, zamansallığa bağlı olup ilişkinin simetrik niteliğini, yani tek yönlülüğü ifade eder. X 'in serbest, Y 'nin bağlı değişken olması durumunda hesaplanacak olan korelasyon katsayısı ile Y 'nin serbest, X 'in bağlı değişken olması durumunda hesaplanacak korelasyon katsayısının aynı olması, X ile Y arasındaki Y ile X arasındaki ilişkinin derecesinin ve yönünün aynı olduğu anlamına gelir. Bu durum, X 'in mi Y 'yi etkilediğini, yoksa Y 'nin mi X 'i etkilediğini, korelasyon katsayısı ile belirlemenin imkansız olduğunu gösterir. Korelasyonda belirli olan tek nokta, hesaplanan katsayı pozitifse, X artarsa Y 'nin artacağı veya Y artarsa X 'in artacağı, buna karşılık katsayı negatifse, X artarsa Y 'nin azalacağı veya Y artarsa X 'in azalacağıdır.

Korelasyon katsayısının ayrıca ilişkinin derecesini veya yönünü vermesine karşılık, nedensel ilişkide $Y = f(X)$, X 'ten Y 'ye doğru nedenselliği, $X = f(Y)$ ise Y 'den X 'e doğru nedenselliği ifade etmektedir. Dolayısıyla, nedensel ilişki ile fonksiyonel ilişki ve korelasyonun birbirinden farklı oldukları açıktır. Ancak konuya yine de hesaplanacak korelasyon katsayısının bekleyişleri açısından bakmakta yarar vardır.

Korelasyon konusuna teorik olarak yeterince ağırlık verilmemekte ve sadece uygulama üzerinde durulmaktadır. Bu konu son zamanlarda önemli tartışmalara neden olmuştur.

Sorun sadece deneye dayalı korelasyon katsayıları hakkında bir ifade çıkarılıp çıkarılmayacağına ilişkindir (Akdi, 2003). Bu örnek, rassal bir korelasyon katsayısından hareketle nedensel çıkarım yapmak için özellikle seçilmiştir.

Korelasyon katsayısı kavramsal olarak çok basittir ve kolayca hesaplanabilir. Ancak yorumu konusunda dikkatli olmak gerekir. Korelasyon katsayısının iki temel sakıncası vardır. Bunlardan ilki, X ile Y arasında sadece doğrusal ilişki ölçmesidir. Böylece tahmin edilen örneklem korelasyon katsayısı (r) anlamsız bulunursa, X ile Y arasındaki doğrusal olmayan bir ilişkinin sözkonusu olacağı söylenebilir. Dolayısıyla doğrusal olmayan ilişkiyi başka yaklaşımlarla araştırma zorunluluğu vardır. Bunun için çok basit olarak serpilme diyagramına bakılabilir (Charemza ve Deadmen, 1997).

Korelasyon katsayısının ikinci sakıncası, nedensel ilişki için güçlü bir korelasyonu yorumlama tehlikesidir. X ile Y arasında nedensel ilişkinin var olması durumunda, söz konusu değişkenler arasındaki korelasyon katsayısının yüksek (1'e yakın) olması beklenir. Buna karşılık, X ile Y arasındaki yüksek bir korelasyon, X 'in Y 'ye veya Y 'nin X 'e neden olduğu anlamını taşımaz.

Bu durumu basit bir örnek ile açıklayalım: Bir köye gelen leylek sayısı (X) ile o köyün nüfusu (Y) arasında hesaplanan korelasyon katsayısının 0,95 gibi yüksek bir değer olarak hesaplandığını varsayalım. Bu katsayı yorumlandığında, X ile Y arasında aynı yönde ve çok güçlü bir ilişki olduğunu, diğer bir ifadeyle, köye gelen leylek sayısı arttıkça, köyün nüfusunun artacağını veya köyün nüfusu arttıkça, köye gelen leylek sayısının artacağını söylemek gerekecektir (Dickey ve Fuller, 1981). Ancak böyle bir yorumu kabul etmek mümkün değildir. Köye gelen leyleklerin, köyün nüfusunun artmasına neden olacağı düşüncesini reddetmekte kuşkuya düşülmesi, teorik ilişkinin mantıksızlığından kaynaklanır. Diğer bir ifadeyle, bu ilişkinin gerçek hayata uymaması nedeniyle anlamsız olduğu söylenebilir. Burada şu iki durum çelişebilir; birinci durumda, X ile Y nedensel olarak ilişkilidir ve X artarken (azalırken) Y 'nin arttığı (azaldığı) gözlenir. İkinci durumunda ise X ve Y nedensel olarak ilişkili değildir fakat her iki değişken de üçüncü bir Z değişkeni ile pozitif olarak ilişkilidir. Böylece eğer Z artarsa hem X hem de Y artar ve bu X ile Y arasında yüksek bir korelasyonun olmasını sağlar (Box ve Jenkins, 1970).

Örneğin, Friedman'ın sürekli gelir hipotezini ele alalım. Bu hipoteze göre bireylerin sürekli olduğuna inandıkları gelirler (X) ile tüketim harcamaları (Y) arasında yüksek bir korelasyon bulunması, X 'in Y 'ye neden olduğunun bir göstergesi değildir. Bununla birlikte teorinin verdiği bilgiden hareketle arada yüksek bir korelasyon ilişkisi beklenir. Ancak bu durum sadece X ile Y arasındaki olası bir nedensel ilişkiyi araştırmak için teşvik edici olabilir.

Korelasyon katsayısından hareketle veya deneyim yoluyla sezgisel olarak nedensel çıkarımda bulunmak için şu iki durum karşısında farklı davranılması gerektiği önerilmektedir:

- i. Yağmurdan önce gökyüzünde kuşların sık sık görünmesi,
- ii. Para arzındaki artışı enflasyondaki artışın sık sık izlenmesi.

Bu gözlemlerden ilkinden kuşların yağmura neden olduğu sonucu çıkarılmamalıdır. Ancak ikinci ifadeden para arzı artışının enflasyona neden olduğu sonucunu çıkarmak mümkündür. Bu ayırım herhangi bir nedensel ilişkinin, tahmin edilebilirlik yanında teorik dayanağının olması ve mantık süzgecinden geçirilmesi gerektiğini ortaya koyar (Kasap, 2003).

Granger bu konuda, X 'in Y 'ye neden olduğu nedensel bekleyişi veya olasılığı ile ilişkinin araştırılabileceğini ve test sonuçlarının bu olasılığı değiştirmek için kullanılabileceğini önermiştir (Yalçın, 2001). Bu görüşe göre köye gelen leylek sayısının köy nüfusunu arttırdığı hipotezi ile kuşların yağmura neden olduğu hipotezinin dışlanması, sıfır olasılığıyla mümkündür. Burada olasılığın nereden geldiği sorulduğunda ise mevcut bilgi kümesinden çok daha önemli olan gerçek mantık süzgeci şeklinde cevap alınır.

Korelasyon katsayısı birlikte değişebilirliğin bir ölçüsü olarak yorumlandığında, istatistiksel bağımsızlık fikrini belirtmede etkili olabilir. Korelasyon katsayısı iki standartlaştırılmış değişkenin kovaryansıdır ve kovaryans, serbest değişken ve bağlı değişken ile ilgilidir. X ve Y bağımsız olduğu zaman, $Kovaryans(X, Y) = 0$ ve $\rho = 0$ olur. X ile Y arasında ilişki olduğunda, $Kovaryans(X, Y) \neq 0$ ve $\rho \neq 0$ olur ve X ile Y 'nin bağımsız olmadığı söylenir (Akdi, 2003).

3.1.3. Durağanlık kavramı

Bir zaman dizisinin ortalaması, varyansı, kovaryansı ve daha yüksek dereceden momentleri zamana göre değişmiyorsa ya da bu dizi periyodik dalgalanmalardan arınmışsa durağan zaman dizisi olarak adlandırılmaktadır. Diğer bir ifadeyle, Y_t zaman dizisi için zaman noktaları t_1, t_2, \dots, t_n ve gecikme uzunluğu k 'nın tüm değerleri için Y_t, Y_u , 'nin ortak dağılımı ile $Y_{t-k}, Y_{u-k}, \dots, Y$ 'nin ortak dağılımı aynı ise Y_t dizisine güçlü durağan bir zaman dizisi denir (Chatfield, 1991). Buradan ulaşılabilecek sonuç; $n-1$ olduğunda Y_t ile Y_{t-k} 'nin dağılımının aynı olmasıdır. Bu durumda t 'ler için $E(Y_t) = E(Y_{t-k}) = \mu$ ve $Var(Y_t) = Var(Y_{t-k}) = \sigma^2$ olacağından sürecin ortalama ve varyansı tüm t zamanları için sabit olacaktır. $N - 2$ olması durumunda ise, (Y_t, Y_u) 'nin ortak dağılımı ile (Y_{t-k}, Y_{u-k}) 'nin ortak dağılımı aynı olacak ve tüm t_1 ve t_2 zamanları için ortalama ve varyans sabit kalacak, aynı zamanda,

$$Kov(Y_h, Y_h) = Kov(Y_k Y_{h-k}) \quad (3.2)$$

eşitliği de sağlanacaktır. Bu durumlar n 'nin değişik değerleri için genişletilebilir. Kısaca, Y zaman dizisi güçlü durağan bir zaman dizisi ise Y_t ile Y_{t-k} 'nin dağılımı t 'ye değil gecikme uzunluğu k 'ya bağlıdır. Başka bir ifadeyle herhangi bir gözlem kümesinin ortak dağılımı gözlemlerin yapıldığı zamanların ileriye veya geriye doğru kaydırılması ile herhangi bir değişikliğe uğramıyorsa bu tür dizilere güçlü durağan diziler denir. Aksi durumda dizinin ortalaması ve kovaryansları zamana bağlı ise böyle bir dizi durağan olmayan bir dizi olarak adlandırılmaktadır. Eğer dizinin sadece ortalaması zamana bağlı ise determinist trend, sadece otokovaryansları zamana bağlı ise stokastik trend içerdiği düşünülmektedir (Yalçın, 2001).

Güçlü durağanlığın yanı sıra durağanlığın diğer bir durumu da zayıf durağanlıktır. Bir Z_t zaman dizisinin zayıf durağan olması için aşağıda verilen koşulların sağlanması gerekir.

$$E(Y_t) = \mu \text{ (tüm } t\text{'ler için)} \quad (3.3)$$

$$Var(Y_t) = \sigma^2 \text{ (tüm } t\text{'ler için)} \quad (3.4)$$

$$Kov(Y_t, Y_{t-k}) = \gamma_k \text{ (tüm } t\text{'ler ve her } k \text{ için)} \quad (3.5)$$

Zaman dizilerinin modellenmesinde ve nedensellik ilişkilerinin belirlenmesinde dizilerin durağan olması gerekir. Nedensellik ilişkilerinin belirlenmesinde durağanlık yeterli olmaz, bunun yanında zayıf durağanlık (kovaryans durağanlık) koşulunun da gerçekleşmesi gerekir. Bunun için durağan olmayan diziler daha sonra belirtilecek olan dönüşüm yöntemleri kullanılarak durağan dizilere dönüştürülür (Yurdakul, 1995).

3.1.4. Durağan olmayan yapı

Gerçek hayatta zaman dizileri çoğunlukla durağan olmayan bir yapı içerir. Dizilerin durağanlığının trend, mevsimsel ve konjonktürel dalgalanmalar ve rastgele etkenler tarafından bozulabilmesi mümkündür. Burada durağan dışılık ortalama ve varyansta olmak üzere iki farklı şekilde görülebilmektedir. Bir zaman dizisi ortalama da durağan dışı olup varyansta durağan veya varyansta durağan dışı olup ortalama da durağan ya da her ikisinde de durağan dışı olabilir. Durağanlığın sağlanabilmesi için adı geçen etkenlerin önceden belirlenmesi ve durağan olmayan bir zaman dizisinin durağan hale dönüştürülmesi gerekmektedir.

Bir zaman dizisinin durağanlık ya da durağan dışılık yapısını ortaya koyan bazı ölçütler vardır. Bunlardan bazıları, dizinin plot grafiği, korelogram grafiği, otokorelasyon fonksiyonu (ACF) ve kısmi otokorelasyon fonksiyonu (PACF) grafikleridir. Ayrıca bir dizinin durağan olup olmadığını anlamak için başvurulacak en basit yol dizinin kartezyen grafiğini çizmektir. Kartezyen grafik trend, mevsimsellik, dalgalanma gibi unsurların varlığını gösteriyorsa incelenen dizinin durağan olmadığına karar verilir. Ancak bu yolla karar vermek güçtür. Çünkü ilk başta durağan gibi görünen diziler zaman içinde az da olsa değişiklik gösterebilirler. Zaman dizilerinde durağanlığın incelenmesinde en güvenilir araçlardan biri birim kök testleridir (Akdi, 2003). Birim kök testleri aşağıda özetlenmektedir.

3.1.5. Dickey-Fuller Birim Kök Testi

Rassal yürüyüş sürecinden hareketle, Dickey ve Fuller tarafından geliştirilen birim kök testinin amacı, zaman dizilerinin durağan yapıya sahip olup olmadıklarını belirlemektir. Bu test, parametrelerin en küçük kareler tahmin edicilerinin birim kök varsayımı altındaki dağılımına dayanmaktadır (Yalçın, 2001). Dickey-Fuller (DF) test istatistikleri, otoregresif AR(1) sürecinin birim kök içerip içermediğini test etmek amacıyla kullanılmaktadır. Kısaca,

$$Y_t = \rho Y_{t-1} + e_t \quad (3.6)$$

şeklinde ifade edilen AR(1) modelinde, $p = 1$ şeklindeki (sıfır) yokluk hipotezinin testi sonucunda H_0 'ın reddedilmesi, Y dizisinin durağan olduğunu gösterir (Köse, 1998).

Yukarıdaki AR(1) modeline denk gelen eşitlikte, e_t hata terimi beyaz gürültü sürecine sahip ve $p = 1$ ise bu eşitlik rastgele yürüyüş süreci olarak adlandırılır ve $Y = Y_{t-1} + e_t$ şekilde ifade edilir. $p = 1$ olduğu durumda Z dizisi durağan değildir. Bunun yanı sıra, eğer $|p| < 1$ ise Z_t sürecinin durağan olduğu söylenebilir (Köse, 1998).

Eşitlik (3.6)'nın her iki tarafından Y bağımlı değişkenin bir gecikmeli değeri çıkarıldığında elde edilen yeni eşitlik aşağıdaki gibi ifade edilir;

$$Y_t - Y_{t-1} = \rho Y_{t-1} - Y_{t-1} + s_t \quad (3.7)$$

$$\Delta Y_t = (\rho - 1)Y_{t-1} - s_t \quad (3.8)$$

Eşitlik (3.8) denkleminde $t = p - 1$ olarak tanımlanırsa;

$$\Delta Y_t = \gamma Y_t - s_t \quad (3.9)$$

olur. Eşitlik (3.9) denkleminde A birinci dereceden fark operatörüdür.

Eşitlik (3.9) denkleminde Y_t dizisinin durağanlığını araştırmak için yokluk hipotezi $H_0: \gamma = 0$ şeklinde kurulur ve böylece Eşitlik (3.6) denklemindeki $\rho=1$ yokluk hipotezinin test edilmesi ile aynı anlama gelmiş olur. Burada alternatif hipotez ise $H_1: \gamma < 0$ şeklinde kurulur. Eğer $\gamma = 0$ (veya $\rho=1$) yokluk hipotezi $\gamma < 0$ (veya $\rho < 1$) alternatif hipotezine karşı reddedilirse, Y_t dizisi durağandır.

Birim kökün varlığını saptamak amacıyla $H_0: \rho = 1$ ya da $H_0: \gamma = 0$ hipotezini test etmek için kullanılan test istatistiği literatürde Dickey-Fuller t istatistiği olarak bilinmektedir. Bu istatistiğin dağılımı Monte-Carlo yöntemi kullanılarak elde edilip kritik değerler hesaplanır. Dickey ve Fuller çalışmasında H_0 yokluk hipotezinin $H_1: \rho = 1$ hipotezi altında ρ 'nin en küçük kareler tahmin edicisinin "1" etrafında dağılmadığını ve "1" den daha küçük bir değer etrafında olduğunu saptamıştır. Bu testte ρ 'nun en küçük kareler tahmin edicisi normal dağılıma uymadığından (standart) t istatistiğini kullanmak doğru değildir. Monte-Carlo simülasyonları Dickey-Fuller testinin gücünün düşük olduğunu göstermiştir. Hesaplanan T istatistiği Dickey-Fuller kritik değerinden daha büyük ise yokluk hipotezi reddedilir, yani Y dizisi birim kök içermeyip durağan bir karaktere sahip olacaktır (Işığışok, 1994).

Modele sabit terim ve/veya zaman trendi eklenerek de birim kök testi yapılabilir. Bu durumda test istatistiğinin dağılımı değişmektedir ve her model için farklı olmaktadır. Üç farklı model için ayrı t değerleri hesaplanarak hipotez testi gerçekleştirilir. Bu modeller aşağıdaki gibi ifade edilebilir.

$$\Delta Y_t = \gamma Y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (3.10)$$

$$\Delta Y_t = \mu + \gamma Y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (3.11)$$

$$\Delta Y_t = \mu + \gamma Y_{t-1} + \delta_t + \varepsilon_t \quad (3.12)$$

Eşitlik (3.10) ile verilen modelde dizinin ortalaması sıfır, eşitlik (3.11) ile verilen modelde sıfırdan farklı olduğu varsayılmaktadır. Eşitlik (3.12) ile verilen modelde ise sıfırdan farklı

bir ortalamaya izin verilerek dizinin determinist bir trend etrafında durağan olup olmadığı test edilmektedir (Işığışık, 1994).

Genişletilmiş (Augmented) Dickey-Fuller (ADF) testi: Dickey-Fuller çalışmasında, e_t hata terimleri arasındaki olabilecek otokorelasyonu göz ardı etmiştir. e_t , beyaz gürültü süreci değilken yani, e_t hata terimleri arasında bir otokorelasyon söz konusu iken yapılan en küçük kareler tahminleri etkin değildir. Bu sebeple zaman dizisini AR(1) süreci olarak modellemek yanlış olacaktır. Dickey ve Fuller çalışmasında, söz konusu otokorelasyon sorununu gidermek için Genişletilmiş Dickey-Fuller (ADF) testini önermiştir (Köse, 1998).

Daha önce DF testinde belirtilen eşitlik (3.6) denklemi aşağıdaki gibi ifade edilebilir.

$$Y_t = \rho Y_{t-1} + \sum_i^k c_i \Delta Y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (3.13)$$

Yine aynı işlemleri bu eşitlik için de yapılırsa, yani eşitliğin her iki tarafından Y_t bağımlı değişkeninin bir gecikmeli değeri Y_{t-1} çıkarılırsa aşağıdaki eşitlik elde edilir.

$$Y_t - Y_{t-1} = \rho Y_{t-1} - Y_{t-1} + \sum_i^k c_i \Delta Y_{t-i} + \varepsilon_i \quad (3.14)$$

$$Y_t - Y_{t-1} = (\rho - 1) Y_{t-1} + \sum_i^k c_i \Delta Y_{t-i} + \varepsilon_i \quad (3.15)$$

$$\Delta Y_t = \gamma Y_{t-1} + \sum_i^k c_i \Delta Y_{t-i} + \varepsilon_i \quad (3.16)$$

Burada “ Δ , birinci dereceden fark operatörü”, “ k , gecikme operatörü” ve “ e , hata terimi olmak üzere söz konusu e hata terimi beyaz gürültü sürecine sahiptir. ADF testinde de aynı yokluk hipotezi ve alternatif hipotezler kurulmaktadır.

Birim kök içerip Y_t dizisinin durağan olmadığını gösteren yokluk hipotezinin red edilmemesi durumunda, dizinin durağanlığını sağlamak için durağan olana kadar serinin farkı alınır. Yokluk hipotezi reddedilirse Y_t dizisinin durağan olduğu söylenir (Akdi, 2003).

Bu testte en önemli sorun k gecikme uzunluğunun belirlenmesidir. Gecikme uzunluğu belirlenirken küçük olması önemlidir. Ancak e_t 'deki otokorelasyon olup olmadığını belirleyecek kadar da büyük olması gerekir. Bu nedenle en büyük gecikme uzunluğu belirlenerek model belirlenebilir ve modelin anlamlılığı test edilebilir. Anlamlılık sağlanana kadar gecikme uzunluğu sırasıyla azaltılarak belirlenir. Gecikme uzunluğu belirlenirken Akaike Bilgi Kriteri (AIC), Schwarz Kriteri (SIC) gibi ölçütlerden de yararlanılabilir. Minimum AIC veya SIC değerine sahip olan k değeri gecikme uzunluğu olarak kabul edilir (Newbold, 1978).

ADF denkleminde uygun gecikme yapısının belirlenmesi ile hata terimlerinin birbirinden bağımsız aynı dağılımlı rastgele değişkenler olması varsayımı altında, $\gamma=0$ yokluk hipotezi testindeki t dağılımı ile Genişletilmiş Dickey-Fuller'un çalışmasındaki $\gamma=0$ yokluk hipotezi testindeki t dağılımı aynı olacaktır (Dickey ve Fuller, 1981).

3.1.6. Phillips –Perron (PP) Birim Kök Testi

Dickey-Fuller testi zaman serilerinin AR özelliğini dikkate aldığından test etme gücü zayıftır. Bu test güçsüz olduğundan yakın birim kök varlığında problem çıkarmaktadır. Bu sorunun çözümü ADF denklemindeki terimlerin ilave farklarının denkleme ilave edilmesi ile çözümlenebilmektedir.

Phillips –Perron (1988) tarafından ADF testi genelleştirilerek hata terimlerinin bağımlı ve değişen varsayımsız durum için incelemiş ve PP testinde hatalar ADF testine göre daha esnek olduğu sonucuna varmıştır. PP test istatistikleri ADF test istatistiği ile aynı limit dağılımına sahiptir. PP testi durağan ve trend etkisi içeren zaman serileri ile tek değişkenli zaman serilerinde kullanılır. PP testinin denklemleri aşağıdaki gibi modellenmektedir:

$$Y_t = \delta Y_{(t-1)} + u_t \text{ (Sabit ve Trendsiz)} \quad (3.17)$$

$$Y_t = \beta_1 + \delta Y_{(t-1)} + u_t \text{ (Sabit Terimli)} \quad (3.18)$$

$$Y_t = \beta_1 + \delta Y_{(t-1)} + \beta_2(t - T / 2) + u_t \text{ (Sabit Terimli ve Eğilim Katsayılı)} \quad (3.19)$$

3.1.7. KPSS Testi

Artıkların uzun dönem varyansının nonparametrik tahmincisine dayanan bu test Kwiatkowski, Philips, Schmidt ve Shin (1992) çalışmasında önerilmiştir. Bu testte seri deterministik özelliklere sahip trendden arındırılarak durağan hale getirilir. Modelin gecikme uzunluğuna duyarlı ADF ve PP testlerindeki ortak eksiklikleri giderebilmek için KPSS testinin de kullanılması tavsiye edilir. Bu yüzden bütünleşme dereceleri hakkında özellikle PP ve KPSS testlerinin birlikte kullanılması önerilir. Diğer testlerin aksine bu testte kurulan temel hipotez “birim kök yoktur” yani “seri durağandır” şeklindedir. Dolayısıyla trendden arındırılan serideki birim kök olmaması, serinin trend durağan olduğunu göstermektedir.

KPSS testinde $\sigma_u^2 = 0$ yokluk hipotezi ile serinin durağanlığı eşitlik (3.20) yardımı ile test edilir.

$$\hat{\eta} = \frac{1}{T^2} \sum_{t=1}^T \frac{s_t^2}{s^2(l)} \quad (3.20)$$

KPSS testi sadece sabit terim ve sabit terim + trend olmak üzere iki farklı şekilde uygulanmaktadır. Hesaplanan $\hat{\eta}$ değeri tablo değerinden büyük ise “seri durağandır” şeklindeki H_0 hipotezi α anlamlılık seviyesine göre reddedilmektedir.

3.3. Zaman Dizilerinde Nedensellik ve Nedensellik Testleri

3.3.1 Eşbütünleşme analizi

Eşbütünleşme testi durağan olmayan seriler arasında uzun dönem ilişki olup olmadığını araştırmak için uygulanır. Başka bir deyişle zaman serileri arasındaki denge ilişkisini araştırır. Eşbütünleşme yöntemi Granger tarafından geliştirilmiştir. Eşbütünleşme analizi için serilerin durağanlığı kısıtına ihtiyaç olmamakta fakat serilerin aynı düzeyde bütünleşik olmaları ön koşulunun sağlanması gerekmektedir. İki veya daha fazla zaman serisinin durağan olmaması durumunda, serilerin doğrusal bileşimi olan artık değerler durağansa serilerin eşbütünleşik olduğu söylenmektedir.

Seriler arasındaki eşbütünleşme ilişkisini belirlenirken en çok Engle ve Granger (1987), Johansen ve Juselius (1990) tarafından önerilen yöntemler kullanılmaktadır. Uygulamada Johansen eşbütünleşme testi uygulanmıştır. Johansen ve Juselius çoklu eşbütünleşme testi, eşbütünleşmenin ilişkisinin yanında eşbütünleşik vektörlerin maksimum olabilirlik tahminlerini bulunmasına da imkan sağlamaktadır. Değişken sayısı iki olduğunda bile Johansen yöntemi iki aşamalı Engle-Granger yöntemine göre daha duyarlı ve kuvvetli sonuçlar sağlamaktadır. Johansen eşbütünleşme testinde iz (trace) ve maksimum özdeğer olmak üzere eşbütünleşme vektörünün sayısını tanımlayan iki istatistik ileri hesaplanmaktadır. Trace testinde eşbütünleşme vektörlerinin sayısının (r) 0,1,2,... eşit veya küçük olduğu sıfır hipotezi test edilmektedir. Her bir durum için sıfır hipotezlerin reddedilmesi iz istatistiği değerinin kritik değerden yüksek çıkması halinde söz konusu olmaktadır. Seriler arasında eşbütünleşme olmadığı anlamına gelen ($r = 0$) sıfır hipotezine karşılık; kullanılan değişkenlerin en çok bir eksiği kadar eşbütünleşme olabileceğini gösteren alternatif hipotezi test edilmektedir. Sıfır hipotezinin reddi, diğer bir deyişle test değerlerinin kritik değerlerden büyük çıkması; seriler arasında eşbütünleşme olduğunu, yani seriler arasında uzun dönemli ilişki olduğunu ifade etmektedir (Johansen, 1991).

Seriler arasında eşbütünleşme ilişkisinin varlığını test edilmesinde aşağıdaki hipotezler kullanılır;

H_0 = Seriler arasında eşbütünleşme ilişkisi yoktur.

H_1 = Seriler arasında eşbütünleşme ilişkisi vardır.

3.3.2 Doğrusal olmayan ARDL modeli (Nonlinear ARDL)

Pesaran ve Shin (1999) ile Pesaran vd. (2001) tarafından öne sürülen ve geliştirilen, iktisadi analiz literatüründe yoğun olarak kullanılan gecikmesi dağıtılmış otoregresif sınır testi yöntemi (ARDL), son yıllarda Shin vd. (2014) tarafından daha da geliştirilmiştir. İktisadi literatürde doğrusal olmayan gecikmesi dağıtılmış otoregresif model (NARDL) olarak yerini almaya başlamıştır. NARDL yaklaşımı modelde yer alan veriler arasındaki doğrusal olmayan ilişkiyi tespit etmek amacıyla kurulmuş olan yeni modelleme yöntemidir. NARDL yaklaşımına göre, modelde kullanılan değişkenler arasında meydana gelen kısa ve uzun dönemli asimetrik ilişkiler ve geçişkenlikler üzerinde durulmaktadır. Bağımsız değişkenlerde meydana gelen pozitif ya da negatif değişimlerin bağımlı değişken üzerinde ortaya çıkardığı etkiler incelenmektedir.

Schorderet (2003) ve Shin vd. (2014) tarafından yapılan çalışmalar dikkate alınarak NARDL modelinde oluşturulan ve kullanılan asimetrik eşbütünleşme regresyonu aşağıda tanımlanmaktadır (Altıntaş, 2016):

$$y = \beta^+ X_t^+ + \beta^- X_t^- + u^t \quad (3.21)$$

Yukarıda tanımlanan (3.21) nolu regresyonda β^+ ve β^- uzun dönem parametreleri olarak, X_t ise $k \times 1$ vektörü olarak tanımlanmaktadır. X_t ise aşağıdaki şekilde analiz edilmektedir (Altıntaş, 2016).

$$X_t = X_0 + X_t^+ + X_t^- \quad (3.22)$$

(3.21) nolu denkleminin ARDL(p,q) modeliyle ilişkisi ele alındığında aşağıda belirtilen asimetrik hata düzeltme modeline ulaşılmaktadır.

$$\Delta y_t = p y_{t-1} + Q^+ X_{t-1}^+ + Q^- X_{t-1}^- + \sum_{j=1}^{p-1} \delta \Delta y_{t-j} + \sum_{j=0}^q (\pi_j^+ \Delta X_{t-j}^+ + \pi_j^- \Delta X_{t-j}^-) + \varepsilon_t \quad (j=1,2,3,\dots,p) \quad (3.23)$$

NARDL testi yöntemi asimetrik eşbütünleşme ilişkisini dikkate alarak I(2) koşulunu göz önünde bulundurmasa da, normal ARDL yaklaşımında uygulandığı gibi bağımsız değişkenlerin I(0) ve I(1) olmasına bakılmadan eşbütünleşme analizine imkan vermektedir. Bu nedenle, birinci safha olarak NARDL modelinde yer alan değişkenler için durağanlık testleri uygulanarak değişkenlerin hangi dereceden bütünleşik olduklarına karar verilmektedir. Durağanlık testlerinin sonucunda doğrusal olmayan gecikmesi dağıtılmış otoregresif model yaklaşımında izlenen aşamalar şunlardır;

1. Yukarıda açıklanan (3.23) nolu denklem en küçük kareler yöntemi ile tahmin edilir.
2. Sonraki adım olarak Pesaran vd. (2001) ve Shin vd. (2014) tarafından geliştirilmiş olan (3.9) nolu denklem için H_0 yokluk hipotezi test edilir. Böylece değişken seviyeleri arasında uzun dönemli ilişki olup olmadığı test edilmiş olmaktadır.
3. NARDL testi yönteminde bu aşamada, Wald testi ile uzun dönem simetri ve kısa dönem simetri olup olmadığı test edilmektedir.

NARDL uygulamasında yapılan testler sonucunda değişkenler arasında simetri ilişkisinin olmadığı şeklinde karar verilirse son aşama olarak denklem (3.23) kullanılarak X_t^+ ve X_t^- parametrelerinde meydana gelen bir birimlik değişimin açıklanan değişken üzerindeki asimetrik hareketli çarpan etkileri aşağıdaki eşitlikler kullanılarak elde edilmektedir.

$$m_h^+ = \sum_{j=0}^h \frac{\partial y_{t-j}}{\partial x_t^+}, m_h^- = \sum_{j=0}^h \frac{\partial y_{t-j}}{\partial x_t^-} \quad (h=0,1,2,\dots) \quad (3.24)$$

Analizde kullanılan NARDL eşbütünleşme yöntemi, doğrusal olmayan ve eşbütünleşme dinamiklerini analiz etmesi açısından, iktisadi literatürde kullanılan diğer simetrik ve asimetrik eşbütünleşme yöntemlerine göre önemli ayrıcalıklar ve üstünlükler taşımaktadır. Öte yandan NARDL modelinde yer alan zaman serilerinin farklı bütünleşme derecelerine önem vermekte ve küçük örneklerde de etkin sonuçlar ortaya koyması, diğer eşbütünleşme yöntemlerine göre büyük avantajlar oluşturmaktadır. Doğrusal olmayan gecikmesi dağıtılmış otoregresif model simetrik ve asimetrik eşbütünleşme ilişkisinin test edilmesine imkan sağlamaktadır. Fakat NARDL testinde analize konu olan seriler ikinci dereceden bütünleşme ilişkisine sahip ise NARDL yöntemi kullanılamamaktadır.

3.3.3 Granger nedensellik testi

Nedensellik ile ilgili operasyonel ilk tanım 1956 yılında Wiener tarafından yapılmıştır. Bu tanım Granger-Hatanaka tarafından 1964 yılında yeniden düzenlenmiş ve son olarak Granger tarafından 1969 yılında geliştirilmiştir. Bu tanıma en büyük katkısı Granger'in yapması sebebiyle, literatürde "Granger nedensellik tanımı" olarak adlandırılır. Bu tanım son yıllarda nedensellik ile ilgili bütün çalışmalara temel oluşturmuştur.

Granger, yüksek dereceli iki değişkenli otoregresif bir sürecin tahmini yardımıyla nedenselliğin test edilebilir hale gelmesini sağlamış ve böylece X_t ve Y_t 'nin neden hipotezini test edilebilir hale getirmiştir.

Ekonometrik değişkenlerde çoğunlukla kovaryanslar durağan olmadığından trend faktörü mevcuttur ve bu trend faktörlerini içeren X_t ve Y_t değişkenlerinin trend faktöründen arındırılmış olduğu Y_t^* ve X_t^* sembolleri kullanılarak gösterilecek ve Y_t^* ve X_t^* değişkenleri için Granger nedenselliğinin test edilebilmesi aşağıdaki denklemler yardımıyla mümkündür;

$$Y_t^* = \sum_{i=1}^m a_i Y_{t-i}^* + \sum_{i=1}^m b_i X_{t-i}^* + u_{1t} \quad (3.25)$$

$$X_t^* = \sum_{i=1}^m c_i X_{t-i}^* + \sum_{i=1}^m d_i Y_{t-i}^* + u_{2t} \quad (3.26)$$

Burada u_{1t} ve u_{2t} korelasyonsuz gürültü süreçlerini, m bütün değişkenler için ortak gecikme derecesini ve a_i , b_i , c_i ve d_i gecikme katsayılarını, gösterir. Böylece $s \neq t$ olmak üzere $E(u_{1t} u_{1s}) = E(u_{2t} u_{2s}) = 0$ 'dır (Işığışık, 1994).

Yukarıdaki denklemi anlık nedensellik araştırmasında kullanmak için şu şekilde değiştirilebilir:

$$Y_t^* + b_0 X_t^* = \sum_{i=1}^m a_i Y_{t-i}^* + \sum_{i=1}^m b_i X_{t-i}^* + u_{1t} \quad (3.27)$$

$$X_t^* + d_0 Y_t^* = \sum_{i=1}^m c_i X_{t-i}^* + \sum_{i=1}^m d_i Y_{t-i}^* + u_{2t} \quad (3.28)$$

Bu denklemler ile anlık nedenselliğin varlığı belirlenebilir. Örneğin, X_t^* 'ten Y_t^* 'ye doğru anlık nedensellik bulunmasında, modeldeki ilk denkleme dahil edilen şimdiki ve geçmiş dönemlerdeki gözlem değerlerinin katsayıları istatistiksel olarak anlamlı olacaktır (Bunge, 1979).

Model (3.25)-(3.26) ve (3.27)-(3.28)'deki m değeri sonsuz olabilir. Ancak uygulamada mevcut verilerin sonlu sayıda olması sebebiyle m , sonlu ve mevcut zaman serisinin örneklem hacminden daha küçük olmalıdır. Modellerde dikkati çeken diğer bir noktada, bütün gecikme uzunluklarının (m) eşit varsayılmış olmasıdır. Granger nedensellik testinden yapılan en önemli eleştiri budur. Bu konuya testlerin karşılaştırılması kısmında değinilecektir.

Model (3.25) ve (3.26) en küçük kareler tekniği ile tahmin edildikten sonra, şu olası sonuçlara ulaşılabilir:

i) b_i değerlerinin belirli bir anlamlılık düzeyi ile sıfırdan farklı olmaları durumunda X_t^* 'ın Y_t^* 'a neden olduğu söylenir ve bu durum " X_t^* , Y_t^* 'nin Granger nedenidir" şeklinde ifade edilir. Bu X_t^* 'dan Y_t^* 'a doğru tek yönlü nedensellik olarak da tanımlanır.

ii) Aynı mantıkla, d_i değerlerinin belirli bir anlamlılık düzeyi ile sıfırdan farklı olmaları durumu Y_t^* 'ın X_t^* 'a neden olduğu anlamını taşır. Ayrıca bu durum " Y_t^* , X_t^* 'nin Granger nedenidir" şeklinde açıklanır. Bu Y_t^* 'dan X_t^* 'a doğru tek yönlü nedensellik olarak da ifade edilebilir.

iii) Yukarıdaki iki koşulun her ikisinin de geçerli olması, diğer bir deyişle, hem b_i hem de d_i değerlerinin belirli bir anlamlılık düzeyi ile sıfırdan farklı olmaları durumunda X_t^* 'ın Y_t^* 'a ve aynı zamanda Y_t^* 'ın X_t^* 'a neden olduğu söylenir ve bu durum " X_t^* , Y_t^* 'ın ve Y_t^* , X_t^* 'ın Granger nedenidir" şeklinde ifade edilebilir. Bu, iki yönlü nedensellik veya geribildirim (feedback) olarak da tanımlanır.

iv) İlk iki koşulun her ikisinde geçerli olmaması, diğer bir deyişle hem b_i hemde d_i değerlerinin belirli bir anlamlılık düzeyi ile sıfırdan farklı olmamaları (anlamsız olmaları) durumu iki değişkenin birbirinin nedeni olmadığı anlamı taşır. Ayrıca bu durum " X_t^* ve Y_t^* birbirinden bağımsızdır" şeklinde açıklanır.

Bu ifadeleri, model (3.25-3.26)'deki parametrelere ilişkin hipotez takımları ile açıklamak daha yararlı olacaktır.

$$H_0: b_1 = b_2 = \dots = b_m = 0 ; H_1: b_1 \neq b_2 \neq \dots \neq b_m \neq 0 ; H_0: d_1 = d_2 = \dots = d_m = 0; H_1: d_1 \neq d_2 \neq \dots \neq d_m \neq 0$$

Bu hipotezlere istinaden uygulanacak testlerde ulaşılabilecek sonuçlar şu şekildedir;

- i) Birinci hipotezde H_0 reddedilmiş ve ikincisinde reddedilmişse, X_t^* değişkeni Y_t^* değişkeninin Granger nedeni sayılır.
- ii) Hipotez takımlarından birincisinde H_0 reddedilmemiş ve ikincisinde reddedilmişse, Y_t^* değişkeni X_t^* değişkeninin Granger nedeni kabul edilir.
- iii) Hipotez takımlarının her ikisinde de H_0 reddedilmişse X_t^* değişkeni ile Y_t^* değişkeni arasında geribildirim (feedback) olduğu söylenir.
- iv) Hipotez takımlarından her ikisinde de H_0 reddedilmemişse X_t^* ve Y_t^* değişkenleri arasında Granger nedenselliğinin bulunmadığı ifade edilir.

Model (3.25-3.26) yerine model (3.27-3.28)'nin tahmini elde edilerek,

$$H_0: b_0 = b_1 = b_2 = \dots = b_m = 0 \quad H_1: b_0 \neq b_1 \neq b_2 \neq \dots \neq b_m \neq 0 ;$$

Hipotezlerinden H_0 reddedilmişse X_t^* , Y_t^* 'nin anlık nedeni kabul edilir. Aynı mantıkla;

$$H_0: d_0 = d_1 = d_2 = \dots = d_m = 0 ; \quad H_1: d_0 \neq d_1 \neq d_2 \neq \dots \neq d_m \neq 0 ;$$

hipotezlerinden H_0 reddedilmişse, Y_t^* , X_t^* 'nin anlık nedeni kabul edilir.

Yukarıdaki hipotezlerin anlamlılığını test edebilmek için t testi yapılabildiği gibi bunun yerine F kullanılarak da anlamlılık test edilebilir. Bu şekilde, model (3.25-3.26) ile birlikte;

$$Y_t^* = \sum_{i=1}^m a_i Y_{t-i}^* + v_{1t} \quad (3.29)$$

$$X_t^* = \sum_{i=1}^m c X_{t-i}^* + v_{2t} \quad (3.30)$$

denklemleri de tahmin edilerek (v 'nin tahmini α u 'nun tahmini e olmak üzere) bulunan hata terimlerinin kareleri toplamları $\sum \alpha_{1t}$ ile $\sum e_{1t}$ ve $\sum \alpha_{2t}$ ile $\sum e_{2t}$ karşılaştırılarak Wald tarafından geliştirilen F istatistiği;

$$F_{(m,n-2m)} = \frac{(\sum \alpha_{1t}^2 - \sum e_{1t}^2)/m}{\sum e_{1t}^2/(n-2m)} \quad (3.31)$$

şeklinde hesaplanır (Işığışık, 1994). Burada m ortak gecikme genişliği, n örneklem hacmi olmak üzere F istatistiği m ve $n-2m$ serbestlik derecesine sahiptir. $\sum \alpha_{2t}^2$ ile $\sum e_{2t}^2$ değerlerine ilişkin F istatistiği de benzer olarak hesaplanır. Burada bulunan F istatistik değeri $> \alpha$ anlamlılık düzeyi ise H_0 hipotezi reddedilir. H_0 hipotezi reddedilir ise genel olarak regresyonda yer alan katsayıların anlamlı olur.

Yukarıda belirtilen modellerde m değerinin (gecikme genişliğinin) büyüklüğü konusunda herhangi bir önsel bilgi söz konusu değildir. Ancak bu konuda m değeri yeterince büyük alınarak, modeller her bir ayrı ayrı tahmin edilmek suretiyle, en güvenilir tahmin modelini veren m değerinin seçilmesi önerilebilir. Burada dikkate alınması gereken diğer bir nokta da, bütün gecikmelerde m değerinin ortak ve keyfi kullanılmış olmasıdır.

Granger nedensellik testindeki katsayıların güvenilirliği F testi uygulanarak da test edilebilir ve tahminin standart hatası (σ), varyansı (σ^2) ile determinasyon katsayısı (R^2) değerleri de modellerin güvenilirliğin test edilmesine kullanılabilir. Bunlar nedensellik yönü belirlenirken de kullanılabilir. Örneğin, tahmini varyansı (σ^2) değeri şu şekilde kullanılabilir. X^* geçmiş X değerlerini ve X^{**} da şimdiki ve geçmiş X değerlerini sembolize etmek üzere,

$$\sigma_Y^2/Y^*, X^* < \sigma_Y^2/Y^* \quad (3.32)$$

ise Y'nin nedeninin X olduğu,

$$\sigma_X^2/X^*, Y^* < \sigma_X^2/X^* \quad (3.33)$$

ise X'in nedeninin Y olduğu ve

$$\sigma_Y^2/Y^*, X^{**} < \sigma_Y^2/Y^*, X^* \quad (3.34)$$

ise X 'in Y 'ye anlık olarak neden olduğu söylenir. Nedenselliğin yönünün R^2 kullanılarak da belirlenebilir.



4. TÜRKİYE'DE ENFLASYON, FAİZ VE DÖVİZ KURU ARASINDAKİ NEDENSELLİK İLİŞKİSİ

4.1 Model ve Ekonometrik Yöntem

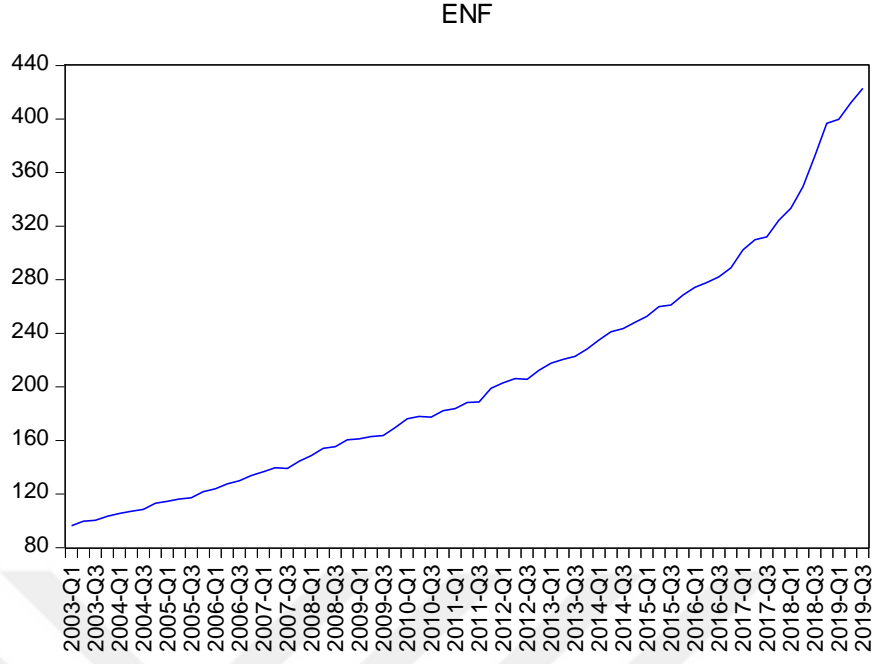
Shin, You ve Greenwood-Nimmo'nun (2014) uyguladığı NARDL modeli, uzun ve kısa dönemde açıklayıcı değişkenlerin pozitif veya negatif kısmi toplam ayrıştırılması ile ortaya konan eşbütünleşmiş bir asimetric dağıtılmış gecikme modelidir. Asimetric modelleme ve uzun dönem ilişkinin paralel araştırıldığı modellerin popülerliği son zamanlarda oldukça artmıştır. NARDL modeli ile uzun ve kısa dönem için simetric ve asimetric ilişki aynı ayna incelenebilir. NARDL yöntemini uygulamak için değişkenlerin farklı bütünleşik olmaları soruna neden olmaz ve değişkenlerin durağanlığı aranmadan aralarındaki uzun veya kısa dönem ilişkiyi tahmin etmek mümkündür.

NARDL yönteminin, eşbütünleşme ve asimetric ilişkiyi aynı zamanda modellemesi özelliğinden dolayı literatürdeki diğer asimetric ve simetric eşbütünleşme yöntemlerine göre büyük artıları vardır (Utkulu ve Ekinci, 2016).

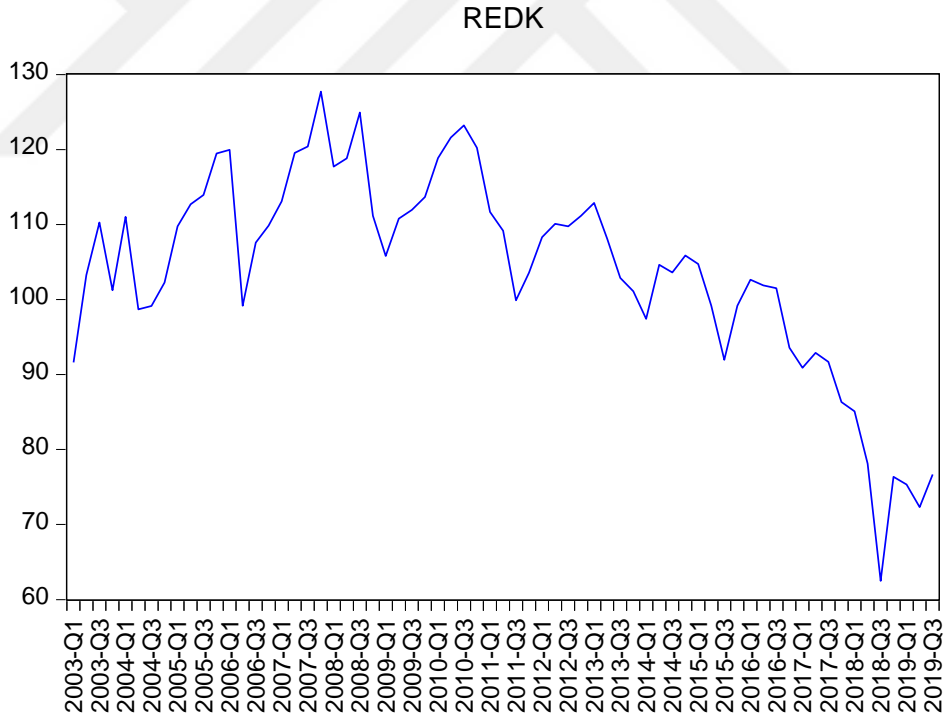
4.2 Veri Seti

Bu çalışmada döviz kuru, faiz ve enflasyon arasındaki nedenselliği belirlemek için 2003:1-2019:3 dönemlerine ait üç aylık veriler kullanılmıştır. Çalışmada enflasyon oranı (ENF) için tüketici fiyat endeksinin (TÜFE) yıllık değişim oranı, nominal faiz oranı (NF) için 1 yıl vadeli mevduat faiz oranları, döviz kuru (REDK) için TÜFE bazlı reel efektif döviz kuru verileri kullanılmıştır. Bütün değişkenler TCMB (Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası)'nın internet sitesindeki elektronik veri dağıtım sisteminden (EVDS) alınmıştır. Uygulama analizinde E-views 8 ve Stata 14 paket programlarının deneme sürümü kullanılmıştır.

Serilerin düzey değerlerinin değişim grafiği 4.1. 4.2. ve 4.3. aşağıdaki gibidir;

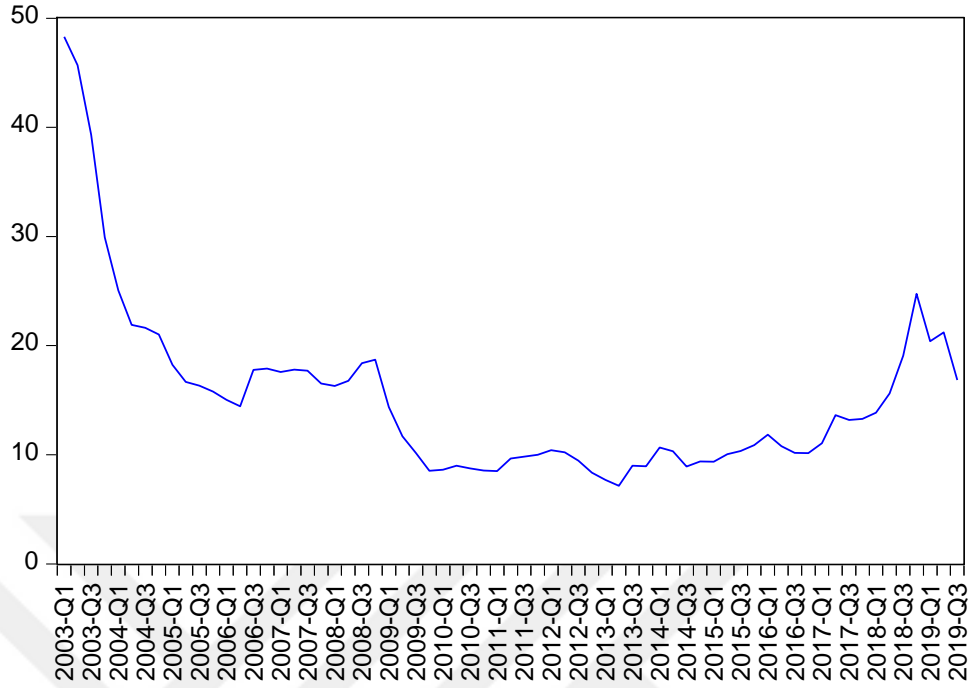


Şekil 4.1. Enflasyon (ENF) serisinin düzey değer grafiği



Şekil 4.2. Reel Efektif Döviz Kuru (REDK) serisinin düzey değer grafiği

NF



Şekil 4.3. Nominal Faiz (NF) serisinin düzey değer grafiği

Şekil 4.1.'de enflasyon oranının artan bir etki gösterdiği görülmüştür. Şekil 4.2.'deki döviz kuru zaman zaman artmış zaman zaman azalmış son zamanlarda düşüğe geçtiği görülmüştür. Şekil 4.3.'te faiz oranı ise 2003 yılında yüksek seviyede iken 2009 yılına kadar azalan eğim gösterdiği, daha sonra 2016 yılından itibaren ise artış eğiliminde olduğu görülmüştür.

4.3 Bulgular

İlişki araştırmasında serilerin mevsimsel dalgalanmalardan arındırılması için öncelikle modelde kullanılan zaman serilerinin durağanlığının sorgulanması gereklidir (Gujarati, 1999).

Bu uygulamadaki durağanlığın varlığını test etmek için, ADF, PP ve KPSS birim kök testleri kullanılmıştır.

Çizelge 4.1. Adf birim kök testi sonuçları

ADF Birim Kök Testi			
Değişkenler	Düzy t-İstatistik Değeri	Birinci fark t-İstatistik Değeri	D.D
ENF	-3.020028	-7.754733	I(1)
NF	-2.456004	-10.008556	I(1)
REDK	-2.148816	-11.20020	I(1)

Not: Sırasıyla %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeylerindeki MacKinnon kritik değerleri -4.008154, -3.434167 ve -3.141001'dir.D.D durağanlık derecesini ifade etmektedir.

Çizelge 4.2. Adf birim kök testi sonuçları

PP Birim Kök Testi			
Değişkenler	Düzy t-İstatistik Değeri	Birinci Fark t-İstatistik Değeri	D.D
ENF	-2.757486	-10.54213	I(1)
NF	-2.421406	-9.671659	I(1)
REDK	-2.546077	-10.17960	I(1)

Not: Sırasıyla %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeylerindeki MacKinnon kritik değerleri -4.008154, -3.434167 ve -3.141001'dir.D.D durağanlık derecesini ifade etmektedir.

Çizelge 4.3. Kpss birim kök testi sonuçları

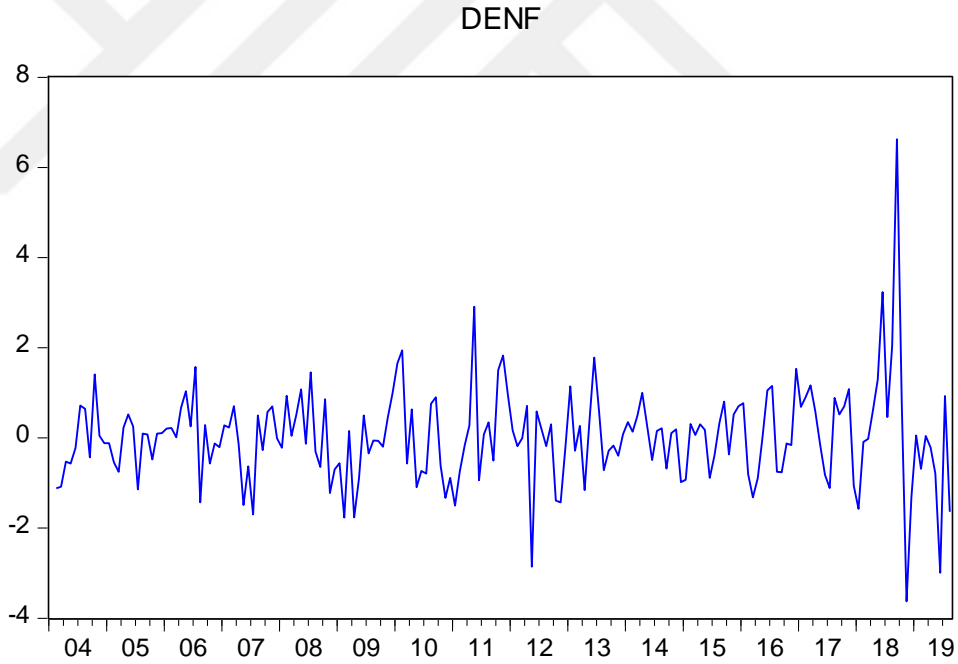
KPSS Birim Kök Testi			
Değişkenler	Düzy LM-Stat Değeri	1.fark LM-Stat Değeri	Bütünleşme
ENF	0.529509	0.082693	I(1)
NF	0.550992	0.306513	I(1)
REDK	1.160283	0.156997	I(1)

Sırasıyla %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeylerindeki tablo değerleri 0.739000, 0.463000 ve 0.347000 'dir

ADF ve PP birim kök testinden elde edilen sonuçlar MacKinnon kritik değerleri ile karşılaştırılır. Eğer test istatistiği MacKinnon kritik değerinden küçükse zaman serisi durağandır. ADF ve PP birim kök testleri için serilerin düzey tablo değerlerine

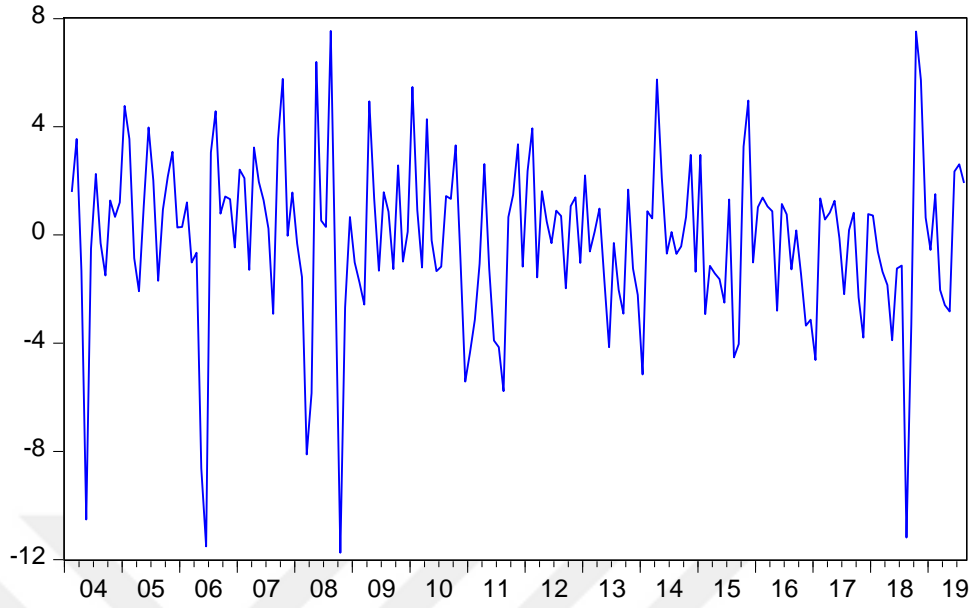
bakıldığından bütün değişkenler için hesaplanan test istatistiği tablo değerinden büyük olduğundan serilerin düzeyde durağan olmadığı görülmektedir. Birinci farkları alınan serilerin hesaplanan test istatistikleri tablo değerinden küçük olduğundan birinci farkları alınan seriler durağandır. KPSS testinde ise hesaplanan değer tablo değerinden büyükse “seri durağandır” şeklindeki H_0 hipotezi reddedilmektedir. İncelenen seri durağan değilse serinin durağanlığını elde edene kadar serinin farkının alınması gerekmektedir. Bu uygulamada seriler sabit ve trendli olarak test edilmiş ve kullandığımız serilerin birinci farkları alındığından uygulanan bütün birim kök testlerinde serilerin durağanlaştıkları görülmüştür.

Serilerin birinci farkları alındığında ise seriler durağan hale gelmektedir. Birinci dereceden farkları alınan serilerin grafiği aşağıdaki gibidir (Şekil 4.4. Şekil 4.5. Şekil 4.6.)



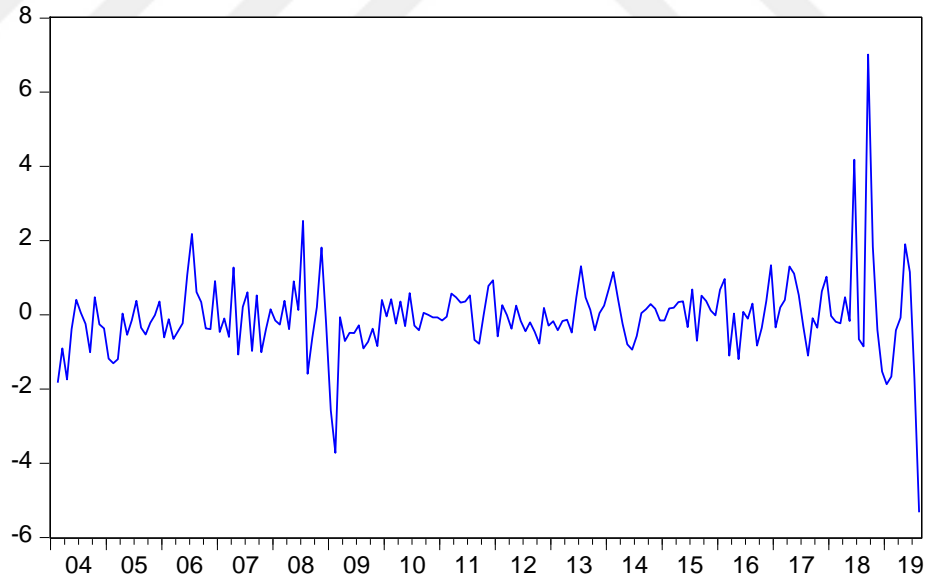
Şekil 4.4. Enflasyon (ENF) serisinin birinci fark değer grafiği

DREDK



Şekil 4.5. Reel efektif döviz kuru serisinin birinci fark değeri grafiği

DNF



Şekil 4.6. Nominal faiz serisinin birinci fark değeri grafiği

Granger testinde her değişkene ilişkin en uygun gecikme Akaike ve Schwarz gibi bilgi kriterlerine dayalı olarak seçilebilir. Bu aşamada; belirlenen en büyük gecikmeye bağlı olarak öncelikle yanıt (bağımlı) değişkenin salt kendi gecikmeli değerlerine bağlı

regresyon süreci gerçekleştirilerek minimum değerli bilgi kriterine bakılıp modelin gecikme sayısı olarak belirlenmektedir (Karaca, 2003). Yanıt değişkeni en uygun gecikme sayısı ile modele dahil edildikten olan modeldeki ikinci değişkenin gecikme sayısı, modele ikinci sıradaki değişkenin en uygun gecikme sayısı olarak tespit edilmektedir (Kadırlar, 2000). Bu uygulamada Granger nedensellik testinde kullanılacak gecikme uzunluğu bu yöntemle belirlenir (Kadırlar, 2000).

Çizelge 4.4. incelendiğinde kurulan modelin F istatistiği ve t istatistiği anlamlı ve yüksek R^2 değerine sahip olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.4. Model Tahmin Sonuçları

Bağımlı Değişken :ENF				
Değişkenler	Katsayı	Standart Hata	t-istatistiği	Olasılık Değeri
NF	-4.756967	0.648895	-7.330870	0.00000
REDK	-5.364144	0.388822	-13.79589	0.00000
C	838.2704	43.62641	19.21475	0.00000
R^2	0.770488	F-istatistiği	107.4262	
Regresyonun Standart Hatası	42.00164	Olasılık (F-istatistiği)	0.0000	

Modelde yer alan değişkenlerin aynı dereceden eşbütünleşik olup olmadıkları araştırılmıştır. Bu araştırmada verilerin birinci farkları alındığında yani aynı düzeyde durağan oldukları ortaya çıkmıştır. Her iki seride birinci sıra fark durağan I(1) olduğu için seriler arasında eşbütünleşme ilişkisi olup olmadığı araştırılabilir. Johansen eşbütünleşme testine başlamadan önce serilerin düzey değerlerinde kurulan VAR modelinde uygun gecikme sayısının bulunması gerekmektedir. Verilerin üç aylık olması sebebi ile maksimum gecikme sayısı 4 olarak alınarak uygun gecikme değeri belirlenmiştir. Çizelge 4.5. incelendiğinde yıldızların (*) ikinci gecikme değerinde toplandığı görülmüş ve en uygun gecikme değeri iki olarak belirlenmiştir. İkinci gecikmede LM test istatistiğine göre Tablo 4.6. incelendiğinde otokorelasyon sorunu olmadığı görülmektedir.

Çizelge 4.5. VAR modelinde gecikme uzunluğu için kriterler

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	-820.1		4.50E+07	26.13	26.2321	26.1702
1	-582.73	474.73	31802.6	18.8804	19.2886	19.041
2	-561.32	42.837*	21489.3*	18.4862*	19.2006*	18.7671*
3	-557.76	7.1039	25684	18.6591	19.6797	19.0605
4	-549.39	16.748	26460.7	18.679	008 20.0	19.2008

Çizelge 4.6. İkinci Gecikme için LM test istatistiği sonuçları

Gecikme	LM istatistiği	Olasılık Değ.
1	7370.366	0.5986
2	9304.851	0.4096
3	6073.275	0.7326
4	1183.171	0.2230

Gecikme uzunluğu artırıldığında VAR sisteminin hem daha küçük AIC ve SIC değerlerinin küçüldüğü hem de sistemin otokorelasyon sorununun ortadan kalktığı görülmektedir. Çizelge 4.7. ye bakıldığında birinci hipotez “Hiç Eşbütünleşik Vektör Yoktur”, ikinci hipotez “En Çok Bir Eşbütünleşik Vektör Bulunmaktadır” ve üçüncü hipotez ise “En Çok İki Eşbütünleşik Vektör Bulunmaktadır” şeklindedir. Tablo incelendiğinde Johansen’in iz istatistiği ve özdeğer istatistiği değerlerinin olasılık değerleri ilk hipotez için 0,05’ten küçük olduğu, bu sebeple “Değişkenler Arasında Eşbütünleşme İlişkisi Yoktur” hipotezinin her iki durumda da red edildiği görülmüş ve değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisi olduğu sonucuna varılmıştır. Değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişki olduğu sonucuna göre değişkenler arasında Granger nedensellik testi yapılabilmektedir.

Çizelge 4.7. Johansen eşbütünleşme testi sonuçları

İz Test İstatistiği

Hipotez	Özdeğer	İz (Trace) İstatistiği	0.05 Kritik Değer	Olasılık*
Hiç Eş Bütünleşik Vektör Yoktur	0.504850	5.598928	2.427596	0.0000
En Çok Bir Eşbütünleşik Vektör Bulunmaktadır.	0.157963	1.100405	1.232090	0.0823
En Çok İki Eşbütünleşik Vektör Bulunmaktadır.	7.49E-06	0.000479	4.129906	0.9896

ÖzDeğer Test İstatistikleri

Hipotez	Özdeğer	Maksimum Özdeğer	0.05 Kritik Değer	Olasılık*
Hiç Eş Bütünleşik Vektör Yoktur	0.504850	4.498524	1.779730	0.0000
En Çok Bir Eşbütünleşik Vektör Bulunmaktadır.	0.157963	1.100357	1.122480	0.0547
En Çok İki Eşbütünleşik Vektör Bulunmaktadır.	7.49E-06	0.000479	4.129906	0.9896

ADF, PP ve KPSS birim kök test sonuçlarına göre ikinci derece bütünlük (I(2)) değişken mevcut olmadığından NARDL yaklaşımı uygulanabilir. NARDL modelinde tahmin yapılırken sırasıyla şu aşamalar izlenmektedir. İlk olarak değişkenlerin durağanlık derecelerinin belirlenmesi için birim kök testi yapılmaktadır. Her ne kadar doğrusal ARDL modelinde olduğu gibi NARDL modelinde de değişkenlerin farklı derecelerden durağan olmaları önemli değilse de, uzun dönem katsayıların tahmin edilebilmesi için değişkenlerden birinin ikinci dereceden fark durağan olmaması gerekmektedir. Değişkenlerin durağanlık derecesi belirlendikten sonra ikinci aşamada kısıtsız asimetrik hata düzeltme modeli tahmin edilmekte ve AIC veya SIC kriterlerine göre modelin optimal gecikme uzunluğu belirlenmektedir. Model için en uygun gecikme uzunluğunun belirlenmesini takiben, değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişkinin olup olmadığının belirlenmesi amacıyla Pesaran, vd. (2001) ve Shin, vd. (2011) tarafından önerilen sınır testi uygulanmaktadır. Sınır testi uygulanırken, bağımlı ve bağımsız değişkenlerin gecikmeli katsayılarına sıfır kısıtı getirilmekte ve F

istatistiği hesaplanmaktadır. Eğer hesaplanan istatistik değeri üst kritik değerden büyük ise değişkenler arasında uzun dönemli ilişki olduğu kabul edilmekte ve uzun ve kısa dönem etki katsayıları hesaplanmaktadır.

Çizelge 4.8. NARDL sınır testi sonuçları

Bağımlı Değişken: Enf				
Değişkenler	Katsayı	Std. Hata	t istatistiği	Olasılık
ENF	-.9193743	.0270494	-33.99	0.000
$REDK^+$	.0662351	.0177468	3.73	0.000
$REDK^-$	-.0856594	.0188142	-4.55	0.000
NF^+	.103144	.0151738	6.80	0.000
NF^-	.1234983	.0179352	6.89	0.000
ΔENF	-.0268153	.0274612	-0.98	0.334
$\Delta REDK^+$	.0236054	.0205939	1.15	0.257
$\Delta REDK^-$	-.0402678	.0180535	-2.23	0.030
ΔNF^+	.0596867	.0193556	3.08	0.003
ΔNF^-	.0260715	.0226675	1.15	0.256
C	-4.808507	1.359907	-3.54	0.001
Hesaplanan Uzun Dönem Katsayılar		Katsayı	F istatistiği	Olasılık
L_{REDK}^+		0.072	13.97	0.000
L_{REDK}^-		0.093	19.95	0.000
L_{NF}^+		0.112	50.61	0.000
L_{NF}^-		-0.134	45.75	0.000
$Wald_{LR, REDK}$			189	0.000
$Wald_{SR, REDK}$			.2251	0.637
$Wald_{LR, NF}$			2.614	0.112
$Wald_{SR, NF}$			3.533	0.066
F_{stat}		Kritik Değerler***		
		%10	%5	%1
290.3756		3.52	4.01	5.06

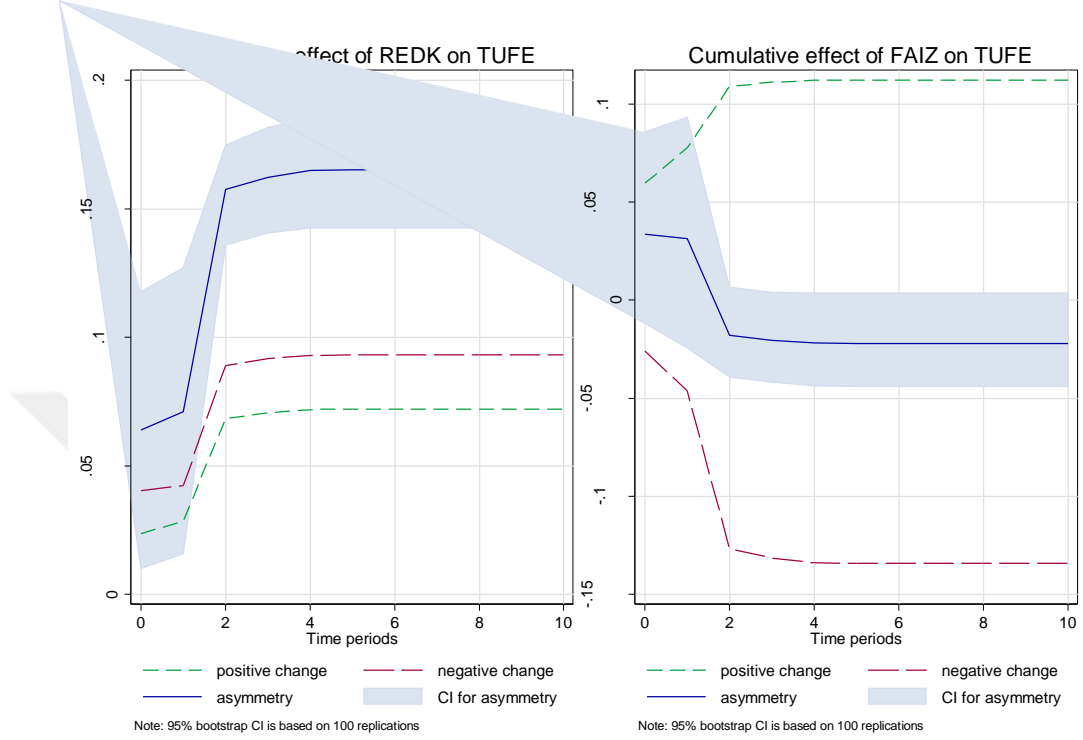
*** : işareti sırasıyla %1, %5 ve %10 düzeyinde anlamlılığı göstermektedir. (L_{REDK}^+), (L_{REDK}^-), (L_{NF}^+), (L_{NF}^-) sırasıyla faiz ve döviz kuru oranlarının pozitif ve negatif uzun dönem katsayılarını göstermektedir. $Wald_{LR, REDK}$, $Wald_{SR, REDK}$, $Wald_{LR, NF}$, $Wald_{SR, NF}$ sırasıyla uzun dönem ve kısa dönem faiz oranlarına ve döviz kuru oranlarına ilişkin simetriyi gösteren Wald istatistiğini göstermektedir.

Kurulan modele göre “Değişkenler arasında uzun dönem ilişkisi yoktur” şeklindeki yokluk hipotezin test edilmesiyle değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisi araştırılmıştır. Buna göre bulunan F istatistiği değeri ile Pesaran (2001) tarafından

hesaplanan alt ve üst kritik sınır değerleri karşılaştırılmıştır. Bulunan 290.3756 F değeri, %1 anlamlılık düzeyinde dahi kritik sınır değeri olan 5.06 değerinin üstündedir ve buna göre değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisi yoktur hipotezi reddedilmiştir. Bu sebeple ENF, NF ve REDK arasında uzun dönemde asimetric bir eşbütünleşme ilişkisinin varlığı tespit edilmiştir.

Çizelge 4.8.'ya göre tahmin edilen NARDL sonuçlarına göre reel efektif döviz kurunu oranının uzun dönem pozitif etkisi (L_{REDK}^+) ve uzun dönem negatif etkisi (L_{REDK}^-) anlamlı ve pozitif olduğu görülmektedir. Aynı şekilde nominal faiz oranının da uzun dönem pozitif etkisi (L_{NF}^+) ve uzun dönem negatif etkisi (L_{NF}^-) anlamlı ve pozitif olduğu görülmektedir. Bu sonuçlara göre uzun dönemde reel efektif döviz kuru ve nominal faiz oranındaki artışların ve azalışların da enflasyonu arttırdığı sonucuna ulaşılmıştır. Çizelge 4.6.'da NARDL modelinden elde edilen hem kısa hem de uzun dönem simetriye ilişkin Wald Testi sonuçlarına göre $Wald_{LR, REDK}$ ve $Wald_{LR, NF}$ uzun dönem simetriye ilişkin test istatistiğini temsil ederken $Wald_{SR, REDK}$ ve $Wald_{SR, NF}$ kısa dönem simetriye ilişkin test istatistiğini göstermektedir. $Wald_{LR, REDK}$ olasılık değeri $0,0000 < 0,05$ olduğundan istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir. Bu sonuçla enflasyon ve reel efektif döviz kuru arasında uzun dönem simetrik ilişki olduğunu ifade eden H_0 hipotezi reddedilmektedir. Böylece reel efektif döviz kuru oranlarının uzun dönemde simetrik etki göstermediği ve enflasyon ve reel efektif döviz kuru oranları arasında uzun dönemde asimetric bir ilişkinin var olduğu sonucuna ulaşılmaktadır. Nominal faiz ile ilgili uzun dönem simetriyi gösteren $Wald_{LR, NF}$ olasılık değeri, kısa dönem simetriyi gösteren $Wald_{SR, REDK}$ ve $Wald_{SR, NF}$ olasılık değerleri sırasıyla $0,112-0,637-0,066 > 0,05$ olduğundan ise enflasyon ve nominal faiz oranları arasında uzun dönemde simetrik ilişki olduğunu ifade eden H_0 hipotezi, enflasyon ile reel efektif döviz kuru arasında kısa dönemde simetrik ilişki olduğunu ifade eden H_0 hipotezi ve enflasyon ile nominal faiz arasında kısa dönemde simetrik ilişki olduğunu ifade eden H_0 hipotezleri reddedilememektedir. Bu sonuçlara göre enflasyon ile reel efektif döviz kuru arasında uzun dönemde asimetric kısa dönemde simetrik ilişki olduğu, enflasyon ile nominal faiz oranları arasında uzun dönemde ve kısa dönemde simetrik ilişki olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Tahmin sonuçlarına göre REDK ve NF değişkeninin pozitif ve negatif katsayıları

anlamli olduğundan REDK'nın %1 yükselmesi enflasyonu %7 birim arttırır, %1 düşmesi ise aynı şekilde enflasyonu %9 birim arttırırken, NF'nin %1 yükselmesi enflasyonu %11 birim arttırır, %1 düşmesi ise enflasyonu %13 birim azaltır.



Şekil 4.7. Nominal faiz serisinin birinci fark değeri grafiği

Şekil 4.7.'de reel efektif döviz kuru ve faiz şoklarına karşı enflasyonun verdiği tepki gösterilmektedir. Buna göre reel efektif döviz kurundaki bir birimlik pozitif şoka karşılık enflasyon pozitif tepki vermekte, bir birimlik negatif şoka ise yine aynı şekilde enflasyon pozitif tepki vermektedir. Reel efektif döviz kurundaki azalma artışa göre enflasyonu daha çok arttırmaktadır. İki dönem sonunda reel efektif döviz kurunun enflasyon üzerindeki asimetrik etkisi sona ermekte ve uzun dönem durağan olmaktadır. Aynı şekilde faizin enflasyona verdiği tepki incelenecek olursa, faizdeki bir birimlik pozitif şoka enflasyon pozitif tepki verirken bir birimlik negatif şokta ise negatif etki göstermektedir.

Granger nedensellik analizinden önce farkları alınan serilerin gecikme uzunluğunun belirlenmesi gerekir. Çizelge 4.9. serilere ait gecikme sayılarını göstermektedir.

Çizelge 4.9. Değişkenlerin gecikme katsayısı

Gecikme	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	-564.81	NA	18085.56	18.3165	18.41942	18.3569
1	-476.05	166.066	1380.943*	15.74361*	16.15532*	15.90526*
2	-472.56	6.19231	1653.449	15.9214	16.64183	16.20423
3	-469.06	5.86718	1985.718	16.0988	17.1281	16.50295
4	-449.57	30.81944*	1430.106	15.7602	17.09823	16.28554

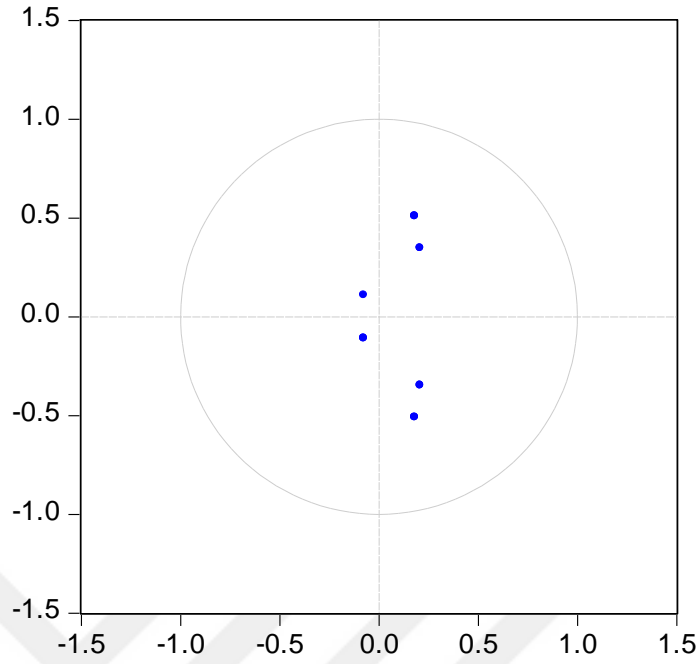
Çizelge 4.7.'de yer alan sütunlar gecikme sayılarını ve satırlar bilgi kriterleri, göstermektedir. Verilerin aylık olması sebebi ile maksimum gecikme sayısı 12 olarak alınarak uygun gecikme değeri belirlenmiştir. Çizelge 4.7. incelendiğinde yıldızların (*) 1. gecikme değerinde toplandığı görülmüş, Akaike, Schwarz ve Hannan-Quinn bilgi kriterlerine göre en uygun ve otokorelasyon sorunu olmayan gecikme sayısı bir olarak belirlenmiştir. Çizelge 4.10. incelendiğinde birinci gecikmede otokorelasyon sorunu olmadığı görülmektedir.

Çizelge 4.10. Birinci gecikme için LM test istatistiği sonuçları

Gecikme	LM-istatistiği	Olasılık
1	10.1245	0.3405
2	4.96249	0.8376
3	4.37563	0.885
4	14.901	0.0937

Şekil 4.8.'de AR karakteristik polinomunun ters kökleri birim çember analizinde değerlendirilmiş ve buna göre hiçbir modülüs değeri referans aralığının dışında olmadığı görülmüştür. Hiçbir AR kökünün birim çember dışında yer almaması kurulan VAR modelinin durağan olduğunu göstermektedir. Gecikme sayısı iki olarak belirlenen VAR modelinin istikrar koşullarını sağladığı söylenebilir.

Inverse Roots of AR Characteristic Polynomial



Şekil 4.8. AR karakteristik polinomunun ters kökleri

VAR sistemi için seçilen gecikme uygulandığında sistemin istenilen kısıtları sağladığı görülmüştür. ADF birim kök testinden sonra serilerin durağan olduğu anlaşılmış, daha sonra eşbütünleşme ilişkisine bakılıp serilerin uzun dönem ilişkisi olmadığı görülmüş olup Granger nedensellik testi uygulanmış ve sonuçları Çizelge 4.11.'de gösterilmiştir. Çizelge 4.11. incelendiğinde aşağıdaki 3, 5, 7 numaralı H_0 hipotezleri reddedilmiş ve REDK, ENF'nin nedeni olduğu, REDK'nin ve ENF'nin NF'nin nedeni olduğu sonucuna varılmıştır. Bu bulgulara göre reel efektif döviz kurundan enflasyona doğru, reel efektif döviz kuru ve enflasyondan faize doğru bir nedensellik olduğu söylenebilir.

H_0 : NF, ENF'nin Granger nedeni değildir. (1)

H_1 : NF, ENF'nin Granger nedenidir. (2)

H_0 : REDK, ENF'nin Granger nedeni değildir. (3)

H_1 : REDK, ENF'nin Granger nedenidir. (4)

H_0 : ENF, NF'nin Granger nedeni değildir. (5)

H_1 : ENF, NF'nin Granger nedenidir. (6)

H_0 : REDK, NF'nin Granger nedeni değildir. (7)

H_1 : REDK, NF'nin Granger nedenidir. (8)

H_0 : ENF, REDK'nin Granger nedeni değildir. (9)

H_1 : ENF, REDK'nin Granger nedenidir. (10)

H_0 : NF, REDK'nin Granger nedeni değildir. (11)

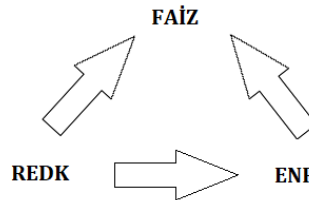
H_1 : NF, REDK'nin Granger nedenidir. (12)

Çizelge 4.11. Granger nedensellik testi sonuçları

Bağımlı Değişken: DENF			
	Ki-Kare Değeri	S.d	P-Değeri
DNF	4.144632	2	0.1259
DREDK	8.338978	2	0.0155
Tümü	13.38079	4	0.0096
Bağımlı Değişken: DNF			
	Ki-Kare Değeri	S.d	P-Değeri
DENF	23.46488	2	0.0000
DREDK	38.2511	2	0.0000
Tümü	62.67769	4	0.0000
Bağımlı Değişken: DREDK			
	Ki-Kare Değeri	S.d	P-Değeri
DENF	0.769316	2	0.6807
DNF	3.004833	2	0.2226
Tümü	5.420707	4	0.2468

Not: Sd; Serbestlik derecesi

Sonuç olarak analiz yapılan dönem aralığında, Türkiye için enflasyon, döviz kuru ve faiz arasındaki ilişki aşağıdaki Şekil 4.9.'daki gibi gösterilebilir.



Şekil 4.9. ENF, REDK ve NF arasındaki nedensellik ilişkisi

5. SONUÇ

Türkiye’de 2003:01 ve 2019:3 üç aylık dönem aralığında reel efektif döviz kuru, faiz ve enflasyon serileriyle yapılan bu çalışmada öncelikle serilerin düzey grafikleri ve durağanlıkları incelenmiş, düzeyde durağan olmayan seriler birinci farkları alınarak durağan hale getirilmiş ve birim kök testleriyle seriler durağanlıkları sınanmıştır. Seriler üzerinde Johansen eşbütünleşme analizi yapılmış ve serilerin eşbütünleşik olduğu başka bir ifade ile seriler arasında uzun dönemli bir ilişki olduğu sonucuna varılmıştır. Johansen Eşbütünleşme analizinden sonra NARDL testi yapılmıştır. Bu yaklaşım, seçilmiş olan bağımsız değişkendeki şokların pozitif ve negatif olarak ayrılmasına ve bu şokların bağımlı değişken üstündeki etkilerinin incelenmesine imkan vermektedir. NARDL testi sonucunda Enflasyon, reel efektif döviz kuru ve nominal faiz serileri arasında uzun dönemde asimetric bir ilişki olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre enflasyon ile reel efektif döviz kuru arasında uzun dönemde asimetric kısa dönemde simetric ilişki olduğu, enflasyon ile nominal faiz oranları arasında uzun dönemde ve kısa dönemde simetric ilişki olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Tahmin sonuçlarına göre reel efektif döviz kuru ve nominal faiz değişkeninin pozitif ve negatif katsayıları anlamlı olduğundan reel efektif döviz kurunun artması enflasyonu artırırken, reel efektif döviz kurunun azalması ise aynı şekilde enflasyonu artırır. Benzer şekilde nominal faizin artması enflasyonu artırırken, nominal faizin azalması ise enflasyonu azaltır. Eşbütünleşme analizinden sonra uygun gecikme uzunluğu bulunarak otokorelasyon sorunu incelenmiş, otokorelasyon sorunu olmayan gecikme uzunluğuna göre uygun VAR modeli kurulup, değişkenler arasındaki ilişkinin yönü Granger nedensellik testi ile test edilmiştir. Granger testinin sonucuna göre %5 anlamlılık düzeyinde reel efektif döviz kurundan enflasyona ve faize doğru tek yönlü, enflasyondan faize doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir. Granger nedenselliğine göre döviz kurunda meydana gelen artışlardan enflasyon ve faizin etkileneceği sonucu çıkarılabilir. Buna bağlı olarak Türkiye’de enflasyon ve faiz artışı ile mücadele kapsamında döviz kurunun artmasını neden olan politikalardan kaçınılmalıdır. Bu noktada Merkez Bankasının döviz kuru hareketlerini kontrol etmeye çalışması enflasyon sorunu için

yerinde bir politika olabilir. Netice itibariyle Türkiye ekonomisinde nominal faizlerdeki artış sonucu maliyetlerin yükselmesi enflasyona da yansiyacaktır. Bu nedenle siyasetçilerin, enflasyon hedeflemesi yolunda; faiz ve kur arasındaki ilişkileri göz önünde bulundurması, enflasyona yönelik istikrar politikalarında; enflasyonun talep ve maliyet yönünün de dikkate alınması gerekmektedir.



KAYNAKLAR

- Akdi, Y., 2003, "*Zaman Serileri Analizi*", No:2, **Bıçaklar Kitabevi**, Ankara, 130s.
- Alakuş, M., 1991, "*Bilgi Toplumu*", No:22, Kültür Bakanlığı Yayınları, Ankara, 110s.
- Altıntaş H. (2016). "Petrol Fiyatlarının Gıda Fiyatlarına Asimetrik Etkisi: Türkiye için NARDL Modeli Uygulaması", *Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, cilt: 14/4
- Anderson, O. D., 1995, "*Time Series Analysis, Theory and Practice: Autoregresif Modelling of Accounting Earnings and Security Prices*", Elsevier Science Publishers, NorthHolland, 115s.
- Aşık, A., (2003). "Yapısal Kırılmalar ve Makroekonomik Değişkenler: Ampirik Bir Çalışma", Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, Ankara, 10-104
- Bayat, T. (2011), "*Türkiye’de Fisher Etkisinin Geçerliliği: Doğrusal Olmayan Eşbütünleşme Yaklaşımı*", Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, (38), 47-60.
- Booth, G.G. ve Cimer, C., (2001), "*The Relationship Between Nominal Interest Rates and Inflation*": International Evidence, *Journal of Multinational Financial Management*, 11(3), 269-280.
- Box, G. E. P. and Jenkins G. M., 1970, "*Time Series Analysis, Forecasting and Control*", Holden Day, San Francisco, 329s .
- Bunge, M., 1979, "*Causality and Modern Science*", Columbia University Press, Third Edition, New York, 20-35 (1979).
- Charemza, W. W. Ve Deadmen, D. F., 1997, "*New Direction in Econometrics Practise*", Edward Elgar Pub. Ltd, Aldershot, 98s.
- Chatfield, C., 1991, "*The Analysis of Series an Introduction*", Chapman and Hall, London, 28-35 (1991).
- Crowder, W.J. And Hoffman, D.L., (1996), "*The Long-Run Relationship between Nominal Interest Rates and Inflation: The Fisher Equation Revisited*, *Journal of Money*", *Credit and Banking*, 28(1), 102-118.
- Dickey, D.A. and Fuller, W. A., 1981, "*Distribution of the Estimators for Autoregressive Time Series with a Unit Root*", *Journal of the American Statistical Association*, 431s.

- Erlat, H. 1983, "*Nedensellik Sinamaları Üzerine*", ODTÜ Gelişme Dergisi, 10 (1), 96s.
- Ertaş, S., 1990 "*Çözümlü Ekonometri Problemleri ve Teorik Notlar*", Uludağ Üniversitesi Basımevi, Bursa.
- Genceli, M., 1989, "*Zaman Serilerinde Korelasyon*", Edebiyat Basımevi, İstanbul, 92.
- Gujarati, Damodar N., 1999. *Temel Ekonometri*. (Çev:Ü. Senesen ve G.G. Senesen), Literatür Yayınları, 1.Baskı, İstanbul.
- Granger, C. W. J., 1969, "*Investigating Causal Relations by Econometrics Models and Cross-Spectral Methods*", *Econometrica*, 438s.
- Guilkey, D. K. ve Salemi, M. K., 1982, "*Small Sample Properties of Three Tests for Granger-Causal Ordering in a Bivariate Stochastic System*", *Review of Economics and Statistics*, 680s.
- Gül, Ekrem ve Ekinci, Aykut (2006). "*Türkiye 'de Enflasyon ve Döviz Kuru Arasındaki Nedensellik İlişkisi:1984-2003*", *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, C:6, S:1, ss.91-105.
- Güneş, Ş. (2013), "*Türkiye 'de Kur Rejimi Uygulaması ve Enflasyon İlişkisi Üzerine Bir Analiz*", *Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 9 (2), 65-77.
- Gürsakal, N., 1986 "*Operasyonel Bir Kavram Olarak Nedensellik ve Bu Kavrama Dayandırılan Bir Uygulama*", *Uludağ Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi*, VII(1): 144s.
- Haugh, L. D., 1976, "*Checking the Independence of Two Covariance Stationary Time Series: A Univariate Residual Cross-Correlation Approach*", *Journal of the American Statistical Association*, 385s.
- Işığçok, E., 1994, "*Zaman Serilerinde Nedensellik Çözümlemesi*", *Uludağ Üniversitesi Basımevi, Bursa*, 115s.
- Johansen, S., 1991, "*Estimation and Hypothesis Testing of Cointegration Vectors in Gaussian Vector Autoregressive Models Econometrica*", 580s.
- Kadılar, C., 2000, *Uygulamalı Çok Degiskenli Zaman Serileri Analizi*. Bizim Büro Basımevi, Ankara.
- Karaca, O., 2003, "*Türkiye 'de Enflasyon-Büyüme İlişkisi: Zaman Serisi Analizi*", *Dogus Üniversitesi Dergisi*, 255s.
- Karpinski J., 1990, "*Causality in Sociological Research*", Kluwer Academic Publisher.

- Kasap, R., 2003, "*Zaman Dizileri Analizi*", (*Basılmamış Lisansüstü Ders Notları*), Gazi Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi, Ankara.
- Kayım, H., 1985, "*İstatistiksel Ön Tahmin Yöntemleri*", No:11, H. Ü.İ.İ.B.F. Yayınları, Ankara.
- Korkmaz, S. ve Bayır, M. (2015). "*Döviz Kuru Dalgalanmalarının Yurtiçi Fiyatlara Etkisi*". Niğde Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi.8(4):69-85.
- Köse, N.,1998, "*Vektör 6Otoregresif Modeller Üzerine Bir İnceleme*", Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara,125s.
- Linnemann, L., (2005), "*Can Raising Interest Rates Increase Inflation?*, *Economics Letters*", 87, 307-311.
- Newbold, P., 1978, "*Feedback Induced by Measurement Errors*", *International Economic Review*, 791s.
- Okur, A., 2017, "*Türkiye Ekonomisinde Faiz Oranı ve Döviz Kurunun Enflasyon Hedefi Üzerine Etkisi*". *Yalova Sosyal Bilimler Dergisi*, 8(13): 146-164.
- Serper, Ö. ve Gürsakal N., 1989, "*Araştırma Yöntemleri*", Filiz Kitapevi, İstanbul,136s.
- Serper, Ö., 1993, "*Uygulamalı İstatistik* ", 2 nci cilt, Filiz Kitapevi, İstanbul, 183s.
- Sims, C. A., 1972, "*Money, Income and Causality*", *American Economic Review*, 552s.
- Shin, Y., YU, B. And Greenwood-Nimmo, M., (2014), Modelling Asymmetric Cointegration and Dynamic Multipliers in a Nonlinear ARDL Framework. R. C. Sickles, & W. C. Horrace (Dü) içinde, *Festschrift in Honor of Peter Schmidt*, New York: Springer.
- Telatar, F. ve Telatar, E., 2003, "*The Relationship Between Inflation and Different Sources of Inflation Uncertainty in Turkey*", *Applied Economic Letters*, 436s.
- Terzi H. ve Oltulular S., 2004, "*Türkiye'de Ekonomik Büyüme-Enflasyon Süreci: Sektörler İtibariyle Ekonometrik Bir Analiz*", *Bankacılar Dergisi*.
- Türköz, M., 1998, "*Zaman Serilerinde Nedensellik Çözümlemesi ve Granger, SimsNedensellik Testleri Üzerine Bir Uygulama*", Y. Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü", Eskişehir.
- Utkulu, U. Ve Ekinci, R., (2016)., Uluslararası Petrol ve Gıda Fiyatlarından İç Fiyatlara Asimetrik ve Doğrusal Olmayan Fiyat Geçişkenliği: Türkiye İçin NARDL Modeli Bulguları, *Finans Politik & Ekonomik Yorumlar*, 53(617), 9-22.

Williams, D., Goodhart, E. A. C., Gowland, H. D., 1976, "*Money, Income and Causality: The U.K. Experience*", The American Economic Review, 423s.

Woo, W. T. (1984), *Exchange Rates and the Prices of Nonfood, Nonfuel Products*.
Brooking Paper on Economic Activity, 530s.

Yalçın, Y., 2001, "*Zaman Serilerinde Birim Köklerin İncelenmesi*", Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Yıldırım, C., (2000). "*Bilim felsefesi*" İstanbul, Remzi Kitabevi

Yule, D. D., 1987, "*Phaidon Bilim ve Teknoloji Ansiklopedisi*", No:1, Remzi Kitapevi, İstanbul, 441s.

Yurdakul, F., 1995, "*Ekonometride Yeni Eğilimler, Hendry ve Sims Yöntemleri-Döviz Kuru Üzerinde Bir Uygulama*", Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.

Türkiye İstatistik Kurumu: <http://www.tuik.gov.tr/>

Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası: <https://www.tcmb.gov.tr/>

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı: Uğur UYSAL

Uyruk: T.C.

Doğum Yeri ve Tarihi: İstanbul – 05/05/1987

E-posta: uguruysal@outlook.com

Medeni Hali: Bekar

Yabancı Dil

İngilizce

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet
Lise	Gürlek Nakipoğlu Lisesi	2003
Lisans	Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi-İstatistik	2010
Yüksek Lisans	Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi-İstatistik	2019

İş Durumu

Birim	Unvan
Ticaret Bakanlığı-Ordu Ticaret İl Müdürlüğü 2016 – 2019	Tüketici Hakem Heyeti Raportörü
Ticaret Bakanlığı -Muğla Ticaret İl Müdürlüğü 2019- devam ediyor	Tüketici Hakem Heyeti Raportörü