T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
EKONOMETRİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

PANEL NEDENSELLİK TESTLERİ WAGNER HİPOTEZİ'NİN GEÇERLİLİĞİNİN ANALİZİ

ŞEYDA URFALIOĞLU
2501181712

TEZ DANIŞMANI
Prof. Dr. Ferda YERDELEN TATOĞLU

İSTANBUL 2022

ÖZ

PANEL NEDENSELLİK TESTLERİ: WAGNER HİPOTEZİ'NİN GEÇERLİLİĞİNİN ANALİZİ

ŞEYDA URFALIOĞLU

Geçmişten günümüze kadar gelindiğinde ilk olarak felsefe ve takip eden dönemlerde diğer bilimlere de konu olan nedensellik kavramı ekonometri ve istatistik açısından da oldukça önem arz etmektedir. Ekonometrik model kurulumunda ve tahminlerde elde edilen sonuçların iktisat teorilerine göre açıklanmasının temelinde nedensellik ilişkisi olması ve nedensellik testleri kullanılması nedeniyle hem nedensellik kavramı hem de nedensellik testleri oldukça önem arz etmektedir.

Bu çalışmada nedensellik kavramının ortaya çıkışından günümüze kadar gelen süreç, farklı bilimler ve düşünürler tarafından ifade edilmiştir. Literatürde yer alan nedensellik testlerinin teorileri karşılaştırma yapılarak açıklanmıştır. Son zamanlarda kullanımı artan panel veri modelleri ve panel nedensellik testlerinin teori ve özellikleri ayrıntılı ve karşılaştırmalı olarak incelenmiştir.

Uygulamada 28 OECD ülkesinde kamu harcamaları ile ekonomik büyüme arasındaki nedensellik ilişkisinin ve Wagner Hipotezi'nin geçerliliğinin sınanması amacıyla panel nedensellik testleri kullanılmıştır. Çalışmada elde edilen sonuçlarda Dumitrescu-Hurlin panel nedensellik testinde tüm panel için Wagner Hipotezi'nin geçerli olduğu, Kónya panel nedensellik testinde tüm panel için Wagner Hipotezi'nin geçerli olmadığı fakat bazı ülkelerde Keynes Görüşü'nün geçerli olduğu, Emirmahmutoğlu ve Köse panel nedensellik testinde hem tüm panel, hem de bazı ülkelerde Wagner Hipotezi'nin ve Keynes Görüşü'nün geçerli olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Nedensellik, Nedensellik Testleri, Panel Nedensellik Testleri, Wagner Hipotezi, Dumitrescu-Hurlin Panel Nedensellik Testi, Kónya Panel Nedensellik Testi, Emirmahmutoğlu ve Köse Panel Nedensellik Testi

ABSTRACT

PANEL CAUSALITY TESTS: ANALYSIS OF THE VALIDITY OF THE WAGNER HYPOTHESIS

SEYDA URFALIOGLU

From the past to the present, the concept of causality, which has been firstly the subject of philosophy and other sciences over time, is also very important in terms of econometrics and statistical sciences. Both the concept of causality and causality tests have a great importance since the causality relationship is the basis of the explanation of the results obtained in econometric model setup and estimations according to economic theories and causality tests are used.

In this study, the process from the emergence of the concept of causality to the present is expressed by different sciences and researchers. The theories of causality tests in the literature are explained by making comparisons. The theory and features of panel data models and panel causality tests, which have increased recently, are examined in detail and comparatively.

In practice, panel causality tests are used to test the causality relationship between public expenditures and economic growth in 28 OECD countries and to test the validity of the Wagner Hypothesis. In the results obtained in the study, it is concluded that Wagner Hypothesis is valid for the whole panel in the Dumitrescu-Hurlin panel causality test, Wagner Hypothesis is not valid for the whole panel in the Kónya panel causality test but Keynes View is valid in some countries, both the Wagner Hypothesis and Keynes View are valid in the whole panel, as well as in some countries in the Emirmahmutoglu and Köse test.

Keywords: Causality, Causality Tests, Panel Causality Tests, Wagner Hypothesis, Dumitrescu-Hurlin Panel Causality Test, Kónya Panel Causality Test, Emirmahmutoglu and Kose Panel Causality Test

ÖNSÖZ

Nedensellik kavramı farklı tanımlamalar ve bakış açılarıyla geçmişten günümüze gelmiştir. Literatürde hem zaman serileri hem de panel veriler ile çalışırken kullanılabilen nedensellik testleri bulunmaktadır. Bu tezde nedensellik kavramı, temel olması açısından önce zaman serileri ve daha sonra panel verilere ait nedensellik testleri ayrı ayrı detaylı olacak şekilde incelenmiştir. Daha sonra ampirik bir çalışma yapılarak panel nedensellik testleri ile sonuçlar elde edilmiş ve karşılaştırılmıştır.

Tez çalışmasının tüm sürecinde yanımda olan, desteğini esirgemeyen her daim bilgi ve tecrübeleriyle bana ışık olan, saygıdeğer kıymetli danışman hocam Prof. Dr. Ferda YERDELEN TATOĞLU'na tüm emekleri, değerli katkıları ve her şey için en içten teşekkürlerimi sunarım.

Hayatım boyunca hem maddi hem de manevi olarak her daim yanımda olan, destekleyen, en çok fedakarlığı yapan canım anneme ve babama teşekkürü borç bilirim.

ŞEYDA URFALIOĞLU
İSTANBUL 2022

İÇİNDEKİLER

ÖZ ..... **İi**

ABSTRACT ..... **İİi**

ÖNSÖZ ..... **İv**

TABLOLAR LİSTESİ ..... **İx**

ŞEKİLLER LİSTESİ ..... **Xİ**

KISALTMALAR LİSTESİ ..... **Xİİ**

GİRİŞ **1**

BİRİNCİ BÖLÜM

NEDENSELLİK KAVRAMI VE ZAMAN SERİLERİNDE NEDENSELLİK TESTLERİ

1.1. Genel Olarak Nedensellik Kavramı 3

1.1.1. Felsefi Anlamda Nedensellik 5

1.1.2. Bilimsel Anlamda Nedensellik 8

1.1.3. İşlevsel Anlamda Nedensellik 10

1.2. Nedensellik İle İlişkili Temel Kavramlar 11

1.2.1. Deterministik İlişki Kavramı 11

1.2.2. Stokastik İlişki Kavramı 12

1.2.3. Birlikte Değişme Kavramı 13

1.3. Ekonometride Nedensellik Kavramı 14

1.3.1. Nedensellik İlişkisinin Yönü 14
1.3.1.1. Tek Yönlü Nedensellik İlişkisi 15
1.3.1.2. Çift (İki) Yönlü Nedensellik İlişkisi 16
1.3.1.3. Anlık Nedensellik İlişkisi 17
1.3.1.4. Bağımsızlık 17

1.4. Zaman Serilerinde Nedensellik Testleri 19
1.4.1. Granger Nedensellik Testi 19
1.4.2. Sims Nedensellik Testi 25
1.4.3. Genişletilmiş Sims Nedensellik Testi 30
1.4.4. Haugh Nedensellik Testi 31
1.4.5. Toda-Yamamoto Nedensellik Testi 35
1.4.6. Hacker-Hatemi Nedensellik Testi 37
1.4.7. Dolado-Lütkepohl VAR Nedensellik Testi 38
1.4.8. Frekans Dağılımı Nedensellik Testi 40

1.5. Nedensellik Testlerinin Karşılaştırılması 44

İKİNCİ BÖLÜM

PANEL VERİ MODELİ VE PANEL NEDENSELLİK TESTLERİ

2.1. Panel Veri Yapısı 47

2.2. Panel Veri Analizi İle İlişkili Temel Kavramlar 48
2.2.1. Dengeli Panel ve Dengesiz Panel 48
2.2.2. Birim Etki ve Zaman Etki 49
2.2.3. İçsellik ve Dışsallık 49
2.2.4. Homojenlik ve Heterojenlik 50
2.2.5. Birimler Arası Korelasyon 51
2.2.6. Panel Veride Durağanlık 51

2.3. Panel Nedensellik Testleri 52
2.3.1. Holtz-Eakin Panel Nedensellik Testi 52

2.3.2. Nair-Reichert ve Weinhold Panel Nedensellik Testi 55
2.3.3.Choe Panel Nedensellik Testi 56
2.3.4. Venet ve Hurlin Panel Nedensellik Testi 59
2.3.4.1. Homojen Nedensel İlişkisizlik (HNC) Hipotezinin Testi 60
2.3.4.2. Homojen Nedensellik (HC) Hipotezinin Testi 61
2.3.4.3. Heterojen Nedensel İlişkisizlik Hipotezinin (HENC) Testi 62
2.3.5. Hurlin Panel Nedensellik Testi 63
2.3.6. Kónya Panel Nedensellik Testi 65
2.3.7. Emirmahmutoğlu ve Köse Panel Nedensellik Testi 70
2.3.8. Dumitrescu-Hurlin Panel Nedensellik Testi 73
2.3.9. Canning ve Pedroni Panel Nedensellik Testi 78
2.3.10. Hatemi-J Asimetrik Panel Nedensellik Testi 81

2.4. Panel Nedensellik Testlerinin Karşılaştırılması 84

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

KAMU HARCAMALARI İLE EKONOMİK BÜYÜME ARASINDAKİ İLİŞKİNİN PANEL NEDENSELLİK ANALİZİ

3.1. Dar ve Geniş Anlamda Kamu Harcamalarının Tanımı 90

3.2. Kamu Harcamalarının Sınıflandırılması 93
3.2.1. Ekonomik Sınıflandırma 93
3.2.2. İdari (Organik) Sınıflandırma 94
3.2.3. Fonksiyonel Sınıflandırma 94

3.3. Kamu Harcamaları Artış Teorileri 96
3.3.1. Peacock-Wiseman Sıçrama Tezi Yaklaşımı 96
3.3.2. Richard Musgrave Kamu Harcamaları Yaklaşımı 97
3.3.3. Wagner Hipotezi 98

3.4. Ekonomik Büyüme Tanımı 101

3.5. Literatür Taraması 102

3.6. Ekonometrik Analiz 112
3.6.1. Birimler Arası Korelasyon Testleri 112
3.6.2. Homojenlik Testleri 113
3.6.3. Panel Birim Kök Testleri 114
3.6.4. Panel Nedensellik Analizi 117

3.7. Veri Seti ve Değişkenler 117

3.8. Analiz Bulgu ve Sonuçları 121
3.8.1. Birimler Arası Korelasyon Testi 122
3.8.2. Panel Birim Kök Testleri 123
3.8.3. Heterojenlik ve Birimler Arası Korelasyon Testi 126
3.8.4. Dumitrescu Hurlin Panel Nedensellik Testi 129
3.8.5. Kónya Panel Nedensellik Testi 131
3.8.6. Emirmahmutoğlu ve Köse Panel Nedensellik Testi 136
3.8.7. Uygulanan Testlerin Sonuçlarının Karşılaştırılması 142

SONUÇ 148

KAYNAKÇA 153

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1.1: Değişkenler Arasındaki Nedensellik İlişkisi ve Bu İlişkinin Gösterimi... 18
Tablo 1.2: Hataların Çapraz Korelasyondaki Koşul ve Kısıtları 33
Tablo 3.1: Kamu Harcamalarının Geniş ve Dar Anlamda Sınıflandırılması 92
Tablo 3.2: Literatür Taraması 106
Tablo 3.3: Çalışmada Yer Alan Ülkeler ve Gösterimleri..... 117
Tablo 3.4: Değişkenler 119
Tablo 3.5: Tanımlayıcı İstatistikler 119
Tablo 3.6: Pesaran (2015) Testi Sonuçları 122
Tablo 3.7: IPS Panel Birim Kök Testi Sonuçları 123
Tablo 3.8: CIPS Panel Birim Kök Testi Sonuçları 124
Tablo 3.9: Farkı Alınan Değişkenlere Uygulanan IPS Panel Birim Kök Testi Sonuçları…… .. 125
Tablo 3.10: Farkı Alınan Değişkenlere Uygulanan CIPS Panel Birim Kök Testi Sonuçları……... 126
Tablo 3.11: Swamy S Testi Sonucu 127
Tablo 3.12: Pesaran ve Yamagata Delta Testi Sonuçları 127
Tablo 3.13: Birimler Arası Korelasyon Testi Sonuçları 128
Tablo 3.14: Dumitrescu-Hurlin Panel Nedensellik Testi Sonuçları..... 130
Tablo 3.15: Panelin Tümü İçin Kónya Panel Nedensellik Testi Sonuçları..... 132
Tablo 3.16: Ülke Bazlı Kamu Harcamasından Ekonomik Büyümeye Doğru Kónya Panel Nedensellik Testi Sonuçları…….. 133
Tablo 3.17: Ülke Bazlı Ekonomik Büyümeden Kamu Harcamasına Doğru Kónya Panel Nedensellik Testi Sonuçları…… 134
Tablo 3.18: Panelin Tümü İçin Emirmahmutoğlu ve Köse Panel Nedensellik Testi Sonuçları…… 137
Tablo 3.19: Ülke Bazlı Kamu Harcamasından Ekonomik Büyümeye Doğru Emirmahmutoğlu ve Köse Panel Nedensellik Testi Sonuçları……138
Tablo 3.20: Ülke Bazlı Ekonomik Büyümeden Kamu Harcamasına Doğru Emirmahmutoğlu ve Köse Panel Nedensellik Testi Sonuçları……. 139

Tablo 3.21: Panelin Tümü İçin Uygulanan Nedensellik Testlerin Sonuçlarının Karşılaştırılması…… ... 144
Tablo 3.22: Her Bir Ülke İçin Uygulanan Testlerin Sonuçlarının Karşılaştırılması...146

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 3.1: LNGDP Değişkenin Grafiği 120
Şekil 3.2: LNEXP Değişkeninin Grafiği..... 121

KISALTMALAR LİSTESİ

ADF : Genişletilmiş Dickey Fuller

AIC : Akaike Bilgi Kriteri

ARCH : Otoregresif Koşullu Değişen Varyans

ARIMA : Otoregresif Hareketli Ortalamalar

CA : Yatay Kesit Ortalama

CADF : Yatay Kesit Genişletilmiş Dickey Fuller

CIPS : Yatay Kesit Genişletilmiş Im, Pesaran ve Shin

COFOG : Devletin İşlevlerinin Sınıflandırılması

DF : Dickey-Fuller

DW : Durbin Watson

EKK : En Küçük Kareler

FE : Sabit Etkiler

FMOLS : Tam Değiştirilmiş En Küçük Kareler

GEKK : Genelleştirilmiş En Küçük Kareler

GMM : Genelleştirilmiş Momentler Metodu

HC : Homojen Nedensellik

HENC : Heterojen Nedensel İlişkisizlik

HNC : Homojen Nedensel İlişkisizlik

IID : Bağımsız ve Özdeş Dağılan

IPS : Im, Pesaran ve Shin

LA-VAR : Gecikmesi Arttırılmış Vektör Otoregresif

LM : Lagrange Çarpanı

MFR : Sabit ve Tesadüfi Etkiler Modeli

MG : Ortalama Grup

ML : Maksimum Olabilirlik

OECD : Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü

PANIC : Kalıntı ve Ortak Faktörlerin Durağanlığının Panel Veri Analizi

PC : Temel Bileşenler

PMG : Havuzlanmış Ortalama Grup

POLS : Havuzlanmış En Küçük Kareler

PP : Philips Perron

RCM **:** Tesadüfi Katsayılar Modeli

SCI : Schwarz Bilgi Kriteri

SUR : Görünürde İlişkisiz Regresyon

VAR : Vektör Otoregresif

GİRİŞ

Geçmişten günümüze kadar olan süreçte "neden" ve "nedensellik" kavramları tartışma konusu olmuş ve farklı bilim dallarında incelenen bir kavram haline gelmiştir. Nedensellik; istatistik, ekonometri, iktisat gibi bilim alanlarında, değişkenler arasında ilişkinin belirlenmesini sağladığından dolayı oldukça önem arz etmektedir. Ekonometri alanında regresyon modellemesinden başlayarak diğer tüm analiz ve modellemelerde önemli bir yere sahip olan nedensellik kavramı bu çalışmada detaylı olarak incelenmiştir. Çalışmada nedensellik kavramının tarihçesinden başlayarak farklı bilimlerdeki yeri anlatılmıştır. Daha sonra literatürde yer alan zaman serilerinde nedensellik testlerinin ve panel verilerde nedensellik testlerinin teorileri açıklanmış, karşılaştırmalar yapılmıştır. Uygulama olarak OECD ülkeleri için kamu harcamaları ve ekonomik büyüme arasındaki nedensellik ilişkisi panel nedensellik testleri ile incelenmiş bunlardan elde edilen bulgular karşılaştırmalı olarak yorumlanmıştır.

Birinci bölümde; "neden" ve "nedensellik" kavramları farklı disiplinler ve bilim insanlarının görüşleri ile açıklanmıştır. Literatürde yer alan zaman serilerinde nedensellik testleri teorileri, test işleyiş süreçleri ve özellikleri açıklanmıştır. Daha sonra bu testler karşılaştırmalı olarak incelenmiştir.

İkinci bölümde; son zamanlarda kullanımı giderek artan panel veri modelleri açıklanmış ve panel nedensellik testlerinin teorileri, test işleyiş süreçleri ve özellikleri incelenmiştir. Daha sonra panel nedensellik testleri karşılaştırmalı olarak açıklanmıştır.

Üçüncü bölümde; 28 OECD ülkesine ait 1990-2020 yılları arasındaki veriler yardımıyla kamu harcamaları ile ekonomik büyüme arasındaki nedensellik ilişkisi panel nedensellik testleri kullanılarak incelenmiştir. Çalışmada panel veri setinde yer alan ülkeler için hem ayrı ayrı ülke bazında, hem de panelin tümü için Wagner Hipotezi'nin geçerliliği sınanmıştır. Böylece uygulanan heterojen panel nedensellik testleri sonuçları hem panelin tümü, hem de her bir ülke için ayrı ayrı elde edilmiş, yorumlanmış ve kıyaslamalı olacak şekilde açıklanmıştır.

Çalışmanın amacı, ekonometri literatüründe yer alan nedensellik testlerinin, teorilerinin detaylı olarak incelenmesi ve analizlerde uygun test seçimine karar verirken dikkat edilmesi gereken özelliklerine dikkat çekilmesidir. Daha sonra uygulanan birden fazla panel nedensellik testinde elde edilen sonuçlardaki farklılığın açıklanmasıdır. Yapılan uygulamada OECD ülkeleri için hem panelin tümü hem de panel veri setinde yer alan ülkeler bazında kamu harcaması ve ekonomik büyüme arasındaki nedensellik ilişkisinin varlığının araştırılması, bu ülkelerde elde edilen bulgular ışığında Wagner Hipotezi'nin geçerliliğinin tartışılması yapılmıştır.

BİRİNCİ BÖLÜM

1.NEDENSELLİK KAVRAMI VE ZAMAN SERİLERİNDE NEDENSELLİK TESTLERİ

Bu bölümde nedensellik kavramının tanımı yapılarak, bilimdeki yeri ve farklı disiplinlerdeki kullanım alanlarından bahsedilecektir. Daha sonra ekonometride nedensellik kavramı açıklanarak, zaman serilerinde nedensellik testleri detaylı ve karşılaştırmalı olarak incelenecektir.

1.1. Genel Olarak Nedensellik Kavramı

Nedensellik kavramı uzun yıllardır literatürde yer almıştır. Farklı değerlendirmelerle ve farklı düşünürlerin yorumlamasıyla karşımıza çıkan bir kavram olmuştur. Nedensellik kavramını filozoflar kendi ideolojileri doğrultusunda inceleyerek, farklı boyut ve bakış açılarıyla açıklamışlardır. Geçmişten günümüze gelen nedensellik kavramı hem doğa bilimlerinde hem de sosyal bilimlerde kullanılarak, bu bilimlerin dayandığı temel ilkelerden birisi haline gelmiştir.

Literatürde en temel ve genel kabul görmüş nedensellik tanımı; evrende bir olayın ortaya çıkması bir diğer olayı izliyor başka bir söylemle ikinci olarak oluşan olay kendinden önce gerçekleşen olayın sonucu oluyorsa ve olaylar beraber olacak şekilde eş zamanlı meydana geliyorlarsa aralarında nedensellik ilişkisinin varlığından söz edilebilmektedir. Bu genel tanımdan hareketle bir durum veya olayda meydana gelen bir değişme başka bir durum veya olayı etkiliyorsa, tetikliyorsa ve bu etkileşim aynı zamanda süreklilik arz ediyorsa; ilk sırada ortaya çıkan olayın neden (sebep), ikinci sırada olarak ortaya çıkan olayın ise sonuç (netice) olarak isimlendirilmesi şeklinde ifade etmek mümkün olmaktadır[1].

Bu tanımdan sonra bazı sorular akla gelebilmektedir örneğin; evrende gerçekleşen olgu ve olaylarda her şey birbirine bağlı olacak şekilde mi meydana gelmektedir? Ortaya çıkan her olayın belirli bir nedeni, meydana gelen her nedenin ise

[1] Erkan Işığıçok**, Zaman Serilerinde Nedensellik Çözümlemesi**: **Türkiye'de Para Arzı ve Enflasyon Üzerine Ampirik Bir Araştırma,** Bursa Uludağ Üniversitesi Basımevi, 1994, s. 3.

kesin veya mutlak bir sonucu var mıdır? Oluşan benzer durumlar ve olaylar benzer sonuçlara mı neden olmaktadır? Bu tarz sorular ve “Neden?” sorusu bilimin, bilimsel düşüncenin ve gelişmenin temel sorularını oluşturmaktadır. Bundan dolayı nedensellik teriminin ana hatlarıyla temelini meydana getiren kavram neden kavramı olmaktadır. Böylece “Neden” sorusu bilim insanlarının ve düşünürlerin nedensellik kavramını araştırabilmek ve açıklayabilmek için ilk başlangıç noktasını oluşturmuştur. Nedensellik ilişkisinden önce tartışılan ve araştırmalara konu olan kavram “Neden” kavramı olmuştur. Bundan dolayı da "Neden" sorusu bilimsel düşüncelerin ilerlemesinde etkili olmuş ve geçmişten günümüze ele alınış biçimleri farklılık göstererek değişimlere uğramıştır.

Bu düşüncelerin ilerlemesi sonucunda neden sorusundan nedensellik kavramına geçiş yapıldığı görülmüştür. Daha sonra neden sorusu artık nedensellik kavramıyla bütünleşerek bu kavramla incelenip ilişkilendirilmeye başlanmıştır. Nedensellik genel bir ifade şekli olarak herhangi bir şeyin nedenini bilebilmek ve eğer evrende bir şey ortaya çıkmışsa, kendinden öncesinde başka bir şey de meydana gelmiştir düşüncesine sahip olmaktır. Bu genel ifadeden yola çıkarak bakıldığında gelecek zamanın tahmin edilebilir veya öngörülebilir olduğu düşüncesine ulaşılabilmektedir.

Örneğin meydana çıkan olayın geçmiş dönemdeki sebebi biliniyorsa gelecek dönemdeki sonucu da tahmin edilebilir olarak saptanmıştır. Yani böylece geçmişe bakılarak gelecek öngörülebilir anlayışı ortaya çıkmıştır. Nedensellik kavramı bu bakımdan dolayı bir sebep sonuç ilişkisi olarak anlaşılabilmektedir.

Yukarıdaki tanımdan hareketle nedensellik kavramının süreklilik arz ettiği de söylenebilmektedir. Diğer bir ifadeyle bir olayın diğerini etkilemesi etkileyen ve etkilenen bir sürecin oluşması olarak adlandırılmaktadır. Örneğin bir yıllık ithalatın o yıl için ekonomik büyümeyi etkilemesi, ülkedeki finansal gelişmenin ekonomik büyümeyi etkilemesi, enflasyon oranındaki değişimin cari açığa etkisi gibi olgularda nedensellik süreklilik arz etmektedir. Fakat olaylar arasında her zaman böyle olmayarak kesikli bir süreç de gerçekleşebilmektedir. Örneğin; 2020 yılında başlayan pandemik bir salgın olan COVID-19 adlı virüs etkisiyle dezenfektan ve kolonya talebinin artması kolonyanın ve temizlik ürünlerinin fiyatlarını artmasına veya salgının ekonomik olayları etkilemesine neden olmuştur. Örnekte görüldüğü gibi bir değişim

başka bir olayı etkilemiş ve süreklilik göstermemektedir fakat aralarında nedensellik yani neden sonuç ilişkisi bulunmaktadır. Kısaca olaylar arasında bir etkileşim olduğunda yani etkileyen ve etkilenen varlığında sürekli veya kesikli olmasına bakılmaksızın aralarında nedensellik ilişkisi bulunabilmektedir. En temel ve ortak görüş olaylar arasında bir neden sonuç ilişkisinin ortaya çıkmasıdır.

Burada dikkat edilmesi gereken önemli bir konu da korelasyon kavramıdır. Değişkenler arasında nedensellik ilişkisine bakılırken aralarındaki korelasyona da bakıp öyle bir değerlendirme yapılmalıdır. Birbiriyle çok yüksek ilişkili çıkabilen değişkenler arasında korelasyona bakıldığında beklenilen bir korelasyon ilişkisi çıkmayabilir. Değişkenler arasındaki korelasyon nedensellik ilişkisi araştırılırken ipucu olarak kullanılabilmektedir. Değişkenler veya olay ve olgular arasında korelasyon olması nedensellik olacağı anlamına gelmemektedir. Fakat nedensellik ilişkisi mevcut olduğu durumda o değişkenler veya olgu ve olaylar arasında korelasyon ilişkisi vardır denilmektedir.

Nedensellik kavramı günümüze gelene kadar farklı disiplinlerde ele alınarak ve bilim insanları tarafından farklı şekilde yorumlanarak açıklanmıştır. Nedensellik tanımına yönelik tutumlar farklılık göstermiş, her düşünür kavramın tanımını ve test edilmesini kişisel olarak ele almıştır. Aşağıda bu tanımlamalara yer verilmektedir.

1.1.1. Felsefi Anlamda Nedensellik

Felsefe biliminde oldukça önem arz eden "nedensellik" kavramı genel ve kabul görmüş en basit haliyle sebep sonuç ilişkisi içinde olma durumunu tanımlamaktadır. Felsefi düşünürler nedenselliği kendilerine göre yorumlamış, farklı bakış açılarıyla değerlendirerek tanımlamalarda bulunmuştur; fakat ortak payda olarak en genel tanımın sebep sonuç ilişkisi olma hali olduğu günümüze kadar gelmektedir.

Nedensellik kavramını ilk olarak düşünen ve kullanan aynı zamanda varlığını açıklayan antik çağ düşünürlerinden Demokritos olmuştur[2]. Daha sonra kavram diğer düşünürler tarafından kullanılarak yorumlanmış ve açıklanmıştır. Demokritos'tan sonra Aristo ise, neden-sonuç ilişkisini tanımlarken aralarında zorunlu olan bir ilişki olması gerektiğini ve bu yüzden neden olmadan bir sonucun meydana gelemeyeceğini

[2] Elvan Aktürk, "**İktisadi Zaman Serileri Arasındaki Nedensel İlişkinin Araştırılmasında Granger Nedensellik Testi ve Bir Uygulama"**, Doktora Tezi, Anadolu Üniversitesi, 2015, s. 255.

ileri sürmüştür. Aristo nedenselliği araştırırken neden ile sonuç arasındaki zorunlu bir ilişkinin varlığından söz etmiş ve neden olmadan bir sonucun ortaya çıkamayacağını ileri sürmüştür[3].

Aynı zamanda Aristo nedensellik kavramını ilk sınıflandıran filozof olmuştur. Aristo nedensellik kavramında nedenin önemini vurgulayarak, nedenselliği dört başlık altında sınıflandırmıştır[4]. Bu sınıflandırmalar şu şekildedir;

1. Maddesel Nedensellik; Aristo belli parçaların bir araya gelerek maddenin nedeni olduğunu ifade etmiştir.
2. Biçimsel Nedensellik; maddenin ana yapısının onun biçimsel olarak nedeni olduğunu iddia etmiştir.
3. Etkili Nedensellik; bir maddenin meydana gelmesinde neden olan bir dönüm noktası var olabilmektedir. Bu durumu Aristo etkili nedensellik olarak tanımlamıştır.
4. Nihai Nedensellik; ortaya çıkan değişimin en son noktası olarak ifade etmiştir.

Bundan dolayı Aristo'dan başlayarak günümüze kadar gelen nedensellik kavramı tartışmalı olmuştur. Batı felsefesi, nedensellik kavramını sürekli olarak incelemiş, derinleştirmiş ve kavramı daha ileriye götürmüştür. Yazarlardan bazıları deterministik bir yaklaşım göstererek A olursa B olur tarzında kavramı yorumlarken, sosyal bilim adamları ise deterministikten uzaklaşıp olasılığı göz önünde bulundurarak açıklamalar yapmışlardır. Sosyal bilimler alanlarında çalışan bilim insanları kesin (mutlak) bir tanımdan ziyade eğer A olayı olursa o zaman B olayının oluşma olasılığının artması nedensellik ilişkisini meydana getirir şeklinde yorumlar yapmışlardır[5]. Bundan dolayı sosyal bilimciler determinist ifadelerden kaçınarak, yorumlarında olasılığı göz önünde bulundurup stokastik bir yaklaşım ile nedenselliği açıklamışlardır.

Descartes çalışmalarında nedensellik kanununu, doğuştan bilgi kavramını yeniden ele alarak ve doğuştan var olan bilgi şeklinde açıklamıştır. İngiliz düşünür

[3] Erkan Işığıçok, **a.g.e.**, s. 16.
[4] Gülin Ocak, "**Nedensellik Analizinde Yeni Yaklaşımların Türkiye'deki Bankacılık Sisteminde Uygulanması"**, 2009, s. 5.
[5] Clive W.J. Granger, "**Testing For Causality: A Personal Viewpoint",** Journal of Economic Dynamics and Control, 1980, s. 330.

David Hume nedensellikle ilgili analizini "İnsanın Doğası Üzerine Bir İnceleme ve İnsanın Anlama Yetisi Üzerine Bir Araştırma" isimli yapıtında inceleyerek yorumlamıştır.

Hume yaptığı araştırmalarda, sebep ve sonuç ilişkisi arasında gerekli bir ilişki olduğunu iddia ederek bilimsel nedensellik kavramını eleştirmiş ve yeryüzünde meydana gelen mecburi nedensel ilişki bağıntılarının olmadığı sonucunu elde etmiştir. Hume'a göre bu ilişki yalnızca aklın bir alışkanlık sürecinden ibarettir. Bundan dolayı da deneysel yöntemlerden çıkamamaktadır ve gözlemler sonucunda elde ettiği bulguları, neden sonuç ilişkisinin sürekli birlikte hareket etmesi ve sıralı olarak meydana gelmesi şeklinde yorumlamıştır[6].

Gazali ise, çalışmalarında sebep ile sonuç arasındaki meydana gelen ilişkiyi kabul etmeyerek, bunun mecburi bir bağıntı olmadığını ve yalnızca genel alışkanlıklardan dolayı olduğunu düşünerek yorumlarını da bu düşünce çerçevesi ile ifade etmiştir. Ayrıca gerçekleşen bir olayın başka bir olay ile beraber eş zamanlı ortaya çıkmasının, ikinci olayın bu başka olay nedeniyle gerçekleşeceğine kanıt gösterilemeyeceğini açıklamıştır. Çalışmalarında ek olarak evrende meydana gelen olayların arasında da her daim bir sebep sonuç ilişkisinden bahsedilemeyeceğini ifade etmiştir. Bu düşünceleri ile Gazali, günümüzde istatistikte yer alan "modeldeki değişkenler arasında kuvvetli yani yüksek bir korelasyonun mevcut olmasının bu iki değişken arasında mutlak bir sebep sonuç ilişkisi olduğunu ifade etmemektedir" şeklinde yapılan ifadenin benzerini önceden ileri sürmüştür[7].

Gazali, aslında dünyada meydana gelen bazı olayların gerçekleşen diğer bazı olaylara sebep olabileceğine karşı olmamıştır. Gazali sebep sonuç ilişkisinin varlığını kabul etmiş ancak bu nedensellik ilişkinin mecburi veya gerekli olduğu görüşüne karşı çıkmıştır. Onun inanışına göre nedensel ilişkiler zaten olduğu gibi meydana gelmektedir çünkü evrendeki olayların belli bir sıra ve düzene göre yaratıldığına inanarak, bu şekilde ifade etmiştir. Yaratılma düzeninden dolayı da meydana çıkan tüm olayların zincirleme olarak gerçekleştiğini savunmuştur. Doğal nedenler ve

[6] Aslı Üner, "**Nedensellik İlkesi: Hume'a Karşı Kant**." Mavi Atlas, 2014, s. 103.
[7] Necmi Gürsakal, "**Operasyonel Bir Kavram Olarak Nedensellik ve Bu Kavrama Dayandırılan Bir Uygulama**", Uludağ Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 1986, s. 139.

maddeler kendi kendilerine etkisizdir, bundan dolayı onlara hiçbir şekilde irade yüklenemeyeceği görüşünü savunarak ileri sürmüştür.

Kant'a göre nedensellik bilgiyi mümkün kılan kavramlardan biri olmaktadır. Onun karşı çıktığı nokta ise nedensellikte iki nesne ya da olgu arasındaki birlikte gidişin Hume'a göre bizim alışkanlığımızdan başka bir şey olmadığı yani zorunlu bağlantının olmadığı yönündeki düşüncesidir. Kant birlikte gidişatın zorunlu bir ilişki olması gerektiğini savunmuş ve nedenselliğin deneysel yöntemler ile açıklanmasını yeterli bulmayarak önsel bazı ilişkilerin de var olması gerektiğini ifade etmiştir[8].

Bu tanımlamalardan hareketle felsefi anlamda nedensellik kavramı açıklanırken felsefe biliminde yer alan ana iki akımın görüşleri çerçevesinde tanım şekillenmiştir. Bu ana iki akım; rasyonalizm ve ampirizmdir. Bu iki akımın dayandığı noktalar farklı olduğundan dolayı nedensellik kavramı farklı yorumlanmıştır. Rasyonalizm akıl ve mantığa dayalı iken ampirizm gözlem ve deneye dayanmaktadır. Rasyonalizm akımını benimseyenlere göre meydana gelen bütün olgu ve olayların ana temelinde bir nedensellik ilişkisi bulunmaktadır fakat bu ilişki akıl ve mantığa uygun şekilde olmalıdır ve mecburi bir ilişki olarak deneye dayanmak zorunda olmayan önsel bilgilerin sonucunda ortaya çıkmaktadır. Ampirizm akımını benimseyenlere göre ise nedensellik ilişkisi bir olayın başka bir olayı izlemesi ve bu zincirlemenin düzgün, sıralı ve değişmez bir yapıya sahip olmasıdır. Bu iki akımının görüşü içinde nedensellik bilimin olmazsa olmazlarındandır denebilmektedir.

1.1.2. Bilimsel Anlamda Nedensellik

İnsanlar içinde yaşadığı dünyayı anlama ve anlamlandırma çabası içinde olmuşlardır. Bundan dolayı tarih boyunca akıllarındaki bazı sorulara cevap aramaya çalışmışlardır. Merak duygusu, çözümleme ve öğrenme isteği insanları araştırma yapmaya yönlendirmiş ve bunun sonucunda da önce felsefe teriminin sonra ise bilimin ortaya çıkmasını sağlamıştır.

Yüzyıllar boyunca 'Bilim nedir?' sorusu yanıtı oldukça merak edilen ve araştırılan bir soru olarak günümüze gelmiştir. Bilimin tanımını yapmak zor olduğu

[8] Immanuel Kant, "**Critique of Pure Reason, Translated by NK Smith**", McMillan London, 1929, s. 124.

kadar mümkün de değildir çünkü literatürde tek bir tanımı ve tasviri bulunmamaktadır. Geçmişten günümüze bu kavram için farklı tanımlamalar mevcuttur.

Einstein, bilimi her türlü düzenden ve kalıptan yoksun duyular ile mantık çerçevesi olarak sistemli bir şekilde düşünme, mantık yürütme arasında bir uyum sağlama amacı olarak ifade etmektedir[9].

Russell, deney ve gözlemler sonucunda elde edilen bulgulara dayalı akıl ve mantık yürütme yoluyla öncelikle evrene dair meydana gelen olayları, daha sonra bu olayları birbirine bağlayan kuramları araştırarak bulma amacını ise bilim olarak tanımlamıştır[10].

Yukarıda farklı tanımları verilen bilim kavramını en temel ve yaygın olan anlamıyla; gerçekleşen olayların bir bölümünü seçerek konu olarak belirleyen, seçtiği bu konuları ise deneysel yöntemlerle ve gözlemlere dayalı olarak kanunlar çıkarmaya çalışan sistemli bir bilgi topluluğu şeklinde ifade etmek mümkün olmaktadır. Buna ek olarak bilim kavramı; yer alan mevcut bilgiler ışığında, ilk bakışta birbirinden ayrık şekilde gerçekleşen aralarında ilişki yokmuş yani bağımsız gibi görülen farklı olaylar arasındaki aslında olan ilişkiyi ortaya çıkarmaya, bilinen olaylardan hareketle yola çıkarak bilinmeyen olgu ve olayları çözmeye çalışmaya dayandırılmaktadır. Bundan dolayı da bilim ve nedensellik arasında yakın bir bağ bulunmaktadır. İktisat bilimi de nedenselliği araştırırken teoriler oluşturarak bu teoriler ışığında hipotezler belirtmekte ve nedensellik sınamasını bu hipotezler ve testler yardımıyla gerçekleştirmektedir. Bilimsel olarak nedenselliğe baktığımızda, testlerin karşımıza çıkmasının nedeni ise bilimin test edemeyeceği haliyle kanıtlayamayacağı durumlarda yorum yapmamasıdır. Bundan dolayı nedenselliği ilk olarak felsefe dalındaki filozoflar yorumlamış daha sonra bu terim bilim dalları arasında yayılarak günümüze kadar gelmiştir.

Nedensellik ile ilgili yapılan çoğu çalışmaların temelinde meydana gelen olayların nedensiz bir şekilde ortaya çıkmayacağı gerçeği yatmaktadır. Olayların veya olguların nedenleri maddesel olarak tespit edilemese bile temelde bir nedenin olduğu beklentisi çok yüksek ihtimalle var olmaktadır[11].

---

[9] Einstein Albert, **Science and Religion**, Conference on Science Philosophy and Religion Their Relation to The Democratic Way of Life, 1940, s. 41.
[10] Bertrand Russell, **Religion and Science**, London, Oxford Uni. Press, 1935, s. 8.
[11] Erkan Işığıçok, **a.g.e.**, s. 18.

1.1.3. İşlevsel Anlamda Nedensellik

Nedensellik kavramı birçok bilim dalının temelini oluşturmaktadır. Bu dallardan iki tanesi istatistik ve ekonometridir. Nedensellik; istatistik ve ekonometri bilim dalları için oldukça önemli bir rol oynamaktadır. Çünkü bu iki bilim dalında olay ve olgularda nedensellik ilkesine dayanarak modellemeler yapılmakta ekonometrik analizler bu modeller üzerinden devam ettirilmektedir. Bundan dolayı ekonometri ve istatistik analizlerinde temel ve en önemli aşamalardan biri olan model kurma aşamasının dayanaklarından biri nedensellik kavramı olmaktadır.

Ekonometrik yöntemler çerçevesi ile modelde yer alan değişkenler arasındaki nedensel bir ilişkinin olup olmadığı yani bir sebep-sonuç veya etkileyen etkilenen değişkenler olup olmadığına bakılarak ve eğer ilişki varsa sonrasında ilişkinin yönünün belirlenmesi gereklidir. Bu önsel analizlerden sonra iktisat teorisine dayanarak ekonometrik model kurulmaktadır.

İstatistiksel anlamda nedenselliğin tanımlanması ve incelenmesi konusunda yapılan ilk çalışmalar, Feigll (1953), Simon (1953), Stigler (1949) ile başlamıştır. Günümüze kadar gelindiğinde, evrensel olarak genel kabul görmüş tanımlama Feigll'ın yaptığı nedensellik tanımlaması olmuştur. Bu tanımlamaya göre Feigll nedenselliği yasa ve yasalar kümesine göre öngörülebilirlik yani tahmin edilebilirlik olarak tanımlamıştır[12].

X ve Y'nin iki rastgele değişken olduğu varsayıldığında bu değişkenler arasında güçlü bir korelasyon ilişkisi gözlemlenebilmektedir. Bu güçlü korelasyon Y'nin X'e neden olduğunu kabul ettirebilir. Bu durumda, işlemsel tanımlarının yapılabilmesi model belirleme için ön koşul olarak sayılmakta ve istatistikten yararlanılmaktadır[13].

Ekonometride istatistiksel açıdan en çok kullanılan işlevsel ve test edilebilir nedensellik tanımı Granger'in yaptığı tanımlama olmaktadır. Bu konuyla ilgili de Granger'in geliştirdiği nedensellik tanımını ifade eden hipotezler aşağıdaki şekildedir[14];

[12] Erkan Işığıçok, **a.e.**, s. 78-79.
[13] Necmi Gürsakal**, a.g.e.,** s. 139.
[14] Clive W.J Granger, **a.g.e**., s. 330.

1. Gelecek dönem, geçmiş dönemin bir nedeni olamaz. Mutlak veya genel nedensellik, yalnızca geçmiş dönemin şimdiki döneme veya gelecek döneme neden olmasıyla gerçekleşebilmektedir.
2. Meydana çıkan nedensellik ilişkisinin varlığı yalnızca bazı stokastik (rassal) süreçler için belirlenebilmektedir. Ek olarak deterministik (kesin) süreçler arasındaki nedensellik ilişkisini belirleyebilmek mümkün değildir.

Yukarıdaki ifadelere bakıldığında Granger nedensellik kavramına göre sebep sonuçtan sonra gelemez fikri yatmaktadır.

1.2. Nedensellik İle İlişkili Temel Kavramlar

Nedensellik ilkesi yukarıda da bahsedildiği gibi istatistik ve ekonometri alanında temel oluşturan ilkelerden birisidir. Ekonometri ve istatistik alanında nedensellik kavramını detaylı inceleyebilmek için bazı ekonometrik terimlerden bahsetmek gerekmektedir. Bunlar; deterministik ilişki kavramı, stokastik ilişki kavramı, birlikte değişme kavramıdır ve bu bölümde kavramlar açıklanacaktır.

1.2.1. Deterministik İlişki Kavramı

Bir modelde yer alan bağımsız ve bağımlı değişkenler arasında kesin (mutlak) bir ilişkinin olması durumu deterministik (kesin) ilişki olarak isimlendirilmektedir. Determinist ilişkinin var olduğu modellerde hata terimi yer almamaktadır. Bu modellerde ilişki fonksiyonel olarak aşağıdaki şekilde ifade edilmektedir;

$$Y = \beta X \qquad (1.1)$$

Fonksiyondaki β katsayısı eğim parametresini ifade etmektedir ve X değişkenine verilecek herhangi bir değer Y değişkenini kesin olarak açıklamaktadır. Denklemde hata terimi olmadığından dolayı Y değişkeni kesin olacak şekilde açıklanabilmektedir.

Deterministik ilişki meydana geldiği durumlarda değişkenlerden bir tanesinin alabileceği değerler karşısında diğer değişken her daim aynı olan değeri almaktadır. Bu tarz modeller matematiksel fonksiyon yapılarıyla uyum sağlamaktadırlar. Kurulan modelde fonksiyon şekli her ne olursa, değişkenin aldığı değer de ona göre olmaktadır. Örneğin fonksiyonel şekil doğrusal ise, değişken değerleri de aynı doğru üzerinde

olmaktadır. Kurulan bir modelde ölçme hataları olmaması şartıyla, X gibi tesadüfi bir değişkenin neden olduğu, Y gibi bir değişkenin sonuç olduğu herhangi bir fonksiyonel ilişkinin var olduğu durumda ve X bilindiğinde Y değişkeninin değeri tam olarak hesaplanabiliyorsa, burada deterministi (kesin) ilişki söz konusudur. Ancak literatürde bu tür fonksiyonel ilişkilerle az karşılaşılmaktadır.

1.2.2. Stokastik İlişki Kavramı

Stokastik kelime anlamı olarak değişkenlik gösteren, raslantısal (tesadüfi) anlamına gelen bir sıfattır. Stokastik ilişki kavramı, ekonometri ve istatistik biliminde oldukça önemli bir yer tutmaktadır. Ekonometrik modeli matematiksel modelden ayıran en temel özelliktir. Stokastik ilişki bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki mutlak yani kesin bir ilişkinin söz konusu olmadığı duruma denmektedir.

Stokastik ilişki durumunda bağımsız değişkenin alacağı her bir değere karşılık bağımlı değişken farklı değerler alabilmektedir. Bu modellerde veri toplama sürecinde aksaklıklar nedeniyle bağımlı değişkeni açıklayacak bütün bağımsız değişkenleri bulmak mümkün değildir. Toplanan verilerle açıklanan kısım dışında toplanamayan veriler nedeniyle de açıklanamayan kısım hata terimi ile ifade edilmektedir. Stokastik ilişki aşağıdaki denklem yardımıyla ifade edilmektedir;

$$Y = \beta X + e \qquad (1.2)$$

Bu denklemde β katsayısı eğim parametresini, e ise hata terimini ifade etmektedir. Hata terimi değişkenler arasında mutlak bir ilişki olmadığını, ilişkinin belli bir hata payı ile açıklanabileceğini ifade etmektedir. Bu durumda değişkenlerin değerleri matematiksel formdan sapmalar gösterebilmektedir. Hemen hemen iktisadi tüm olaylarda stokastik ilişki söz konusudur. Çünkü iktisat bilimi sosyal bilimler arasındadır ve sosyal bilimlerde insan davranışlarındaki belirsizlikten dolayı stokastik bir ilişki ortaya çıkmaktadır.

Deterministi ve stokastik ilişki arasında farklılıklar vardır. Bu farklılıklar;

1. Deterministi ilişkide bağımsız değişken bağımlı değişkeninin kesin nedeni iken stokastik ilişkide, belirli bir anlam düzeyinde aralarında ilişki bulunmaktadır.

2. Determinist ilişkide değişkenler arasında ilişki veya nedensellik ya vardır ya yoktur. Yani ilişki veya nedensellik olma olasılığı mutlak 0 veya mutlak 1'dir. Stokastik ilişkide ise, değişkenler arasında ilişki veya nedensellik olma olasılığı 0 ile 1 arasında sürekli değerler alacak şeklinde yorumlanmaktadır.
3. Determinist ilişkide modelde yer alan değişkenler arasında ya açıklanacak ya da açıklanamayacak ilişki varken, stokastik ilişkide açıklanacak kısım ifade edildikten sonra, açıklanmayan kısım hata terimiyle ifade edilmektedir.

1.2.3. Birlikte Değişme Kavramı

Değişkenlerin kendi arasında birbirlerini açıklama konusunda yetersiz olduğu durumda, bu değişkenlerin aynı anda ikisinin de aynı yönde veya ters yönde değiştiği bilinirse bu duruma da birlikte değişme adı verilmektedir. Birlikte değişme durumunun fonksiyonel bir gösterimi mevcut değildir. Değişkenlerin bağımlı ve bağımsız olma durumlarıyla da ilgisi bulunmamaktadır. Birlikte değişme kavramı korelasyon analizi ile incelenip, ölçülebilmektedir[15].

İstatistik biliminde yer alan korelasyon analizi, modelde yer alan değişkenler arasında bir ilişki olup olmadığı eğer varsa bu ilişkinin şiddeti ve yönü ile ilgili bilgi sağlayan analiz yöntemidir. Korelasyon analizi sonucunda korelasyon katsayısı elde edilmektedir. Elde edilmiş olan korelasyon katsayısı -1 ile +1 arasında bir değer almaktadır. Korelasyon katsayısı pozitif olduğunda değişkenler arasında aynı yönlü, negatif olduğunda ise zıt yönlü bir ilişki olduğu ifade edilmektedir. Korelasyon katsayısı değeri -1 ve +1 değerlerine yaklaştıkça değişkenler arasında güçlü ilişki vardır şeklinde de bir yorum yapılabilmektedir.

Korelasyon katsayısı konusunda dikkat edilmesi gereken durumlar vardır. Bunlardan birincisi, korelasyon katsayısı ilgili değişkenler arasındaki ilişkinin doğrusal olduğu zaman hesaplanabilmektedir. İkincisi, korelasyon katsayısının yüksek çıkması değişkenler arasında bir ilişki veya nedensellik olduğunun mutlak kanıtı değildir. Çünkü yüksek korelasyona sahip olabilmesine rağmen değişkenler arasında nedensellik ilişkisi olmayabilir. Fakat nedensellik ilişkisi olduğu durumda değişkenler

[15] Erkan Işığıçok, **a.g.e.**, s. 23.

arasında korelasyon katsayısı yüksek çıkmalıdır. Üçüncüsü ise değişkenler arasında ilişki veya nedensellik ilişkisinin varlığı incelenirken korelasyon katsayısı önsel olarak yapılan bir analiz olmaktadır. Mutlak olarak sadece korelasyon analizi sonuçlarına güvenilerek ve korelasyon katsayısı yorumlanarak değişkenler arasında nedensellik ilişkisi bulunmaktadır denmemelidir.

1.3. Ekonometride Nedensellik Kavramı

Yukarıda bahsedildiği gibi nedensellik ekonometri ve istatistik bilimleri için oldukça önemli bir kavramdır. Ekonometrik model oluştururken ilk adım olan iktisadi teoriden sonra iki veya daha fazla olay ve olgunun arasında bir bağ olup olmadığı varsa nasıl olduğu araştırılır. Ekonometride nedensellik ilkesinden faydalanarak neden olan değişken bağımsız (etkileyen), nedenden etkilenen değişken ise bağımlı (etkilenen) adı alarak regresyon modeli kurulmaktadır.

Regresyon analizi değişkenler arasındaki bağımlılık ilişkisini incelemektedir. Bu bağımlılık kesin bir nedensellik ifade etmez yani değişkenler arasında bir bağlılık olması değişkenlerin birinin neden, diğerinin sonuç olduğunu göstermez. Değişkenler arasındaki sebep sonuç ilişkisi nedensellik testi ile araştırılmaktadır.

Ekonometrik çalışmalarda değişkenler arasında kurulan modellerin çoğunda nedensellik ilişkisi teorik olarak araştırılmaktadır. Zaman serisi ve panel veriler için literatürde farklı nedensellik testleri yer almaktadır. İlerleyen bölümlerde bu testlerin teorileri, işleyiş süreçleri ve özellikleri ayrıntılı olarak açıklanacaktır.

1.3.1. Nedensellik İlişkisinin Yönü

Değişkenler arasında nedensellik ilişkisinin varlığının tespitinden sonra nedensellik yönünün araştırılması önem arz etmektedir. Değişkenler için model oluştururken birbirleri arasındaki nedenselliğin yönü önemlidir. İktisat teorisine uygun model belirlenirken değişkenlerin bağımlı ve bağımsız olma durumlarına göre nedensellik yönü ile karar verilebilmektedir. Değişkenlerin birbirleri arasındaki nedensellik ilişkisinin yönü üç farklı şekilde sınıflandırma ile incelenmektedir. Bu sınıflandırmalar; tek yönlü nedensellik, çift yönlü nedensellik ve anlık nedensellik olarak adlandırılmaktadır.

1.3.1.1. Tek Yönlü Nedensellik İlişkisi

Genel zaman içerisinde değerleri belirlenmiş olan X_t ile Y_t adı verilen iki değişken olduğu varsayılsın;

X_t: t dönemdeki X değişkenin değeridir

Y_t: t dönemdeki Y değişkenin değeridir

$$\sigma^2(Y_t / \bar{\Omega}) < \sigma^2(Y_t / (\bar{\Omega} - X_t)) \qquad (1.3)$$

Yukarıda belirtilen koşulun geçerli olması durumunda X_t değişkeninin Y_t değişkenine neden olduğu ifade edilebilmektedir[16]. Diğer bir söylemle X_t değişkeni Y_t değişkeninin nedenidir ve $X_t \rightarrow Y_t$ şeklinde gösterilebilmektedir.

Bu sonucu aldıktan sonra da değişkenler hakkında 3 farklı çıkarım yapılabilir. Bu çıkarımlar;

1. Y_t değişkeni X_t değişkenini izlemektedir.
2. Y_t değişkeni X_t değişkenine bağlı bir değişkendir.
3. Y_t değişkeni X_t değişkenine göre bağımlı değişkendir.

Bu varsayımlardan sonra eğer Y_t değişkeni X_t değişkeninin nedeni değil sonucu elde edilirse iki değişken arasında tek yönlü nedensellik ilişkisi mevcuttur. Bundan dolayı Y_t değişkeninin X_t değişkenine neden olup olmadığına da bakılmaktadır.

$$\sigma^2(X_t / \bar{\Omega}) < \sigma^2(X_t / (\bar{\Omega} - Y_t)) \qquad (1.4)$$

Yukarıdaki denklemde belirtilen koşul gerçekleştiğinde Y_t değişkeninin X_t değişkenine neden olduğu ifade edilmektedir. Diğer bir söylemle Y_t değişkeni X_t değişkeninin nedenidir ve $Y_t \rightarrow X_t$ şeklinde gösterilebilmektedir. Burada da yukarıda açıklandığı şekilde 3 çıkarım yapılabilir bunlar;

1. X_t değişkeni Y_t değişkenini izlemektedir.
2. X_t değişkeni Y_t değişkenine bağlı bir değişkendir.

[16] Clive W.J. Granger, **a.g.e**., s. 428.

3. X_t değişkeni Y_t değişkenine göre bağımlı değişkendir.

Bu varsayımlardan sonra eğer X_t değişkeni Y_t değişkeninin nedeni değilse değişkenler arasındaki ilişki için tek yönlü bir nedensellik ilişkisi vardır denmektedir. Bunun için X_t değişkeninin Y_t değişkenine neden olup olmadığına da ayrıca bakılmaktadır. Aslında iki değişken için nedensellik ilişkisi araştırılırken ilkinden ikincisine daha sonra ikincisinden ilkine doğru nedensellik sınaması yapılıp elde edilen bulgular ile ilişkinin varlığı ve yönü açıklanmalıdır.

1.3.1.2. Çift (İki) Yönlü Nedensellik İlişkisi

Yukarıda değişkenler arasında ya X_t değişkeninden Y_t değişkenine ya da Y_t değişkeninden X_t değişkenine doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisinin varlığı anlatıldı. Fakat değişkenler arasında çift yönlü bir nedensellik sonucuna da ulaşılabilmektedir. Çift yönlü nedensellik değişkenlerin karşılıklı olarak birbirlerinin nedeni olması durumu olarak açıklanmaktadır. Hem X_t değişkeninden Y_t değişkenine doğru, hem de Y_t değişkeninden X_t değişkenine doğru nedensellik olduğu duruma denmektedir. Literatürde geribildirim olarak da adlandırılmaktadır ve $X_t \leftrightarrow Y_t$ şeklinde gösterilebilmektedir.

Aşağıdaki iki koşulun da aynı anda gerçekleşmesi durumunda değişkenler arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi olduğu söylenmektedir.

$$\sigma^2(Y_t / \bar{\Omega}) < \sigma^2(Y_t / (\bar{\Omega} - X_t))$$

$$\sigma^2(X_t / \bar{\Omega}) < \sigma^2(X_t / (\bar{\Omega} - Y_t)) \qquad (1.5)$$

Yukarıdaki denklemlerde ifade edilen iki koşul aynı anda sağlandığında hem X_t değişkeninden Y_t değişkenine hem de Y_t değişkeninden X_t değişkenine doğru bir nedensellik ilişkisi bulunmaktadır. Bu duruma da iki yönlü nedensellik veya geribildirim adı verilmektedir.

Değişkenler arasında tek yönlü nedensellik ilişkisi çıkan durumlarda bağımlı ve bağımsız değişken olarak regresyon modeli kurulurken çift yönlü nedensellik olduğu durumlarda ise tek bağımlı ve bağımsız değişken belirlenemediğinden dolayı

bu tür modelleri tahmin etmek için eşanlı denklem sistemi kurularak değişkenler modellenebilmektedir[17].

1.3.1.3. Anlık Nedensellik İlişkisi

Zaman içerisinde değerleri bilinmekte olan X_t ve Y_t gibi iki değişkenimizin olduğu varsayıldığında;

$$\sigma^2(Y_t / (\bar{\Omega}, \bar{X})) < \sigma^2(Y_t / \bar{\Omega}) \qquad (1.6)$$

Yukarıdaki koşul sağlandığında X_t değişkeninden Y_t değişkenine doğru bir anlık nedensellik bulunmaktadır[18].

Yani Y_t değişkeninin gerçek değerini tahmin edebilmek için X_t değişkeninin şimdiki zamanda olan değerinin kurulan modelde bulunması durumu daha iyi bir sonuç vermektedir. Bundan dolayı X_t değişkeninden Y_t değişkenine doğru olacak şekilde bir anlık nedensellikten söz edilebilmektedir.

1.3.1.4. Bağımsızlık

Yukarıda bahsedilen üç durumda değişkenler arasında bir nedensellik ilişkisinin varlığından söz edilmektedir. Fakat değişkenler arasında herhangi bir nedensellik ilişkisi olmayabilir, bu durum ise bağımsızlık olarak tanımlanmaktadır.

X_t ve Y_t gibi iki değişken olduğu varsayıldığında; bu değişkenler arasındaki nedensellik ilişkisinde ortaya çıkabilecek durumlar aşağıda yer almaktadır;

a. Y ve X değişkenleri birbirinden bağımsızdır: İki değişken arasında bir nedensellik ilişkisi bulunmamaktadır.
b. X değişkeni Y değişkeninin nedenidir: Aralarında tek yönlü nedensellik ilişkisi bulunmaktadır.
c. Y değişkeni X değişkenin nedenidir: Aralarında tek yönlü nedensellik ilişkisi bulunmaktadır.
d. Bazı durumlarda ise X değişkeni Y değişkenini, Y değişkeni de X değişkenini etkileyebilmektedir: Aralarında çift yönlü nedensellik ilişkisi bulunmaktadır.

[17] Erkan Işığıçok, **a.g.e.**, s. 82.
[18] Clive W.J. Granger, **a.g.e**., s. 429.

Yukarıdaki sonuçlara anlık nedensellik durumu da dahil edildiğinde 8 tane mümkün sonuç ortaya çıkmaktadır[19]. Bu mümkün sonuçlar ve sonuçların gösterimi aşağıdaki tabloda yer almaktadır;

Tablo 1.1: Değişkenler Arasındaki Nedensellik İlişkisi ve Bu İlişkinin Gösterimi

Tanımlama	**Notasyon Gösterimi**
X ile Y değişkeni birbirlerinden bağımsızdır.	$\mathbf{X_t}\ \mathbf{Y_t}$
X ile Y değişkenleri arasında anlık nedensellik ilişkisi vardır.	$\mathbf{X_t} - \mathbf{Y_t}$
X değişkeni Y değişkenine neden olmaktadır fakat nedensellik anlık değildir.	$\mathbf{X_t} \rightarrow \mathbf{Y_t}$
X değişkeni Y değişkenine neden olmaktadır ve bu nedensellik ilişkisi anlık nedenselliktir.	$\mathbf{X_t} \Rightarrow \mathbf{Y_t}$
Y değişkeni X değişkeninin nedenidir fakat bu nedensellik anlık değildir.	$\mathbf{X_t} \leftarrow \mathbf{Y_t}$

[19] Erkan Işığıçok, **a.g.e.**, s. 83.

Y değişkeni X değişkeninin nedenidir ve bu anlık nedenselliktir.	$\mathbf{X_t \Leftarrow Y_t}$
X değişkeni ile Y değişkeni arasında anlık olmayan geri bildirim (çift yönlü) nedensellik vardır.	$\mathbf{X_t \leftrightarrow Y_t}$
X değişkeni ile Y değişkeni arasında hem geribildirim hem de anlık nedensellik vardır.	$\mathbf{X_t \Leftrightarrow Y_t}$

Kaynak: (Işığıçok, 1994:84)

1.4. Zaman Serilerinde Nedensellik Testleri

Zaman serilerinde yer alan değişkenler arasındaki var olabilecek neden-sonuç ilişkisini tespit etmek ve araştırmak için nedensellik testleri kullanılmaktadır. Bu bölümde zaman serilerine ait nedensellik testleri açıklanacak ve karşılaştırmalı olarak incelenecektir.

1.4.1. Granger Nedensellik Testi

Zaman serilerinde nedenselliğin ilk işlevsel tanımı Wiener (1964) tarafından ortaya atılmış ve daha sonra tanım günümüze gelene kadar geliştirilmiştir. Granger (1969) çalışmalarıyla tanımı düzenleyip daha ileri götürerek nedenselliğin, varlığının ve yönünün belirlenmesine de olanak sağlayacak tanımlamalar yapmıştır.

Nedensellik tanımını ileriye taşıyan Granger (1969) olduğundan dolayı nedensellik kavramı günümüze kadar gelmiş olan literatürde Granger nedensellik tanımı olarak adlandırılmaktadır[20].

[20] Erkan Işığıçok, **a.e.**, s. 85.

Granger nedensellik tanımı ile değişkenler arasında bir nedenin olup olmadığı varsa bu nedenin yönünün saptanması sağlanmıştır. Ek olarak değişkenler arasında anlık nedenselliğin olup olmadığı da test edilebilir hale gelmiştir.

Nedenselliğin yönüne ve geri bildirime yani çift yönlü nedenselliğe karar vermede bazı zorluklar yaşandığı için Granger çalışmasında nedenselliği iki değişkenli model yardımıyla incelemiştir. Nedenselliğin varlığı, yönü ve geri bildirimi yani çift yönlü nedensellik böylece test edilebilir hale gelmiştir. Çift yönlü modelleme yapılıp, hipotezler de bu şekilde kurularak nedensellik ilişkisinin varlığı test edilmektedir. Bu modelde ana köşegen dışında kalanlar anlık nedenselliğe sahip modellerdir. Anlık nedenselliğe sahip model için basit nedensel model ortogonal dönüşüm kullanılarak elde edilmektedir. İki değişkenin yer aldığı basit nedensel model gösterimi aşağıda yer almaktadır[21];

$$X_t + b_0 Y_t = \sum_{j=1}^{m} \alpha_j X_{t-j} + \sum_{j=1}^{m} b_j Y_{t-j} + \varepsilon_t'$$

$$Y_t + c_0 X_t = \sum_{j=1}^{m} c_j X_{t-j} + \sum_{j=1}^{m} d_j Y_{t-j} + \varepsilon_t'' \qquad (1.7)$$

Bu model anlık nedensellik modelini ifade etmekte, eğer b_0 ve c_0 katsayıları sıfıra eşit olursa basit nedensel model elde edilmektedir[22].

Granger tanımına ve modeline dayanarak nedensellik incelemesi yapabilmek için modelde yer alan iki değişkenin de deterministik öğelerden arındırılması gerekmektedir. Bir zaman serisi istatistiksel olarak trend, mevsimsel, konjonktürel dalgalanmalar ve düzensiz hareketlerden oluşmaktadır ve bu bileşenler ayrıştırılarak zaman serisi analizleri yapılmalıdır[23].

Zaman serisinde trend bileşeni serinin uzun dönemli eğilimini göstermektedir. Mevsimsel bileşen, belirli aralıklarla tekrarlı bir salınımı ifade etmektedir.

[21] Clive W.J. Granger, **a.g.e**., s. 428.
[22] Clive W.J. Granger, **a.e.**, s. 427.
[23] Mustafa Sevüktekin, Mehmet Çınar, **Ekonometrik Zaman Serileri Analizi**, Bursa, Dora, 2017, s. 7.

Konjonktürel dalgalanmalar, piyasanın veya ekonominin refah ve depresyon dönemlerini içeren değişimlerini kapsamaktadır[24].

Değişkenler arasında neden sonuç ilişkisinin araştırılabilmesi için yapılan nedensellik analizinde ön koşul olarak kovaryans durağanlığın sağlanması gerekmektedir. Durağan olmayan seriler zamana bağlı olduğu için nedenselliğin varlığı da zamanla değişeceğinden dolayı nedensellik analizinde durağanlık koşulu gereklidir. Nedensellik testleri uygularken durağanlık varsayımını sağlamayan değişkenlere ait veri setlerinin kullanımı sahte regresyona neden olabilir. Granger-Newbold'a (1974) göre ise durağanlık varsayımını sağlamayan değişkenlerin yer aldığı modellerde sahte regresyon olarak isimlendirilen sorun ile karşılaşılır ve bu modellerden elde edilen bulgularda değişkenler arasında belirli anlamlılık düzeyinde bir istatistiksel ilişkinin var olması, nedensellik ilişkisinden ziyade eşanlı korelasyon varlığının modelde olduğunun kanıtıdır[25].

Ekonomide zaman serilerini oluşturan değişkenler genellikle kovaryans durağanlık koşulunu sağlamalıdır. Çünkü zaman serileri trend ve mevsimsellik bileşeni etkisi altındadır. Seriler bu bileşenlerden etkilendiğinden dolayı seride yer alan değişkenler, bu etkilerden arındırılarak kovaryans durağanlık sağlanmaktadır.

Kovaryans durağanlık zaman serilerinde yer alan değişkenlere ait bütün gözlemler için ortalamanın, varyansın ve aynı gecikme uzunluğu için hesaplanan kovaryansların sabit olması durumu olarak ifade edilmektedir. Literatürde kovaryans durağanlık zayıf durağanlık olarak da adlandırılmaktadır[26].

Stokastik sürece karşılık gelen zaman serisinin kovaryans durağan olarak ifade edilebilmesi için aşağıdaki üç temel koşul sağlanmalıdır[27];

$$E(X_t) = \mathrm{E}(\mathrm{X}_{t+l}) = 0$$

$$\mathrm{Var}(X_t) = Var(\mathrm{X}_{t+l}) \qquad l = \pm 1, 2..$$

$$\mathrm{Cov}(X_t, \mathrm{X}_{t+l}) = Cov(\mathrm{X}_{t+m}, \mathrm{X}_{t+m+l}) \quad l, \mathrm{m} = \pm 1, 2.. \qquad (1.8)$$

[24] Mustafa Sevüktekin, Mehmet Çınar, **a.e.**, s. 10.
[25] Nilgün Çil, **Finansal Ekonometri**, İstanbul, Der, 2015, s. 283.
[26] Selahattin Güriş, Ebru Çağlayan**, Ekonometrik Terimler Sözlüğü**, 2007, s. 52.
[27] James Douglas Hamilton, **Time Series Analysis**, Princeton University Press, 1994, s. 45-46.

Durağanlık sağlandıktan sonra modelde yer alan rassal değişkenler için Granger nedenselliği aşağıda kurulan model yardımıyla test edilmektedir[28].

$$X_t = \sum_{j=1}^{m} a_j X_{t-j} + \sum_{j=1}^{m} b_j Y_{t-j} + \varepsilon_t$$

$$Y_t = \sum_{j=1}^{m} c_j X_{t-j} + \sum_{j=1}^{m} d_j Y_{t-j} + \omega_t \qquad (1.9)$$

Bu modelde a, b, c, d ile gösterilenler, modeldeki değişkenlerin gecikme uzunluklarını ifade etmektedir. m modelde yer alan tüm değişkenlerin genel bir gecikme mertebesini , ε_t ve ω_t değişkenleri korelasyonsuz ve beyaz gürültü süreci gösteren değişkenleri ifade etmektedir. Kurulan bu model yardımıyla anlık nedensellik test edilememektedir. Bundan dolayı anlık nedenselliği araştırmak içinde aşağıdaki modeller kullanılmaktadır[29].

$$X_t + b_0 Y_t = \sum_{j=1}^{m} a_j X_{t-j} + \sum_{j=1}^{m} b_j Y_{t-j} + \varepsilon_t$$

$$Y_t + c_0 X_t = \sum_{j=1}^{m} c_j X_{t-j} + \sum_{j=1}^{m} d_j Y_{t-j} + \omega_t \qquad (1.10)$$

Kurulan birinci modele ilave olarak eklenen geçmiş ve şimdiki dönemlerde yer alan gözlem değerlerinin katsayılarının belirli anlam düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı olduğu durumda, X_t değişkeninden Y_t değişkenine doğru bir anlık nedenselliğin varlığından söz edilmektedir[30]. Modelde kullanılan m gecikme değeri sonsuz değer alabilir ancak analizlerde kullanılan veriler sonlu sayıda olduğundan

[28] Clive W.J. Granger, "**Investigating Causal Relations By Econometric Models And Cross-Spectral Methods**", Journal of the Econometric, 1969, s. 431.
[29] Clive W.J. Granger, **a.e.**, s. 431-432.
[30] Clive W.J. Granger, **a.e.**, s. 432.

dolayı m için kullanılan zaman serisinin örnek büyüklüğünden küçük olması gerektiği varsayımı yapılmaktadır.

Granger nedenselliğe yapılan bazı eleştiriler bulunmaktadır. Bu eleştirilerin en başında geleni modelde yer alan tüm gecikme uzunlarının eşit olduğunun varsayılmasıdır. Ek olarak Granger nedensellik testi kullanılan örneklemin büyük olmasından ve modelde oluşturulan veri setinin aylık ve yıllık olma durumlarından da etkilenebilmektedir[31]. Granger nedensellik testi yapılırken yukarıda yer alan model kurulmakta ve bu model ışığında analize başlanmaktadır. Model kurulurken yukarıda bahsedildiği gibi değişkenlerin durağanlık koşuluna dikkat edilmelidir. Modele ilave edilen değişkenler durağanlık koşulunu sağlamış değişkenler olmak zorundadır. Bu durağanlık ön koşulu da Granger testine yapılan eleştiriler arasında yerini almaktadır.

Bir sonraki aşamada, gecikme uzunluğu belirlenir ki bu Granger nedensellikte oldukça önemlidir çünkü bu testte gecikme uzunluğu aynı olan değişkenler için nedensellik sınaması yapılabilmektedir. Yani Granger nedensellik testini yapabilmek için ön koşullardan biri değişkenlerin durağan olması diğeri ise gecikme uzunluğunun belirlenmesidir. Tüm değişkenler için gecikme uzunluğu aynıdır. İki ön koşul sağlandıktan sonra nedensellik testi uygulanabilmektedir. Granger nedensellik testini uygulayabilmek için kurulan hipotezler aşağıda verilmiştir[32];

$$H_0 : b_1 = b_2 = \ldots = b_j = 0$$
$$H_1 : b_1 \neq b_2 \neq \ldots \neq b_j \neq 0$$
$$H_0 : c_1 = c_2 = \ldots = c_j = 0$$
$$H_1 : c_1 \neq c_2 \neq \ldots \neq c_j \neq 0$$

Yukarıdaki gösterimde temel hipotezler Y değişkeninden X değişkenine, X değişkeninden Y değişkenine doğru nedensellik ilişkisi olmadığını ifade etmektedir. Alternatif hipotezler ise Y değişkeninden X değişkenine, X değişkeninden Y değişkenine doğru bir nedensellik ilişkisi olduğunu ifade etmektedir.

[31] Recep Tarı, **Ekonometri**, Umuttepe Yayınları, Kocaeli, 2010, s. 154.
[32] Clive W.J. Granger, **a.g.e.**, s. 427.

Nedensellik ilişkisini araştırmak için yapılan testte, her bir parametreye ayrı ayrı t testi uygulanabilmekte ve bu t testinden elde edilen sonuçlar ışığında istatistiksel olarak anlamlılığa bakılarak sınama gerçekleştirilebilmektedir. Ancak parametrelerin tümünü bir arada sınayabilmek için F testinden yararlanarak modelin bütüncül anlamlılığına bakılmakta, böylece Granger testinin hipotez sınaması yapılabilmektedir. Wald tarafından geliştirilmiş olan F test istatistiği aşağıda verilmektedir [33];

$$F_{(k,n-2k)} = \frac{(\sum v_t^2 - \sum u_t^2)/k}{\sum u_t^2 / (n-2k)} \qquad (1.11)$$

Burada $\sum v_t^2$; 1.9 modelinden elde edilen kalıntı kareler toplamını, $\sum u_t^2$; 1.10 modelinden elde edilen kalıntı kareler toplamını, n örneklem büyüklüğünü, k ise ortak gecikme uzunluğunu ifade etmektedir. F testinden elde edilen bu test istatistiği değeri F tablo değeri ile kıyaslanmaktadır. Burada F tablosuna F (k, n-2k) serbestlik derecesi ile bakılmaktadır. Hesaplanmış olan F test istatistiği değeri F tabloda bulunan kritik değerden küçük ise temel hipotez reddedilememekte ve değişkenler arasında nedensellik ilişkisinin olmadığı sonucuna ulaşılmaktadır. Tam tersi durum olduğunda yani hesaplanmış olan F test istatistiği değeri F tabloda bulunan kritik değerden büyük ise temel hipotez reddedilmekte, nedensellik ilişkisinin olduğu sonucuna ulaşılmaktadır.

Bu adımları gerçekleştirirken yukarıda ifade edilen modeller üzerinden En Küçük Kareler Yöntemiyle (EKK) tahmin gerçekleştirildikten sonra aşağıda yer alan olası sonuçlara ulaşılabilmektedir[34];

1. Modelde yer alan b_j katsayılarının istatistiksel olarak belirli bir anlam düzeyinde sıfırdan farklı olması durumunda, diğer bir deyişle istatistiksel açıdan anlamlı olmaları durumunda *Y* değişkeninden *X* değişkenine doğru bir nedensellik ilişkisinin olduğu ifade edilmektedir. Bu durumda "Y değişkeni, X değişkeninin Granger nedeni olmaktadır" veya "Y değişkeninden X değişkenine doğru tek yönlü

[33] Erkan Işığıçok, **a.g.e.**, s. 94-95.
[34] Haluk Erlat, "**Nedensellik Sınamaları Üzerine**", ODTÜ Gelişme Dergisi, 1983, s. 65-96.

nedensellik ilişkisi bulunmaktadır" şeklinde ifade edilmektedir. Bu ifadeler matematiksel olarak $Y_t \rightarrow X_t$ şeklinde gösterilebilmektedir.

2. Modelde yer alan c_j katsayılarının istatistiksel olarak belirli bir anlam düzeyinde sıfırdan farklı olması durumunda başka bir deyişle istatistiksel açıdan anlamlı olmaları durumunda *X* değişkeninden *Y* değişkenine doğru bir nedensellik ilişkisi olduğu ifade edilmektedir. Bu durum "X değişkeni, Y değişkeninin Granger nedeni olmaktadır" veya "*X* değişkeninden *Y* değişkenine doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi bulunmaktadır" şeklinde ifade edilmektedir. Bu ifadeler matematiksel olarak $X_t \rightarrow Y_t$ şeklinde gösterilebilmektedir.

3. Yukarıda bahsedilen iki durumun beraber gerçekleşmesi b_j ve c_j değerlerinin sıfırdan farklı olması yani her iki değişken grubunun da istatistiksel açıdan anlamlı olması durumunda ise "Hem X değişkeni Y değişkeninin, hem de Y değişkeni X değişkeninin Granger nedeni olmaktadır" şeklinde ifade edilmektedir. Bu durumda değişkenler arasında çift yönlü bir nedenselliğin veya geribildirimin olduğu ifade edilmektedir. Bu ifadeler matematiksel olarak $X_t \leftrightarrow Y_t$ şeklinde gösterilmektedir.

4. Modelde yer alan b_j değerlerinin sıfırdan farklı olması c_j değerlerinin sıfıra eşit olması durumunda ise "Y değişkeni X değişkeninin Granger nedeni olmaktadır ancak X değişkeni Y değişkeninin Granger nedeni değildir" şeklinde ifade edilmektedir.

5. Modelde yer alan b_j değerlerinin sıfıra eşit, c_j değerlerinin sıfırdan farklı olması durumunda "X değişkeni Y değişkeninin Granger nedeni iken, *Y* değişkeni *X* değişkeninin Granger nedeni değildir" şeklinde ifade edilmektedir.

6. Yukarıda belirtilen durumların olmaması halinde yani her iki değişkenin de istatistiksel olarak anlamlı olmaması, katsayıların sıfıra eşit olması durumu ise değişkenler arasında bir nedensellik ilişkisi olmadığını göstermektedir. Bu durumda "*X* ve *Y* değişkenleri arasında bir nedensellik ilişkisi yoktur, değişkenler ayrık veya bağımsızdır" şeklinde ifade edilmektedir.

1.4.2. Sims Nedensellik Testi

Granger nedensellik testinden sonra bu alanda çalışmalar artmış ve nedensellik ilişkisinin varlığını sınamak için yapılan testlerin sayısı artış göstermiştir. Christopher Sims (1972), “Para, Gelir ve Nedensellik” adlı çalışmasında ekonometri literatürüne

Sims testini kazandırmıştır. Sims bu çalışmada Granger testinden farklı bir bakış açısı oluşturarak tek yönlü nedenselliği araştırmıştır[35]. Sims, Granger nedensellik testinden de faydalanıp kendi bakış açısıyla gelecek zaman şimdiki zamanın bir nedeni olamaz anlayışını benimsemiş farklı bir nedensellik testi ileriye sürmüştür[36].

Tek yönlü nedenselliğe değindiği bu çalışmasında nedenselliğin yönü bağımlı değişkenden bağımsız değişkene doğru olmaktadır. Sims nedensellik testinin bu özelliği, Granger testine göre farklı olmasını sağlamaktadır.

Sims'in bu çalışmada iki ana amacı vardır. Bu amaçlardan birincisi paranın dışsal olduğunu kanıtlamak, ikincisi ise tek yönlü nedenselliği sınamak için doğrudan bir testin olup olmadığını araştırmaktır[37].

Sims çalışmasının sonucunda gelir değişkeninden para değişkenine doğru bir nedenselliğin olmadığı sonucuna ulaşmıştır. Bu çalışmadan hareketle geliştirdiği nedensellik testinin amaçları ise şunlardır[38];

1. Veri setinde meydana gelen serisel korelasyonu yani otokorelasyonu düzeltmek.
2. Bağımlı değişkenin gecikmelerinin de modelde yer aldığı genel bir tahmin yöntemi ortaya atarak, nedensellik ilişkisi sınamasını bu model üzerinden gerçekleştirmek.
3. Nedensel bir ilişki olarak Y_t değişkeninin, şimdiki dönem veya geçmiş dönem X_t değişkeni üzerindeki dağıtılmış gecikme regresyonunu uygun olarak yorumlamak.

Sims nedensellik sınaması yaptığı modelde yer alan değişkenlerde otokorelasyon olduğu durumda testin başarılı bir sonuç vermeyerek, yanıltıcı sonuçlar elde edileceğini ifade etmiştir. Bundan dolayı değişkenlerin ve regresyon denklemindeki hata terimlerinin otokorelasyonsuz olması çok önemlidir çünkü F testi hatalardaki otokorelasyona karşı oldukça duyarlıdır. Sims bu durumdan kaynaklı hatalardaki otokorelasyonu azaltmak diğer bir ifadeyle en aza indirgemek amacıyla

[35] C. A. Sims, "**Money, Income And Causality**", The American Economic Review, 1972, s. 540.
[36] Harun Terzi, Süleyman Yurtkuran, "**Türkiye'de Eğitim ve İktisadi Büyüme İlişkisi: Sims ve Toda-Yamamoto Nedensellik Analizleri**", Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi, 2016, s. 14.
[37] C. A. Sims, **a.g.e.**, s. 540.
[38] Erkan Işığıçok, **a.g.e.**, s. 96.

logaritması alınmış değişkenlere filtreleme işlemi yapılması gerektiğini belirterek çalışmasını da bu şekilde yapmıştır[39].

Çalışmadaki filtreleme işlemi için değişkenlere ait verilere $(1\text{-}0.75L)^2$ düzeltmesi uygulanmıştır. Bu işlemi bir X değişkeni için yapıldığını varsaydığımızda logaritması alınmış X degişkeni için $1.5\ X_{t-1} + 0.5625\ X_{t-2}$ fark alma dönüşümüyle aynı sonuç elde edilmektedir. Logaritması alınmış ve filtreleme işlemi yapılmış değişkenler ile model kurarak nedenselliği test etmiştir[40].

Sims (1972) çalışmasında filtrelemenin iki tane temel probleme yol açacağını ifade etmiştir. Bu problemlerden ilki eğer yapılan filtre başarısız olursa serinin beyaz gürültü sürecine girecek olması, ikincisi ise ön filtrelemenin ters etki yaratabilecek olması durumudur[41]. Sims uygulanan bu filtreleme işleminin birçok ekonometrik zaman serisinin meydana getirdiği spektral yoğunluğunu indirgediğini yani düzelttiğini ve oluşan regresyon modellemelerinde ortaya çıkan hataların bu filtreleme ile beyaz gürültü süreci olacağını ifade etmiştir[42].

Sims nedensellik testi için de Granger testinde olduğu gibi değişkenlerin kovaryans durağanlık ve stokastik olma ön koşulunu sağlamaları gerekmektedir. Sims testi teorisi, hareketli ortalamalara dayandırılarak oluşturulmuştur. Bundan dolayı da öncelik olarak hareketli ortalamalar gösterimini açıklamak gereklidir. Bu değişkenlere ait hareketli ortalamalar gösterimi aşağıda verilmektedir[43].

$$Y_t = \sum_{i=-\infty}^{\infty} a_i \varepsilon_{t-i} + \sum_{i=-\infty}^{\infty} b_i e_{t-i}$$
$$X_t = \sum_{i=-\infty}^{\infty} c_i \varepsilon_{t-i} + \sum_{-\infty}^{\infty} d_i e_{t-i} \qquad (1.12)$$

Burada e_t otokorelasyonsuz sabit varyansa sahip beyaz gürültü sürecine uygun hata terimini ifade etmektedir. Pozitif gecikmelere ilişkin katsayı değerleri anlamsızdır çünkü $i<0$ olduğu durumda a, b, c, d katsayıları sıfıra eşit olacaktır.

[39] C. A. Sims, **a.g.e.**, s. 544.
[40] C. A. Sims, **a.e**., s. 545.
[41] C. A. Sims, **a.e.**, s. 542.
[42] Erkan Işığıçok, **a.g.e.,** s. 99.
[43] Erkan Işığıçok, **a.e.**, s. 98.

Değişkenlere ait otoregresif ilişkinin ifadesi ise şu şekilde gösterilmektedir[44];

$$Y_t^* = \sum_{i=-\infty}^{\infty} \alpha_i X_{t-i}^* + \varepsilon_t \qquad (1.13)$$

Bu modelde hata terimini temsil eden ε_t değişkeni ve X_{t-i} değişkeni korelasyonsuz olabilir fakat beyaz gürültü süreci olmayabilir. Denklemde $\alpha_i = 0$ ve $i<0$ olması durumunda Sims nedenselliğin geri bildirimsiz (çift yönlü) olarak *X* değişkeninden *Y* değişkenine doğru olacağını ifade etmiştir.

Denklemde *Y* değişkeninin açıklanmasında kullanılan *X* değerlerinin geçmiş ve şimdiki dönem değerlerinin anlamlı fakat gelecek değerlerinin anlamsız olması durumunda '*X* değişkeninden *Y* değişkenine doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi bulunmaktadır' şeklinde ifade edilir. Buradan da Y değişkeninin içsel değişken, *X* değişkeninin ise dışsal değişken olduğu anlaşılmaktadır[45].

$$X_t^* = \sum_{i=-\infty}^{\infty} \beta_i Y_{t-i}^* + \varepsilon_t \qquad (1.14)$$

Burada *X* değişkeninin açıklanmasında kullanılan *Y* değişkenine ait geçmiş ve şimdiki dönem değerlerinin anlamlı fakat gelecek dönem değerlerinin anlamsız olması durumunda ise '*Y* değişkeninden *X* değişkenine doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi bulunmaktadır" şeklinde ifade edilmektedir[46].

Sims nedensellik testi için kurulan denklemler sonlu gecikmeli modeller olarak şu şekilde tekrar yazılabilir;

$$Y_t^* = \sum_{i=-p}^{q} a_i X_{t-i}^* + \varepsilon_{1t}$$

[44] Erkan Işığıçok, **a.e**, s. 97.
[45] Erkan Işığıçok, **a.e.,** s. 98.
[46] Erkan Işığıçok, **a.e.,** s. 99.

$$X_t^* = \sum_{i=-r}^{s} \beta_i Y_{t-i}^* + \varepsilon_{2t} \tag{1.15}$$

Sims testinde dikkat edilmesi gereken bir konu da q, p, s ve r değerlerinin mümkün olduğunca büyük seçilmesi gerektiğidir.

Sims, nedensellik ilişkisini araştırmak için kurduğu model aşağıdaki şekilde de ifade edilebilmektedir;

$$\begin{aligned} Y_t &= \alpha + \sum_{i=1}^{n} \beta_i Y_{t-i} + \sum_{j=1}^{m} \gamma_j X_{t-j} + \sum_{p=1}^{k} \lambda_p X_{t+p} + \vartheta_{yt} \\ X_t &= \mu + \sum_{i=1}^{n} \theta_i X_{t-i} + \sum_{j=1}^{m} \delta_j Y_{t-j} + \sum_{p=1}^{k} \eta_p Y_{t+p} + \vartheta_{xt} \end{aligned} \tag{1.16}$$

Bu modelde geçmiş, gelecek ve şimdiki zaman ifade edilmektedir. X_{t+1}, X_{t+2} değişkenleri geleceği ifade etmektedir ve öncü değişkenlerdir. Birinci model için; Y değişkeni X değişkeninin nedeni ise öncü değer istatistiksel açıdan anlamlı olmalıdır.

Y değişkeninin X değişkeninin nedeni olup olmadığı aşağıdaki hipotez ile sınanmaktadır;

$$H_0 : \lambda_p = 0$$
$$H_1 : \lambda_p \neq 0$$

X değişkeninin Y değişkenin nedeni olup olmadığı ise aşağıdaki hipotezler ile sınanmaktadır;

$$H_0 : \eta_p = 0$$
$$H_1 : \eta_p \neq 0$$

Sims nedensellik testinde değişkenler arasında nedensellik ilişkisi olup olmadığına karar verilirken bağımsız değişkenin gelecek değerleri dikkate alınmaktadır.

Sims çalışmasını bu modeller üzerine göre kurarak yapmış ve çalışmada otokorelasyon olmadığı sonucuna ulaşmıştır. Filtreleme işlemi sayesinde otokorelasyon olmaması durumunun gerçekleştiğini belirtmiştir[47]. Filtreme yapılması otokorelasyon sorununun ortadan kalkmasını sağlamaktadır. Çalışma tahmininde regresyon modelinde DW istatistiği 2'ye yakın çıkmış bunun da filtreme işlemi sonrası beklenen durum olduğunu ifade etmiştir.

Fakat hatalardan kaynaklı otokorelasyon olması durumunda 3 ana sonuçla karşılaşılmaktadır[48]. Bu sonuçlar;

i. Kurulan regresyon modelinde yer alan katsayıların tahminlerinin etkin olmaması durumu.
ii. Regresyon denklemlerine dayandırılmış olan öngörülerde aşağıya doğru bir sapma olması durumu.
iii. Regresyon modelinde katsayılar üzerindeki genel anlamlılık testlerinin geçersiz olması durumu.

1.4.3. Genişletilmiş Sims Nedensellik Testi

Geweke, Dent ve Meese (1983) yaptıkları çalışmalarında Sims testini en küçük kareler (EKK) tahmin metodunu kullanarak aşağıdaki modelde verildiği şekilde geliştirmişlerdir[49].

$$Y_t = \alpha + \sum_{i=1}^{n} \beta_i Y_{t-i} + \sum_{j=1}^{m} \gamma_j X_{t-j} + \sum_{p=0}^{k} \lambda_p X_{t+p} + \vartheta_{yt}$$
$$X_t = \mu + \sum_{i=1}^{n} \theta_i X_{t-i} + \sum_{j=1}^{m} \delta_j Y_{t-j} + \sum_{p=0}^{k} \eta_p Y_{t+p} + \vartheta_{xt} \qquad (1.17)$$

Bu denklem sistemi gecikme düzeylerini, şimdiki zamanı ve gelecek dönemi ifade etmektedir. Modelde yer alan X_{t+1} ile X_{t+2} gibi terimler gelecek zamanı göstermekte ve öncü terim olarak isimlendirilebilmektedir. Sims nedensellik testinin

[47] C. A. Sims, **a.g.e.**, s. 549.
[48] C.W.J. Granger, Paul Newbold, "**Spurious Regressions In Econometrics**", Journal of Econometrics, 1974, s. 111-120.
[49] Harun Terzi, Süleyman Yurtkuran, **a.g.e**., s. 14.

Granger nedensellik testinden en önemli farkı modelde var olabilecek nedensellik ilişkisinin bağımlı değişkenden bağımsız değişkene doğru olmasıdır.

Genişletilmiş Sims testinin dayandırıldığı temel ve ana işleyişi Sims testi ile aynıdır. Test sürecinin işleyişi ve adımları Sims testi ile aynı şekilde olmaktadır. Aralarındaki temel fark; Genişletilmiş Sims testinde öncü olarak belirlenmiş olan değişkenin birden değil sıfırdan başlıyor olması durumudur[50].

1.4.4. Haugh Nedensellik Testi

Modeldeki değişkenler arasında bulunan nedensellik ilişkisinin varlığının incelenmesini sağlayan bir başka test Haugh (1972) tarafından önerilmiş olan ve literatürde yer alan Haugh nedensellik testidir. Bu test ilk olarak Haugh (1972) tarafından önerilmiş ilerleyen zamanlarda ise Pierce (1975 ve 1977), Haugh-Box (1977) ve Pierce-Haugh (1977) tarafından yapılan çalışmalarda geliştirilmiştir.

Haugh nedensellik testi, Sims nedensellik testinde olduğu gibi Granger'in nedensellik testi ana tanımına dayanmaktadır. Haugh nedensellik testi uygulanırken iki temel yaklaşım bulunur ve bu iki yaklaşımın temeli tek değişkenli ARIMA modelinden elde edilen hatalar ile kurulan model yardımıyla açıklanmaktadır[51]. Bu yaklaşımlardan birincisi modelde yer alan hataların arasında bulunan çapraz korelasyon çözümlemesidir, ikincisi ise hatalar arasındaki ilişkinin regresyon çözümlemesi olarak ifade edilmesidir. Kullanılan bu iki temel yaklaşımın gerçekleştirilebilmesi için de serilerin kovaryans durağan ve stokastik olması gerekli ön koşullardır. Granger ve Sims nedensellik testlerinde olduğu gibi bu testte de ön koşul değişkenlerin durağan olmasıdır[52].

Birinci yaklaşımda bahsedilen hatalar arasındaki çapraz korelasyon çözümlemesi ile testin gerçekleşebilmesi için gerekli iki aşama vardır bu aşamalar şunlardır;

1. İlk adım olarak nedensellik sınaması yapılacak olan kovaryans durağan seriler için tek değişkenli bir ARIMA modeli kurulmaktadır.

[50] Harun Terzi, Süleyman Yurtkuran, **a.e.**, s. 15.
[51] Larry D. Haugh, "**Checking the Independence of Two Covariance-Stationary Time Series: A Univariate Residual Cross-Correlation Approach**", Journal of American Statistical Association, 1976, s. 378.
[52] Larry D. Haugh, **a.e.**, s. 379.

2. Kurulan bu modellerin yardımıyla değişkenlere filtreleme işlemi yapılması sonucunda elde edilen ve beyaz gürültü süreci gösteren hataların çapraz korelasyonları karşılaştırılmaktadır.

Çapraz korelasyon çözümlemesi yaklaşımı ardından elde edilmiş olan birbirinden bağımsız iki doğrusal sürecin, gecikmeli hataları arasında olan çapraz korelasyonların asimptotik olarak normal dağıldığı varsayılmaktadır[53].

Gecikmeli hatalar arasında gerçekleştirilen "k" gecikmesindeki çapraz korelasyonlar aşağıdaki şekilde formüle edilebilmektedir[54];

$$\rho_{uv}(k) = \frac{\sum u_{t-k} v_t}{\sqrt{\sum u_t^2 \sum v_t^2}} \quad , \quad -\infty < k < \infty \qquad (1.18)$$

Uygulamada anakütle gecikmesindeki çapraz korelasyon katsayısı (k) bilinmediğinden dolayı, örneklem çapraz korelasyon katsayısı kullanılmaktadır. Bu test χ^2 dağılımına uygunluk göstermektedir.

Haugh yaptığı çalışmada hatalar arasındaki korelasyon dağılımının küçük örneklemlerde bile sonlu bir n dağılımına uyduğunu ifade etmiştir[55]. Haugh testinde nedensellik ilişkisinin sınanması için, hataların çapraz korelasyonları yaklaşımı ile uygulanmasında ortaya çıkan farklı gecikme değerlerinde bazı koşullar ve kısıtlar belirlenmiştir. Tek değişkenli hataların çapraz korelasyondaki koşul ve kısıtları aşağıdaki tabloda yer almaktadır[56].

[53] Larry D. Haugh, **a.e.**, s. 379.
[54] Erkan Işığıçok, **a.g.e.**, s. 101.
[55] Erkan Işığıçok, **a.e.**, s. 100.
[56] Erkan Işığıçok, **a.e.**, s. 102.

Tablo 1.2: Hataların Çapraz Korelasyondaki Koşul ve Kısıtları

Koşul	Nedensellik İlişkisi ve Yönü	Çapraz Korelasyon	Kısıt
(I)	X, Y'nin nedenidir.	$r_{uv}(k) \neq 0$	$\exists k>0$
(II)	X, Y'nin anlık nedenidir.	$r_{uv}(k) \neq 0$	$k = 0$
(III)	Y, X'in nedenidir.	$r_{uv}(k) \neq 0$	$\exists k<0$
(IV)	Y, X'in anlık nedenidir.	$r_{uv}(k) \neq 0$	$k = 0$
(V)	X ile Y arasında geri bildirim vardır.	$r_{uv}(k) \neq 0$	$\exists k>0$ $\exists k<0$
(VI)	X, Y'nin nedenidir, fakat bu anlık nedensellik değildir.	$r_{uv}(k) \neq 0$ $r_{uv}(k) = 0$	$\exists k>0$ $k = 0$
(VII)	Y, X'in nedeni değildir, fakat anlık nedensellik vardır.	$r_{uv}(k) = 0$	$\forall k < 0$
$(VIII)$	Y, X'in kesinlikle nedeni değildir.	$r_{uv}(k) = 0$	$\forall k \leq 0$

(IX)	*X 'ten Y ' ye doğru tek yönlü nedensellik vardır.*	$r_{uv}(k) \neq 0$ $r_{uv}(k) = 0$	$\exists k>0$ $\forall k < 0$ $\forall k \leq 0$
(X)	*X ile Y arasındaki nedensellik sadece anlık nedenselliktir.*	$r_{uv}(k) = 0$	$\forall k < 0$
(XI)	*X ile Y arasındaki nedensellik*	$r_{uv}(k) = 0$ $r_{uv}(k) \neq 0$	$\forall k \neq 0$ $\forall k=0$
(XII)	*X ile Y arasında bağımsızlık vardır.*	$r_{uv}(k) = 0$	$\forall k$

Kaynak: Işığıçok, 1994, s. 102

Yukarıdaki tablodan hareketle aşağıdaki koşullar ortaya çıkmaktadır[57];

i. $r_{uv}(k) \neq 0$, $\exists k>0$ "X_t, Y_t 'nin Granger nedenidir."
ii. $r_{uv}(k) \neq 0$, $\exists k<0$ "Y_t, X_t 'nin Granger nedenidir."
iii. $r_{uv}(k) \neq 0$, "Anlık nedensellik vardır"

Bu koşullarda şu şekilde açıklanabilmektedir X_t değişkeninden Y_t değişkenine doğru bir nedensellik ilişkisinin olabilmesi için pozitif gecikmeye sahip otokorelasyon katsayılarından birkaçının sıfırdan farklı bir değere sahip olması gerekmektedir. Y_t değişkeninden X_t değişkenine doğru bir nedensellik ilişkisinin olabilmesi için ise negatif gecikmeye sahip otokorelasyon katsayılarından birkaçının sıfırdan farklı bir değere sahip olması gerekmektedir.

[57] Gülin Ocak, "**Nedensellik Analizinde Yeni Yaklaşımların Türkiye'deki Bankacılık Sisteminde Uygulanması**", Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2009, s. 42.

Buna karşın sıfır gecikmedeki çapraz otokorelasyon katsayısının sıfırdan farklı bir değere sahip olduğu durumda anlık nedensellik, bazı negatif ve pozitif gecikmelerin katsayılarının sıfırdan farklı değer alması durumunda ise bir geribildirim (çift yönlü) ilişki söz konusudur.

Haugh nedensellik testinin dayandığı ikinci yaklaşım, hatalar arasındaki regresyon modeli yaklaşımıdır. Bu yaklaşım kullanılarak Haugh nedensellik sınamasının yapılabilmesi için de iki aşamalı işlem söz konusudur. Bu aşamalar aşağıda ifade edilmektedir[58];

1. Buradaki ilk aşama çapraz korelasyon çözümlemesi yaklaşımındaki ilk aşama ile aynıdır. Yani nedensellik sınaması yapılacak olan kovaryans durağan seriler için tek değişkenli bir ARIMA modeli kurulmaktadır.
2. Bu yaklaşım diğer yaklaşımdan ikinci aşamada farklılaşmaktadır. Burada kurulan ARIMA modeller yardımıyla değişkenlere filtreleme işlemi uygulanarak oluşan beyaz gürültü süreci gösteren hataların birbiri üzerine regresyon denklemleri oluşturulmaktadır.

Oluşturulan regresyon modellerinin çözümlemesi yapılarak nedensellik sınaması gerçekleştirilmektedir. Haugh testi ile nedensellik sınaması için genel olarak ilk yaklaşım olan hatalar arasındaki çapraz korelasyon çözümlemesi kullanılmaktadır.

1.4.5. Toda-Yamamoto Nedensellik Testi

Toda ile Yamamoto (1995) yaptıkları çalışmada değişkenler arasındaki nedensellik ilişkisini araştırmak amacıyla Vektör Otoregresif (VAR) modeli kurulurken birim kök ile karşılaşılınca, bu problemin nasıl çözülebileceği konusunda bir yöntem ileri sürmüşlerdir. Toda-Yamamoto (1995) yaptıkları çalışmada yer alan değişkenlerin durağanlığı sağlama ve aralarında koentegre (eşbütünleşik) olma ön koşulunu zorunlu tutmadan nedensellik ilişkisini incelemişlerdir. Bu inceleme sırasında geliştirilmiş olan VAR modeline göre nedensellik sınaması yapmayı uygun görerek savunmuşlardır[59].

Granger (1969), Sims (1972) ve Haugh (1972) testlerinde durağanlık ön koşulu bulunduğu için Toda-Yamamoto testi bu konuda diğer testlerden ayrışmaktadır. Toda-

[58] Erkan Işığıçok, **a.g.e.**, s.101.
[59] H. Y. Toda, T. Yamamoto, "**Statistical Inference In Vector Autoregressions With Possibly Integrated Processes**", Journal of Econometrics, 1995, s. 226.

Yamamoto testi hataların normal dağıldığını varsayarak oluşturulmuştur. Toda Yamamoto (1995) nedensellik testi için ilk olarak kurulan VAR modelinin gecikme uzunluğu (k) ve nedenselliği araştırılacak olan seriler arasındaki maksimum bütünleşme derecesi (d_{max}) bulunmalıdır. Daha sonra bu parametreler toplanarak ($k + d_{max}$) gecikme uzunluğu elde edilmektedir. Elde edilen toplam gecikme uzunluğu kullanılarak yeni bir VAR modeli kurulmaktadır[60]. Daha sonra kurulan modelde parametre kısıtlamalarının test edilmesi ile nedensellik testi yapılmaktadır.

Bu testte yer alan serilerle ilgili iki özel durum bulunmaktadır. Toda ve Yamamoto çalışmalarında bu iki özel durumu aşağıdaki gibi açıklamaktadır[61].

1. $d = 1$ olduğu durumlarda gecikme uzunluğunun $k > d = 1$ olduğundan dolayı her zaman testin asimptotik olarak geçerli olacağını ifade etmişlerdir.

2. Nedensellik sınaması yapılan serilerin her ikisinin de I (0) yani düzeyde durağan olması durumunda, VAR modeline gecikme uzunluğu eklemeden nedensellik testi yapılabileceğini belirtmişlerdir.

Bu ikinci durumdan dolayı Toda-Yamamoto nedensellik testi Granger nedensellik testine benzer bir yapıda olmaktadır.

Toda-Yamamoto testinin uygulanabilmesi için aşağıda verilen VAR modelleri tahmin edilmektedir;

$$\begin{aligned} Y_t &= \gamma_0 + \sum_{i=1}^{k+d_{\max}} \alpha_{1i} Y_{t-1} + \sum_{i=1}^{k+d_{\max}} \beta_{1i} X_{t-1} + \varepsilon_{1t} \\ X_t &= \gamma_0 + \sum_{i=1}^{k+d_{\max}} \alpha_{2i} Y_{t-1} + \sum_{i=1}^{k+d_{\max}} \beta_{2i} X_{t-1} + \varepsilon_{2t} \end{aligned} \qquad (1.19)$$

Kurulan ilk modelin sınanması için hipotezler aşağıdaki şekilde kurulmaktadır;

$$H_0 : \beta_{1i} = 0$$
$$H_1 : \beta_{1i} \neq 0$$

[60] H. Y. Toda, T. Yamamoto, **a.e.**, s. 227.
[61] H. Y. Toda, T. Yamamoto, **a.e.**, s. 229.

Burada temel hipotez, modelde yer alan "*X* değişkeni *Y* değişkeninin nedeni değildir" şeklinde ifade edilmektedir. Alternatif hipotez ise modelde yer alan "*X* değişkeni *Y* değişkeninin nedenidir" şeklinde yani değişkenler arasında bir nedensellik ilişkisi olduğunu ifade etmektedir.

İkinci modelin sınanması için hipotezler aşağıdaki şekilde kurulmaktadır;

$$H_0 : \alpha_{2i} = 0$$
$$H_1 : \alpha_{2i} \neq 0$$

Burada temel hipotez modelde yer alan "Y değişkeni X değişkeninin nedeni değildir" şeklinde ifade edilmektedir. Alternatif hipotez ise, modelde yer alan "Y değişkeni X değişkeninin nedenidir" şeklinde yani değişkenler arasında bir nedensellik ilişkisi olduğunu ifade etmektedir.

İki model için kurulan bu hipotezler Wald testi ile sınanarak, değişkenler arasındaki nedensellik ilişkisi test edilmektedir. Wald test istatistiği aşağıdaki şekilde hesaplanmaktadır[62];

$$W = f(\hat{\phi})' \left[F(\hat{\phi}) \left\{ \sum \varepsilon \otimes (X'QX)^{-1} \right\} F(\hat{\phi})' \right]^{-1} F(\hat{\phi}) \qquad (1.20)$$

Wald test istatistiği asimptotik olarak *k* serbestlik derecesi ile χ^2 dağılıma uygunluk göstermektedir.

1.4.6. Hacker-Hatemi Nedensellik Testi

Hacker ve Hatemi-J (2006) tarafından literatüre kazandırılan Hacker-Hatemi nedensellik testinin ortaya çıkmasının önemli nedenlerinden birisi Toda-Yamamoto nedensellik testidir. Daha önce bahsedildiği gibi Toda-Yamamoto nedensellik testi, hataların normal dağıldığını varsayarak nedensellik sınaması yapan bir testtir. Fakat hata terimi normal dağılmadığında veya nedensellik araştırması yapılacak modellerde ARCH etkisi bulunduğunda test sonucunda sapmalı ve doğru olmayan bulgular elde edildiği Hacker ve Hatemi-J (2006) tarafından tespit edilmiştir. Toda-Yamamoto

[62] H. Y. Toda, T. Yamamoto, **a.e.**, s. 229.

nedensellik testi otoregresif koşullu değişen varyans (ARCH) etkisinin bulunduğu modellerde ve hataların normal dağılmaması durumunda güvenilir sonuçlar vermemektedir. Hacker-Hatemi nedensellik testi diğer testlere nazaran yeni dönem nedensellik testlerinden birisi olarak gösterilebilmektedir.

Hacker-Hatemi nedensellik testini uygulayabilmek için kullanılacak kritik değerlerin, hataların normal dağılmaması durumunda ve ARCH etkisi olduğu durumlara karşı dirençli olabilmesi amacıyla kaldıraçlı bootstrap tekniği kullanılarak elde edilmesi önerilmektedir. Hacker-Hatemi nedensellik testinde değişkenler arasındaki nedensellik ilişkisini araştırabilmek için aşağıdaki genişletilmiş VAR (p+d) modeli kullanılmaktadır.

$$X_t = \beta + \mathrm{A}_1 X_{t-1} + \ldots + \mathrm{A}_p X_{t-p} + \ldots + \mathrm{A}_{p+d} X_{t-p-d} + u_t \qquad (1.21)$$

Hacker-Hatemi nedensellik testi yapılırken nedensellik ilişkisinin olmadığını ifade eden temel hipotez Wald test istatistiği ile sınanmaktadır[63]. Wald test istatistiği çok fazla sayıda bootstrap simülasyonu tekrarlanarak hesaplanmaktadır.

Hacker-Hatemi nedensellik testi için gecikme uzunluğunun doğru şekilde belirlenmesi oldukça önem arz etmektedir. Hacker ve Hatemi-J (2006), bu konuda Schwarz ve Hannan-Quin bilgi kriterinin birleştirilmesi ile Hatemi-J (2003) tarafından geliştirilerek literatüre kazandırılan, yeni bir bilgi kriterinin kullanılmasını önermişlerdir.

Hacker ve Hatemi-J tarafından literatüre kazandırılan nedensellik testi için kullanılan bootstrap tekniğinin uygulanması sırasında çok fazla simülasyon kullanılarak bootstrap kritik değerlerini hesaplandığından dolayı farklı örneklem boyutlarında dahi gerçek test istatistiği değerinin yaklaşık değerlerle bulunduğu belirtilmektedir.

1.4.7. Dolado-Lütkepohl VAR Nedensellik Testi

Bu test Dolado ve Lütkepohl'un (1996) yaptıkları çalışmalarında önerilmiş ve literatüre katkı sağlamıştır. Bu testin temelinde yer alan özellikleri; kurulan VAR

[63] R.S. Hacker, A. Hatemi-J, "**Tests For Causality Between Integrated Variables Using Asymptotic and Bootstrap Distributions: Theory and Application**", Applied Economics, 2006, s. 1489-1500.

modellerinin tahmin aşamasında değişkenlere ait serilerin düzey değerlerinin kullanılabilmesi, bu serilerin birim köke sahip olabilmesi ve eşbütünleşme (koentegre) özelliklerine karşı duyarlı olmamalarıdır. Dolado ve Lütkepohl (1996) VAR nedensellik testinde serilerin durağanlık ön koşulu aranmamaktadır. Testi diğer testlerden ayıran en temel özellik ise durağanlık ön koşulu aranmaması olmuştur. Nedensellik sınaması yapabilmek için bu testin kullanılmasında ilk olarak yapılan işlem VAR modeli için en uygun gecikme uzunluğunun (p) tespit edilmesidir[64].

Dolado ve Lütkepohl VAR nedensellik testi uygulanırken ilk aşamada VAR modelin optimal gecikme derecesinin uzunluğu (p) tespit edilir, ikinci aşamada ise, VAR (p+1) modeli tahmin edilmektedir. Dolado ve Lütkepohl VAR nedensellik testi için kurulmuş olan VAR (p+1) modeli aşağıda yer almaktadır;

$$Y_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^{p+1} \alpha_{1(i+1)} Y_{t-(i+1)} + \sum_{i=1}^{p+1} \alpha_{2(i+1)} X_{t-(i+1)} + \varepsilon_{1t}$$
$$X_t = \beta_0 + \sum_{i=1}^{p+1} \beta_{1(i+1)} Y_{t-(i+1)} + \sum_{i=1}^{p+1} \beta_{2(i+1)} X_{t-(i+1)} + \varepsilon_{2t} \qquad (1.22)$$

Dolado ve Lütkepohl VAR nedensellik testi, nedensellik sınaması yapabilmek için genel Wald testlerinin ilk ‘p’ katsayılı matrisinin üzerine uygulanmaktadır. Yukarıdaki ilk modele dayanarak kurulan hipotezler aşağıda yer almaktadır;

$$H_0 : \alpha_{2i} = 0$$
$$H_1 : \alpha_{2i} \neq 0$$

İlk model için kurulan temel hipotez ‘X_t değişkeninden Y_t değişkenine doğru bir nedensellik ilişkisi bulunmamaktadır’, alternatif hipotez ise, ‘X_t değişkeninden Y_t değişkenine doğru bir nedensellik ilişkisi bulunmaktadır’ şeklinde ifade edilmektedir.

İkinci modele dayanarak kurulan hipotezler ise aşağıdaki gibidir;

[64] Fuat Lebe, Yusuf Akbaş, “**İthal Ham Petrolün Fiyatları ile Döviz Kurunun Cari Açık Üzerine Etkisi**”, Gazi Üniversitesi İİBF Dergisi, 2015, s. 171-196.

$$H_0 : \beta_{1i} = 0$$

$$H_1 : \beta_{1i} \neq 0$$

İkinci model için kurulan temel hipotez 'Y_t değişkeninden X_t değişkenine doğru nedensellik ilişkisi bulunmamaktadır', alternatif hipotez ise 'Y_t değişkeninden X_t değişkenine doğru nedensellik ilişkisi bulunmaktadır' şeklinde ifade edilmektedir.

Kurulan bu temel hipotezler Wald test istatistiği yardımıyla sınanmaktadır. Dolado ve Lütkepohl VAR nedensellik testinde geliştirilmiş olan Wald testi yalnızca 'p' gecikme uzunluğuna uygulanmaktadır, modelde yer alan +1 gecikme uzunluğu ise dahil edilmemektedir. Ek olarak bu nedensellik testinde VAR modelin gecikme değerlerine ait parametreler üzerine kısıtlamalar bulunmamaktadır.

1.4.8. Frekans Dağılımı Nedensellik Testi

Breitung ve Candelon (2006) yaptıkları çalışmada, Geweke (1982) ve Hosoya'nın (1991) çalışmalarını temel alarak VAR model sistemine dayalı olarak frekans dağılımı nedensellik testini ortaya atmışlardır. Kendi yapmış oldukları araştırmada Geweke (1982) ile Hosoya (1991) spektral yoğunluk fonksiyonlarının birbirinden ayrıştırılmasına dayalı olarak frekans nedensellik ölçümünü ileri sürmüşlerdir. Böylece frekansa dayalı nedensellik ilişkisini incelemek için gerekli olan ölçümler ve tüm test prosedürleri Granger (1969), Geweke (1982) ve Hosoya (1991) tarafından önerilmiştir[65].

Frekans dağılımı; matematiksel kalıp ve fonksiyonların dağılımını, frekansa göre dönüşüm sağlayarak tanımlayabilmektedir. Böylece frekans dağılımına dayalı olacak şekilde nedensellik analizinde zaman serilerinin özellikleri frekans bileşenlerine ayrıştırılarak kullanılmaktadır. Frekans dağılımı nedensellik testi farklı frekanslarda değişkenler arasındaki nedensellik ilişkilerini incelemektedir. Diğer bir ifadeyle bu test zaman içinde yer alan farklı frekanslarda testlerin gerçekleştirilmesine olanak sağlamaktadır.

Frekans dağılımı nedensellik testi, Granger nedenselliği değişik frekanslarda uygulama, değerlendirme olanağı sağladığı ve belli bazı doğrusal kısıtlamalara

[65] Jorg Breitung, Bertrand Candelon, "**Testing for Short-run and Long-run Causality: A Frequency-Domain Approach**, Journal of Econometrics, 2006, s. 363.

dayandığı için kolay şekilde uygulanabilmekte, bundan dolayı da tercih edilmektedir[66]. Test prosedürü iki değişkenli vektör otoregresif (VAR) modeline dayanmaktadır. Testi diğer testlerden farklı kılan bir başka özelliği ise eşbütünleşme ilişkisi olduğu durumlarda da kullanılabilmesidir. Aynı zamanda yüksek boyutlu sistemler içinde VAR model genelleştirilerek, mertebesi arttırılarak test uygulanabilmektedir.

Frekans dağılımına dayalı nedenselliği test etmek için Geweke (1982) ve Hosoya (1991) zaman serisinin iki boyutlu vektörünü $z_t = [x_t, y_t]'$ olacak şeklinde tanımlamışlardır, z sonlu dereceye sahip bir VAR sistemidir ve aşağıdaki şekilde de ifade edilebilmektedir;

$$\Theta(L) z_t = \varepsilon_t \qquad (1.23)$$

Bu denklemde $\Theta(L) = I - \Theta_1 L - \cdots - \Theta_p L^p$ şeklinde ifade ederken $L^k z_t = z_{t-k}$ ve $E(\varepsilon_t) = 0$ ise hata vektörünü ifade etmektedir[67].

Bir sonraki aşamada farklı frekanslarda olacak şekilde Geweke (1982) ve Hosoya (1991) Fourier dönüşümü kullanarak Granger nedenselliği aşağıdaki gibi tanımlamaktadır;

$$M_{y \to x}(\delta) = \log\left[\frac{2\pi f_x(\delta)}{\left|\psi_{11}(e^{-i\omega})\right|^2}\right] = \log\left[1 + \frac{\left|\psi_{12}(e^{-i\delta})\right|^2}{\left|\psi_{11}(e^{-i\delta})\right|^2}\right] \qquad (1.24)$$

Burada verilen eşitlik sistemine göre $\left|\psi_{12}(e^{-i\delta})\right| = 0$ olduğu durumda "δ" frekansında modelde yer alan Y değişkeninin X değişkenine neden olmadığı diğer bir ifadeyle Y değişkeninden X değişkenine doğru bir nedensellik ilişkisinin olmadığını ifade edilebilmektedir[68].

[66] Wei Yanfeng, "**The Dynamic Relationships Between Oil Prices and The Japanese Economy: A Frequency Domain Analysis**", Review of Economics & Finance, 2013, s. 58.
[67] Jorg Breitung, Bertrand Candelon, **a.g.e.,** s. 364.
[68] Jorg Breitung, Bertrand Candelon, **a.e**., s. 365.

Breitung ve Candelon (2006) yaptıkları çalışmada nedensellik ilişkisinin olmadığını ifade eden temel hipotezi sınamak amacıyla yeni bir yöntem ileri sürmüşlerdir. $M_{y\to x}(\delta)=0$ olduğu durumda ve $\left|\psi_{12}(e^{-i\omega})\right|=0$ ise aşağıda yer alan denklem kullanılmaktadır;

$$\psi(L)=\Theta(L)^{-1}G^{-1} \quad ve \quad \psi_{12}(L)=-\frac{g^{22}\Theta_{12}(L)}{\left|\Theta(L)\right|} \tag{1.25}$$

Bu denklemde yer alan g^{22} ile gösterilen değer G^{-1} olarak isimlendirilen matrisin düşük olan diyagonal elemanlarını temsil ederken, $\left|\Theta(L)\right|$ ise $\Theta(L)$ matrisinin determinantını ifade etmektedir[69].

Bu denklem sisteminden yararlanarak Y değişkeninin "δ" frekans değerinde X değişkeninin nedeni olmadığı temel hipotezi aşağıdaki şekilde test edilmektedir[70];

$$\left|\Theta_{12}(e^{-i\delta})\right|=\left|\sum_{k=1}^{p}\theta_{12,k}\cos(k\delta)-\sum_{k=1}^{p}\theta_{12,k}\sin(k\delta)\mathrm{i}\right|=0 \tag{1.26}$$

Breitung ve Candelon'un (2006) yaptıkları çalışmada ortaya çıkardıkları model belli başlı bazı lineer kısıtlamalara dayanmaktadır. Bu kısıtlamalar şu şekildedir;

$$\sum_{k=1}^{p}\theta_{12,k}\cos(k\delta)=0 \tag{1.27}$$

[69] Jorg Breitung, Bertrand Candelon, **a.e**., s. 366.
[70] Vincent Bodart, Bertrand Candelon, "**Evidence of Interdependence and Contagion Using a Frequency Domain Framework**", Emerging Markets Review, 2009, s. 143.

$$\sum_{k=1}^{p} \theta_{12,k} \sin(k\delta) = 0 \qquad (1.28)$$

Bu kısıtlamalar çerçevesinde VAR model oluşturarak nedensellik sınaması gerçekleştirmişlerdir. X değişkeni için VAR model aşağıdaki gibi tanımlanmaktadır;

$$x_t = \alpha_1 x_{t-1} + ... + \alpha_p x_{t-p} + \beta_1 y_{t-1} + ... + \beta_p y_{t-p} + \varepsilon_{1t} \qquad (1.29)$$

Test gerçekleştirilirken sınanan temel hipotez "δ" frekansında Y değişkeninin X değişkenine neden olmadığını ifade etmektedir. Böylece temel hipotez aşağıdaki şekilde kurulmaktadır;

$$H_0 : R(\delta)\beta = 0$$

Burada $\beta = [\beta_1, ..., \beta_p]'$ ve $R(\delta) = \begin{bmatrix} \cos(\delta) & \cos(2\delta) & \dots & \cos(p\delta) \\ \sin(\delta) & \sin(2\delta) & \dots & \sin(p\delta) \end{bmatrix}$ şeklinde ifade edilmektedir[71]. Gerçekleştirilen frekans dağılımı nedensellik testi, serbestlik derecesi (2, T-2p)'dir ve bu test F dağılıma uygunluk göstermektedir[72].

Çalışma sonucunda elde edilen test istatistik değerlerinin F tablo değerinden büyük olduğu durumda değişkenler arasında nedensellik ilişkisinin olduğu, küçük olması durumunda ise değişkenler arasında nedensellik ilişkisinin olmadığı sonucuna ulaşılmaktadır. Frekans dağılımı nedensellik testinde elde edilen bulgular sadece değişkenler arasında bir nedensellik ilişkisini tespit etmekle kalmayıp aynı zamanda

[71] Jorg Breitung, Bertrand Candelon, **a.g.e**., s. 367.
[72] Uğur Adıgüzel, Tayfur Bayat, Selim Kayhan, Şaban Nazlıoğlu, "**Oil Prices and Exchange Rates In Brazil, India and Turkey: Time and Frequency Domain Causality Analysis**", Siyaset, Ekonomi ve Yönetim Araştırmaları Dergisi, 2013, s. 61.

bu nedensellik ilişkisinin geçici veya kalıcı bir durum olduğunun da belirlenmesini sağlamaktadır.

Literatürde yer alan nedensellik testlerinin çoğunda modelde yer alan değişkenler arasında nedensellik sınaması araştırılırken çalışmada yer alan tüm dönem baz alınmaktadır. Yani çalışmada yer alan dönemler bölünmeden genel bir nedensellik ilişkisinin olup olmadığına bakılmakta, bu da çoğu zaman testlerin eksik yönü olarak tartışılmaktadır.

Breitung ve Candelon (2006) tarafından geliştirilmiş olan frekans dağılımı nedensellik testinde, modelde yer alan değişkenlere ait tüm dönem uzun, orta ve kısa dönem şeklinde ayrılarak nedensellik ilişkilerini araştırılabilmektedir, bundan dolayı da testin en büyük avantajı bu olmaktadır.

1.5. Nedensellik Testlerinin Karşılaştırılması

Bu başlık altında literatürde yer alan zaman serileri nedensellik testlerinin birbirinden ayırıcı olan özelliklerine, avantajlarına ve eğer varsa eleştirilen taraflarına değinilecektir.

1. Granger Nedensellik Testi;
    - Bu test, literatürde yer alan ilk nedensellik testidir.
    - Değişkenler arasındaki nedensellik tanımı Granger tarafından yapılarak ileriye taşınmış ve sayesinde günümüze kadar gelmiştir. Bu test ilk defa değişkenler arasında bir sebep-sonuç ilişkisi olup olmadığının tespit edilmesini, varsa bu nedenselliğin yönünün saptanmasını sağlamaktadır.
    - Granger testi ile değişkenler arasında anlık nedensellik olup olmadığı da test edilebilmektedir.
    - Bu testte iki ön koşul bulunmaktadır bu ön koşullar; değişkenlerin kovaryans durağan olması ve tüm değişkenler için gecikme uzunluğunun aynı olmasıdır. Bu ön koşullar ise Granger testinin eleştiri almasına neden olmaktadır.
    - Ek olarak bu test; modelde kullanılan örnek büyüklüğünden ve verilerin yıllık, aylık, mevsimlik olma durumlarından da etkilenebilmektedir. Bu durum da eleştirilen konulardan birisi olmaktadır.

2. Sims Nedensellik Testi;
    - Granger testinden farklı olarak bu testte tek yönlü nedensellik ilişkisinin sınaması yapılmaktadır.
    - Literatürde yer alan testlerden bir diğer farklılaşan tarafı ise bu testte, nedensellik yönünün bağımlı değişkenden bağımsız değişkene doğru olmasıdır.
    - Granger testinde olduğu gibi bu testte de iki ön koşul bulunmaktadır bu ön koşullar; değişkenlerin kovaryans durağan olması ve değişkenlerin stokastik olmasıdır.
3. Genişletilmiş Sims Testi;
    - Test, dayandığı temel ve işleyiş açısından Sims nedensellik testi ile aynı mantıktadır.
    - Sims nedensellik testinden farklı olduğu nokta; öncü olarak belirlenen değişken birden değil sıfırdan başlamaktadır.
4. Haugh Nedensellik Testi;
    - Granger tanımına dayanan testlerden birisidir.
    - Bu testte iki ön koşul bulunmaktadır bunlar; değişkenlerin kovaryans durağan olması ve değişkenlerin stokastik olmasıdır.
5. Toda-Yamamoto Nedensellik Testi;
    - Bu test, hataların normal dağıldığını varsaymaktadır. Test bu varsayım üzerine kuruludur bundan dolayı da normal dağılım ön koşulu bulunmaktadır.
    - Diğer testlerden ayrıştığı temel nokta; modelde yer alan değişkenlerin durağan olması gerekmemekte diğer bir ifadeyle değişkenlerin durağan olma ön koşulu aranmamaktadır.
    - Modelde yer alan değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisi olmadığı durumda da uygulanabilmektedir.
6. Hacker ve Hatemi-J Nedensellik Testi;
    - Bu testi diğer testlerden farklı kılan temel özelliği hataların normal dağılmaması durumunda ve ARCH etkisi olduğu durumda kullanılmasıdır.

7. Dolado ve Lütkepohl VAR Nedensellik Testi;
    - Bu testin diğer testlerden farklılaştığı nokta Toda ve Yamamoto testinde olduğu gibi durağanlık ön koşulu aranmamasıdır.
8. Frekans Dağılımı Nedensellik Testi;
    - Bu testin diğer testlerden farklılaştığı nokta farklı frekanslarda bulunan değişkenler arasında nedensellik ilişkisini araştırabilmesidir.
    - Zaman içerisinde yer alan değişik frekanslarda bulunan değişkenlerin test edilmesine olanak sağlamaktadır.
    - Eşbütünleşme ilişkisi olduğu durumda ve yüksek boyutlu sistemlerde kullanılabilmektedir.
    - En büyük avantajı ise, literatürde yer alan diğer testlerde çalışmadaki tüm dönem baz alınmaktadır yani dönemler bölünmeden genel bir nedensellik testi yapılmakta ve genel tüm dönemler için sonuç elde edilmekte iken, frekans dağılımı nedensellik testinde tüm dönem uzun-orta-kısa dönem olmak üzere ayrışabilmektedir. Elde edilen sonuç, bölünen dönemler bazında yorumlanabilmektedir.

İKİNCİ BÖLÜM

2. PANEL VERİ MODELİ VE PANEL NEDENSELLİK TESTLERİ

Bu bölümde ilk olarak panel veri modellerinin genel yapısı ve panel veride yer alan temel kavramlar açıklanacak daha sonra panel nedensellik testleri incelenecektir.

2.1. Panel Veri Yapısı

Ekonometrik çalışmalarda en önemli ve ilk aşamalardan biri değişkenlere ait verilerin toplanmasıdır. Ekonometrik analizler sırasında kullanılan üç tür veri seti bulunmaktadır. Bu veri türleri zaman serisi verileri, yatay kesit veriler ve panel veriler olarak sınıflandırılmaktadır[73].

Zaman serisi veri setleri; modelde yer alan değişkenlerin bir dönemden diğer döneme ardışık olmak şartıyla gözlemlendiği nominal değerleri hakkında bilgi veren serilerdir[74]. Zaman serisi verileri genellikle günlük, haftalık, aylık, çeyreklik (üçer aylık) ve yıllık olarak düzenlenmektedir.

Yatay kesit veri, farklı birden çok birimden zamanın belli bir tek noktasında toplanan verilerden oluşan veri setini ifade etmektedir[75].

Panel veri; temel olarak zaman serileri verisi ve yatay kesit verilerinin birleşerek zaman içerisinde tekrarlanmalarıyla meydana gelen bir veri türüdür[76]. Panel veri setinde birden fazla zaman boyutu ve birden fazla birim boyutu bulunmaktadır.

Panel veri setinin varlığına ilk olarak Hildreth (1950) bahsetmiş daha sonra Kuh (1959), Zellner (1962), Balestra ve Nerlove (1966), Swamy (1970) yaptıkları çalışmalarında değinmişlerdir. Fakat panel veri türünün literatürde yaygın bir şekilde kullanılmaya başlandığı yıllar 1990'lı yıllardır[77].

Panel verilerden meydana gelen veri seti ile kurulan modeller üzerinden yapılan tüm analizlere panel veri analizi adı verilmektedir. Analizde kullanılan

---

[73] Ferda Yerdelen Tatoğlu, **Panel Veri Ekonometrisi**, İstanbul, Beta, 2018, s. 1.
[74] Mustafa Sevüktekin, Mehmet Çınar, **Ekonometrik Zaman Serileri Analizi**, Bursa, Dora, 2014, s. 2.
[75] Ferda Yerdelen Tatoğlu, **a.g.e.**, s. 2.
[76] J.M. Wooldridge, "**Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data",** Cambridge: The MIT Press, 2002, s. 6.
[77] Ferda Yerdelen Tatoğlu, **a.g.e.**, s. 4.

modellerde genel olarak iki boyut söz konusudur bunlar zaman ve birim boyutu olarak isimlendirilmektedir. Genel olarak zaman boyutu 't' ile gösterilirken, yatay kesiti temsil eden birim boyutu ise 'i' ile gösterilmektedir. Panel veri modeli genel olarak aşağıdaki gibi ifade edilmektedir;

$$Y_{it} = \beta_{0it} + \beta_{1it} X_{it} + ... + \beta_{kit} X_{it} + u_{it} \qquad i = 1, 2, ..., N;\ t = 1, 2, ..., T \qquad (2.1)$$

Kurulan modelde yer alan Y değişkeni modelin bağımlı değişkenini, X değişkeni ise bağımsız değişkenlerini, u hata terimini, β_0 sabit parametreyi, $\beta_1 .... \beta_k$ eğim parametrelerini ifade etmektedir. Yukarıda açıklandığı şekilde "i" alt indisi modelde yer alan birim boyutunu, "t" alt indisi ise modelde yer alan zaman boyutunu açıklamaktadır.

2.2. Panel Veri Analizi İle İlişkili Temel Kavramlar

Bu kısımda panel veri ile ilgili olan temel kavramlar açıklanacaktır.

2.2.1. Dengeli Panel ve Dengesiz Panel

Daha önce de belirtildiği gibi panel veri modelleri zaman ve yatay kesit boyutlarından oluşmaktadır. Zaman boyutu baz alınarak yapılmış olan ayrım dengeli ve dengesiz panel olarak adlandırılmaktadır. Analiz yapılırken panel modelin dengeli ve dengesiz olma durumu önem arz etmektedir çünkü yapılan testler bu durumdan etkilenmektedir.

Panel veri seti oluşturulduğunda tüm zamanlar için birimlere ait değerler gözlemlenmiş ise 'dengeli panel', fakat bazı birimlere ait veriler dönemler bazında kayıp, eksik ise buna da 'dengesiz panel' adı verilmektedir[78].

Panel veri analizi yapılırken dengeli ve dengesiz panel ayrımına dikkat edilmelidir. Dengeli panel veri seti için kullanılan analiz ve tahmin yöntemleri dengesiz panel veri seti için kullanıldığında, yanlış ve yanıltıcı sonuçlar ortaya

[78]Ferda Yerdelen Tatoğlu, "**İleri Panel Veri Analizi"**, İstanbul, Beta, 2018, s. 15.

çıkabilmektedir. Dengesiz panel veri seti çeşitli sebeplerden dolayı ortaya çıkabilmektedir, bu sebeplerden bazıları aşağıda yer almaktadır[79];

1.Modele dahil edilemeyen tesadüfi şekilde gözlenemeyen gözlemler nedeniyle kayıp gözlem durumunun söz konusu olmasıdır.

2.Bilinmeyen bazı sebeplerden dolayı verilerin eksik olması durumunda dengesiz panel ortaya çıkabilmektedir.

2.2.2. Birim Etki ve Zaman Etki

Panel veri setini oluştururken birden çok olacak şekilde farklı birimler bir araya gelmektedir. Bir araya gelen bu birimlerin kendilerine ait belli başlı özellikleri bulunur ve bu özellikleri modelde yansıtan değişkenlere birim etki adı verilmektedir. Panel veri setinde birimler ile zaman boyutu birlikte bulunur ve yer alan her zaman dilimine ait belli başlı özellikler de olabilir. Bu özelliklerin modelde yansıtılması ise zaman etkisi olarak isimlendirilmektedir[80].

Birim etki birimlere ait gözlenemeyen etkiler olarak da tanımlanabilmektedir. Çalışılan birim kişi ise kişinin becerisi, yeteneği, şirket ise çalışan veya yönetici yeteneği, liderliği, disiplini gibi özellikler şeklinde karşımıza çıkabilmektedir.

2.2.3. İçsellik ve Dışsallık

İçsellik kavramı modelde yer alan bağımsız değişkenlerin hata terimi ile ilişkili yani korelasyonlu olması durumunu, dışsallık kavramı ise modelde yer alan bağımsız değişkenlerin hata terimi ile ilişkisiz yani korelasyonlu olmaması durumunu ifade etmektedir[81].

Dışsallık zaman boyutuna göre zayıf ve katı dışsallık olarak ikiye ayrılmaktadır. Eğer modelde yer alan bağımsız (açıklayan) değişkenler ile hata terimi arasında cari dönem boyunca birbirleriyle ilişki yoksa diğer bir ifadeyle aralarındaki korelasyon katsayısı sıfır olduğunda zayıf dışsallık, hata terimi ile bağımsız (açıklayan) değişkenlerin hem cari, hem gelecek hem de geçmiş dönem değerleri

[79] Ferda Yerdelen Tatoğlu, **a.e.**, s. 16.
[80] Ferda Yerdelen Tatoğlu, **a.g.e.**, s. 5.
[81] Ferda Yerdelen Tatoğlu**, a.e.**, s. 5.

arasındaki korelasyon katsayısı sıfıra eşit olduğunda ise katı dışsallık olarak adlandırılmaktadır[82].

İçsellik durumu modelde söz konusu olduğunda uygulanan tahmin yöntemlerinden elde edilen bulgular sapmalı ve tutarsız sonuçlar verebilmektedir. Bundan dolayı bazı durumlarda içselliğe karşı tahmin yöntemleri geliştirilmiş ve ileri sürülmüştür.

İçsellik problemine neden olan durumlardan bazıları; modelde dışlanmış değişken olması, modelin dinamik yapısının olması, eşanlı denklem sistemleri ile bir modelleme kurulması ve model oluşturulurken ölçme hatalarının olması şeklinde ifade edilebilmektedir[83].

2.2.4. Homojenlik ve Heterojenlik

Panel veri setinde heterojenlik kavramı modelde yer alan değişkenlere ait katsayıların, birimlere ve zamana veya hem zamana hem birime göre farklılık göstermesini ifade etmektedir[84]. Diğer bir söylemle panel veri setini oluşturan birimlerin benzer özellikler göstermesi homojenlik, benzer özelliklere sahip olmaması ise heterojenlik olarak ifade edilebilmektedir.

Panel veri analizinde tahmin yöntemleri belirlenirken ve kullanılacak yöntemin seçim aşamasındayken parametrelerin homojen ya da heterojen olması oldukça önem arz etmektedir çünkü tahmin yöntemi heterojenlik durumuna göre ayrışmaktadır. Heterojenlik kavramı örneklerin toplanmasıyla ve örnek çekim süreci ile ilgili bir kavramdır. Genel olarak aileler ve firmalar gibi mikro yapıya sahip birimlerin heterojen olması beklenirken, ülkeler ve şehirler gibi makro yapıya sahip birimlerin homojen olması beklenebilmektedir[85].

Önsel olarak böyle bir ayrım yapılabilse de asıl sonuçlara testler yardımıyla ulaşılır. Tahmin yöntemini seçmeden önce panel veri setinin heterojen olup olmadığı

---

[82] P.A. Kennedy, "**Guide to Econometrics Fifth Edition"**, Malden: Blackwell Publising, 2007, s. 115.
[83] Ferda Yerdelen Tatoğlu**, a.g.e**, s. 7.
[84]Mehmet Nargeleçekenler,"**Makroekonomik ve Finansal Serilerin Ekonometrik Analizi: Panel Veri Yaklaşımı**", Doktora Tezi, Uludağ Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, 2009, s. 20.
[85] Ferda Yerdelen Tatoğlu, "**Panel Zaman Serileri Analizi"**, İstanbul, Beta, 2018 s. 2.

homojenlik testleri yardımıyla sınanmaktadır. Daha sonra çıkan sonuçlara göre tahmin yöntemine karar verilmektedir.

Heterojenlik durumu panel veri modellerinde üç şekilde karşımıza çıkmaktadır. Bu durumlar; tüm parametrelere göre homojenlik, sabit parametre heterojenliği ve hem sabit hem de eğim parametre heterojenliği olarak adlandırılmaktadır[86].

2.2.5. Birimler Arası Korelasyon

Birimler arası korelasyon, panel veri setinde yer alan her bir birimden elde edilen hata terimlerinin arasında korelasyon yani bir ilişki olduğunu ifade etmektedir. Literatürde 'uzamsal korelasyon' ve 'yatay kesit bağımlılık' olarak da isimlendirilmektedir[87].

Birimler arası korelasyon da parametre heterojenliği gibi panel veri analizinde tahmin yöntemi seçerken oldukça önemli olmaktadır. Birimler arası korelasyonu dikkate almadan yapılan tahminler etkin olmamaktadır.

2.2.6. Panel Veride Durağanlık

Durağanlık kavramı zaman serilerinde oldukça çok karşımıza çıkmaktadır. Bir serinin zaman içinde ortalama, varyans ve kovaryansının değişmemesi durumu yani sabit olması durumu veya serinin uzun dönem boyunca belli bir değere yakınsaması ya da belli bir değer etrafında salınım göstermesi durağanlık olarak tanımlanmaktadır[88].

Panel verilerde de zaman serilerinde olduğu gibi durağanlık sınaması yapılarak analize başlanmalıdır. Panel durağanlık sınaması panel birim kök testleri ile gerçekleştirilmektedir. Durağanlık sınaması yapabilmek için uygulanacak panel birim kök testlerinden uygun olanı seçebilmek amacıyla öncelikle yatay kesit bağımlılığın diğer adıyla birimler arası korelasyonun olup olmadığı incelenmektedir. Birimler arası korelasyon olmadığı durumda birinci kuşak panel birim kök testleri ile, birimler arası

[86] Ferda Yerdelen Tatoğlu, **a.e.**, s. 2.
[87] Ferda Yerdelen Tatoğlu, **a.e.**, s. 3.
[88] Ferda Yerdelen Tatoğlu, **a.e.**, s. 3-4.

korelasyon olduğu durumda ise ikinci kuşak panel birim kök testleri ile durağanlığın varlığı araştırılmaktadır.

Durağan olmayan seriler ile çalışma yapıldığı durumda sahte regresyon sorunuyla karşılaşılmaktadır. Bundan dolayı her bir birim için zaman boyutu arttığında durağanlık sınaması mutlaka yapılmalıdır[89].

2.3. Panel Nedensellik Testleri

Bu bölümde literatürde yer alan panel nedensellik testleri detaylı bir şekilde açıklanacaktır.

2.3.1. Holtz-Eakin Panel Nedensellik Testi

Bu test Douglas Holtz-Eakin, Whitney Newey ve Harvey S. Rosen'in (1988) yaptığı çalışmalarda nedenselliğin sınanması amacıyla panel veri ekonometrisinde vektör otoregresyonun tahmini için durağan VAR modellerine dayanarak ortaya çıkmıştır. Testin temel dayanağı ve esas aldığı nokta durağan VAR modelleridir. Olağan zaman serisi bağlamında, iki değişkenli bir otoregresyon denklemi tipik olarak şu şekilde ifade edilmektedir[90].

$$y_t = \alpha_0 + \sum_{l=1}^{m} \alpha_l y_{t-l} + \sum_{l=1}^{m} \delta_l x_{t-l} + u_t \qquad (2.2)$$

Bu denklemin parametrelerinin tutarlı bir şekilde tahmin edilebilmesi için modelde yer alan x ve y değişkenlerinin birçok gözlemine ihtiyaç duyulmaktadır. Zaman serisi uygulamalarında bu gözlemler genel olarak uzun bir süre boyunca elde edilmektedir. Panel veriler genellikle az sayıda zaman serisi gözlemleri içermektedir fakat buna karşılık çok sayıda kesit birim vardır ve her bir birime ilişkin de birkaç yıllık gözlem verisi yer almaktadır. Yukarıdaki denklem zaman serileri için parametre

[89] Ferda Yerdelen Tatoğlu, **a.e.**, s. 3-4.
[90] Douglas Holtz-Eakin, Whitney Newey, Harvey S. Rosen, "**Estimating Vector Autoregressions With Panel Data**", Econometrica: Journal of The Econometric Society, 1988, s. 1372.

tahminine olanak sağlamaktadır. Fakat bu denklem panel veri seti için kullanılamamaktadır.

Chamberlain (1983) tarafından sunulan bir model değiştirilerek, zaman durağanlığı varsayımını gevşeten birim etkilere sahip bir model elde edilebilmektedir. Zaman boyutu boyunca gözlemlenen N tane yatay kesit birim olduğunu varsayalım. Yukarıdaki denkleme benzer olan ancak zaman içinde birim etkilere ve durağanlığa izin veren bir model kurulmuştur. H. Eakin, Newey ve Rosen tarafından panel veri modellerinde nedensellik ilişkisinin test edilebilmesi amacıyla geliştirilmiş olan model aşağıda yer almaktadır[91];

$$y_{it} = \alpha_0 + \sum_{j=1}^{m} \alpha_j y_{it-j} + \sum_{j=1}^{m} \delta_j x_{it-j} + f_i + u_{it} \qquad (2.3)$$

Bu modelde yer alan y_{it} ve x_{it} aralarında nedensellik ilişkisi araştırılacak değişkenleri, α_0 sabit parametreyi, i=1,2,….,N yatay kesit birim sayısını, u_{it} hata terimini, f_i gözlemlenmemiş bir birim etkiyi yani panel veride yer alan sabit etkileri ifade etmektedir.

Holtz-Eakin modeli yatay kesitlerin sabit etkilerini modele dahil ettiğinden dolayı diğer nedensellik testlerinden burada ayrışmaktadır. Holtz – Eakin makalesinde VAR modelin tahmini için öncelikle Havuzlanmış EKK Yöntemi, Araç Değişken Yöntemi, İki ve Üç Aşamalı EKK Yönteminin kullanılması gerektiğini ifade etmiştir[92].

Gecikmeli bağımlı değişkenin yer aldığı modellerde, birim etkileri tahmin edilecek sabitler olarak ele almanın uygun olmadığı bilinmektedir. Bu nedenle

[91] Douglas Holtz-Eakin, Whitney Newey, Harvey S. Rosen, **a.e.**, s. 1373.
[92] Douglas Holtz-Eakin, Whitney Newey, Harvey S. Rosen, **a.e.**, s. 1375.

yukarıdaki denklemde sabit etkileri ortadan kaldırmak amacıyla fark alma işlemi uygulanmıştır. Fark alma işlemi sonucunda model aşağıdaki şekilde verilmektedir[93];

$$y_{it} - y_{it-1} = \sum_{j=1}^{n} \beta_j (y_{it-j} - y_{it-j-1}) + \sum_{j=1}^{n} \delta_j (\mathrm{x}_{it-j} - x_{it-j-1}) + (u_{it} - u_{it-1}) \qquad (2.4)$$

Farkı alınmış bu modelde eşanlılık problemi ortaya çıkabilir bu nedenden dolayı da araç değişken yöntemi kullanılması önerilmektedir. Yukarıdaki tahmin yöntemleri ile elde edilen parametre tahminlerinde istenmeyen bazı durumlarla karşılaşılmıştır. Bu istenmeyen durumlar eşanlılık durumu ve içsellik problemidir. Bu sorunları ortadan kaldırmak amacıyla Hansen (1982) tarafından literatüre kazandırılan, Arellano ve Bond (1991) tarafından da son hali verilen Genelleştirilmiş Momentler (GMM) yöntemi Holtz –Eakin panel nedensellik testinin uygulanmasında çok sık olarak kullanılan bir yöntem haline gelmiştir[94].

İki değişkenin yer aldığı bir çalışmada Holtz-Eakin panel nedensellik testi uygulayabilmek için kurulan model aşağıda yer almaktadır;

$$X_{it} = \alpha_{0t} + \sum_{j=1}^{n} \alpha_j X_{it-j} + \sum_{j=1}^{n} \lambda_j Y_{it-j} + f_{xi} + \varepsilon_{it}$$

$$Y_{it} = \gamma_{0t} + \sum_{j=1}^{n} \gamma_j X_{it-j} + \sum_{j=1}^{n} \omega_j Y_{it-j} + f_{yi} + \eta_{it} \qquad (2.5)$$

Bu denklemlerde X ve Y aralarında nedensellik ilişkisi araştırılan değişkenleri α_{0t} ve γ_{0t} sabit parametreleri , f_{xi} ve f_{yi} sabit etkileri, ε_{it} ve η_{it} hata terimlerini ifade etmektedir. (2.5)' de yer alan bu iki model Genelleştirilmiş Momentler (GMM) yöntemi ile tahmin edilmektedir.

[93] Douglas Holtz-Eakin, Whitney Newey, Harvey S. Rosen, **a.e.**, s. 1376.
[94] Jochen Hartwig, "**Is Health Capital Formation Good For Long-Term Economic Growth? Panel Granger-Causality Evidence For OECD Countries**", Journal of Macroeconomics, 2010, s. 320.

Nedensellik ilişkisinin sınanması için test edilecek temel hipotezler aşağıda verilmektedir [95];

$$H_0 : \lambda_1 = \lambda_2 = ... = \lambda_j = 0$$
$$H_0 : \gamma_1 = \gamma_2 = ... = \gamma_j = 0$$

Burada H_0 hipotezleri değişkenler arasında nedensellik ilişkisi olmadığını ifade etmektedir. Kurulan hipotezler Wald testi yardımıyla sınanmaktadır. Eğer H_0 temel hipotezi reddedilirse modeldeki değişkenler arasında nedensellik ilişkisi vardır sonucuna ulaşılmaktadır.

2.3.2. Nair-Reichert ve Weinhold Panel Nedensellik Testi

Holtz-Eakin panel nedensellik testinde oluşturulan $H_0 : \delta_1 = \delta_2 = ... = \delta_j = 0$ şeklindeki temel hipotez sadece homojen panel modellerinde geçerli olmaktadır. Panel veri modeli heterojen olduğu durumda test sonucuna güvenilmemektedir. Nair-Reichert ve Diana Weinhold (2001) yaptıkları çalışmada Holtz-Eakin panel nedensellik testinden yola çıkmışlardır. Panel veride homojenlik varsayımının sağlanamamasından dolayı heterojenlik durumunda kullanılabilecek bir test geliştirmeyi hedeflemişlerdir. Bundan dolayı homojen ve heterojen panel veri modellerinde kullanılabilecek yeni bir test öne sürerek literatüre kazandırmışlardır.

Hsiao (1989) tarafından dinamik olmayan bir modelde önerilmiş ve Weinhold (1996, 1999) panel veri nedenselliği için bunu geliştirerek karışık olan sabit ve tesadüfi etkiler modelini (Mixed Fixed and Random (MFR)) ortaya çıkarmıştır[96]. MFR modeli, tamamen heterojenliğe izin vermektedir. Nair-Reichert ve Weinhold (2001), bu modeli kullanıp heterojenliğe sahip panel veri setlerinde nedensellik analizini gerçekleştirilebileceğini ileri sürmüşlerdir ve bu şekilde nedenselliği test etmişlerdir.

[95] Jochen Hartwig, **a.e.**, s. 317.
[96] Usha Nair-Reichert, Diana Weinhold, "**Causality Tests for Cross-Country Panels: A New Look at FDI and Economic Growth In Developing Countries**", Oxford Bulletin of Economics and Statistics, 2001, s. 154.

Böylece heterojenlik durumuna izin veren alternatif bir nedensellik testi meydana çıkmıştır. Teste ait MFR modeli denklemi aşağıda yer almaktadır[97] ;

$$y_{it} = \alpha_i + \lambda_i y_{it-1} + \beta_{1i} x^{0}_{1it-1} + \beta_2 x_{2it-1} + \varepsilon_{it} \qquad (2.6)$$

Bu modelde $\beta_{1i} = \bar{\beta}_1 + \eta_i$ ve X^{0}_{1it-1} denklemin sağ tarafında yer alan ve açıklayıcı değişkenin gecikmeleri dahil olmak üzere doğrusal etkilerden arındırılmış nedensel değişkenlerin ortogonalleştirilmiş halini ifade etmektedir. Modeldeki ortogonalleştirme işlemi varyansların doğru bir şekilde yorumlanması açısından oldukça önem arz etmektedir.

MFR modeli; sabit etkiler tahmincisi (FE), tesadüfi katsayılar tahmincisi (RCM), Pesaran ve Smith (1995) tarafından geliştirilerek literatüre kazandırılmış olan ortalama grup tahmincisi (MG) ve Pesaran, Shin ve Smith (1999) tarafından geliştirilerek literatüre kazandırılmış olan havuzlanmış ortalama grup tahmincisi (PMG) arasından uygun olan tahminciler yardımıyla tahmin edilmektedir[98].

Bu tahmincilerden ortalama grup tahmincisi (MG) birimlere özgü değerlerin ağırlıksız bir ortalamasını verir ve bundan dolayı özellikle aykırı değerlere karşı oldukça hassastır. Tesadüfi katsayılar tahmincisi (RCM) ise varyans ağırlıklı ortalamayı hesaplar, fakat dinamik RCM modellerini tahmin etmek diğerlerine kıyasla daha zordur. Bu sebeplerden dolayı tahmin yöntemlerinin uygulanma özellikleri de göz önüne alınarak model tahmin edilmektedir.

2.3.3.Choe Panel Nedensellik Testi

Jong II Choe (2003) yaptığı çalışmasında Holtz-Eakin (1988) tarafından ileri sürülmüş panel nedensellik testini daha farklı bir bakış açısıyla yorumlayarak bu testteki bazı sorunlara değinmiş ve bunların çözüm yolunu bulmaya çalışarak yeni bir test elde etmiştir. Choe yaptığı çalışmalarda panel verilerle yapılan nedensellik testleri için dinamik panel ile ilgili bir sorun teşkil ettiğini ifade ederek çalışmaya başlamıştır.

[97] Usha Nair-Reichert, Diana Weinhold**, a.e.**, s. 158.
[98] Usha Nair-Reichert, Diana Weinhold, **a.e**., s. 159.

Bu dinamik problemlerden biri bağımlı değişkenin gecikmeli değerinin hata terimi ile korelasyonlu olmasıdır. Anderson ve Hsiao (1982) ile Holtz – Eakin ve arkadaşları (1988), ilk aşamada birinci farklar yöntemini kullanıp modelin farkını almışlardır. Farkı alınan model aşağıda yer almaktadır[99];

$$(y_{it} - y_{it-1}) = \sum_{j=1}^{p} \beta_j (y_{it-j} - y_{it-j-1}) + \sum_{j=1}^{p} \gamma_j (x_{it-j} - x_{it-j-1}) + (v_{it} - v_{it-1}) \qquad (2.7)$$

Farkı alınan bu modelde bağımlı değişkenin gecikmeli birinci farkı ile hata teriminin birinci farkının birbirleri ile korelasyonlu olmasından dolayı ortaya çıkan içsellik durumundan kaynaklanmaktadır. Yani farkı alınmış modelde $(v_{it} - v_{it-1})$ ile $(y_{it} - y_{it-2})$' nin korelasyonlu olması içsellik sorununu ortaya çıkarmaktadır[100]. Bu içsellik probleminin çözümü için Choe yeni bir yaklaşım geliştirmiştir.

Yukarıdaki modelde içsellik probleminin çözümü için araç değişken tahmin yöntemi kullanılmalıdır. Bundan dolayı modele araç değişkenler eklenmelidir. Burada eklenecek araç değişkenin $\{y_{it-2}, ..., y_{i1}, x_{it-2}, ..., x_{i1}\}$ olduğu varsayımı ile araç değişkenler matrisi her dönem için aşağıdaki şekilde tanımlanmaktadır[101].

$$Z_i = \begin{bmatrix} [y_{i1}, ..., y_{it-2}, x_{i1}, ..., x_{it-2}] & & \\ & \ddots & \\ & & [y_{i1}, ..., y_{iT-2}, x_{i1}, ..., x_{iT-2}] \end{bmatrix} \qquad (2.8)$$

Yukarıdaki model öncelikle vektör formuna dönüştürülmekte daha sonra Z_i ile çarpılarak aşağıdaki denklem elde edilmektedir.

[99] Jong Il Choe, "**Do Foreign Direct Investment and Gross Domestic Investment Promote Economic Growth?**", Review of Development Economics, 2003, s. 46.
[100] Jong Il Choe, **a.e.**, s. 46-47.
[101] Jong Il Choe, **a.e.**, s. 46.

$$Z'\Delta Y = Z'\Delta WB + Z'\Delta V \qquad (2.9)$$

Bu denklemde kullanılan değişkenler aşağıdaki şekilde tanımlanmaktadır[102].

$$\Delta Y_t = \left[\Delta Y_{it},...,\Delta Y_{Nt}\right]' \quad \Delta X_t = \left[\Delta X_{it},...,\Delta X_{Nt}\right]' \quad \Delta V_t = \left[\Delta V_{it},...,\Delta V_{Nt}\right]'$$
$$\Delta W_t = [\Delta Y_{t-1},...,\Delta Y_{t-p},\Delta X_{t-1},...,\Delta X_{t-p}] \quad \Delta Y = [\Delta Y_{p+2}',...,\Delta Y_T']'$$
$$\Delta W = [\Delta W_{p+2}',...,\Delta W_T']' \quad \Delta V = [\Delta V_{p+2}',...,\Delta V_T']' \qquad (2.10)$$

Kurulan bu denkleme Genelleştirilmiş En Küçük Kareler Tahmincisi (GEKK) uygulanarak tutarlı sonuçlar verebilen bir araç değişken tahmincisi oluşturulabilmektedir. Tutarlı sonuçlar alınabilecek bir araç değişken tahmincisi elde edilebilmesi için kovaryans matrisinin artıkları $Z'\Delta V$ hakkında da bilgi sahibi olunması gerekmektedir. Bundan dolayı kullanılacak tahminci üç aşamada oluşturulabilmektedir. Bu aşamalar şu şekildedir[103];

Birinci aşama olarak denklem her bir dönem için olmak şartıyla İki Aşamalı En Küçük Kareler Yöntemi (2AEKK) uygulanarak tahmin edilebilmektedir. Bundan daha sonra ikinci aşamada, araç değişken matrisi ve hata terimleri kullanılarak kovaryans matrisi oluşturulmaktadır. Son aşamada ise elde edilen kovaryans matrisi kullanılarak $\hat{\beta}$ parametresi vektörüne ait olan Genelleştirilmiş En Küçük Kareler Tahmincisi (GEKK) aşağıdaki şekilde elde edilmektedir.

$$\hat{\beta} = \left[\Delta W' Z(\tilde{\Omega})^{-1} Z'\Delta W\right]^{-1} \Delta W' Z(\tilde{\Omega})^{-1} Z'\Delta Y \qquad (2.11)$$

Bu denklemde $\hat{\beta}$'nın asimptotik varyansının tutarlı tahmincisi $\left[\Delta W' Z(\tilde{\Omega})^{-1} Z'\Delta W\right]^{-1}$ yardımıyla elde edilebilmektedir.

[102] Jong Il Choe, **a.e.**, s.47.
[103] Jong Il Choe, **a.e.**, s. 47-48.

Bu aşamalar ile elde edilen tahminci yardımıyla Choe panel nedensellik testi kullanılarak nedensellik sınaması yapılırken kullanılan temel hipotez aşağıda verilmektedir[104];

$$H_0 : B = H_\gamma + G$$

Test uygulanırken kullanılacak test istatistiği ise $L = Q_R - Q$ şeklindedir. Test istatistiği hesaplanırken kullanılacak alan Q_R ve Q değerleri aşağıda verildiği şekilde elde edilmektedir[105];

$$Q = (\Delta Y - \Delta W\hat{B})' Z(\tilde{\Omega})^{-1} Z' (\Delta Y - \Delta W\hat{B}) / N$$
$$Q_R = (\Delta Y - \Delta \tilde{W}\hat{\gamma})' Z(\tilde{\Omega})^{-1} Z' (\Delta Y - \Delta \tilde{W}\hat{\gamma}) / N \qquad (2.12)$$

Burada Q ve Q_R, N boyutu arttıkça χ^2 dağılımına sahiptir. Bundan dolayı elde edilen test istatistiği χ^2 tablo değerleriyle karşılaştırılarak temel hipotez sınanmaktadır. Hesaplanan test istatistiği tablo değerinden büyük olduğunda temel hipotez reddedilmektedir.

2.3.4. Venet ve Hurlin Panel Nedensellik Testi

Baptiste Venet ve Christophe Hurlin (2001) geliştirdikleri panel nedensellik testi, Holtz-Eakin ve arkadaşları (1988) tarafından ileri sürülmüş olan panel nedensellik testine dayanmaktadır. Venet Hurlin testinde de vektör otoregresif (VAR) model kurularak çalışmaya başlanmıştır. Testi uygularken kullanılan model aşağıda verilmektedir[106];

$$y_{i,t} = \sum_{n=1}^{p} \gamma^n y_{i,t-n} + \sum_{n=0}^{p} \beta_i^n x_{i,t-n} + \nu_{i,t} \qquad (2.13)$$

[104] Jong Il Choe, **a.e.**, s. 46.
[105] Jong Il Choe, **a.e.**, s. 47.
[106] Baptiste Venet, Christophe Hurlin, "**Granger Causality Tests in Panel Data Models With Fixed Coefficients**", Cahier De Recherche EURISCO, Université Paris IX Dauphine, 2001, s. 4.

Venet ve Hurlin panel nedensellik testini uygularken kullanılan hipotezler yukarıdaki VAR model yardımıyla sınanmaktadır. Bu hipotezler sıralı şekilde uygulanmaktadır; ilk hipotez homojen nedensellik ilişkisinin olmadığını ifade eden hipotez (HNC), ikincisi homojen nedensellik ilişkisinin olduğunu ifade eden hipotez (HC), üçüncüsü heterojen nedensellik ilişkisini ifade eden (HENC) hipotezleridir[107]. Bu hipotezler ışığında test gerçekleştirilirken doğrusal kısıtlamalar Wald istatistiklerine dayanmaktadır.

Venet ve Hurlin Panel Nedensellik Testi üç adımda gerçekleştirilmektedir. Gerçekleşen bu adımlar şunlardır; Homojen Nedensel İlişkisizlik (HNC) Hipotezinin Testi, Homojen Nedensellik (HC) Hipotezinin Testi, Heterojen Nedensel İlişkisizlik Hipotezinin (HENC) Testidir.

2.3.4.1. Homojen Nedensel İlişkisizlik (HNC) Hipotezinin Testi

İlk aşama, homojen nedensellik ilişkisinin olmadığını ifade eden (HNC) hipotezin test edilmesinden oluşmaktadır. Tüm bağımsız değişkenlere ait eğim katsayılarının sıfıra eşit olduğu varsayımı altında hipotezler kurulmaktadır. Kurulan hipotezler ise aşağıdaki şekildedir;

$$H_0 : \beta_i^{(m)} = 0 \qquad \forall_m = 1,...,K$$
$$H_1 : \beta_i^{(m)} \neq 0 \qquad \exists_m = 1,...,K$$

Kurulan bu hipotezler Wald test istatistiği yardımıyla sınanmaktadır. Wald test istatistiği aşağıdaki şekilde hesaplanmaktadır[108];

$$F_{HNC} = \frac{(RSS_R - RSS_{UR}) / K}{RSS_{UR} / \left[NT - N(K+1) - K\right]} \qquad (2.14)$$

[107] Baptiste Venet, Christophe Hurlin, **a.e.**, s. 2.
[108] Baptiste Venet, Christophe Hurlin, **a.e.**, s. 7.

Burada RSS_R temel hipotezde belirtilen kısıt altındaki modele ait kalıntı karelerin toplamını ifade ederken, RSS_{UR} kısıtsız modelden elde edilen kalıntı kareler toplamını ifade etmektedir. Hesaplanan F_{HNC} istatistiği K ve $NT - N(K+1) - K$ serbestlik derecesine sahip olmakta ve Fisher dağılımına uygunluk göstermektedir.

Eğer hesaplanan test istatistik değeri uygun kritik değerden küçük olursa temel hipotez reddedilemez, bu durumda "X değişkeni Y değişkeninin nedeni değildir" diğer bir ifadeyle "X değişkeninden Y değişkenine doğru nedensellik ilişkisi" bulunmamaktadır sonucuna ulaşılmaktadır. Böylece tamamen homojendir sonucuna varılmaktadır ve test prosedürü daha ileri gitmeyecektir. Bir sonraki hipotezlerin testi yapılmamaktadır.

Fakat tam tersi durum söz konusu olduğunda yani hesaplanan test istatistiği değeri uygun olan kritik değerden büyük olduğu durumda temel hipotez reddedilmekte, bu durumda "X değişkeni Y değişkeninin nedenidir" sonucuna ulaşılmaktadır. Böylece HNC hipotezi geçersizdir sonucuna varılmakta olup test prosedürü devam ederek ikinci aşamaya geçilmektedir. Bu aşamada da homojen nedensellik (HC) hipotezi sınanmaktadır.

2.3.4.2. Homojen Nedensellik (HC) Hipotezinin Testi

Homojen Nedensellik (HC) Hipotezi testinin amacı, $X_{i,t-k}$ değişkenine ait eğim katsayılarının homojen olup olmadığının sınanmasıdır. Aslında bu test standart bir homojenlik testidir.

Homojen nedensellik hipotezinin testi için kullanılan hipotezler aşağıda verilmektedir[109];

$$H_0 : \beta_i^{(m)} = \beta_i^{(m)} \quad \forall (i, j) \quad \forall_m = 1, \ldots, K$$
$$H_1 : \beta_i^{(m)} \neq \beta_i^{(m)}$$

HC hipotezi gecikmeli açıklayıcı değişkenlerin sahip olduğu katsayıların her bir gecikmesi için aynı ve sıfırdan farklı olduğunu ifade etmektedir.

[109] Baptiste Venet, Christophe Hurlin, **a.e.**, s. 7.

Hipotezlerin test edilmesi amacıyla F test istatistiği aşağıdaki şekilde hesaplanmaktadır[110].

$$F_{HC} = \frac{(RSS_R - RSS_{UR}) / [K(N-1)]}{RSS_{UR} / [N(T-2K-1)]} \qquad (2.15)$$

Burada RSS_R temel hipotezde belirtilen kısıt altındaki modele ait kalıntı kareler toplamını ifade ederken, diğer yandan RSS_{UR} ise kısıtsız modelden elde edilen kalıntı karelerin genel toplamını göstermektedir. Hesaplanan F_{HNC} istatistiği $K(N-1)$ ve $N(T-2K-1)$ serbestlik derecesine sahiptir ve Fisher dağılımına uygunluk göstermektedir.

Eğer hesaplanan F_{HNC} test istatistiği değeri uygun olan kritik değerden küçük olursa temel hipotez reddedilemez, bu durumda test prosedürü daha ileri gitmeyecektir. Fakat tam tersi durum söz konusu olursa yani hesaplanmış olan test istatistiği uygun kritik değerden büyük olursa temel hipotez reddedilmekte yani modelde yer alan eğim parametrelerinin heterojen olduğu sonucuna varılmaktadır. Bu durumda test prosedürü devam ederek bir sonraki aşamaya geçilir. Bu aşamada da Heterojen Nedensel İlişkisizlik Hipotezinin Testi (HENC) sınanmaktadır.

2.3.4.3. Heterojen Nedensel İlişkisizlik Hipotezinin (HENC) Testi

HC hipotezi sınaması ile temel hipotezin reddedilmesi durumunda eğim parametrelerinin heterojen olduğu sonucuna ulaşılmaktadır. Bu sonucu aldıktan sonra da HENC hipotezinin testi yapılmaktadır.

Heterojen Nedensel İlişkisizlik Hipotezinin testine ait hipotezler aşağıdaki şekilde kurulmaktadır;

$$H_0 : \beta_i^{(m)} = 0 \qquad \forall_m = 1,...,K$$
$$H_1 : \beta_i^{(m)} \neq 0 \qquad \exists_m = 1,...,K$$

[110] Baptiste Venet, Christophe Hurlin**, a.e.**, s. 10.

Yukarıda kurulan hipotezlerin sınanması amacıyla aşağıdaki şekilde test istatistiği hesaplanmaktadır[111];

$$F_{HENC} = \frac{(RSS_R - RSS_{UR}) / \mathrm{K}}{RSS_{UR} / \left[NT - N(1+2K) - \mathrm{K}\right]} \qquad (2.16)$$

Burada RSS_R temel hipotezde belirtilen kısıt altındaki modele ait kalıntı kareler toplamını ifade ederken, RSS_{UR} ise kısıtsız modelin kalıntı kareler toplamını ifade etmektedir. Hesaplanan F_{HNC} istatistiği K ve $\mathrm{NT} - \mathrm{N}(1+2\,\mathrm{K}) - \mathrm{K}$ serbestlik dereceli Fisher dağılımına uygunluk göstermektedir ve bu dağılımdan elde edilen kritik değerler ile kıyaslanmaktadır.

Eğer hesaplanan F_{HNC} test istatistik değeri uygun olan kritik değerden küçük olursa temel hipotez reddedilemez böylece HENC hipotezinin geçerli olduğu, bir alt grubun var olduğu sonucuna ulaşılmaktadır. Dolayısıyla yalnızca belli bir alt grup için nedensel bir ilişkinin varlığından söz edilebilmektedir. Fakat test istatistiği kritik değerden büyük olursa temel hipotez reddedilir bu durumda HENC hipotezinin geçersiz olduğu sonucuna ulaşılmaktadır.

2.3.5. Hurlin Panel Nedensellik Testi

Hurlin (2004), heterojen yapılarda basit bir Granger (1969) nedensellik testi önermeyi amaçlamıştır. Böylece Hurlin geliştirmiş olduğu panel nedensellik testinde sabit etkiye sahip olan heterojen panel veri modellerinde nedensellik sınaması yapılabilmesini sağlamıştır. Bu panel nedensellik testi; Im, Pesaran ve Shin (2003) panel birim kök testi ile aynı mantık çerçevesinden esinlenerek oluşturulmuştur. Hurlin tarafından geliştirilen bu panel nedensellik testinin temel hipotezi homojen nedensel ilişkisizliği ifade ederken, alternatif hipotezi ise heterojen nedensel ilişkinin varlığını ifade etmektedir[112].

[111] Baptiste Venet, Christophe Hurlin, **a.e.**, s. 11.
[112] Christophe Hurlin, "**Testing Granger Causality In Heterogeneous Panel Data Models With Fixed Coefficients**", Document De Recherche LEO 5, 2004, s. 4.

Hurlin panel nedensellik testini gerçekleştirebilmek için doğrusal bir model önermiştir[113]. Bu model aşağıda verilmektedir;

$$y_{i,t} = \alpha_i + \sum_{k=1}^{K} \lambda_i^{(k)} y_{i,t-k} + \sum_{k=1}^{K} \theta_i^{(k)} x_{i,t-k} + \varepsilon_{i,t} \qquad (2.17)$$

Modelde $K \in N^* ve\ \theta_i = (\theta_i^{(1)}, ..., \theta_i^{(K)})'$ şeklindedir. K gecikme derecelerinin tüm çaprazlamalar için aynı olduğu varsayılmaktadır. Oluşturulmuş olan panel veri modeli dengelidir ve birinci dereceden otoregresif yapıya izin verilmektedir. Hurlin panel nedensellik testinde genel bir nedensellik sınanmasından ziyade bazı birimlerin nedenselliği test edilmektedir. Bu özelliğinden dolayı literatürdeki testlerden ayrışmaktadır.

Test için sınanan temel ve alternatif hipotezler aşağıdaki şekilde kurulmaktadır[114];

$$H_0 : \theta_i = 0 \quad \forall_i = 1, .., N$$
$$H_1 : \theta_i = 0 \quad \forall_i = 1, ..., N_1$$
$$\theta_i \neq 0 \quad \forall_i = N_1 + 1, N_1 + 2, ..., N$$

Burada N_1 bilinmemektedir fakat $0 \leq N_1 / N < 1$ ön koşulu sağlanmalıdır. $N_1 = 0$ olduğu durumda nedensellik ilişkisinin tüm birimler için olduğunu ifade edilirken $N_1 = N$ olduğu durumda panel veri modelindeki tüm birimler için nedensellik ilişkisinin olmadığı ifade edilmektedir[115].

$N_1 > 0$ olduğu durumda heterojen bir nedensellik ilişkisinin olduğu ve birimlerin birbirine göre farklılık gösterdiği ifade edilebilmektedir.

Testi uygulayabilmek için hipotezlerin sınanmasında kullanılan ortalama Wald test istatistiği, modelde yer alan her yatay kesit birimi için ayrı olacak şekilde

[113] Christophe Hurlin**, a.e.**, s. 5.
[114] Christophe Hurlin**, a.e.**, s. 6.
[115] Christophe Hurlin**, a.e.,** s. 6-7.

hesaplanmaktadır. Bu hesaplamada yatay kesit birimlerden elde edilen Wald test istatistiklerinin ortalaması alınır ve elde edilen test istatistiği kullanılmaktadır. Ortalama Wald test istatistiği aşağıdaki şekilde ifade edilmektedir[116];

$$W_{N,T}^{Hnc} = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} W_{i,T} \qquad W_{N,T}^{Hnc} \sim \chi^2 \tag{2.18}$$

Burada hesaplanan Wald ortalama istatistikleri, k serbestlik derecesi ile χ^2 dağılıma uygunluk göstermektedir.

2.3.6. Kónya Panel Nedensellik Testi

Kónya (2006) tarafından geliştirilmiş olan panel nedensellik testinin temelinde Zellner (1962) tarafından geliştirilmiş olan görünürde ilişkisiz regresyon adı verilen (SUR) tahmincileri yer almaktadır. Bu test birimler arası korelasyon diğer adıyla yatay kesit bağımlılık ve birim heterojenliği olduğu durumlarında uygulanmak için geliştirildiğinden dolayı SUR tahmincisinden yararlanmaktadır. Bu iki durum söz konusu olduğunda SUR tahmincisinden etkin sonuçlar elde edilmektedir bundan dolayı da daha iyi sonuçlar için SUR temelli yaklaşım benimsenmiştir. Birimler arası korelasyon varlığı söz konusu olduğunda EKK tahmincisine göre SUR tahmincisi daha doğru, güvenilir sonuçlar vererek etkin olmaktadır. Bu nedenle bu durumlarda Kónya panel nedensellik testinin uygulanması diğer yöntemlere kıyasla daha iyi ve güvenilir bulgular elde edilmesini sağlamaktadır.

Bu yaklaşımın önemli iki avantajı vardır. Bu avantajlardan birincisi, tüm panel üyeleri arasında eş zamanlı olacak şekilde korelasyon olmasına izin verilmektedir, panel veri setinin sağladığı ekstra olan bilgilerden yararlanmayı mümkün kılmaktadır. İkincisi ise gecikme uzunluğunun yapısı dışında bir ön test yapmaya ve ön koşula gerek yoktur[117].

[116] Christophe Hurlin**, a.e.,** s. 7.
[117] László Kónya, "**Exports and Growth: Granger Causality Analysis On OECD Countries With a Panel Data Approach"**, Economic Modelling, 2006, s. 979.

Kónya tarafından geliştirilen panel nedensellik testini uygulayabilmek amacıyla veri setinde yer alan birimler için ayrı ayrı olacak şekilde kendilerine özgü türetilmiş olan bootstrap kritik değerler üretilmektedir.

Kónya panel nedensellik testinde tahmini uygulayabilmek için kullanılan bootstrap kritik değerleri modelde yer alan her yatay kesit birimine özel olarak üretilmiş kritik değerlerdir. Test sürecinde kullanılmış olan tahminci ve üretilmiş olan kritik değerlerden dolayı birimler arası korelasyon varsayımı esnetilmiş olacaktır.

Tahminde kullanılan birimler arasında eşzamanlı korelasyona izin verildiği durumda panel veri seti tarafından sağlanan ekstra bilgilerden yararlanmak mümkün olmaktadır. Ek olarak, bu yaklaşım durağanlık sınaması için birim kök testi ve eşbütünleşme testi yapılmasını gerektirmemektedir. Bu test için herhangi bir ön test bulunmamaktadır. Bundan dolayı durağanlık koşulunu sağlamayan veya aralarında eşbütünleşme ilişkisi olmayan seriler için nedensellik analizi yapılabilir hale gelmektedir[118].

Kónya panel nedensellik analizi için iki değişkenden oluşan sonlu dereceli vektör otoregresif (VAR) model kullanılarak aşağıdaki denklem sistemi oluşturulmaktadır [119];

$$y_{i,t} = \alpha_{1,t} + \sum_{l=1}^{m/y_i} \beta_{1,i,l} y_{i,t-l} + \sum_{l=1}^{m/x_i} \gamma_{1,i,l} x_{i,t-k} + \varepsilon_{1,i,t}$$

$$x_{i,t} = \alpha_{2,\mathrm{i}} + \sum_{l=1}^{m/y_i} \beta_{2,i,l} y_{i,t-l} + \sum_{l=1}^{m/x_i} \gamma_{2,i,l} x_{i,t-l} + \varepsilon_{2,i,t} \qquad (2.19)$$

Bu modelde yer alan "i" alt indisi birim boyutunu $(i = 1, 2, ..., N)$, "t" alt indisi zaman boyutunu $(t = 1, 2, ..., T)$, "l" ise modelin uygun olan gecikme uzunluğunu ifade etmektedir. Y_{it} ve X_{it} değişkenlerinin durağan ve eşbütünleşik olması

[118] László Kónya, **a.e.**, s. 991.
[119] László Kónya**, a.e.,** s. 980.

gerekmemektedir, test sürecinde düzey değerleri ile uygulama yapılmaktadır. $\varepsilon_{1,i,t}$ ve $\varepsilon_{2,i,t}$ hata terimlerini ifade etmektedir.

Kónya panel nedensellik testini gerçekleştirebilmek için yeni bir sistem oluşturulmaktadır. Bu sistem iki denklem grubundan oluşan NVAR sistemi olarak adlandırılmaktadır. Test sırasında kullanılacak Granger nedensellik modeli denklem sistemi aşağıdaki gibi oluşturulmaktadır[120];

$$
\begin{aligned}
y_{1,t} &= \alpha_{1,1} + \sum_{l=1}^{m/y_1} \beta_{1,1,l} y_{1,t-l} + \sum_{l=1}^{m/x_1} \gamma_{1,1,l} x_{1,t-l} + \varepsilon_{1,1,t} \\
y_{2,t} &= \alpha_{1,2} + \sum_{l=1}^{m/y_1} \beta_{1,2,l} y_{2,t-l} + \sum_{l=1}^{m/x_1} \gamma_{1,2,l} x_{2,t-l} + \varepsilon_{1,2,t} \\
&\vdots \\
y_{N,t} &= \alpha_{1,N} + \sum_{l=1}^{m/y_1} \beta_{1,N,l} y_{N,t-l} + \sum_{l=1}^{m/x_1} \gamma_{1,N,l} x_{N,t-l} + \varepsilon_{1,N,t}
\end{aligned}
$$

ve

$$
\begin{aligned}
x_{1,t} &= \alpha_{2,1} + \sum_{l=1}^{m/y_2} \beta_{2,1,l} y_{1,t-l} + \sum_{l=1}^{m/x_2} \gamma_{2,1,l} x_{1,t-l} + \varepsilon_{2,1,t} \\
x_{2,t} &= \alpha_{2,2} + \sum_{l=1}^{m/y_2} \beta_{2,2,l} y_{2,t-l} + \sum_{l=1}^{m/x_2} \gamma_{2,2,l} x_{2,t-l} + \varepsilon_{2,2,t} \\
&\vdots \\
x_{N,t} &= \alpha_{2,N} + \sum_{l=1}^{m/y_2} \beta_{2,N,l} y_{N,t-l} + \sum_{l=1}^{m/x_2} \gamma_{2,N,l} x_{N,t-l} + \varepsilon_{2,N,t}
\end{aligned}
\qquad (2.20)
$$

Bu denklem sisteminde yer alan "*l*" simgesi Akaike ve Schwarz gibi bilgi kriterlerinin yardımıyla belirlenmiş olan uygun gecikme uzunluğunu, *N* modelde yer alan yatay kesit birim sayısını $(j = 1,2,...,N)$, t ise modelin zaman boyutunu $(t = 1,2,...,T)$ ifade etmektedir[121].

Denklem sisteminin tahmininden önce birimler arası korelasyon ve heterojenlik test edilmektedir. Burada oluşturulan denklem kümeleri VAR değil SUR sistemleridir. Testi uygularken uygun gecikme uzunluğunun belirlenmesi de oldukça

[120] László Kónya**, a.e.,** s. 981.
[121] László Kónya, **a.e.**, s. 981.

önem arz etmektedir çünkü uygulanan panel nedensellik testinden elde edilen sonuçlar kritik olarak gecikme uzunluğuna bağlı olabilmektedir. Gecikme uzunluğunun az veya çok belirlenmesi sorunlara yol açabilmektedir. Gecikme uzunluğunun olduğundan daha az belirlenmesi bazı önemli değişkenlerin atlandığı anlamına gelmektedir bu da modelde spesifikasyon hatasına yol açmaktadır. Spesifikasyon hatası olan modelde tahmin edilen katsayılarda yanlış sonuçlar ile karşılaşılabilmektedir. Gecikme uzunluğunun olduğundan fazla belirlenmesi de spesifikasyon hatasına yol açarak genellikle tahmin edilen parametre katsayılarının standart hatalarını arttırabilmektedir.

Uygun gecikme uzunluğunu belirlemek için aşağıdaki şekilde tanımlanan Akaike Bilgi Kriteri (AIC) ve Schwarz Bilgi Kriteri (SC) kullanılmaktadır[122];

$$AIC_k = \ln|W| + \frac{2N^2 q}{T}$$

ve

$$SC_k = \ln|W| + \frac{N^2 q}{T}\ln(T) \qquad (2.21)$$

Bu sistemde eş zamanlı korelasyona izin verilmesi açısında tüm birimler aynı anda ele alınmaktadır. Bu test Wald test istatistiğine dayanır ve her bir yatay kesit birimine ait özel kritik değerler hesapladığından dolayı tüm birimler için ortak bir temel hipotez kurmak gerekmemektedir[123].

Yukarıda da bahsedildiği üzere sistemde kullanılan değişkenlere önsel bir test yapılmasına gerek yoktur. Değişkenlerin durağan olması gerekmemektedir. Sistemdeki tüm değişkenler düzey değerleri ile denklem sistemine dahil edilmektedirler. Sistemde yer alan her yatay kesit birimi için ayrı ayrı olmak üzere bootstrap kritik değerleri hesaplanmaktadır.

Kónya panel nedensellik testi aşağıdaki aşamalarla tamamlanmaktadır[124];

[122] László Kónya**, a.e.,** s. 983.
[123] Muhsin Kar, Şaban Nazlıoğlu, Hüseyin Ağır, "**Financial Development and Economic Growth Nexus in the MENA Countries: Bootstrap Panel Granger Causality Analysis**", Economic Modelling, 2011, s. 689.
[124] László Kónya, **a.g.e.**, s. 985.

1. SUR temelli NVAR denklem sisteminden yararlanarak, nedensellik testinin uygulanması için sınanacak temel hipotez "X değişkeninden Y değişkenine doğru Granger nedensellik ilişkisi yoktur" şeklinde kurulmaktadır.

$$e_{H_{0,i,t}} = y_{i,t} - \hat{\alpha}_{1,i} - \sum_{l=1}^{m/y_1} \hat{\beta}_{1,i,l} y_{i,t-1} \quad i = 1,...,N \ ve \ t = 1,...,\mathrm{T} \qquad (2.22)$$

Kurulan bu hipotez SUR tahmincisi ile tahmin edilerek sınanır ve kalıntılar elde edilmektedir. Elde edilen kalıntılardan $N \times T \left[e_{H_{0,i,t}} \right]$ matrisi oluşturulmaktadır.

2. Elde edilen kalıntılar bootstrap metodunun yardımıyla tekrarlı kombinasyonlar ile örneklenmektedir. Bu kalıntılarda ortaya çıkabilecek birimler arası korelasyon yapısını korumak için yeniden örnekleme işlemi esnasında her bir yatay kesit verisinden artıklar elde etmekten ziyade $\left[e_{H_{0,i,t}} \right]$ matrisinden her bir matrise ait sütun bütün haliyle seçilmektedir.

Seçilmiş olan bu bootstrap kalıntıları ise $e^*_{H_{0,i,t}}$ olarak belirtilerek $t = 1,2,...,T^*$ olarak tanımlanmaktadır.

3. X değişkeninin Y değişkeninin Granger nedeni olmadığı varsayımı altında Y'nin bootstrap örnekleri elde edilerek denklem yeniden oluşturulmaktadır.

$$y^*_{i,t} = \hat{\alpha}_{1,i} \sum_{l=1}^{m/y_1} \hat{\beta}_{1,i,l} y^*_{i,t-1} + e^*_{H_0,i,t'} \qquad t = 1,...,T^* \qquad (2.23)$$

4. Asıl kurulan denklem sistemleri herhangi bir parametre kısıtı olmadan $Y^*_{i,t}, Y_{i,t}$ yerine yazılarak tekrar tahmin işlemi gerçekleştirilmekte ve her bir birime özgü olarak ayrı ayrı hesaplanmış Wald test istatistiği elde edilmektedir.

5. 2-4 arasındaki aşamalar birçok kez tekrarlanarak Wald test istatistiği hesaplanmakta ve bootstrap kritik değerleri belirlenmektedir.

Bu adımlardan sonra sistemde, $\delta_{1,j,i} \ ve \ \beta_{2,j,i}$ parametrelerinin her ikisi de sıfıra eşit olduğu durumda X ile Y değişkeni arasında bir nedensellik ilişkisi olmadığının

sonucuna varılmaktadır. Eğer modelde yer alan $\delta_{1,j,i}$ parametresi panelin tüm birimleri için sıfıra eşit olmazken, modeldeki $\beta_{2,j,i}$ parametresi panel veri modelinin tüm birimleri için sıfıra eşit olursa modelde yer alan X değişkeninden Y değişkenine doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi olduğu sonucuna varılmaktadır. Modeldeki $\delta_{1,j,i}$ ve $\beta_{2,j,i}$ parametrelerinin ikisi de sıfıra eşit olmadığı durumda ise, X ile Y değişkenleri arasında çift yönlü bir nedensellik ilişkisi olduğu sonucuna varılmaktadır.

Kónya panel nedensellik testinin uygulanabilmesi için oluşturulan NVAR sistemi üç değişken için de genişletilebilmektedir[125].

Kónya panel nedensellik testinin özellikleri şu şekilde sıralanabilmektedir;

1. Testin uygulandığı denklem sistemi SUR sistemine dayalı olarak oluşturulmuştur. Bundan dolayı SUR temelli bir nedensellik testidir.
2. Panel birim kök testi ve panel eşbütünleşme testlerinin yapılmasına ihtiyaç yoktur. Değişkenlerin durağanlık ve eşbütünleşik olma ön koşulu aranmamaktadır.
3. Testte bootstrap kritik değerleri kullanılır. Bootstrap yöntemi heteroskedasite ve otokorelasyon gibi karşılaşılabilecek sorunları göz önünde bulundurarak hesaplama yapar ve bu sorunları ortadan kaldırmaktadır. Test uygulanırken bootstrap kritik değerleri her birime özgü olacak şekilde hesaplanmaktadır.
4. Test panel veri modelinde birimler arası korelasyon (yatay kesit bağımlılık) olduğu ve olmadığı durumlarda kullanılabilmektedir.
5. Bu testte hem panelin tümü, hem de panel veri setinde yer alan her bir birim için ayrı ayrı nedensellik ilişkisi araştırılarak yorumlanabilmektedir. Birimlere ait her bir VAR eşitliği için ayrı ayrı olacak şekilde Wald test istatistiği hesaplanmaktadır.

2.3.7. Emirmahmutoğlu ve Köse Panel Nedensellik Testi

Literatürde yer alan bu panel nedensellik testinde; Emirmahmutoğlu ve Köse (2011) nedensellik ilişkisini araştırmak üzerine yaptıkları çalışmada heterojen karma

[125] László Kónya, **a.e.**, s. 981.

panel veri modelinde Meta analizine dayalı Granger nedensellik testi prosedürü önermişlerdir. Çalışmada heterojen karışık değişkenler arasındaki Granger nedenselliğini test etmek için panel nedensellik testini Monte Carlo simülasyonları yoluyla Meta analizine dayalı LA-VAR yaklaşımını geliştirmişlerdir[126]. LA-VAR yaklaşımı gecikmesi artırılmış VAR (lag augmented VAR) anlamına gelmektedir. Meta analizi, Fisher (1932) tarafından geliştirilen son dönemlerde durağanlık koşulunu sağlamayan heterojen panellerde kullanılan bir istatistiksel yöntemdir. Geliştirdikleri bu testte N tane zaman serisi için ayrı ayrı olmak üzere test istatistiği hesaplanmış ve bu test istatistikleri için eş anlamlılık düzeyleri elde edilmiştir. Sonrasında tek bir panel test istatistiğinin içinde N tane test istatistiği için elde edilen bu anlamlılık değerleri birleştirerek nedenselliği araştırmışlardır.

Bu panel nedensellik testini uygulayabilmek adına aşağıda verilen heterojen yapıya sahip olan panel VAR modeli ele alınmaktadır[127].

$$z_{i,t} = \mu_i + A_{i1} z_{i,t-1} + ... + A_{ik_i} z_{i,t-k_i} + u_{i,t} \quad i = 1, 2, ..., \mathrm{N} \quad \mathrm{t} = 1, 2, ..., \mathrm{T} \qquad (2.24)$$

Kurulan modelde yer alan "i" alt indisi modeldeki yatay kesit birimlerinin boyutunu, "t" alt indisi de modeldeki zaman boyutunu, μ_i ise sabit etki vektörünü ifade etmektedir. $A_{i1,...,}A_{ik_i}$ ise (p x p) boyutlu ve birimler arasındaki değişikliklere izin veren bir sabit matrisini ifade etmektedir. u_{it} her bir birim için bağımsız ve özdeş olarak dağılan *(IID)* bir hata terimi vektörünü ifade etmektedir. k_i gecikme sayısını ifade etmektedir ve bu gecikme katsayısı her bir kesit birim için farklılaşabilmektedir.

Emirmahmutoğlu ve Köse panel nedensellik testi ile nedensellik sınaması yapmak için temel hipotez aşağıda yer almaktadır[128];

$$H_0 : R_i \alpha_i = 0$$

[126] Furkan Emirmahmutoğlu, Nezir Kose,"**Testing For Granger Causality In Heterogeneous Mixed Panels**", Economic Modelling, 2011, s. 870.
[127] Furkan Emirmahmutoğlu, Nezir Kose, **a.e.**, s. 871.
[128] Furkan Emirmahmutoğlu, Nezir Kose, **a.e.**, s. 871.

Bu temel hipotez modeldeki yer alan tüm yatay kesit birimler için Granger nedensellik ilişkisinin olmadığını ifade etmektedir. Alternatif hipotez ise aşağıdaki şekilde verilmektedir;

$$H_1 : R_i \alpha_i \neq 0 \;\; i = 1,..., N_1 ; \quad R_i \alpha_i = 0 \quad i = N_1 + 1,..., N$$

Bu hipotez modelde yer alan en az bir yatay kesit birimine ait değişkenler arasında nedensellik ilişkisi bulunduğunu ifade etmektedir. Kurulmuş olan alternatif hipotezde yer alan R_i, modeldeki yatay kesit birimleri için q_i ranka sahip $(q_i \times p^2 k_i)$ matrisini , $\underset{\sim}{0}$ ise tüm elamanları sıfır olan bir vektörü ifade etmektedir.

Emirmahmutoğlu ve Köse bu testi gerçekleştirirken Toda ve Yamamoto'nun (1995) önerdikleri LA-VAR yaklaşımını kullanmışlardır. Bu yaklaşımdan yola çıkarak aşağıdaki $VAR(k_i + d_{\max i})$ modelini kurmuşlardır.

$$Z_{i,t} = \mu_i + A_{i1} Z_{i,t-1} + ... + A_{ik} Z_{i,t-k_i} + \sum_{l=k_i+1}^{k_i + d_{\max i}} A_{il} Z_{i,t-1} + u_{i,t} \qquad (2.25)$$

Bu modele dayalı olarak nedensellik ilişkisinin varlığını tespit edebilmek amacıyla hipotezleri Fisher test istatistiğini kullanarak sınamışlardır[129].
Fisher test istatistiği değeri aşağıda şekilde hesaplanmaktadır;

$$\lambda = -2 \sum_{i=1}^{N} \ln(p_i) \quad i = 1,..., N \qquad (2.26)$$

Burada p_i değeri yatay kesitler için hesaplamış Wald test istatistiklerinin olasılık değerini ifade etmektedir. Elde edilen Fisher test istatistiği $2N$ serbestlik derecesi ile χ^2 dağılımına sahiptir. Bu test istatistiği $T \to \infty$ iken N boyutu sabit

[129] Furkan Emirmahmutoğlu, Nezir Kose, **a.e.**, s. 872.

olduğunda geçerlidir. Ek olarak Fisher test istatistiği çapraz korelasyonların varlığında da geçerli olmaktadır. Çalışma sonucunda LA-VAR yaklaşımının T ve N'nin tüm değerleri için yeterli bir sonuç verdiği kanısına ulaşılmıştır.

Emirmahmutoğlu ve Köse panel nedensellik testinin özellikleri şu şekilde sıralanabilmektedir;

1. Heterojen panel veri modellerine uygulanan basit bir Granger testidir.
2. Toda-Yamamoto temeline dayalı bootstrap özelliğine sahip bir nedensellik testidir.
3. LA-VAR yaklaşımından yola çıkarak model kurulmakta ve bu model üzerinden test gerçekleştirilmektedir.
4. Hem tüm panel, hem de panel veri setinde yer alan birimler için ayrı ayrı sonuç vermektedir. Bundan dolayı hem tüm panel hakkında hem de panel veri setinde yer alan birimler bazında yorum yapılabilmektedir.
5. Birimler arası korelasyon olduğu durumda kullanılabilmektedir.
6. Çalışmada yer alan değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisi olmadığında kullanılabilmektedir.
7. Ön koşul ve testler yapılması gerekmemektedir. Birim kök testi ve eşbütünleşme testinin yapılmasına ihtiyaç duyulmaz fakat maksimum bütünleşme derecesi (dmax) belirlenmesi için durağanlık sınaması yapılmakta ve durağanlık mertebeleri incelenmektedir.
8. Panel veri setinde yer alan birimler için ayrı ayrı olacak şekilde VAR modeli tahmin edilmektedir. Birim test istatistiklerinden Fisher tarafından geliştirilmiş olan meta analizi yaklaşımıyla birleştirilerek yeni test istatistiği elde edilmektedir. Elde edilen bu test istatistiği tüm birimler için ortak nedensellik analizi yapmaktadır.
9. Değişkenlere ait seriler farklı dereceden durağan olduğunda kullanılabilmektedir.

2.3.8. Dumitrescu-Hurlin Panel Nedensellik Testi

Elena-Ivona Dumitrescu ve Christophe Hurlin (2012) tarafından yapılan çalışmada geliştirilmiş ve literatüre kazandırılmış olan Dumitrescu-Hurlin panel nedensellik testi heterojen panel veri modellerinde kullanılmaktadır. Geliştirdikleri bu

test literatürdeki açığa çıkan eksiklikleri gidermek amacıyla oluşturulduğundan dolayı oldukça önemli bir yere sahiptir. Dumitrescu-Hurlin panel nedensellik testini güçlü kılan ve avantajlı olduğu özellikleri şunlardır; bu test dengesiz panellerde kullanıldığında etkin sonuçlar vermektedir, serideki birimler arası korelasyon varlığını dikkate almaktadır, otoregresif süreçlerde farklı gecikme uzunlukları belirlenebildiğinden dolayı da her değişken için ayrı ayrı olacak şekilde en uygun gecikme uzunluğunun belirlenmesine imkan sağlamaktadır[130].

Bu nedensellik testi homojen nedensel ilişkisizliği ifade eden hipotezi heterojen nedensellik ilişkiyi ifade eden hipoteze karşı test etmektedir. Bu hipotezlerden dolayı da literatürde diğer testlerden farklılaşmaktadır.

Dumitrescu-Hurlin nedenselliği test etmek amacıyla N boyutu için gözlemlenen i=1,2,...,N ve t=1,2,...,T olmak üzere iki durağan özelliğe sahip değişkeni X ve Y ile göstererek aşağıdaki doğrusal modeli oluşturmuşlardır[131].

$$y_{i,t} = \alpha_i + \sum_{k=1}^{K} \theta_i^{(k)} y_{i,t-k} + \sum_{k=1}^{K} \beta_i^{(k)} x_{i,t-k} + \varepsilon_{i,t} \qquad (2.27)$$

Bu modelde $\beta_i = (\beta_i^{(1)}, \beta_i^{(2)}, ..., \beta_i^{(K)})$ *ve* $\theta_i = (\theta_i^{(1)}, \theta_i^{2}, ..., \theta_i^{(K)})'$ şeklindedir. α_i sabit etkileri ifade etmektedir ve birimlere göre değişebileceği lakin zaman içerisinde sabit olduğu varsayılmaktadır. K modelin gecikme uzunluğunu ifade etmektedir ve bütün yatay kesit birimlerde aynı olacak şekildedir. Yukarıda yer alan iki değişkenli model temel çerçeveyi oluşturmaktadır.

Dumitrescu-Hurlin panel nedensellik testi üç temel varsayıma dayanmaktadır. Bu varsayımlar[132];

1. Her bir yatay kesit birimi için $i = 1, ..., N$ olmak üzere kalıntılar $\varepsilon_{i,t}, \forall_t = 1, ..., T$ bağımsız ve normal dağılmaktadır, $E(\varepsilon_{it}) = 0$ ve sonlu heterojen varyanslar $E(\varepsilon_{i,t}^2) = \sigma_{\varepsilon,i}^2$ şeklindedir.

[130]Elena Ivona Dumitrescu, Christophe Hurlin, "**Testing For Granger Non-Causality In Heterogeneous Panels**", Economic Modelling, 2012, s. 1451.
[131] Elena Ivona Dumitrescu, Christophe Hurlin, **a.e.**, s. 1451-1452.
[132] Elena Ivona Dumitrescu, Christophe Hurlin, **a.e.**, s. 1452.

2. Yatay kesit birimlerine ait olan kalıntılar $E(\varepsilon_{i,t}\varepsilon_{j,s}) = 0, \forall_i \neq j \ \forall(t,s)$ gruplar arasında bağımsız şekilde dağılmaktadır.
3. Modeldeki her bir yatay kesit birime özgü olan değişkenler $x_i = (x_{i,1},...,x_{i,T})'$ ve $y_i = (y_{i,1},...,y_{i,T})'$, $E(\mathrm{X}_{i,t}^2) < \infty$, $E(Y_{i,t}^2) < \infty$ olmak üzere eşbütünleşik olmaktadır.

Panel veri modellerinde birimler arasındaki farklılaşmalardan dolayı heterojenlik kavramı ortaya çıkmaktadır. Heterojenlik durumunu göz önüne alarak sınayan bu test hipotezlerini de buna göre oluşturmaktadır. Heterojen panel veri seti modellerinde nedensellik analizi gerçekleştirebilmek amacıyla Dumitrescu ve Hurlin (2012) tarafından geliştirilmiş olan temel ve alternatif hipotez aşağıdaki gibidir[133];

$$H_0 : \beta_i = 0 \quad \forall_i = 1,..N$$
$$H_1 : \beta_i = 0 \quad \forall_i = 1,..,N_1$$
$$\beta_i \neq 0 \quad \forall_i = N_1 + 1, N_1 + 2,..,N$$

Bu hipotezlerde N_1 tam sayısı bilinmemekte fakat $0 \leq N_1 / N < 1$ koşulunu sağlanmaktadır. N_1 / N oranı mutlaka birden daha küçük olmalıdır. Bu koşulun sağlanmadığı durumda test yapılamamaktadır çünkü oran sağlanmadığında yani $N_1 = N$ olduğu durumda alternatif hipotez özelliğini kaybederek temel hipotezle aynı iddayı ortaya atmış olmaktadır.

Temel hipotez homojen nedensel ilişkisizliği yani tüm panel için homojen panel nedensellik ilişkisi olmadığını ifade etmektedir. Bir başka söylemle temel hipotez panel veri setinde yer alan değişkenler arasında nedensellik ilişkisi olmadığını ifade etmektedir.

Alternatif hipotez ise heterojen nedensel ilişkiyi yani bazı birimler için nedensellik ilişkisi olduğunu ifade etmektedir. Bir başka söylemle alternatif hipotez en az bir birime ait değişkenler için nedensellik ilişkisinin var olduğunu ifade etmektedir. Dumitrescu-Hurlin panel nedensellik testinde temel hipotezin ifadesiyle model homojen yapıda iken alternatif hipotez için model heterojen yapıya sahip bir sonuç vermektedir.

[133] Elena Ivona Dumitrescu, Christophe Hurlin, **a.e.**, s. 1453.

$N_1=0$ olduğu durumda temel hipotez reddedilmekte ve homojen panel nedensellik sonucuna ulaşılarak en az bir birim için nedensellik ilişkisi olduğu sonucuna varılmaktadır. $N_1>0$ olduğunda alternatif hipotez reddedilmekte ve heterojen nedensellik sonucuna ulaşılarak birimden birime farklılaşan nedensellik vardır sonucuna ulaşılmaktadır.

Hipotezlerin sınanarak nedensellik testini yapabilmek için Dumitrescu – Hurlin yaptıkları çalışmada Wald test istatistiğini düzenleyerek W^{HNC} test istatistiği geliştirmişlerdir[134].

$$W_{N,T}^{Hnc} = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} W_{i,T} \qquad (2.28)$$

Bu test istatistiğinde $W_{i,T}$; i. kesit için bireysel Wald istatistiklerini ifade etmektedir. $W_{i,T} = (T-2K-1)\left(\frac{\tilde{\varepsilon}_i \phi_i \tilde{\varepsilon}_i}{\tilde{\varepsilon}_i M_i \tilde{\varepsilon}_i}\right), \quad i=1,...,N$ şeklinde hesaplanmaktadır. Oluşturulan Wald test istatistiği k serbestlik dereceli χ^2 dağılımına uygunluk göstermektedir. T değerleri küçük olduğunda standardize edilen test istatistiğinin kullanılması gerektiğini ifade etmişlerdir. Standardize edilen Wald test istatistiği aşağıdaki şekilde hesaplanmaktadır[135];

$$Z_N^{Hnc} = \frac{\sqrt{N}\left[W_{N,T}^{Hnc} - N^{-1}\Sigma_{i=1}^{N} E(W_{i,T})\right]}{\sqrt{N^{-1}\Sigma_{i=1}^{N} Var(W_{i,T})}} \rightarrow_{N\rightarrow\infty}^{d} N(0,1) \qquad (2.29)$$

Standardize edilen bu test istatistiği yatay kesit birim sayısının düşük olduğu durumlarda güçlü sonuçlar vermektedir. Ek olarak modelde uygun gecikme uzunluğunun belirlenmesi sırasında ortaya çıkan bir hata nedensellik testinin

[134] Elena Ivona Dumitrescu, Christophe Hurlin, **a.e.**, s. 1453.
[135] Elena Ivona Dumitrescu, Christophe Hurlin, **a.e.**, s. 1454.

sonuçlarını etkileyememektedir. Standardize edilebilmesi için kullanılan denklemde yer alan varyans ve ortalama değerleri aşağıdaki şekilde hesaplanmaktadır[136];

$$E(\tilde{W}_{i,\mathrm{T}}) = \mathrm{K} \times \frac{(T-2K-1)}{(T-2K-3)} \tag{2.30}$$

$$Var(\tilde{W}_{i,T}) = 2K \times \frac{(T-2K-1)^2 \times (T-K-3)}{(T-2K-3)^2 \times (T-2K-5)} \tag{2.31}$$

Bu denklemler zaman boyutunu ifade eden T, T≥6+2K'yı karşıladığı sürece hesaplanabilmektedir.

Dumitrescu-Hurlin panel nedensellik testinin avantajlarından biri de birimler boyunca gecikme uzunluğu farklılık gösterdiği durumda ve dengesiz panelde kullanıldığında etkin sonuçlar verebilmesidir. Dumitrescu-Hurlin avantajlar için test istatistiğini geliştirerek aşağıdaki şekilde hesaplanmaktadır[137];

$$\tilde{Z}_N^{Hnc} = \frac{\sqrt{N}\left[W_{N,T}^{Hnc} - \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} E(\tilde{W}_{i,T}) \right]}{\sqrt{\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} Var(\tilde{W}_{i,}T)}} \tag{2.32}$$

Dumitrescu-Hurlin panel nedensellik testi uygulanırken iki test istatistiği birlikte kullanılarak hipotezler sınanmaktadır.

Dumitrescu-Hurlin panel nedensellik testinin özellikleri şu şekilde sıralanabilmektedir;

1. Heterojen panel veri modellerinde kullanılmaktadır.
2. Test homojen nedensel ilişkisizlik temel hipotezini, heterojen nedensel ilişki hipotezine karşı sınamaktadır.

[136] Elena Ivona Dumitrescu, Christophe Hurlin, **a.e.**, s. 1455-1456.
[137] Elena Ivona Dumitrescu, Christophe Hurlin, **a.e.**, s. 1455.

3. Dengesiz panel veri setlerinde kullanıldığında etkin ve güvenilir sonuçlar verebilmektedir.
4. Her değişken için ayrı ayrı olacak şekilde uygun gecikme uzunluğunun belirlenmesine olanak sağlamaktadır. Birimler boyunca gecikme uzunluğu farklılık göstermektedir.
5. Birimler arası korelasyon olduğu durumda kullanılabilmektedir.

2.3.9. Canning ve Pedroni Panel Nedensellik Testi

Canning ve Pedroni (2008), durağan olmayan fakat eşbütünleşik iki seri arasındaki uzun dönemli nedensellik ilişkisini araştırabilmek için bir test geliştirmişlerdir[138].

Yaptıkları çalışmada "g" ve "y" adı verdikleri seriler durağan olmayan birim köke sahip serilerdir fakat aralarında eşbütünleşme ilişkisi olduğu sonucuna ulaşmışlardır[139].

Bu iki değişkene ait seriler arasında nedensellik sınaması yapabilmek için dinamik bir hata düzeltme modeli elde edilerek bu model tahmini içinde iki aşamadan oluşan bir süreç takip edilmektedir.

İlk aşamada eşbütünleşme ilişkisi olup olmadığı araştırılır, bu eşbütünleşme ilişkisi maksimum olabilirlik tahmin yöntemi (ML) veya değiştirilmiş en küçük kareler yöntemi (FMOLS) ile tahmin edilmektedir.

İkinci aşamada eşbütünleşme ilişkisinden hareketle hata terimi elde edilmekte ve bu hata terimi kullanılarak hata düzeltme modeli tahmin edilmektedir. Bu hata terimi aşağıdaki şekilde ifade edilmektedir[140];

$$\hat{e}_{it} = g_{it} - \hat{\alpha}_i - \hat{b}_t - \hat{\beta}_i y_{it} \qquad (2.33)$$

[138] Ferda Yerdelen Tatoğlu, "**Panel Zaman Serileri Analizi Stata Uygulamalı**", İstanbul, Beta, 2. Baskı, 2018, s. 157.
[139] David Canning, Peter Pedroni, "**Infrastructure, Long-Run Economic Growth and Causality Tests for Cointegrated Panels**", The Manchester School, 2008, s. 509.
[140] David Canning, Peter Pedroni, **a.e.,** s. 512.

Daha sonra aşağıdaki hata düzeltme modeli tahmin edilmektedir;

$$\Delta g_{it} = c_{1i} + \lambda_{1i}\hat{e}_{it-1} + \Sigma_{j=1}^{K}\varphi_{11ij}\Delta g_{i,t-j} + \Sigma_{j=1}^{K}\varphi_{12ij}\Delta y_{i,t-j} + \varepsilon_{1it}$$
$$\Delta y_{it} = c_{2i} + \lambda_{2i}\hat{e}_{it-1} + \Sigma_{j=1}^{K}\varphi_{21ij}\Delta g_{i,t-j} + \Sigma_{j=1}^{K}\varphi_{22ij}\Delta y_{i,t-j} + \varepsilon_{2it} \quad (2.34)$$

Bu modellerde e_{it} değişkenlerin dengeden ne kadar uzakta olduğunu ifade eden hata düzeltme değişkenidir. Modellerde bulunan değişkenler arasında oluşabilecek uzun dönemli bir ilişkinin geçerli olabilmesi için hata düzeltme katsayıları olan λ_{1i}, λ_{2i}'den en az birinin sıfırdan farklı olması gerekmektedir.

Çalışmada iki temel önerme belirtilmiştir. Bu önermeler şunlardır[141];

1.Gecikmeli denge eşbütünleşmesine ilişkin katsayı olan λ_2'nin sıfır olduğu durumda, g_{it} değişkeni y_{it} üzerinde uzun dönemli bir etkiye sahip değildir. Aynı şekilde gecikmeli denge eşbütünleşmesine ilişkin katsayı olan λ_2'nin sıfır olduğu durumda y_{it} değişkeni g_{it} değişkeninin üzerinde uzun dönemli bir etkiye sahip değildir.

2. Δy_t ve Δg_t için gecikmeli denge eşbütünleşmesine ilişkin katsayıların oranı $-\lambda_2 / \lambda_1$, g_{it}'nin y_{it} değişkeni üzerindeki uzun dönemli ilişkinin etkisi ile aynı işarete sahiptir.

İki aşamalı tahminin avantajı sistemde yer alan tüm değişkenlerin durağan olmasıdır. Bundan dolayı da tutarlı tahminler elde edilmektedir. Canning ve Pedroni panel nedensellik testini kullanarak nedenselliği sınayabilmek için öncelikle yapılması gereken testler bulunmaktadır. Bunlardan ilki parametre homojenliğinin incelenmesi için yapılan Wald testidir. Wald test istatistiği $\sum_{i=!}^{N}\sigma_{\theta}^{-2}(\hat{\theta}_I - \bar{\theta})^2$ şeklinde hesaplanmaktadır. Grup ortalama testi ve Lambda Pearson testi yapılarak uzun dönemde nedensel bir etki varlığı olup olmadığı sınanmaktadır. Grup ortalama testi

[141] David Canning, Peter Pedroni, **a.e.,** s. 513.

her bir ülkenin örnek ortalamasına dayanmaktadır. Grup ortalama testi için ilk olarak grup ortalama panel tahmini hesaplanmaktadır[142];

$$\bar{\lambda}_2 = N^{-1}\sum_{i=1}^{N}\hat{\lambda}_{2i} \qquad (2.35)$$

Daha sonra g_{it} değişkenin y_{it} değişkeni üzerindeki uzun dönemde nedensel bir etkisi olup olmadığını ifade eden temel hipotez test edilmektedir. Bunun için ortalama grup panel testi yapılmaktadır. Ortalama grup panel test istatistiği aşağıdaki şekilde hesaplanmaktadır;

$$\bar{t}_{\lambda_2} = N^{-1}\sum_{i=1}^{N}\hat{\lambda}_{2i} \qquad (2.36)$$

Burada $\lambda_{2i} = 0$ temel hipotezi için, standart normal dağılıma sahip bireysel testlerdir[143].

Lambda-Pearson panel testi p değerlerini kullanmaktadır, Lambda-Pearson test formu şu şekildedir; $P_{\lambda_2} = -2\sum_{i=1}^{N}\ln p_{\lambda_{2i}}$ burada da $\lambda_{2i} = 0$ temel hipotezi için, p değerlerinin logaritması alınarak bu şekilde t testi yapılmaktadır. Serbestlik derecesi 2N olmak üzere χ^2 dağılımına uygunluk göstermektedir.

İki testinde temel hipotezi aynı şekilde kurulmaktadır. Dikkat edilmesi gereken konu eğer λ_{2i} heterojen bir yapıya sahipse, yapılan bu iki testin yorumu farklılaşmaktadır. İlk olarak yapılan ortalama grup panel testi $(\bar{t}_{\lambda 2})$, $\hat{\lambda}_{2i}$'nin negatif ve pozitif olma durumuna göre değer alabilen çift taraflı yani iki kuyruklu bir testtir.

Alternatif hipotez ise panel için ortalamanın sıfırdan farklı olması ($\lambda_{2i} \neq 0$) şeklinde eşitsizlik olarak kurulabilmektedir. Lambda- Pearson panel testi (P_{λ_2})

[142] David Canning, Peter Pedroni, **a.e.**, s. 518.
[143] Ferda Yerdelen Tatoğlu, **a.g.e.**, s. 159.

yalnızca pozitif değerler alabilir bu nedenle tek taraflı bir testtir. $\hat{\lambda}_{2i}$'nin temel ve alternatif hipotez altında pozitiftir[144].

Bu iki test parametreler kullanılarak heterojenlik durumunda bilgilendirici olmaktadırlar. Son olarak işaret oranı için panel tabanlı testler oluşturulur bu oluşturulan testler grup ortalaması veya Lambda-Pearson testi kullanılarak elde edilmektedir. İşaret oranı Cauchy dağılımını takip etmektedir, bu dağılım için medyan hesaplanmaktadır[145]. Bunun için de birim bazında grup medyan tahmini yapılmaktadır.

2.3.10. Hatemi-J Asimetrik Panel Nedensellik Testi

Hatemi-J asimetrik panel nedensellik testi, Abdulnasser Hatemi-J (2012) tarafından literatürde eksik olan asimetri durumu göz önüne alınarak geliştirildiğinden dolayı oldukça önemli bir testtir. Literatürde mevcut olan tüm testlerde olumlu bir şokun etkisinin olumsuz bir şokun etkisiyle aynı olduğu varsayılarak nedensellik ilişkisi araştırılmıştır. Hatemi-J bu durumun kısıtlayıcı bir varsayım olduğunu ileri sürerek asimetrik panel nedensellik testini geliştirmiştir.

Ekonometri literatürüne asimetri kavramının varlığının yer alması, Granger ve Yoon (2002) tarafından yapılan çalışmalarda zaman serileri arasındaki saklı eşbütünleşme ilişkisi kavramı ile sağlanmıştır[146]. Granger ve Yoon (2002) yaptıkları araştırmada yer alan serilerin negatif (olumsuz) veya pozitif (olumlu) şoklara karşı ortak yani aynı şekilde cevap vermeleri durumunda aralarında eşbütünleşme ilişkisinin nasıl olacağını incelemişlerdir. Bu inceleme sonucunda görünürde aralarında ilişki bulunmayan seriler arasında aslında saklı bir ilişki olabileceğini ileri sürmüşlerdir. Saklı ilişki olduğu durumda yalnızca pozitif ve yalnızca negatif şoklar arasında bir etkileşim meydana gelebilmekte ve bu etkileşim saklı ilişki olarak isimlendirilmektedir. Bu durumda saklı eşbütünleşme kavramı ortaya çıkmış ve literatürde asimetrik ilk test Granger ve Yoon saklı eşbütünleşme testi olmuştur.

Asimetrik etki kavramı olumlu bir şokun etkisi ile olumsuz şokun etkisinin aynı olmadığını ifade etmektedir. Örneğin insanların olumsuz haberlere ve olaylara

---

[144] David Canning, Peter Pedroni, **a.g.e**., s. 519.
[145] David Canning, Peter Pedroni, **a.e.,** s. 520.
[146] Mücahit Aydın, "**Asimetrik Panel Nedensellik Testi: Gelişmekte Olan Ülkelerin Borsaları Üzerine Bir Uygulama"**, Sakarya Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 2016, s. 86.

verdiği tepki ile olumlu olay ve haberlere verdiği tepkiler aynı olmamaktadır. Finansal piyasalar olumsuz yani negatif şoklardan daha çok etkilenmekte ve elde edilen finansal getiriler asimetrik etki altında elde edilmiş olmaktadır. Yatırımcılar ise olumsuz haberlere olumlu haberlerden daha fazla tepki verme eğilimindedir. Bunlardan dolayı nedensellik sınaması yapılırken asimetri durumunun dikkate alınarak bir nedensellik testi yapmak önem arz etmektedir. Eğer serilerde asimetri durumu varken simetri durumu varsayılarak nedensellik sınaması yapılırsa elde edilen sonuçlar etkin olmayacaktır.

Hatemi-J (2012) yaptığı çalışmada asimetrik nedensellik analizini geliştirmiştir. Geliştirdiği asimetrik panel nedensellik testi için rassal yürüyüş süreci olarak tanımlanan iki değişkene ait model aşağıda verilmektedir[147].

$$y_{1t} = y_{1t-1} + \varepsilon_{1t} = y_{10} + \sum_{i=1}^{t} \varepsilon_{1i}$$
$$y_{2t} = y_{2t-1} + \varepsilon_{2t} = y_{20} + \sum_{i=1}^{t} \varepsilon_{2i} \qquad (2.37)$$

Burada t =1,2,3,…,T olmak üzere y_{10} ve y_{20} sabitleri başlangıç değerlerini ifade etmektedir. ε_{1i} ve ε_{2i} ise beyaz gürültü özelliğine sahip hata terimlerini ifade etmektedir. Her bir değişkenin pozitif (olumlu) ve negatif (olumsuz) şokları kümülatif (birikimli) olarak tanımlanarak aşağıdaki şekilde ifade edilmektedir;

$$Y_{1t}^{+} = \sum_{i=1}^{t} \varepsilon_{1i}^{+} \quad Y_{1t}^{-} = \sum_{i=1}^{t} \varepsilon_{1i}^{-} \quad Y_{2t}^{+} = \sum_{i=1}^{t} \varepsilon_{2i}^{+} \quad Y_{2t}^{-} = \sum_{i=1}^{t} \varepsilon_{2i}^{-} \qquad (2.38)$$

Birikimli şoklar tanımlandıktan sonra pozitif birikimli şoklar arasında nedensellik ilişkini incelemek için $Y_t^{+} = (Y_{1t}^{+}, Y_{2t}^{+})$ olduğu varsayılarak p gecikmeli vektör otoregresif VAR(p) model aşağıdaki şekilde oluşturulmaktadır[148];

[147] Abdulnasser Hatemi-J, "**Asymmetric Causality Tests With An Application**", Empirical Economics, 2012, s. 449.
[148] Abdulnasser Hatemi-J, **a.e**., s. 449.

$$y_t^+ = v + \mathrm{A}_1 y_{t-1}^+ + ... + \mathrm{A}_p y_{t-1}^+ + u_t^+ \qquad (2.39)$$

Burada Y_t^+ (2x1) boyutunda değişken vektörünü, u_t^+ 2×1 boyutunda hata terimleri vektörünü ifade etmektedir, p otoregresif modeldeki gecikme sayısını $\mathrm{A_r}$ ise r=(1,2,….,p) olmak üzere (2x2) boyutunda parametre matrisini ifade etmektedir. Aynı model negatif birikimli şoklar için de kurulmaktadır. Negatif birikimli şoklar arasında nedensellik incelemek için $Y_t^- = (Y_{1t}^-, Y_{2t}^-)$ olduğu varsayılarak p gecikmeli vektör otoregresif VAR(p) model aşağıdaki şekilde oluşturulmaktadır;

$$y_t^- = v + \mathrm{A}_1 y_{t-1}^- + ... + \mathrm{A}_p y_{t-1}^- + u_t^- \qquad (2.40)$$

Burada y_t^- (2x1) boyutunda değişken vektörünü, u_t^- (2x1) boyutunda hata terimleri vektörünü ifade etmektedir, p otoregresif modeldeki gecikme sayısını $\mathrm{A_r}$ ise r=(1,2,….,p) olmak üzere (2x2) boyutunda parametre matrisini ifade etmektedir.

Uygun gecikme uzunluğu HJC bilgi kriteri kullanılarak seçilir. HJC bilgi kriteri aşağıdaki şekilde hesaplanmaktadır[149];

$$HJC = \ln\left(\left|\widehat{\Omega}_j\right|\right) + j\left(\frac{n^2 \ln T + 2n^2 \ln(\ln T)}{2T}\right), \quad j = 0,..., p \qquad (2.41)$$

Nedensellik testi temel hipotezi nedenselliğin olmadığını ileri sürerek aşağıdaki şekilde ifade edilmektedir;

$$H_0 : C\beta = 0$$

Bu temel hipotez Wald test istatistiği ile sınanmaktadır. Wald test istatistiğini tanımlamak için aşağıdaki ifadelerden yararlanılmaktadır[150];

[149] Abdulnasser Hatemi-J, **a.e**., s. 450.
[150] Abdulnasser Hatemi-J, **a.e.**, s. 451.

$$
\begin{aligned}
&Y := (y_1^t, ..., y_T^+)\ \ (n \times T)\ \textit{matris},\\
&D := (v, \mathrm{A}_1, ..., A_p)\ \ (n \times (1+np))\ \textit{matris},\\
&Z_t := \begin{bmatrix} 1 \\ y_t^+ \\ y_{t-1}^+ \\ \vdots \\ y_{t-p+1}^+ \end{bmatrix}\ ((1+\mathrm{np}) \times 1)\ \mathrm{matris},\ \ t = 1, ..., \mathrm{T},\\
&\mathrm{Z} := (Z_0, ..., Z_{T-1})\ ((1+\mathrm{np}) \times \mathrm{T})\ \mathrm{matris},\ \textit{ve}\\
&\delta := (u_1^+, ..., \mathrm{u}_T^+)\ \ (n \times T)\ \textit{matris}.
\end{aligned}
\tag{2.42}
$$

Daha sonra VAR(p) modeli aşağıdaki şekilde tanımlanmaktadır;

$$Y = DZ + \delta \tag{2.43}$$

Son aşama olarak Wald test istatistiği aşağıdaki şekilde hesaplanmaktadır[151];

$$Wald = (C\beta)' \left[C((Z'Z)^{-1} \otimes S_U)\mathrm{C}^{!} \right]^{-1} (C\beta) \tag{2.44}$$

Bu Wald test istatistiği asimptotik olarak χ^2 dağılımına sahiptir.

2.4. Panel Nedensellik Testlerinin Karşılaştırılması

Bu başlık altında literatürde yer alan panel zaman serileri nedensellik testlerinin birbirinden farklı özelliklerine, avantajlarına ve varsa eleştirilen taraflarına değinilerek testler karşılaştırılacaktır.

1. Holtz-Eakin Panel Nedensellik Testi;
   - Bu test, durağan yapıda olan VAR modellere dayanmaktadır.
   - Diğer testlerden farklılaştığı temel nokta ise yatay kesitlerin sabit etkileri modele dahil edilmektedir.
   - Test, homojen panel veri modellerinde kullanılmaktadır.

[151] Abdulnasser Hatemi-J, **a.e.**, s. 451.

2. Nair-Reichert ve Weinhold Panel Nedensellik Testi;
    - Bu test, Holtz-Eakin panel nedensellik testinden yola çıkarak oluşturulmuştur.
    - Test, hem homojen hem de heterojen panel veri modellerinde kullanılmaktadır.
3. Choe Panel Nedensellik Testi;
    - Bu test, kendinden önceki testlerde bulunan soruna değinmiş ve bunu çözmek için bir süreç izlemiştir. Bu sorun ise dinamik panellerde bulunan içsellik durumudur. Testte temel olarak içsellik sorunu üzerinde durulmakta ve bu durumu çözecek şekilde test önerilmektedir.
4. Venet ve Hurlin Panel Nedensellik Testi;
    - Bu test, Holtz-Eakin panel nedensellik testine dayanmaktadır.
    - Test süreci aşamalı olarak gerçekleşmekte, aşamalı hipotezler ile test süreci oluşturulmaktadır. Diğer testlerden temel farkı da aşamalı olması ve aşama sonucunda elde edilen bulgular ışığında diğer aşamaların tamamlanmasıdır.
    - Test, hem homojen hem de heterojen panel veri setlerinde kullanılabilmektedir.
5. Hurlin Panel Nedensellik Testi;
    - Bu test, Granger testinin heterojen panellere uygulanmış halidir. Heterojen panel veri modellerinde kullanılmaktadır.
    - Testin mantığı Im, Pesaran, Shin (2003) panel birim kök testi ile aynıdır.
6. Kónya Panel Nedensellik Testi;
    - Bu testin temelinde görünürde ilişkisiz regresyon adı verilen (SUR) tahmincileri yer almaktadır. Testin uygulandığı denklem sistemi SUR sistemine dayalı olarak oluşturulmaktadır.
    - Test, panel veri modelinde birimler arası korelasyon (yatay kesit bağımlılık) olduğu durumlarda kullanılabilmektedir.

- Bu testte hem panelin tümü, hem de panel veri setinde yer alan her bir birim için ayrı ayrı nedensellik ilişkisi araştırılmakta ve yorumlanabilmektedir.
- Birimlere ait her bir VAR eşitliği için ayrı ayrı olacak şekilde Wald test istatistiği hesaplanmaktadır.
- Test heterojen panel veri modellerinde kullanılabilmektedir.
- Birim kök testi ve eşbütünleşme testlerinin yapılmasına ihtiyaç yoktur. Değişkenlerin durağanlık ve eşbütünleşik olma ön koşulu aranmamaktadır.
- Testte bootstrap kritik değerleri kullanılır. Bootstrap yöntemi heteroskedasite ve otokorelasyon gibi karşılaşılabilecek sorunları göz önünde bulundurarak hesaplama yapar ve bu sorunları ortadan kaldırmaktadır. Test uygulanırken bootstrap kritik değerleri her bir birime özgü olacak şekilde hesaplanmaktadır.

7. Emirmahmutoğlu ve Köse Panel Nedensellik Testi;
   - Bu test, heterojen panel veri modellerine uygulanan basit bir Granger testidir.
   - Toda-Yamamoto temeline dayanmaktadır. LA- VAR yaklaşımından yola çıkarak model kurulmuş ve bu model üzerine test gerçekleştirilmiştir.
   - Test bootstrap özelliğine sahip bir nedensellik testidir.
   - Hem tüm panel, hem de panel veri setinde yer alan her bir birim için ayrı ayrı sonuç vermektedir. Bundan dolayı hem tüm panel hakkında hem de panel veri setinde yer alan birimler bazında ayrı ayrı yorum yapılabilmektedir.
   - Birimler arası korelasyon olduğu durumda kullanılabilmektedir.
   - Değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisi olmadığında kullanılabilir.
   - Ön koşul ve testler yapılması gerekmemektedir. Birim kök testi ve eşbütünleşme testinin yapılmasına ihtiyaç duyulmaz fakat maksimum bütünleşme derecesi (dmax) belirlenmesi için durağanlık analizi yapılır ve durağanlık mertebeleri incelenmektedir.

- Panelde yer alan birimler için ayrı ayrı olacak şekilde VAR modeli tahmin edilir. Birim test istatistiklerinden Fisher tarafından geliştirilmiş olan meta analizi yaklaşımıyla birleştirilerek yeni test istatistiği elde edilmektedir. Elde edilen bu test istatistiği tüm birimler için ortak nedensellik analizi yapmaktadır.
- Değişkenlere ait seriler farklı dereceden durağan olabilmektedirler.

8. Dumitrescu – Hurlin Panel Nedensellik Testi;
    - Bu test, heterojen panel veri modellerinde kullanılmaktadır.
    - Dengesiz panel veri setlerinde kullanıldığında etkin ve doğru sonuçlar vermektedir.
    - Test birimler arası korelasyon olduğu durumda etkin sonuçlar vermektedir.
    - Her değişken için ayrı ayrı olacak şekilde uygun gecikme uzunluğunun belirlenmesine olanak sağlamaktadır. Birimler boyunca gecikme uzunluğu farklılık göstermektedir.
    - Hipotezlerinden dolayı diğer testlerden farklılaşmaktadır. Bu test homojen nedensel ilişkisizlik hipotezini, heterojen nedensel ilişki hipotezine karşı sınamaktadır. Testte kurulan hipotezlerde temel hipotez tüm panel için homojen panel nedensellik olmadığı, alternatif hipotez ise en az bir birime ait değişkenler için nedenselliğin olduğunu ifade etmektedir. Böylece temel hipotezin homojen, alternatif hipotezin ise heterojen olduğu bir sonuç bulunmaktadır.
9. Canning ve Pedroni Panel Nedensellik Testi;
    - Bu test, durağan olmayan fakat aralarında eşbütünleşme ilişkisi bulunan seriler arasında uzun dönemli nedensellik ilişkisini araştırmak için kullanılmaktadır.
    - Heterojen panel modellerinde kullanılmaktadır.
10. Hatemi-J Asimetrik Panel Nedensellik Testi;
    - Bu testi diğer testlerden ayıran özelliği asimetri durumunu göz önünde bulundurmasıdır. Literatürde diğer tüm testlerde olumlu şok etkisi ile olumsuz şok etkisi aynıdır yani simetriktir.

- Bu test, asimetri durumunu göz önünde bulundurarak bu eksikliği gidermektedir.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

3. KAMU HARCAMALARI İLE EKONOMİK BÜYÜME ARASINDAKİ İLİŞKİNİN PANEL NEDENSELLİK ANALİZİ

Bu bölümde öncelikle kamu harcamalarından ve ekonomik büyümeden kısaca bahsedilecek olup kamu harcamaları artış teorileri açıklanacaktır. Daha sonra kamu harcamaları ve ekonomik büyüme arasındaki panel nedensellik ilişkisi analiz edilerek, literatürde yer alan Wagner Hipotezi'nin geçerliliği sınanacaktır.

Devletler geçmişten günümüze gelindiğinde birçok faaliyetin gerçekleşmesi açısından oldukça önemli bir rol oynamaktadır. Bu faaliyetler ise toplumun ihtiyaç duyduğu tüm hizmetler olarak tanımlanabilmektedir. Faaliyetlerin devlet tarafından yerine getirilebilmesi için kamu harcamalarına ihtiyaç duyulmaktadır. Diğer bir ifadeyle kamu harcamaları devletin gerekli ihtiyaçlarını karşılamak için yaptığı giderler bütünüdür.

Ekonomik büyüme tüm ülkelerde önemli bir faktördür. Gelişmekte olan ülkeler için belirli bir düzeyin üstünde olması ve gelişmiş ülkelerin ise büyüme hızını korumaları ekonomik hedeflerindendir. Ekonomik büyümede meydana gelen bir gelişmede istihdamın arttığı, kamu ve özel sektörün gerçekleştirdiği hizmetin kalitesinin arttığı gözlemlenmektedir. Bu sebeplerden dolayı kamu harcamaları ve ekonomik büyüme tüm toplumlarda oldukça önemli bir yer tutmaktadır.

Bir ülkenin refah seviyesi incelenirken dikkat edilen faktörlerin başında kamu harcaması ve ekonomik büyüme gelmektedir. Literatürde kamu harcaması ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki birçok çalışmada ele alınmış, birbirlerini nasıl etkiledikleri tartışma konusu olmuştur.

Genel olarak yapılan çalışmalara bakıldığında iki olgu üzerinde durulmuştur bunlar; Wagner Hipotezi ve Keynes Görüşüdür. Wagner Hipotezi'nde; ekonomik büyümenin kamu harcamasını etkilediği, toplumda meydana gelen ekonomik büyüme ile birlikte sanayileşmenin, istihdam oranının artacağı bundan dolayı da burada ihtiyaç duyulacak giderler için kamu harcamasının artış eğilimi göstereceği ileri sürülmüştür.

Ülkelerde büyüme gerçekleşip zenginleşme arttığında kamu harcamalarındaki artışın kaçınılmaz olacağı ifade edilmiştir.

Keynes Görüşü'nde ise Wagner Hipotezi'nin tam tersi olarak kamu harcamalarının ekonomik büyümeyi etkilediği ifade edilmiştir. Keynes kamu harcamalarında meydana gelen artışın çarpan mekanizmasıyla dalgalanmaları düzelteceğini ve ekonomik büyümeyi arttıracağını ileri sürmüştür.

3.1. Dar ve Geniş Anlamda Kamu Harcamalarının Tanımı

Kamu harcamaları hakkında herkesin kabul ettiği ve içselleştirdiği ortak bir tanımlama yapmak oldukça zor olmaktadır. Toplumlarda yer alan devlet kavramının ve fonksiyonlarının değişkenlik göstermesi bu zorluğa başlıca nedenlerden biri olarak gösterilebilmektedir[152].

Devletin, gerekli ihtiyaçlarını karşılayabilmesi ve topluma karşı görevlerini yerine getirebilmesi için bazı belli başlı harcamalar yapması gerekmektedir. Bu harcamalar devletin varlığını sürdürebilmesi, fonksiyonlarını yerine getirebilmesi için gerekli olmaktadır.

Kamu sektörünün oluşması ve bu kavramın ortaya çıkması aslen kamuyla ilgili ihtiyaçların giderilmesi anlamı taşımaktadır. Kamu sektöründeki ihtiyaçların karşılanması devletin başlıca görevlerinden biri olmaktadır. Bundan dolayı da "Kamu harcamaları kamu hizmetlerinin gerçekleşebilmesini sağlamak amacıyla ortaya çıkmıştır." tanımı literatürde en fazla kabul gören ve en genel tanım olmaktadır[153].

Kamu harcamaları en genel olacak şekilde kamu ihtiyaçlarını gidermek için yapılan ödemeler olarak tanımlanabilmektedir. Başka bir söylemle modern bir tanıma göre ise kamu harcamaları; hem ülkenin genel ekonomisine müdahale etmek hem de toplumun gerekli ihtiyaçlarına cevap verebilmek amacıyla yapılan harcamaların tümü olarak ifade edilebilmektedir[154].

---

[152] Halil Nadaroğlu, **Kamu Maliyesi Teorisi**, Nihat Sayar Yardım Vakfı Yayınları, İstanbul, 1974.
[153] Özhan Uluatam, **Kamu Maliyesi**, İmaj Yayınevi, Ankara, 2012, s. 147.
[154] İbrahim Arısoy, **Türkiye'de Kamu Harcamaları ve Ekonomik Büyüme İlişkisi**, Discussion Paper, Ankara, 2005, s. 2.

Literatürde kamu harcamaları iki şekilde tasnif edilerek tanımlanmaktadır. Bu tasnif şekillerinden biri dar anlamda kamu harcamaları diğeri geniş anlamda kamu harcamalarıdır.

Dar anlamda kamu harcamaları, ülkede yer alan merkezi yönetimin üstlendiği ve yerine getirdiği hizmet, faaliyet ve görevler için kullanılan harcamaları ifade etmekte iken, geniş anlamda kamu harcamaları ise merkezi yönetimin yaptığı harcamaları, mahalli idarenin yaptığı harcamaları, merkezi ve mahalli idare kuruluşlarının ekonomik teşebbüslerini ve sosyal güvenlik çalışmaları amacıyla yapılan harcamaları kapsamaktadır[155]. Dar anlamda kamu harcamaları tek bir kolda işlev görürken geniş anlamda kamu harcamaları genel olarak tüm kolları içermektedir.

Literatürde yaygın olarak ifade edilen kamu harcamaları, geniş anlamda kamu harcamalarından ziyade dar anlamda kamu harcamalarından oluşmaktadır. Bunun nedenleri ise; geniş anlamda kamu harcamaları kapsamında yapılan harcamaların tutarlarının hesaplanmasının daha zor olması, fon akımının doğru olarak belirlenebilmesinin oldukça zahmetli ve güç olması, özel sektörlerin finansmanında kamunun payının net bir şekilde belirlenememesidir[156].

Dar anlamda kamu harcamaları öncelik olarak kurumun kişiliğine ve benliğine önem verirken, geniş anlamda kamu harcamaları daha kapsamlı olarak devletin ekonomik ve sosyal faaliyetlerinin hepsini kapsamaktadır[157].

Aşağıdaki tabloda ekonomik etkilere ve harcama kuruluşlarına göre kamu harcamalarının dar ve geniş anlamda sınıflandırılması yer almaktadır.

[155] Abdurrahman Akdoğan, **Kamu Maliyesi**, Gazi Kitabevi, Ankara, 2011, s. 64.
[156] Sinan Sönmez, **Kamu Ekonomisi Teorisi: Kamu Harcamalarında Etkinlik Arayışı**, Teori Yayınları, 1987, s. 6.
[157] Metin Erdem, Doğan Şenyüz, İsmail Tatlıoğlu, **Kamu Maliyesi**, Ekin Basım Yayın Dağıtım, 5.baskı, 2007, s. 29.

Tablo 3.1: Kamu Harcamalarının Geniş ve Dar Anlamda Sınıflandırılması

	DAR ANLAMDA KAMU HARCAMASI	GENİŞ ANLAMDA KAMU HARCAMASI
Ekonomik Etkilere Göre	Personel ödemeleri Tüketim malı alımları İnşaat ve onarım giderleri Borçlanma faiz giderleri	Vergi muafiyetleri istisnaları Özel bağışlar ve gönüllü hizmetler Mali sübvansiyonlar Devlet aktifinde azalma
Harcama Kuruluşuna Göre	Genel ve özel bütçeli kuruluşlar Yerel yönetimler	Kamu iktisadi teşebbüsleri Döner sermayeli kuruluşlar Sosyal güvenlik kurumları

Kaynak: Prof. Dr. Naci B. Muter, Prof. Dr. Kemal Çelebi, Prof. Dr. Süreyya Sakınç, Kamu Maliyesi, Manisa, 2008, s.51

Tablodan hareketle özetlemek gerekirse yapılan kamu harcamaları dar anlamda; Merkezi Devlet Örgütünü ve Yerel Yönetimleri ifade ederken, geniş anlamda kamu harcamaları; Kamu İktisadi Kuruluşlarını, Sosyal Güvenlik Kuruluşlarını, Merkezi Devlet Örgütünü ve Yerel Yönetimleri ifade etmektedir.

3.2. Kamu Harcamalarının Sınıflandırılması

Literatürde kamu harcamaları taşıdıkları niteliklere göre belli başlı gruplara ayrılarak sınıflandırılmıştır. Kamu harcamaları ekonomik, idari ve fonksiyonel olmak üzere harcamanın niteliğine ve alanlarına göre üç ana başlıkta sınıflandırılabilmektedir[158].

3.2.1. Ekonomik Sınıflandırma

Kamu harcamalarının ekonomik sınıflandırılması, meydana çıkan kamu harcamalarının toplam hasıla üzerindeki etkisini ifade etmektedir ve bu sınıflandırmada kamu harcamalarının Gayrisafi Yurtiçi Hasıla (GSYH) üzerinde meydana getirdiği etkiler genel olarak üç kola ayrışmaktadır. Bunlar ise cari, yatırım ve transfer harcamaları olarak isimlendirilmektedir[159].

Cari harcamalar; devletin tüketim yapabilmek amacıyla ihtiyaç duyulan tüm mallara ve hizmetlere yaptığı harcamalar olarak tanımlanabilmektedir[160].

Yatırım veya diğer bir adıyla sermaye harcamaları; kamunun üretim kapasitesinin arttırmak ve geliştirmek amacıyla satın aldığı üretim araçlarına harcadığı genel maliyetler toplamını ifade etmektedir. Yatırım harcamaları üretim seviyesini, üretim kapasitesini ve faktörlerin verimliliğini arttıran, mevcut kaynakların daha verimli hale gelmesini destekleyen mallara yapılan harcamaları ifade etmektedir[161].

Transfer harcamaları, genel anlamda üretimi teşvik etmek ve arttırmak amacıyla üreticilere sağlanan sübvansiyonlar, ihracat teşvikleri, devlet borçlarının faizi, sosyal sigorta yatırımları, sosyal güvenlik masrafları, refah seviyesi yükseltmek

[158] İsmail Türk, **Kamu Maliyesi**, Turhan Kitabevi, Ankara, 2005, s. 73.
[159]Nihat Işık, Mehmet Alagöz, **Kamu Harcamaları ve Büyüme Arasındaki İlişki**, Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 2005, s. 3.
[160] Akif Erginay, **Kamu Maliyesi**, Savaş Yayınları, 2005, s. 95.
[161] Abdurrahman Akdoğan, **a.g.e.**, s. 86.

için yapılan harcamalar, işsiz kalanlar için tazminat ödemeleri ve emekli ödenekleri gibi harcamalardan meydana gelmektedir[162].

3.2.2. İdari (Organik) Sınıflandırma

İdari sınıflandırma, devlet tarafından belirlenmiş olan kamu hizmetlerini gerçekleştirecek birimler arasındaki devlet bütçesinin paylaştırılmasını baz almaktadır. Bu sınıflandırmada önemli olan konu, devlete ait kuruluşların yapmış olduğu harcamaların idari yapıya uygun olarak ayrılmış olmasıdır. Gerçekleştirilen kamu harcamalarının nereye yapıldığını ve tutarını ifade etmektedir[163]. İdari sınıflandırma bazı kaynaklarda organik sınıflandırma olarak da ifade edilebilmektedir.

Kamu harcamalarını idari olarak sınıflandırabilmek için aynı birimin farklı dönemlerde yapmış oldukları harcamaları belli aralıklarda analiz etmek ve yorumlamak oldukça zor ve zaman açısından zahmetli olmaktadır. Bundan dolayı uluslararası kıyaslamalarda bu sınıflandırmadan faydalanılmamaktadır. Böylece idari sınıflandırmadaki yaşanan bu belli başlı zorluklardan dolayı ise daha çok fonksiyonel sınıflandırma yapılmaktadır[164].

3.2.3. Fonksiyonel Sınıflandırma

Fonksiyonel sınıflandırma, kamunun amacına uygun ihtiyaçlarını yerine getirebilmesi için yapılan kamu harcamaların özellikleri açısından sınıflandırılmasını ifade etmektedir. Fonksiyonel sınıflandırmada, ilgili kamu kurumun yaptığı harcamalar değil de bu harcamaların türü ve hangi hedefi yerine getirmek için yaptığı önemli olan ödemelerdir[165].

İdari sınıflandırmaya göre daha çok tercih edilen fonksiyonel sınıflandırma literatüre birçok önemli katkı sağlamaktadır. Bu katkılar aşağıda yer almaktadır[166].

---

[162] Sinan Sönmez, **Kamu Ekonomisi Teorisi: Kamu Harcamalarında Etkinlik Arayışı**, Teori Yayınları, 1987, s. 6-7.
[163] İsmail Türk, **Kamu Maliyesi**, Turhan Kitabevi, Ankara, 2008, s. 74.
[164] İsmail Türk, **a.e.,** s. 52-53.
[165] Ahmet Alkan Çelik, "**Ekonomik Büyüme ile Kamu Harcamalarının Nedensellik Analizi: Suudi Arabistan, B. A. Emirlikleri ve Kuveyt Uygulaması"**, Marmara Üniversitesi Ortadoğu Araştırmaları Enstitüsü Doktora Tezi, 2010, s. 10.
[166] Metin Erdem, Doğan Şenyüz, İsmail Tatlıoğlu**, Kamu Maliyesi**, Ekin Basım Yayın Dağıtım, 5. Baskı, 2007, s. 46.

-Kamunun genel ihtiyaçları karşılamak için üstlendiği sorumluluk kolay bir şekilde hesaplanabilmektedir,

-Kamu ihtiyaçlarının tüm maliyeti hesaplandığında, planlanan harcama miktarı kolay olarak ölçülebilmektedir. Aynı zamanda karşılanan ihtiyaçların birim maliyeti de hesaplanabilmekte ve bunları meydana getiren veya etkileyen göstergeler analiz edilebilmektedir. Bu da gerekli olmayan göstergelerin ortadan kaldırılmasına fayda sağlayarak kamu ihtiyaçlarının karşılanmasını daha verimli ve etkin hale getirmektedir.

-Gerçekleştirilen harcamanın maliyeti ile harcamanın uygulandığı ihtiyaç kolu ulaşılan faydayla birlikte karşılaştırılmakta ve böylece bütçe daha verimli ve etkin şekilde belirlenebilmektedir.

Bütçede yer almakta olan kamu harcamalarının fonksiyonel şekilde sınıflandırılması, uluslararası standartlara ve Genel Yönetim Muhasebe Yönetmeliği 337. Maddeye göre oluşturulmaktadır. Kamu harcamalarının fonksiyonel sınıflandırılmasında, uluslararası standartlar Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü (OECD) tarafından düzenlenerek yayınlanmış olan COFOG (The Classification of Functions of Government) kriterleri esas alınmaktadır. COFOG'a göre kamu harcamalarının fonksiyonel sınıflandırması iki düzeyde yapılmaktadır. Kamu harcamalarının genel işlevlerini ayırmak için birinci düzey fonksiyonel kodlar kullanılarak on adet sınıflandırma kullanılmaktadır ve bunlar aşağıda yer almaktadır[167];

- 1. Genel Kamu Hizmetleri,
- 2. Savunma Hizmetleri,
- 3. Kamu Düzeni ve Güvenlik Hizmetleri,
- 4. Ekonomik İşler ve Hizmetler,
- 5. Çevreyi Koruma Hizmetleri,
- 6. İskân ve Toplum Refahı Hizmetleri,
- 7. Sağlık Hizmetleri,
- 8. Dinlenme, Kültür ve Din Hizmetleri,

[167] Strateji ve Bütçe Başkanlığı, **Fonksiyonel Sınıflandırma Anahtarı**, Ankara, 2020, s. 1-9.

- 9. Eğitim Hizmetleri,
- 10. Sosyal Güvenlik ve Sosyal Yardım Hizmetleridir.

COFOG'da düzenlenen ikinci düzey ise birinci düzeylerin her birinin alt başlığı olarak dokuz maddede ifade edilir. Örneğin; "10" fonksiyonel bütçe kodu kullanan Sosyal Güvenlik ve Sosyal Yardım Hizmetlerinin başlığı dokuz alt başlığına bölünmüştür. Bunlar ise[168];

- 1.Hastalık, Malullük Yardımı Hizmetleri,
- 2. Yaşlılık Yardımı Hizmetleri,
- 3. Dul ve Yetim Aylığı Yardımı Hizmetleri,
- 4. Aile ve Çocuk Yardımı Hizmetleri,
- 5. İşsizlik Yardımı Hizmetleri,
- 6. İskân Yardımı Hizmetleri,
- 7. Sosyal Güvenliği Olmayanlara Sağlanan Hizmetler,
- 8. Sosyal Güvenlik ve Sosyal Yardımlara İlişkin Yapılan Araştırma ve Geliştirme Hizmetleri,
- 9. Sınıflandırmada Bulunmayan Sosyal Güvenlik ve Sosyal Yardım Hizmetleridir.

3.3. Kamu Harcamaları Artış Teorileri

Geçmiş dönemden günümüze gelindiğinde gelişmiş ülkelerde ve gelişmekte olanlarda kamu harcamaları artış eğilimi göstermektedir. Meydana gelen artış sebepleri farklı görüşlerle ifade edilerek yorumlanmıştır. Bu bölümde kamu harcamalarının artışına yönelik ortaya çıkan bazı teoriler ve görüşler açıklanacaktır. Açıklanacak teoriler; Peacock-Wiseman Sıçrama Tezi Yaklaşımı, Richard Musgrave Kamu Harcamaları Yaklaşımı ve Wagner Hipotezi'dir.

3.3.1. Peacock-Wiseman Sıçrama Tezi Yaklaşımı

Wagner tarafından ortaya atılmış olan kamu harcamalarının sürekli artış teorisi uzun dönemli bir analiz sonucunda elde edilmiştir. Bundan dolayı da kısa dönemli gerçekleşen dalgalanmalar ihmal edilmiştir. Peacock ve Wiseman'a göre meydana

[168] OECD, **COFOG (Classification of the Functions of Government),** 2011, Paris, s. 194-195.

gelen kamu harcamaları kısa dönemde de gerçekleşen dalgalanmalardan etkilenmektedir. Ülkede gerçekleşen savaş ve buhran gibi bazı durumlarda kamu harcamaları ani bir şekilde yükselişe geçmekte, böylece bu artış "sıçrama" olarak isimlendirilmektedir. Kamu harcamalarında zaman boyunca görülmekte olan ve kısa dönemde de ortaya çıkabilen artışlar ilk kez Alan T. Peacock ve Jack Wiseman tarafından ileri sürülen Sıçrama Tezi ile açıklanmıştır[169].

Peacock ve Wiseman İngiltere için yaptıkları çalışmada kamu harcamalarını 1890'dan 1950 yılına kadar araştırmışlardır. Bu araştırmanın sonucunda ülkede meydana gelen savaşlar, kıtlık, kriz, buhran gibi bunalım dönemlerinde yapılan söz konusu kamu harcamaların artarak sıçrama gösterdiğini, bunalım bittikten sonraki dönemlerde ise eski düzeyine düşmediklerini saptamışlardır. Savaş sonrası dönemde yapılan kamu harcamalarında bir düşüş meydana gelse dahi bunun eski düzeyinin daha üstünde gerçekleştiğini kamu gelir ve harcamalarının sürekli bir artış eğilimi gösterdiğini ifade etmişlerdir[170].

Peacock ve Wiseman'ın ileri sürdüğü kamu harcamalarındaki artış hipotezine göre doğal afet, savaş, buhran, kıtlık gibi olağanüstü durumların meydana geldiği dönemlerde devletin yaptığı kamu harcamaları özellikle başta savunma harcamaları olmak üzere artarak devam etmektedir. Savaş bittikten sonraki dönemde de savunma harcamaları azalmaktadır fakat savaş sırasında ihmal edilen diğer kamu harcamaları arttığından dolayı kamu harcamalarında bir düşüş yaşanmamaktadır.

3.3.2. Richard Musgrave Kamu Harcamaları Yaklaşımı

Richard Musgrave, Amerika Birleşik Devletleri için yaptığı çalışmada 1890 yılından 1948 yılına kadar yapılan kamu harcamalarının yükselişini gözlemlemiştir. Musgrave savaş ve savaşla ilgili nedenlerin, doğal afetlerin ve bu gibi olağanüstü hallerin genel olarak kamu harcamalarında bir artışa neden olduğunu ve kamu harcamalarındaki meydana gelen söz konusu bu artışın düzenli ve sürekli bir seyir göstermediğini ifade etmiştir. Bu ifadesinden sonra ek olarak Nitti'nin görüşlerini destekler biçimde ABD ekonomisinde savaş ve savunma harcamaları hariç

[169] Nihat Edizdoğan, **Kamu Maliyesi**, Güncelleştirilmiş 9.baskı, Ekin Kitabevi, Bursa, 2007, s. 56.
[170] Abdurrahman Akdoğan, **a.g.e.**, s. 72.

bırakıldığında kamu harcamalarında önemli ve sürekli bir artış olmadığını ileri sürmüştür[171].

3.3.3. Wagner Hipotezi

Kamu harcamaları ve ekonomik büyüme ilişkisini kendi perspektifi ile açıklayan Wagner Hipotezi genel literatürde "Kamu Harcamalarının Artışı Kanunu", "Devlet Faaliyetlerinin Artış Kanunu", "Kamu Genel Giderlerinin Artışı Kanunu", "Wagner Kanunu" olarak da isimlendirilmektedir[172]. Wagner Hipotezi Alman iktisatçı Adolph Wagner tarafından ortaya atılmıştır.

Adolp Wagner 19. Yüzyılda gerçekleştirdiği çalışmalarla kamu harcamaları ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Wagner, ekonomik büyüme olduğunda kamu harcamalarında bir artış meydana geleceğini ifade etmiştir. Diğer bir ifadeyle Wagner ekonomik büyümenin kamu harcamalarının bir nedeni olduğunu diğer bir söylemle ekonomik büyümeden kamu harcamalarına doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisinin var olduğunu ifade etmiştir[173].

Wagner, devlet faaliyetlerini gerçekleştirmek için yapılan kamu harcamalarının artması ile ekonomik büyüme arasındaki ortaya çıkan ilişkinin var olduğunu dile getiren ilk araştırmacı değildir; fakat ortaya çıkan ilişkiyi deneysel yöntemlerle ifade eden ve kanıtlama girişiminde bulunan ilk kişi olmuştur[174]. Wagner'in ekonomik büyüme ve kamu harcamaları arasında ifade ettiği bu ilişki literatürde Wagner Kanunu (1883) olarak yer almaktadır.

Wagner, ülkede gerçekleşen ekonomik büyümeden sonra kamu harcamalarında bir artış olacağını ileri sürmüştür. Wagner'e göre bu artışın bir kaynağı da sanayileşme olmuştur. Wagner çalışmasında elde ettiği bulgulardan dolayı ekonomik büyümeden kamu harcamalarına doğru bir nedensellik ilişkisi bulunduğu görüşünü ifade etmiştir. Bu görüş ise zamanla literatürde popülerlik kazanmıştır[175]. Wagner'in Hipotezi Keynes'in tam tersi yönündedir; Wagner kanununda nedensellik

---

[171] Nihat Edizdoğan, **a.g.e.,** s. 55.
[172] Halil Nadaroğlu, **Kamu Maliyesi Teorisi**, İstanbul: Beta Basım Yayım, 2000, s. 137-141.
[173] R. E. Wagner, W.E. Weber, "**Wagner's Law, Fiscal Institutions, and The Growth of Government**", National Tax Journal, 1977, s. 58-67.
[174] Tsangyao Chang, "**An Econometric Test of Wagner's Law for Six Countries Based on Cointegration and Error-Correction Modelling Techniques"**, Applied Economics, 2002, s.1157-1169
[175] R. E. Wagner, W.E. Weber, **a.g.e.**, s. 58-67.

ilişkisinin yönü ekonomik büyümeden kamu harcamalarına doğrudur diğer bir söylemle ekonomik büyüme kamu harcamalarına neden olmaktadır. Keynes'in görüşünde ise değişkenler arasındaki nedensellik ilişkisinin yönü kamu harcamalarından ekonomik büyümeye doğrudur, kamu harcamaları ekonomik büyümeye neden olmaktadır.

Wagner Hipotezi'ne göre kamunun faaliyetlerinin artmasının ve kamu sektörünün geniş bir alana yayılmasının nedenleri aşağıdaki şekilde ifade edilmektedir[176];

1. Modernleşme sürecinin ve sanayileşmenin özel sektör faaliyetlerinin kamu tarafından ikame edilmesine neden olması,
2. Reel gelirde meydana gelen artışın, gelir esnekliği yüksek olan harcamalara talebi arttırması;
3. Teknolojik ilerlemelerin ve kalkınmanın, tüm ekonomik faaliyetlerdeki etkinliği ve verimi arttırmak amacıyla hükümetin doğal tekelleri devralması şeklinde ifade edilebilmektedir.

Wagner hipotezinde altı model bulunmakta ve bu modeller aşağıda açıklamalı şekilde yer almaktadır.

Peacock ve Wiseman (1967) yaptıkları çalışmada bağımlı ve bağımsız değişkenlerin logaritmasını alarak modeli kurmuşlardır. Bu modelde, bağımlı değişken olan reel kamu harcamalarındaki (RGE) büyüme, bağımsız değişken olan reel GSYİH'deki (RGDP) büyümeye bağlıdır[177].

$$\ln RGE_t = \alpha_0 + \alpha_1 \ln(RGDP_t) + u_{1t} \qquad (3.1)$$

Gupta (1967) çalışmasında nüfus artışını dikkate alarak Wagner hipotezinin geçerliliğini test edebilmek amacıyla bir model kullanmıştır. Bu modelde, kişi başına düşen reel kamu harcamalarındaki (RGE/P) büyümenin, kişi başına düşen reel

[176] Norman Gemmell, **The Growth Of The Public Sector**, Edward Elgar Publishing, 1993, s. 104.
[177] Alan T. Peacock, Jack Wiseman, "**The Growth of Public Expenditure in the United Kingdom"**, London, Alan and Unwin, 1967, s. 322-323.

GSYİH'deki (RGDP/P) artışa bağlı olduğunu ileri sürmüştür. Modelde yer alan P nüfusu ifade etmektedir[178].

$$\ln\left(\frac{RGE_t}{P_t}\right) = \beta_0 + \beta_1 \ln\left(\frac{RGDP_t}{P_t}\right) + u_{2t} \qquad (3.2)$$

Goffman (1968) çalışmasında reel kamu harcamalarının (RGE) kişi başına reel GSYİH'deki (RGDP/P) büyümeye bağlı olduğunu vurgulayarak bir model kurmuştur[179]. Modelde reel kamu harcamaları bağımlı, kişi başına reel GSYİH ise bağımsız değişkeni ifade etmektedir.

$$\ln(RGE_t) = \theta_0 + \theta_1 \ln\left(\frac{RGDP_t}{P_t}\right) + u_{3t} \qquad (3.3)$$

Pryor (1968), çalışmasında modelde bağımlı değişken olarak toplam kamu harcamaları yerine kamu tüketim harcamalarını (GCE), bağımsız değişken olarak GDP'yi kullanarak açıklamıştır. Bu modelde nüfustaki artışın etkisini göz önünde bulundurulmamıştır[180].

$$\ln(\mathrm{GCE}_t) = \eta_0 + \eta_1 \ln(GDP_t) + u_{4t} \qquad (3.4)$$

R. A. Musgrave ve P. B. Musgrave (1989) yaptıkları çalışmada, nominal kamu harcamalarının nominal GSYİH (NGE/NGDP) içindeki payının ekonomik büyümenin kişi başına reel GSYİH'ye (RGDP/P) bağlı olduğunu ifade etmiş, modeli buna dikkat ederek kurmuşlardır[181].

[178] Gupta Honey, "**Public Expenditure for Economic Growth**", 1967
[179] Irving J. Goffman,"**Empirical Testing Of Wagners Law-Technical Note**" Public Finance-Finances Publiques, 1968, s. 359-366.
[180] Frederic L. Pryor, "**Public Expenditure in Communist and Capitalist Nations"**, George Allen and Unwin, London, UK, 1968.
[181] Richard Musgrave, Buchanan Musgrave, **Public Finance: In Theory and Practice**, Mc-Graw-Hill International, NewYork, NY, USA, 1989, s. 341.

$$\ln\left(\frac{NGE_t}{NGDP_t}\right) = \gamma_0 + \gamma_1 \ln\left(\frac{RGDP_t}{P_t}\right) + u_{5t} \qquad (3.5)$$

Mann (1980) çalışmasında Wagner Hipotezi'ni göreceli olarak yorumlamıştır. Modelde bağımsız değişken olarak kişi başına reel GSYİH yerine reel GSYİH'yi kullanmıştır. Ona göre, nominal GSYİH'deki nominal kamu harcamaları (NGE / NGDP) aşağıdaki gibi reel GSYİH'ye bağlı olmaktadır[182].

$$\ln\left(\frac{NGE_t}{NGDP_t}\right) = \lambda_0 + \lambda_1 \ln(RGDP_t) + u_{6t} \qquad (3.6)$$

3.4. Ekonomik Büyüme Tanımı

Ülkede belirli bir dönem boyunca üretimi yapılmış olan nihai mal ve hizmetlerin (Gayri Safi Yurt İçi Hasıla (GSYH)) piyasa değerinin kendinden bir önceki yıla göre artış sergilemesi durumu ekonomik büyüme olarak tanımlanmaktadır[183]. Ekonomik büyüme veya diğer bir adıyla iktisadi büyüme başka bir tanımında; sermaye ve emek gibi ekonomik faktörlerin arzında meydana gelen artışların ya da üretim aşamasında kullanılan faktörlerin hasıla oranında birim başına düşen hasıla miktarındaki artışın oluşturduğu yükselme olarak da tanımlanabilmektedir[184].

Ülkeler işleyiş ve yapı bakımından birbirlerinden farklılık göstermektedir, her ülkenin kendine özgü sosyal, siyasi ve kültürel anlamda değişik olması bu farklılığa neden olmaktadır. Bundan dolayı da ekonomik büyümeyi etkileyen faktörler her ülke için farklılık gösterebilir. Fakat ekonomistler tarafından oluşturulan ve tüm ülke yapıları için genelleştirilebilecek ortak dört belirleyici faktör oluşturulmuştur. Bu faktörler; işgücü, sermaye, doğal kaynaklar ve teknolojik gelişmelerdir[185].

---

[182] Arthur J. Mann, "**Wagner's Law: An Econometric Test for Mexico**", National Tax Journal, 1980, s.189-201.
[183] Olivier Blanchard, **Macroeconomics**, Londra, Pearson Education, 2017, s. 22.
[184] R.G. Lipsey, P.O. Steiner, D.D. Purvis, **Economics**, Harper and Row Publishers, New York, 1974, s. 732.
[185] Mehmet Tomanbay, Turgut Gümüş, **Genel Ekonomi**, Gazi Kitabevi. Ankara, 2004, s. 400-407.

3.5. Literatür Taraması

Kamu harcamaları ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki geçmişten günümüze farklı veri setleri oluşturularak çalışmalara konu olmuştur. Çalışmalarda oluşturulan farklı veri setleri ve analiz türleri ile iki değişken arasındaki ilişki incelenmiştir. Bu bölümde iki değişken arasındaki ilişkiyi araştırmak amacıyla literatürde yer alan ilk çalışmalardan, panel veri analizi kullananlardan ve çalışmasında birden fazla ülke bazında araştırma yaparak sonuç elde edenlerden bahsedilecektir.

Literatürde bu konuda yapılan araştırmaların başında gelen çalışma Daniel Landau'a (1983) aittir. Landua (1983) yaptığı çalışmasında, 1960-1976 yılları arasında oluşturduğu veri setini yıllar bazında bölümlere ayırmış, bu bölümlere regresyon analizi uygulamıştır[186]. Uygulama sonucunda kamu harcamaları ile ekonomik büyüme arasında bir ilişki olduğunu ve bu ilişkinin ise negatif (zıt) yönlü olduğunu ileri sürmüştür.

Rati Ram (1986) çalışmasında 115 ülkeye ait 1950-1980 yılları arasında kamu harcamaları ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi incelemiştir[187]. Çalışmada ülkeleri gelir seviyesine göre gruplara ayırarak elde ettiği her grup için yatay kesit boyutta OLS ile analiz yapmıştır. Elde ettiği bulgular ışığında çalışmada yer alan ülkelerin çoğunluğunda ekonomik büyüme kamu harcamasını etkilemekte sonucuna ulaşmıştır. Bundan dolayı bu çalışmada Wagner Hipotezi'nin geçerli olduğu sonucu elde edilmiştir.

Bhanoji Rao (1989) yaptığı çalışmada 48 ülkenin 1960-1980 yılları arasında kamu harcamaları ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi incelemiştir[188]. Çalışmada yer alan her ülke için Granger nedensellik testi uygulamıştır. Elde edilen bulgularda çalışmada yer alan ülkelerin bazılarında ekonomik büyümeden kamu harcamasına, bazılarında ise kamu harcamasından ekonomik büyümeye, bazılarında ise hem

[186] Daniel Landau, "**Government Expenditure and Economic Growth: A Cross-Country Study**", Southern Economic Journal, 1983, s. 783-792.
[187] Rati Ram,"**Government Size and Economic Growth: A New Framework and Some Evidence From Cross-Section and Time-Series Data**", The American Economic Review, 1986, s. 191-203.
[188] Bhanoji Rao, "**Government Size and Economic Growth: A New framework and Some Evidence From Cross-Section and Time-Series Data: Comment**" The American Economic Review, 1989, s. 272-280.

ekonomik büyümeden kamu harcamasına hem kamu harcamasından ekonomik büyümeye olacak şekilde çift yönlü nedensellik ilişkisi olduğu sonucuna ulaşmıştır.

A.S. Courakis, F. Moura-Roque ve G. Tridimas (1993) yaptıkları çalışmada 1958-1985 yılları arasında Portekiz ve Yunanistan ülkelerine ait veriler ile veri seti oluşturarak çalışmışlardır[189]. Çalışmada OLS tahmincisi ve eşbütünleşme analizi ile sonuçlar elde etmişlerdir. Yapılan analiz sonucu elde edilen bulgular ışığında, ekonomik büyüme gerçekleştikçe kamu harcamalarının artacağı sonucuna ulaşmışlardır. Diğer bir ifadeyle bu çalışmada elde edilen sonuç ekonomik büyümeden kamu harcamasına doğru bir ilişki olduğu yönündedir bundan dolayı Wagner Hipotezi'nin geçerli olduğu ileri sürülmüştür.

Bernhard Heitger (2001), 21 OECD ülkesine ait 1960-2000 yılları arasında veri seti oluşturmuş ve OLS ile tahmin etmiştir[190]. Tahmin sonucunda kamu harcamalarının ekonomik büyüme üzerinde etkili olduğu, bu etkinin ise pozitif olduğunu sonucuna ulaşmıştır.

U. Fasano ve Q. Wang (2001) yaptıkları çalışmada Körfez Arap Ülkeleri İş Birliği Konseyi (GCC) üye ülkelerin 1980-1999 yılları arasındaki verileri kullanarak araştırma yapmışlardır[191]. Bu çalışmada eşbütünleşme analizi ve Vektör Hata Düzeltme Modeli (VECM) kullanılarak analiz yapılmıştır. Elde edilen bulgularda değişkenler arasında bir ilişki olmadığı sonucuna ulaşmışlardır.

Saten Kumar (2009) yaptığı çalışmada, Doğu Asya ülkelerine ait 1960-2007 yılları arasındaki değerler ile veri seti oluşturarak araştırma yapmıştır[192]. Çalışmada yer alan verilerde yapısal kırılma olduğu sonucuna varılıp buna uygun olan Gregory ve Hansen eşbütünleşme analizi uygulamışlardır. Uygulamadan elde edilen bulgular ışığında ekonomik büyümenin kamu harcamaları üzerinde etkili olduğu diğer bir

[189]Anthony S. Courakis, Fatima Moura-Roque, George Tridimas. "**Public Expenditure Growth In Greece and Portugal: Wagner's Law and Beyond**", Applied Economics, 1993, s. 125-134.
[190] Bernhard Heitger, "**The Scope of Government and Its Impact on Economic Growth in OECD Countries**", Kiel Working Paper, 2001.
[191] Ugo Fasano, Qing Wang, "**Fiscal Expenditure Policy and Non-Oil Economic Growth: Evidence From GCC Countries**", Available at SSRN, 2001.
[192] Saten Kumar, "**Further Evidence on Public Spending and Economic Growth In East Asian Countries**", Munich Personal RePEc Archive, 2009, s. 1-11.

ifadeyle ekonomik büyümenin kamu harcamalarını etkilediği bundan dolayı Wagner Hipotezi'nin çalışmada kullanılan ülkeler için geçerli olduğu sonucunu elde etmiştir.

Shantayanan Devarajan, Vinaya Swaroop ve Heng-fu Zou (1996) yaptıkları çalışmada 43 ülkeye ait 20 yıllık verileri kullanarak kamu harcaması ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır[193]. Çalışmada regresyon analizi yapmış ve elde edilen bulgularda kamu harcamalarındaki artışın ekonomik büyüme üzerinde etkisinin istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Bose Niloy, M. Emranul Haque ve Denise R. Osborn (2003) yaptıkları çalışmada 30 ülkeye ait 1970-1980 yılları arasındaki veriler ile iki değişken arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir[194]. Çalışmada kullanılan regresyon analizi bulgularına göre kamu harcamalarının ekonomik büyüme üzerinde istatistiksel açıdan anlamlı ve pozitif bir etkisi olduğu sonucu elde etmişlerdir.

Ali Altıner (2009) yaptığı çalışmada OECD ülkelerine ait 1995-2016 yılları arasındaki verilerden hareketle kamu harcamaları ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi araştırmıştır[195]. Çalışmada panel simetrik ve asimetrik nedensellik testleri uygulamıştır. Analiz bulgularında Simetrik nedensellik testinden elde edilen sonuçlara göre sağlık ve savunma harcamaları ile ekonomik büyüme arasında Keynesyen hipotezin geçerli olduğu sonucu elde etmiştir. Buna ek olarak ekonomik büyümeden toplam kamu harcamalarına doğru bir nedensellik ilişkisi olduğunu da tespit etmiştir.

Ahmet Kamacı ve Hazal Kılıç (2019) yaptıkları çalışmada 17 OECD ülkesine ait 1996-2015 yılları arasındaki verilerle kamu harcamalarının ekonomik büyüme üzerindeki ilişkisini araştırmışlardır[196]. Çalışmada panel nedensellik testleri ile analiz yapmışlardır. Elde edilen bulgularda kamu harcamaları ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Bir başka ifadeyle hem

---

[193] Shantayanan Devarajan, Vinaya Swaroop, Heng-fu Zou, "**The Composition of Public Expenditure and Economic Growth**", Journal of Monetary Economics, 1996, s. 313-344.

[194] Bose Niloy, M. Emranul Haque, Denise R. Osborn, "**Public Expenditure and Growth in Developing Countries: Education Is The Key. Centre for Growth and Business Cycle Research**", School of Economic Studies, University of Manchester, 2003.

[195] Ali Altıner, "**OECD Ülkelerinde Kamu Harcamaları ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Panel Simetrik ve Asimetrik Nedensellik Analizi** ", Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 2019, s. 849-870.

[196] Ahmet Kamacı, Hazal Kılıç, "**Kamu Harcamalarının Ekonomik Büyüme ve İşsizlik Üzerindeki Etkisi: OECD Ülkeleri Örneği**", Politik Ekonomik Kuram, 2019, s. 113-128.

ekonomik büyümeden kamu harcamasına hem de kamu harcamasından ekonomik büyümeye doğru nedensellik ilişkisi olduğunu tespit etmiş bundan dolayı da hem Wagner Hipotezi'nin hem de Keynes Görüşü'nün geçerli olduğu sonucuna varmışlardır.

Mustafa Kemal Yavuzyiğit (2019) yaptığı çalışmada 30 OECD ülkesine ait 2000-2016 yılları arasındaki veriler ile kamu harcamaları ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi araştırmıştır[197]. Çalışmada panel eşbütünleşme testleri kullanarak analizler yapmıştır. Yapılan testte elde edilen bulgularda ekonomik büyüme ile kamu harcaması arasında uzun dönemli bir ilişki olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Doğangün Kocaoğlu (2019) yaptığı çalışmada gelişmekte olan orta gelirli 6 ülke için 1990-2017 yılları arasındaki verilerle orta gelirli ülkelerde ekonomik büyüme ve kamu harcamaları arasındaki ilişkiyi incelemiştir[198]. Panel veri analizi yapılan çalışmada OLS kullanılmıştır. Analiz sonucunda kamu harcamalarının orta gelirli ülkelerde ekonomik büyüme ile istatistiksel olarak ilişkili olduğunu ve bu ilişkinin pozitif bir ilişki olduğunu tespit etmiştir.

Sidar Atalay Şimşek (2019) yaptığı çalışmasında üst-orta gelirli 15 ülkenin 2000-2015 yılları arasındaki verileri ile kamu harcamaları ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi incelemiştir[199]. Çalışmada panel vektör hata düzeltme modeli kullanmış kısa ve uzun döneme ait sonuçlar elde etmiştir. Elde edilen bulgularda kısa dönemde iki değişken arasında bir nedensellik ilişkisi olmadığı, uzun dönemde ise kamu harcamalarında olan sağlık ve savunma harcamalarından ekonomik büyümeye doğru bir nedensellik ilişkisi olduğu sonucuna ulaşmıştır. Bundan dolayı Keynes politikalarının geçerli olduğu sonucunu elde etmiştir.

---

[197] Mustafa Kemal Yavuzyiğit,"**Kamu Harcamaları ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: OECD Ülkeleri Üzerine Panel Data Analizi**", Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Konya, 2019.

[198] Doğangün Kocaoğlu, "**Orta Gelirli Ülkelerde Kamu Harcamaları ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Bir Panel Veri Seti Analizi**", Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara, 2019.

[199] Sidar Atalay Şimşek, "**Kamu Harcamaları Ekonomik Büyüme İlişkisi: Seçilmiş Üst Orta Gelir Grubu Ülkeleri Üzerine Panel Nedensellik Analizi**", Yüksek Lisans Tezi, Batman Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Batman, 2019.

Dila Kalhan (2021) yaptığı çalışmada 1990-2019 yılları arasında OECD ülkelerinin verileri ile kamu harcamaları ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi incelemiştir[200]. Çalışmada Dumitrescu-Hurlin panel nedensellik testi kullanmıştır. Analiz sonucunda ekonomik büyümeden kamu harcamasına doğru bir nedensellik ilişkisi olduğunu tespit etmiştir. Başka bir ifadeyle ekonomik büyümenin kamu harcamasını etkilediği bundan dolayı da Wagner Hipotezi'nin geçerli olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Şahin Akkaya, Ferda Yerdelen Tatoğlu ve Ufuk Bakkal (2021) yaptıkları çalışmada 2006-2014 yılları arasında 10 OECD ülkesi verisi ile mali rekabet ve kamu harcamaları arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir[201]. Çalışmada kamu harcaması için 10 alt grupta olacak şekilde 11 model kurularak, her bir harcama kolu ile mali rekabet arasındaki ilişkiyi panel veri analizi ile araştırmışlardır. Kurulan her bir model için ayrı ayrı sonuçlar elde etmişlerdir.

Literatür taramasında incelenmiş olan çalışmalar aşağıdaki tabloda da yer almaktadır.

Tablo 3.2: Literatür Taraması

Çalışmanın Adı	Çalışmanın Yazarı ve Yıl	Kullanılan Veri Seti	Analiz Yöntemi	Çalışmanın Sonucu
Government Expenditure and Economic Growth: Cross-Country Study	Daniel Landau (1983)	1960-1976 yılları arası	Regresyon Analizi	Kamu harcamaları ile ekonomik büyüme arasında negatif bir ilişki vardır.

[200] Dila Kalhan, "**Kamu Harcamaları ve İktisadi Büyüme Arasındaki Nedensellik İlişkisinin Panel Veri Analizi**, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul, 2021.
[201] Şahin Akkaya, Ferda Yerdelen Tatoğlu, Ufuk Bakkal, "**Fiscal Competition and Public Expenditure Composition In The Era of Globalization: Panel Data Analysis",** Theoretical & Applied Economics, 2021.

Government Size and Economic Growth: A New Framework and Some Evidence From Cross-Section and Time Series Data	Rati Ram (1986)	15 ülke 1950-1980 yılları arası	OLS	Ekonomik büyümeden kamu harcamasına doğru bir ilişki vardır. Wagner kanunu geçerlidir.
Government Size and Economic Growth: A New Framework and Some Evidence From Cross-Section and Time Series Data:Comment	Bhanoji Rao (1989)	48 ülke 1960-1980 yılları arası	Granger Nedensellik Testi	Kamu harcamaları ve ekonomik büyüme arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi vardır.
Public Expenditure Growth In Greece and Portugal: Wagner's Law and Beyond	Anthony S. Courakis, F. Moura-Roque George Tridimas (1993)	Portekiz ve Yunanistan ülkelerine ait 1958-1985 yılları arası	OLS ve Eşbütünleşme Analizi	Ekonomik büyüme gerçekleştikçe kamu harcamaları artmaktadır. Wagner Hipotezi geçerlidir.

The Scope Of Government And Its İmpact On Economic Growth In OECD Countries	Heitger, Bernhard (2001)	21 OECD ülkesi 1960-2000 yılları arası	Panel Veri Analizi, OLS	Kamu harcamaları ekonomik büyüme üzerinde pozitif etkilidir.
Fiscal Expenditure Policy And Non-Oil Economic Growth: Evidence From GCC Countries	Ugo Fasano, Qing Wang (2001)	GCC üye ülkeleri 1980-1999 yılları arası	Eşbütünleşme Analizi ve Vektör Hata Düzeltme Modeli (VECM)	Kamu harcaması ve ekonomik büyüme arasında ilişki bulunmamaktadır.
Further Evidence On Public Spending And Economic Growth In East Asian Countries	Saten Kumar (2009)	Doğu Asya ülkeleri 1960-2007 yılları arası	Gregory ve Hansen Eşbütünleşme Analizi	Ekonomik büyüme kamu harcamaları üzerinde etkilidir. Wagner hipotezi geçerlidir.
The Composition Of Public Expenditure And Economic Growth	S.Devarajan, V.Swaroop, Heng-fu Zou (1996)	43 ülke 20 yıllık dönem	Regresyon Analizi	Kamu harcamalarındaki artış ekonomik büyüme üzerinde anlamlı ve pozitif bir etkiye sahiptir.

Public Expenditure And Growth In Developing Countries: Education Is The Key Centre for Growth and Business Cycle Research	Bose Niloy, M. Emranul Haque ve Denise R. Osborn (2003)	30 ülke 1970-1980 yılları arası	Regresyon Analizi	Kamu harcamalarının ekonomik büyüme üzerinde anlamlı ve pozitif etkisi vardır.
OECD Ülkelerinde Kamu Harcamaları ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Panel Simetrik ve Asimetrik Nedensellik Analizi	Ali Altıner (2009)	OECD ülkelerinin 1995-2016 yılları arası	Panel Simetrik ve Panel Asimetrik Nedensellik Testleri	Ekonomik büyümeden toplam kamu harcamalarına doğru bir nedensellik ilişkisi vardır.
Kamu Harcamalarının Ekonomik Büyüme ve İşsizlik Üzerindeki Etkisi: OECD Ülkeleri Örneği	Ahmet Kamacı, Hazal Kılıç (2019)	17 OECD ülkesinin 1996-2015 yılları arası	Panel Nedensellik Testleri	Kamu harcamaları ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi vardır.

Kamu Harcamaları ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: OECD Ülkeleri Üzerine Panel Data Analizi	Mustafa Kemal Yavuzyiğit (2019)	30 OECD ülkesinin 2000-2016 yılları arası	Panel Eşbütünleşme Testleri	Ekonomik büyüme ile kamu harcaması arasında uzun dönemli ilişki vardır.
Orta Gelirli Ülkelerde Kamu Harcamaları ve Ekonomik Büyüme İlişkisi	Doğangün Kocaoğlu (2019)	Gelişmekte olan 6 ülke 1990-2017 yılları arası	Panel Veri Analizi, OLS	Kamu harcamaları ekonomik büyüme ile istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif ilişkilidir.
Kamu Harcamaları Ekonomik Büyüme İlişkisi: Seçilmiş Üst Orta Gelir Grubu Ülkeleri Üzerine Panel Nedensellik Analizi	Sidar Atalay Şimşek (2019)	Üst ve Orta gelirli 15 ülke 2000-2015 yılları arası	Panel Vektör Hata Düzeltme Modeli	Kısa dönemde iki değişken arasında bir nedensellik ilişkisi yoktur, uzun dönemde ise kamu harcamalarından ekonomik büyümeye doğru bir nedensellik ilişkisi vardır.

Kamu Harcamaları Ve İktisadi Büyüme Arasındaki Nedensellik İlişkisinin Panel Veri Analizi	Dila Kalhan (2020)	OECD ülkeleri 1990-2019 yılları arası	Dumitrescu-Hurlin Panel Nedensellik Testi	Ekonomik büyümeden kamu harcamasına doğru bir nedensellik ilişkisi vardır.
Fiscal Competition and Public Expenditure Composition In The Era of Globalization: Panel Data Analysis	Şahin Akkaya, Ferda Yerdelen Tatoğlu, Ufuk Bakkal (2021)	10 OECD ülkesinin 2006-2014 yılları arası	Panel Veri Analizi	Kurulan her bir model için ayrı ayrı sonuçlar elde edilmiştir

Kaynak: Bu tez çalışması için Şeyda Urfalıoğlu tarafından oluşturulmuştur.

Tablodan hareketle literatürde kamu harcaması ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki incelemek için yapılan çalışmalarda farklı sonuçlar elde edildiği gözlemlenmektedir. Çalışmalardan elde edilen bulgulara göre, dört farklı sonuçla karşılaşılmıştır. Bu karşılaşılan sonuçlar; kamu harcamasından ekonomik büyümeye ve ekonomik büyümeden kamu harcamasına tek yönlü nedensellik ilişkisi olduğu, hem kamu harcamasının ekonomik büyümenin nedeni, hem de ekonomik büyümenin kamu harcamasının nedeni olduğu çift yönlü nedensellik ilişkisi ve kamu harcaması ile ekonomik büyüme arasında nedensellik ilişkisi olmadığıdır. Bundan dolayı geçmişten günümüze yapılan çalışmalarda, kamu harcaması ve ekonomik büyüme arasındaki nedenselliğin varlığı ve yönü hakkında farklı sonuçlara ulaşılmaktadır.

3.6. Ekonometrik Analiz

Bu uygulama çalışmasının amacı 1990-2020 yılları arasında OECD ülkelerine ait kamu harcamaları ve ekonomik büyüme arasındaki nedensellik ilişkisinin varlığının ve yönünün araştırılmasıdır. Bundan dolayı iki değişken arasındaki ilişki panel nedensellik testleri ile incelenmiştir.

Çalışmada öncelik olarak durağanlık tespiti için panel birim kök testi uygulanmıştır. Panel birim kök testleri, değişkenlere ait serilerde birimler arası korelasyon olup olmaması durumuna göre iki gruba ayrışmaktadır. Bu ayrım dikkate alınarak eğer seride birimler arası korelasyon yoksa birinci kuşak panel birim kök testleri, varsa ikinci kuşak panel birim kök testleri kullanılmaktadır. Hangi tip panel birim kök testi kullanılacağına karar vermek için birimler arası korelasyon testi yapılmıştır. Daha sonra hangi nedensellik testinin kullanılacağına karar vermek amacıyla homojenlik testi gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlar ışığında uygun birim kök testleri ve panel nedensellik testleri seçilerek analiz tamamlanmıştır.

3.6.1. Birimler Arası Korelasyon Testleri

İkinci bölümde birimler arası korelasyon kavramı detaylı şekilde açıklanmıştır. Kısaca birimler arası korelasyon, veri setinde yer alan birimler için tahmin edilmiş olan modellerdeki hata terimlerinin birbiriyle ilişkili olması durumu yani aralarında bir korelasyon bağıntısı olması olarak tanımlanabilmektedir. Literatürde yatay kesit bağımlılık adıyla da sıklıkla karşımıza çıkmaktadır.

Uygulamada kullanılacak uygun panel birim kök testlerine karar vermek için birimler arası korelasyondan testinden elde edilen sonuçlardan yararlanılacaktır. Yapılan birimler arası korelasyon testinde birimler arası korelasyon varlığı tespit edilmezse birinci kuşak panel birim kök testleri, tespit edilirse ikinci kuşak panel birim kök testleri kullanılacaktır. Buna ek olarak birimler arası korelasyon varlığı, uygulanan nedensellik testlerine de karar vermek için kullanılmaktadır.

Değişkenlere ait serilerde birimler arası korelasyonun varlığını araştırmak için Breusch Pagan LM, Pesaran CD LM1, CD LM2 ve Bias-Adjusted LM testleri kullanılmaktadır. Çalışmada birimler arası korelasyon sınaması amacıyla Pesaran (2015) testi uygulanmıştır. Birimler arası korelasyon testleri uygulanırken temel hipotez birimler arasında hata terimlerinin ilişkisiz olduğunu yani birimler arası

korelasyon olmadığını, alternatif hipotez ise birimler arasında hata terimlerinin ilişkili olduğunu yani birimler arası korelasyonun olduğunu ifade etmektedir.

Birimler arası korelasyon testleri için hipotezler aşağıdaki şekilde kurulmaktadır;

$$H_0 : \rho_{ij} = 0$$
$$H_1 : \rho_{ij} \neq 0$$

Yapılan test sonucunda elde edilen bulgularda temel hipotez reddedilirse değişkenlere ait serilerde birimler arası korelasyon (yatay kesit bağımlılık) olduğu sonucuna ulaşılmaktadır.

3.6.2. Homojenlik Testleri

Panel zaman serilerinde uygun olan panel birim kök testlerine ve panel nedensellik testlerine karar verebilmek amacıyla parametre homojenliği sınanmalıdır. Bu sınama sonucunda elde edilen bulgular sayesinde hangi birim kök testinin ve hangi nedensellik testinin uygulanması gerektiğine karar verilebilmektedir. Çalışmada homojenliği sınamak için Swamy S Testi ve Pesaran Yamagata Delta Testi kullanılmıştır.

Parametrelerin birimlere göre homojen olup olmadığının tespiti için Swamy'nin (1971) yaptığı çalışmada elde ettiği Swamy S testi kullanılmaktadır. Bu testte temel hipotez parametrelerin homojen olduğunu ifade ederken alternatif hipotez ise parametrelerin heterojen olduğunu ifade etmektedir. Testin hipotezleri aşağıdaki şekilde kurulmaktadır[202];

$$H_0 : \beta_i = \beta$$
$$H_1 : \beta_i \neq \beta$$

Swamy (1971) test istatistiği aşağıdaki şekilde hesaplanmaktadır;

[202] Ferda Yerdelen Tatoğlu, **a.g.e.**, s. 247.

$$\hat{S} = \chi^2_{k(N-1)} = \sum_{i=1}^{N} (\hat{\beta}_i - \bar{\beta}^*)' \hat{V}_i^{-1} (\hat{\beta}_i - \bar{\beta}^*) \qquad (3.7)$$

Yapılan test sonucunda elde edilen bulgular ışığında istatistik değeri kritik değerlerden büyük olduğunda temel hipotez reddedilmekte, parametrelerin heterojen olduğu sonucuna varılmaktadır.

Pesaran Yamagata Delta Testi, büyük boyuta sahip olan panel veri modellerinde Swamy'nin S testinde olduğu gibi eğim homojenliğini sınayabilmek amacıyla uygulanmaktadır[203]. Bu testte de Swamy S testinde olduğu gibi temel hipotez parametrelerin homojen olduğunu, alternatif hipotez ise parametrelerin heterojen olduğunu ifade etmektedir.

Homojenlik sınaması için yapılan testte, test istatistiği aşağıda verilmektedir;

$$\Delta = \sqrt{N} \left(\frac{N^{-1}\hat{S} - k}{\sqrt{2k}} \right) \qquad (3.8)$$

Burada yer alan S; Swamy (1971) testinde hesaplanmış olan test istatistiğini, k modelde yer alan parametre sayısını, N ise birim sayısını ifade etmektedir.

Yapılan Pesaran Yamagata Delta testi sonucunda elde edilen bulgular ışığında istatistik değeri kritik değerlerden büyük olduğunda temel hipotez reddedilmekte ve parametrelerin heterojen olduğu sonucuna varılmaktadır.

3.6.3. Panel Birim Kök Testleri

Panel zaman serilerinde çalışma yaparken ilk olarak serilerin durağan olup olmadıkları incelenmektedir. Durağanlık kavramı ikinci bölümde detaylı şekilde açıklanmıştır. Durağan olmayan serilerle çalışma yapıldığında yanlış sonuçlar ve sahte regresyon sorunu ile karşılaşılmaktadır bundan dolayı durağanlık sınaması oldukça önem arz etmektedir. Panel birim kök testleri birimler arası korelasyonun olup olmaması durumuna göre ikiye ayrılmaktadır. Birimler arası korelasyonun olmadığı

[203] M. Hashem Pesaran, Takashi Yamagata, "**Testing Slope Homogeneity In Large Panels**", Journal of Econometrics, 2008, s. 50-93.

durumda birinci kuşak panel birim kök testleri, olduğu durumda ise ikinci kuşak panel birim kök testleri kullanılarak durağanlık sınaması gerçekleştirilmektedir.

Panel birim kök testleri otoregresif parametrenin homojen veya heterojen olma durumuna göre homojen ve heterojen olarak da ayrılmaktadır. Bu çalışmada uygulanmış olan önsel testler ışığında birimler arası korelasyonun ve parametrelerin heterojen olduğu sonucu elde edilmiştir. Bundan dolayı uygun olan ikinci kuşak panel birim kök testleri seçilmiş ve kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan panel birim kök testleri; ikinci kuşak birinci grupta yer alan yatay kesit ortalamadan fark alınarak dönüştürülmüş değişkenlere uygulanan Im, Pesaran ve Shin (IPS, demean) panel birim kök testi, ikinci kuşak üçüncü grupta yer alan faktörlere dayalı Yatay Kesit Genişletilmiş Im, Pesaran ve Shin (CIPS) panel birim kök testidir.

Im, Pesaran ve Shin (2003) birim kök testinde modelde yer alan tüm birimlere ait serilere ayrı ayrı olacak şekilde birim kök testi uygulanmaktadır ve bu birimler kendilerine özgü otoregresif parametrelere sahip olabilmektedirler[204].

Serinin birim köke sahip olduğunu ifade eden temel hipotez ise şu şekildedir;

$$H_0 : \varphi_i = 1$$

IPS (demean) panel birim kök testinde Dickey–Fuller (DF) test istatistiği ortalaması üzerine kurulu olan IPS test istatistiği değeri aşağıdaki şekilde hesaplanmaktadır[205];

$$t_{iT} = \frac{\hat{\beta}_{iT}(Y'_{i,-1} M_\tau Y_{i,-1})^{1/2}}{\hat{\sigma}_{iT}} = \frac{\Delta Y_i' M_\tau Y_{i,-1}}{\hat{\sigma}_{iT}(Y'_{i,-1} M_\tau Y_{i,-1})^{1/2}} \qquad (3.9)$$

[204] Ferda Yerdelen Tatoğlu, **a.g.e.**, s. 41.
[205] Im, Pesaran, Shin, **a**.**g**.**e**., s. 57-58.

Hesaplanan test istatistiği sonucuna göre kurulan temel hipotez reddedilirse, değişkenlerin durağan olduğu sonucuna varılmaktadır.

Çalışmada durağanlık sınaması amacıyla yapılan diğer bir test; ikinci kuşak üçüncü grupta yer alan Yatay Kesit Genişletilmiş Im, Pesaran ve Shin (CIPS) panel birim kök testidir. Pesaran (2007) birimler arası korelasyonu ortadan kaldırmak için bir yöntem önermiştir. Bu yöntemde değişkenlere ait serilerin gecikmeli düzeylerinin ve birinci farklarının yatay kesit ortalamalarını DF veya ADF regresyonunda faktör şeklinde eklemiştir. Bu testte ADF regresyonunun genişletilmiş hali kullanılmaktadır bundan dolayı test "Yatay Kesit Genişletilmiş Dickey Fuller (CADF)" olarak isimlendirilmektedir[206].

Bu test de durağanlık tespiti için sınanacak hipotezler aşağıdaki şekilde kurulmaktadır;

$$H_0 : \beta_i = 0$$

$$H_1 : \beta_i < 0 \qquad i = 1, 2, ..., \mathrm{N}, \quad \beta_i = 0 \quad (i = N_{i+1}, \mathrm{N}_{i+2}, ..., N)$$

CADF test istatistiği ise şu şekilde hesaplanmaktadır[207];

$$\mathrm{t}_i(N,T) = \frac{\Delta Y_i' \bar{M}_w Y_{i,-1}}{\hat{\sigma}_i (Y'_{i,-1} \bar{M}_w Y_{i,-1})^{1/2}} \tag{3.10}$$

CIPS test istatistiği ise CADF test istatistiğinden hareketle hesaplanmaktadır. CIPS test istatistiği aşağıdaki şekildeki gibidir;

[206] Ferda Yerdelen Tatoğlu, **a.g.e.**, s. 84.
[207] Pesaran, **a.g.e**., s. 269.

$$CIPS = N^{-1}\sum_{I=1}^{N} CADF_I \qquad (3.11)$$

CIPS testinde CIPS, CIPS*, P ve Z istatistikleri elde edilmektedir. Elde edilen istatistikler ile kritik değerler karşılaştırılarak durağanlık sınaması gerçekleştirilmektedir.

3.6.4. Panel Nedensellik Analizi

Panel veri modelinde gerçekleştirilen nedensellik testleri daha önce bahsedildiği gibi panel modelin homojen ve heterojen olma durumuna göre iki gruba ayrılmaktadır. Yapılmış olan homojenlik testinde, panel veri modelinin heterojen olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bundan dolayı uygulama aşamasında heterojen panel nedensellik testleri kullanılacaktır.

3.7. Veri Seti ve Değişkenler

Çalışmada kamu harcaması ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin nedensellik analizi için 28 OECD ülkesine ait 1990-2020 yılları arasında yıllık veriler kullanılarak panel veri seti oluşturulup incelenmiştir. Çalışmada yer alan ülkeler; Avustralya, Avusturya Kolombiya, Şili, Belçika, Danimarka, Finlandiya, Fransa, Almanya, Yunanistan, İrlanda, İtalya, Japonya, Kore, Lüksemburg, Meksika, Hollanda, Yeni Zelanda, Norveç, Portekiz, İspanya, İsveç, Türkiye, ABD, İsviçre, Çek Cumhuriyeti, Kosta Rika, Birleşik Krallık. Bu ülkelerin çalışmadaki gösterimi aşağıdaki tabloda yer almaktadır.

Tablo 3.3: Çalışmada Yer Alan Ülkeler ve Gösterimleri

Ülkeler	Çalışmadaki Gösterimi	Çalışmadaki Sırası
Avustralya	AUS	1
Avusturya	AUT	2
Kolombiya	COL	3

Şili	CHL	4
Belçika	BEL	5
Danimarka	DNK	6
Finlandiya	FIN	7
Fransa	FRA	8
Almanya	DEU	9
Yunanistan	GRC	10
İrlanda	IRL	11
İtalya	ITA	12
Japonya	JPN	13
Kore	KOR	14
Lüksemburg	LUX	15
Meksika	MEX	16
Hollanda	NLD	17
Yeni Zelanda	NZL	18
Norveç	NOR	19
Portekiz	PRT	20
İspanya	ESP	21
İsveç	SWE	22
Türkiye	TUR	23
ABD	USA	24
İsviçre	CHE	25
Çek Cumhuriyeti	CZE	26
Kosta Rika	CRI	27
Birleşik Krallık	GBR	28

Kamu harcamalarını temsilen ülkelere ait genel kamu harcamaları değişkeni, ekonomik büyümeyi temsilen ise GDP değişkeni kullanılmıştır. Değişkenlere ait veriler Dünya Bankası veri tabanından elde edilmiştir.

Çalışmada yer alan değişkenler ve kısaltmaları aşağıdaki tabloda yer almaktadır.

Tablo 3.4: Değişkenler

Değişkenler	Çalışmadaki Gösterimi
Kamu Harcaması	EXP
Ekonomik Büyüme	GDP

Değişkenlerin genel özelliklerini incelemek ve önsel olarak gözlemlemek amacıyla grafik incelemesi yapılmış, tanımlayıcı istatistikler incelenmiştir. Kamu harcaması ve ekonomik büyüme değişkenine ait tanımlayıcı istatistikler aşağıdaki tabloda yer almaktadır.

Tablo 3.5: Tanımlayıcı İstatistikler

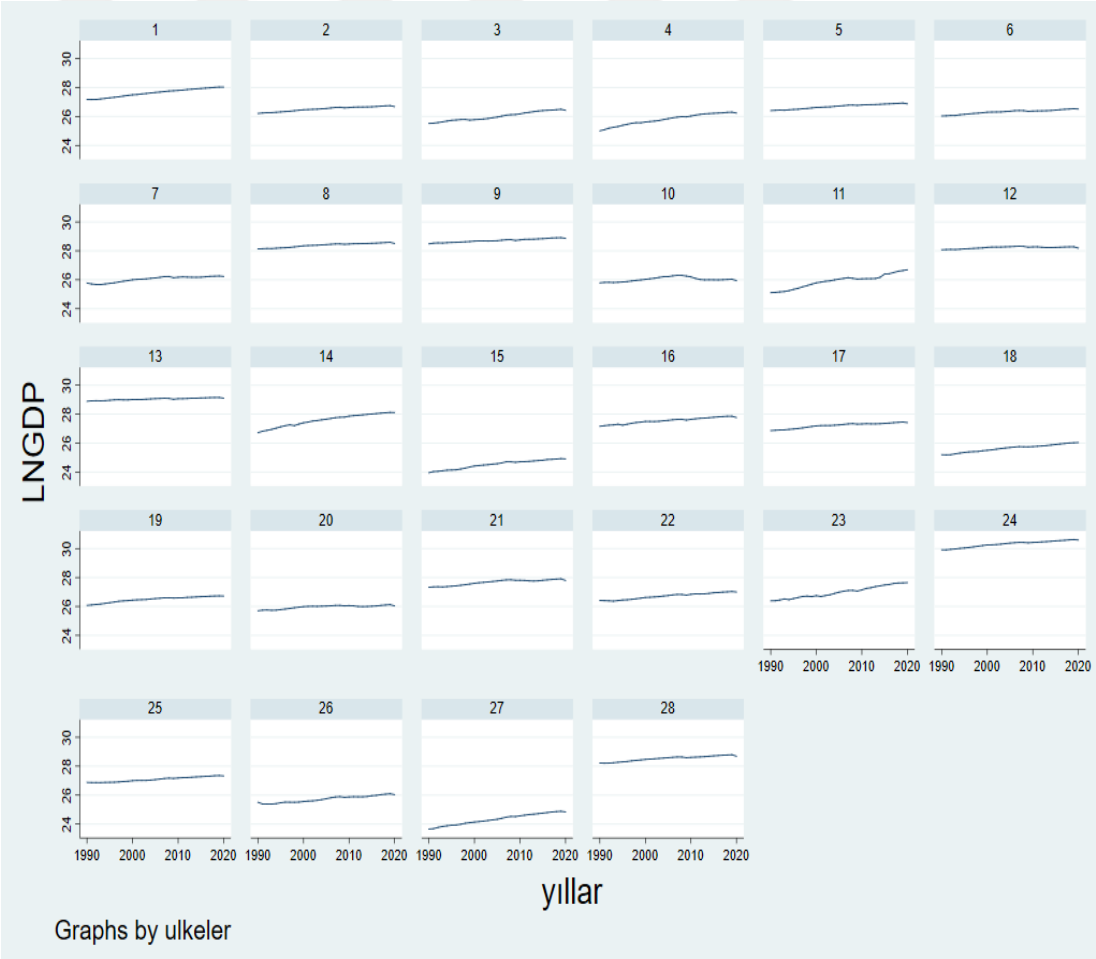
Değişkenler	Gözlem Sayısı	Ortalama	Standart Sapma	Minimum Değer	Maksimum Değer
GDP	868	1.34e+12	2.86e+12	1.88e+10	2.00e+13
EXP	868	2.41e+11	4.65e+11	4.30e+09	2.80e+12

Tanımlayıcı istatistikler incelendiğinde değişkenlerin ortalaması, standart sapması, serideki en küçük ve en büyük değerler hakkında bilgi elde edilmiştir. 1990-

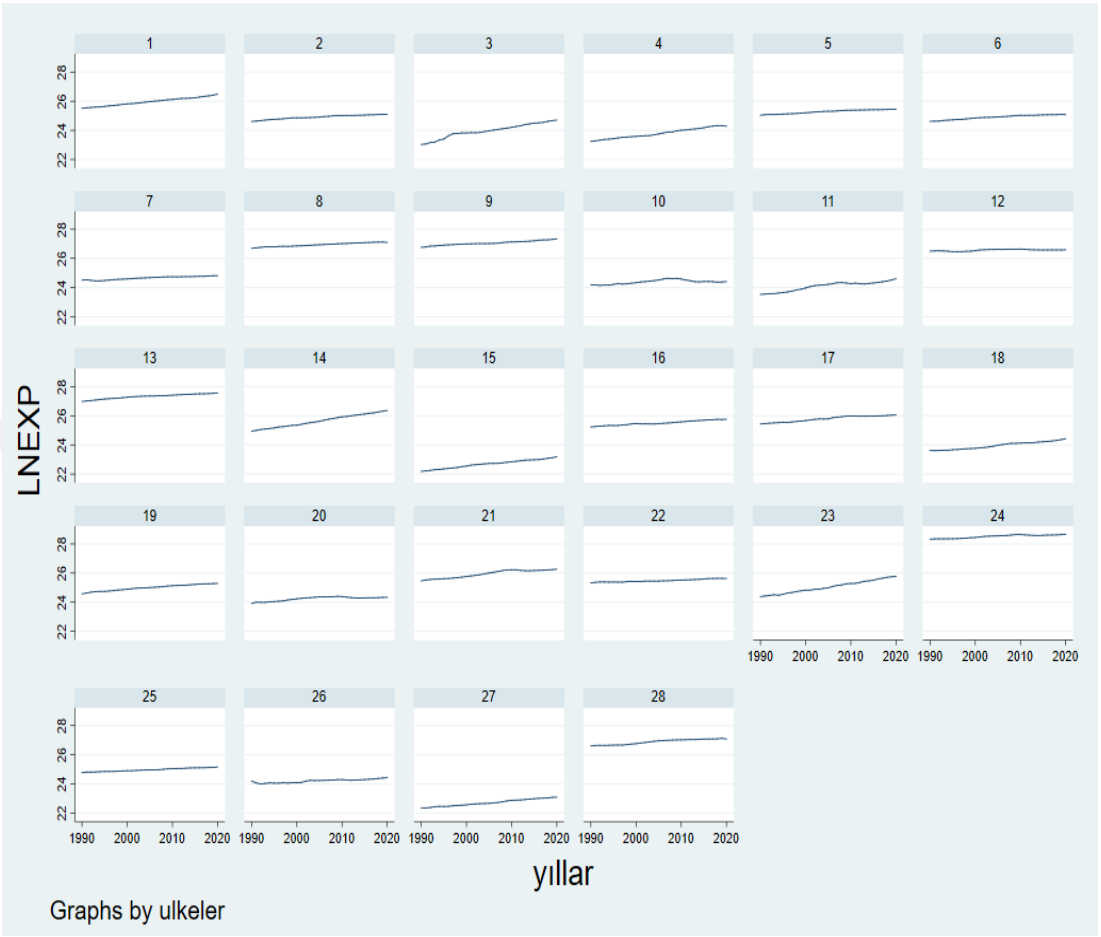
2020 yılları arasında OECD ülkelerinin ortalama GDP'si 1.34e+12 $ iken ortalama kamu harcaması 2.41e+11 $'dır. En az gelire sahip olan ülke 1990 yılında Kosta Rika iken, en yüksek olan ülke 2019 yılında ABD'dir. Kamu harcaması en düşük olan ülke 1990 yılında Lüksemburg iken, en yüksek olan ülke 2019 yılında ABD'dir.

Değişkenlerin tanımlayıcı istatistikleri incelendikten sonra her iki değişkenin de logaritması alınması gerektiğine karar verilmiştir. Logaritması alınan değişkenlerin grafikleri aşağıda yer almaktadır.

Şekil 3.1: LNGDP Değişkenin Grafiği



Şekil 3.2: LNEXP Değişkeninin Grafiği



Çalışmada yer alan değişkenlerin logaritması alındıktan sonra grafik incelendiğinde, değişkenlere ait serilerin daha düzenli bir hale geldiği görülmüş, uç değerler arasındaki fark azalmıştır.

3.8. Analiz Bulgu ve Sonuçları

Serilerde ilk olarak durağanlık sınaması gerçekleştirmek için panel birim kök testi uygulanmıştır. Hangi tip panel birim kök testlerinin uygun olduğuna karar vermek amacıyla birimler arası korelasyon testi yapılmıştır. Daha sonra homojenlik testi yapılmış, elde edilen sonuçlar ışığında ise panel nedensellik testleri uygulanmış ve yorumlanmıştır.

3.8.1. Birimler Arası Korelasyon Testi

Daha önce anlatıldığı gibi analizde kullanılacak birim kök testlerinin türüne karar vermek için önsel test olan birimler arası korelasyon (yatay kesit bağımlılık) testi yapılmıştır. Çalışmada birimler arası korelasyonun varlığını sınamak için Pesaran (2015) testi uygulanmıştır, elde edilen sonuçlar aşağıdaki tabloda yer almaktadır.

Tablo 3.6: Pesaran (2015) Testi Sonuçları

Değişkenler	Test İstatistik Değeri	Olasılık Değeri
LNGDP	100.657	0.000*
LNEXP	99.614	0.000*

*, ** ve *** simgeleri sırasıyla %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeylerini ifade etmektedir.

H_0 : Zayıf birimler arası korelasyon vardır.

H_1 : Birimler arası korelasyon vardır.

Tabloda yer alan Pesaran (2015) testi sonuçlarına göre test istatistik değerlerinin kritik değerden büyük olmasından dolayı temel hipotez reddedilmektedir. Diğer bir ifadeyle hem kamu harcaması hem de ekonomik büyüme değişkenlerine ait serilerde birimler arası korelasyon vardır. Yapılan birimler arası korelasyon testi sonucuna göre ikinci kuşak panel birim kök testlerinin uygun olduğuna karar verilmiştir.

3.8.2. Panel Birim Kök Testleri

Her iki seride de birimler arası korelasyon varlığı söz konusu olduğundan dolayı durağanlık sınaması amacıyla ikinci kuşak panel birim kök testleri uygulanmıştır. Uygulanan panel birim kök testlerinden birincisi; ikinci kuşak birinci grupta yer alan yatay kesit ortalamadan fark alınarak dönüştürülmüş değişkenlere uygulanan Im Pesaran ve Shin (IPS, demean) panel birim kök testi, ikincisi ise; ikinci kuşak üçüncü grupta yer alan faktörlere dayalı Yatay Kesit Genişletilmiş Im, Pesaran ve Shin (CIPS) panel birim kök testidir[208].

Durağanlık sınamasının yapılması için uygulanan birim kök testlerinde sınanacak hipotezler aşağıda yer almaktadır.

H_0 : Tüm birimler birim kök içermektedir.

H_1 : En az bir birim durağandır.

Tablo 3.7: IPS Panel Birim Kök Testi Sonuçları

Değişkenler	Test İstatistik Değeri	Olasılık Değeri
LNGDP	2.772	0.997
LNEXP	6.269	1.000

*, ** ve *** simgeleri sırasıyla %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeylerini ifade etmektedir.

IPS (demean) panel birim kök testi sonucuna göre; hem ekonomik büyüme hem de kamu harcamaları değişkenine ait seriler için hesaplanan test istatistik değerleri

[208] Detaylı bilgi için bknz. Ferda Yerdelen Tatoğlu, **Panel Zaman Serileri Analizi**, İstanbul, Beta Yayıncılık, 2018, s.68.

kritik değerlerden küçük olduğundan dolayı “Tüm birimler birim kök içermektedir” şeklinde kurulan temel hipotez reddedilememektedir. Değişkenler birim kök içermektedir sonucuna ulaşılmıştır.

Tablo 3.8: CIPS Panel Birim Kök Testi Sonuçları

Değişkenler	T-bar İstatistik Değeri	%10 Kritik Değeri	%5 Kritik Değeri	%1 Kritik Değeri	Z-bar İstatistik Değeri	Olasılık Değeri
LNGDP	-1.746	-2.080	-2.160	-2.300	0.135	0.554
LNEXP	-1.678	-2.080	-2.160	-2.300	0.519	0.698

*, ** ve *** simgeleri sırasıyla %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeylerini ifade etmektedir.

CIPS panel birim kök testi sonucuna göre; hem ekonomik büyüme hem de kamu harcamaları değişkenlerine ait serilerin hesaplanan test istatistik değerleri verilen tüm kritik değerlerden küçük olduğundan dolayı “Tüm birimler birim kök içermektedir” şeklinde kurulan temel hipotez reddedilememektedir yine değişkenler birim kök içermektedir sonucuna ulaşılmıştır.

Uygulanmış olan panel birim kök testlerinden her iki test de aynı sonucu verdiğinden dolayı bu değişkenlerin birinci farkı alınıp tekrar durağanlık sınaması yapılmıştır.

Farkı alınan değişkenlere uygulanmış olan Im, Pesaran ve Shin (IPS, demean) panel birim kök testi sonuçları aşağıda yer almaktadır.

Tablo 3.9: Farkı Alınan Değişkenlere Uygulanan IPS Panel Birim Kök Testi Sonuçları

Değişkenler	Test İstatistik Değeri	Olasılık Değeri
∆LNGDP	-15.065	0.000*
∆LNEXP	-13.407	0.000*

*, ** ve *** simgeleri sırasıyla %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeylerini ifade etmektedir.

Farkı alınan değişkenlere tekrar uygulanmış olan IPS (demean) panel birim kök testi sonuçlarına göre; hem ekonomik büyüme hem de kamu harcamaları değişkenine ait seriler için hesaplanan test istatistik değerleri kritik değerlerden büyük olduğundan dolayı "Tüm birimler birim kök içermektedir" şeklinde kurulan temel hipotez reddedilerek, değişkenlere ait seriler fark durağandır I (1) sonucu elde edilmiştir.

Farkı alınan değişkenlere uygulanmış olan Yatay Kesit Genişletilmiş Im, Pesaran ve Shin (CIPS) panel birim kök testi sonuçları aşağıda yer almaktadır.

Tablo 3.10: Farkı Alınan Değişkenlere Uygulanan CIPS Panel Birim Kök Testi Sonuçları

Değişkenler	T-bar İstatistik Değeri	%10 Kritik Değeri	%5 Kritik Değeri	%1 Kritik Değeri	Z-bar İstatistik Değeri	Olasılık Değeri
∆LNGDP	-3.161	-2.070	-2.150	-2.300	-7.618	0.000*
∆LNEXP	-3.163	-2.070	-2.150	-2.300	-7.629	0.000*

*, ** ve *** simgeleri sırasıyla %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeylerini ifade etmektedir.

Farkı alınan değişkenlere tekrar uygulanan CIPS testi sonucuna göre; hem ekonomik büyüme hem de kamu harcamaları değişkenine ait serilerin hesaplanan test istatistik değerleri verilen kritik değerlerden büyük olduğundan dolayı "Tüm birimler birim kök içermektedir" şeklinde kurulan temel hipotez reddedilerek, serilerin birim kök içermediği sonucuna ulaşılmıştır. Diğer bir ifadeyle değişkenlere ait serilerin fark durağan I (1) olduğu saptanmıştır.

Yapılan panel birim kök testleri sonuçlarına göre kamu harcamaları ve ekonomik büyüme değişkenlerine ait serilerin birinci farkında durağan olduklarına karar verilmiştir.

3.8.3. Heterojenlik ve Birimler Arası Korelasyon Testi

Panel nedensellik testleri yapılmadan önce hangi tip testin tercih edileceğine karar vermek için heterojenlik ve birimler arası korelasyon testleri uygulanmıştır. Homojenlik sınaması için Swamy S testi ve Pesaran Yamagata Delta testleri kullanılmıştır, elde edilen sonuçlar aşağıdaki tablolarda yer almaktadır.

Tablo 3.11: Swamy S Testi Sonucu

Swamy S Test İstatistiği Değeri	Olasılık Değeri
-2859.41	0.000*

*, ** ve *** simgeleri sırasıyla %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeylerini ifade etmektedir.

H_0 : Parametreler homojendir.

H_1 : Parametreler heterojendir.

Homojenlik sınaması için gerçekleştirilen Swamy S test sonucuna göre hesaplanan test istatistik değeri χ^2 tablo değerinden büyük olduğundan dolayı "parametreler homojendir" şeklinde kurulan temel hipotez reddedilerek, parametrelerin heterojen olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Tablo 3.12: Pesaran ve Yamagata Delta Testi Sonuçları

Testler	Delta Test İstatistik Değeri	Olasılık Değeri
Δ Testi	41.982	0.000*
$\tilde{\Delta}$ Testi	44.174	0.000*

*, ** ve *** simgeleri sırasıyla %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeylerini ifade etmektedir.

H_0 : Parametreler homojendir.

H_1 : Parametreler heterojendir.

Pesaran ve Yamagata'nın Δ ve $\tilde{\Delta}$ testinin sonucuna göre hesaplanmış olan test istatistik değerleri de kritik değerden büyük olduğundan dolayı "parametreler homojendir" şeklinde kurulan temel hipotez reddedilmektedir. Diğer bir ifadeyle çalışmada yer alan parametreler heterojendir sonucuna ulaşılmıştır.

Uygulanan iki homojenlik testi sonuçlarına göre parametrelerin heterojen olduğuna varılmıştır.

Daha önce yapılan birimler arası korelasyon testinde değişkenlere ait seriler için sonuç elde edilmiştir. Analizde kullanılacak panel nedensellik testlerinin türüne karar verebilmek amacıyla panel veri modeli üzerinden birimler arası korelasyon testi yapılmıştır. Panel veri modeli üzerinden yapılan LM, LM adj, LM CD birimler arası korelasyon testlerinin sonuçları aşağıdaki tabloda yer almaktadır.

Tablo 3.13: Birimler Arası Korelasyon Testi Sonuçları

Test	İstatistik Değeri	Olasılık Değeri
LM	2557	0.000*
LM adj	241.2	0.000*
LM CD	33.36	0.000*

*, ** ve *** simgeleri sırasıyla %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeylerini ifade etmektedir.

LM, LM adj ve LM CD testlerinin sonucuna göre test istatistik değerleri kritik değerden büyük olduğundan dolayı temel hipotez reddedilmekte, birimler arası korelasyon olduğu sonucuna varılmıştır.

Yapılan birimler arası korelasyon ve heterojenlik test sonuçlarına göre birimler arası korelasyonu ve heterojenliği dikkate alan panel nedensellik testlerinin uygulanmasına karar verilmiştir ve Dumitrescu Hurlin, Kónya, Emirmahmutoğlu ve Köse panel nedensellik testleri kullanılmıştır.

Bu testler uygulanırken aşağıdaki hipotezler kurulmaktadır.

H_0 : Ekonomik büyüme kamu harcamasının nedeni değildir.

H_1 : Ekonomik büyüme kamu harcamasının nedenidir.

Kurulan bu hipotezler ekonomik büyümeden kamu harcamasına doğru nedensellik ilişki araştırılırken kullanılmaktadır.

H_0: Kamu harcaması ekonomik büyümenin nedeni değildir.

H_1: Kamu harcaması ekonomik büyümenin nedenidir.

Kurulan bu hipotezler kamu harcamalarından ekonomik büyümeye doğru nedensellik ilişkisi araştırılırken kullanılmaktadır.

3.8.4. Dumitrescu Hurlin Panel Nedensellik Testi

Kamu harcamaları ve ekonomik büyüme arasındaki nedensellik ilişkisi heterojen panel nedensellik testlerinden biri olan Dumitrescu-Hurlin (2012) panel nedensellik testi ile sınanmıştır. Sonuçlar aşağıdaki tabloda yer almaktadır.

Tablo 3.14: Dumitrescu-Hurlin Panel Nedensellik Testi Sonuçları

Değişkenler	Test İstatistikleri		Olasılık Değerleri
LNGDP → LNEXP	W-bar	3.065	-
	Z-bar	7.729	0.000*
	Z-bar tilde	6.470	0.000*
LNEXP → LNGDP	W-bar	0.871	-
	Z-bar	-0.482	0.629
	Z-bar tilde	-0.680	0.496

*, ** ve *** simgeleri sırasıyla %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeylerini ifade etmektedir.

Dumitrescu-Hurlin panel nedensellik testinde ilk olarak, ekonomik büyümeden kamu harcaması değişkenine doğru bir nedensellik ilişkisi olup olmadığı araştırılmıştır. Test için hipotezler aşağıda yer almaktadır;

H_0 : Ekonomik büyüme kamu harcamasının nedeni değildir.

H_1 : Ekonomik büyüme kamu harcamasının nedenidir.

Dumitrescu- Hurlin panel nedensellik testi uygulandığında W-bar, Z-bar, Z-bar tilde test istatistikleri elde edilmiştir. Test sonucunda hesaplanmış olan test istatistikleri kritik değerlerden büyüktür. Elde edilen bulgular ışığında "Ekonomik büyüme kamu harcamasının nedeni değildir" şeklinde kurulan temel hipotez reddedilerek, ekonomik büyümenin kamu harcamasına neden olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Başka bir ifadeyle ekonomik büyümeden kamu harcamasına doğru bir nedensellik ilişkisi mevcuttur şeklinde sonuç elde edilmiştir.

Dumitrescu-Hurlin panel nedensellik testinde tüm panel için ikinci olarak kamu harcamasından ekonomik büyümeye doğru bir nedensellik ilişkisi olup olmadığı araştırılmıştır. Test için hipotezler aşağıda yer almaktadır.

H_0: Kamu harcaması ekonomik büyümenin nedeni değildir.

H_1: Kamu harcaması ekonomik büyümenin nedenidir.

Test sonucunda hesaplanmış olan test istatistikleri kritik değerlerden küçük olmasından dolayı "Kamu harcaması ekonomik büyümenin nedeni değildir" şeklinde kurulan temel hipotez reddedilememiştir, kamu harcamaları ekonomik büyümenin nedeni değildir sonucuna varılmıştır. Başka bir söylemle kamu harcamasından ekonomik büyümeye doğru bir nedensellik ilişkisi yoktur sonucu elde edilmiştir.

Uygulanmış olan Dumitrescu-Hurlin panel nedensellik testi sonucunda panelin tümü için ekonomik büyümeden kamu harcamasına doğru tek yönlü bir nedensellik ilişki olduğu, başka bir ifadeyle ekonomik büyümenin kamu harcamalarına neden olduğu sonucu elde edilmiştir. Bundan dolayı Dumitrescu-Hurlin panel nedensellik testi sonucuna göre Wagner Hipotezi'nin geçerli olduğuna karar verilmiştir.

3.8.5. Kónya Panel Nedensellik Testi

Kamu harcamaları ve ekonomik büyüme arasındaki nedensellik ilişkisinin varlığı hakkında hem panelin tümü, hem de panel veri setinde yer alan her bir ülke bazında ayrı ayrı olacak şekilde sonuçlar elde edebilmek için heterojen panel nedensellik testlerinden biri olan Kónya panel nedensellik testi uygulanmıştır.

Değişkenler arasındaki nedenselliğin sınanması amacıyla uygulanmış olan Kónya panel nedensellik testi sonuçları aşağıdaki tablolarda yer almaktadır.

Tablo 3.15: Panelin Tümü İçin Kónya Panel Nedensellik Testi Sonuçları

Hipotezler	Panel Fisher Test İstatistik Değeri	Olasılık Değeri
H_0: **Kamu harcaması ekonomik büyümenin nedeni değildir**	61.117	0.297
H_0: **Ekonomik büyüme kamu harcamasının nedeni değildir**	38.902	0.960

*, ** ve *** simgeleri sırasıyla %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeylerini ifade etmektedir.

Panelin tümü için yapılan Kónya panel nedensellik testinde; panel Fisher test istatistik değerlerine göre "Kamu harcaması ekonomik büyümenin nedeni değildir" ve "Ekonomik büyüme kamu harcamasının nedeni değildir" şeklinde kurulan temel hipotezler reddedilememiştir. Tüm panel için hem kamu harcamasından ekonomik büyümeye, hem de ekonomik büyümeden kamu harcamasına doğru nedensellik ilişkisi bulunamamıştır. Diğer bir ifadeyle her iki değişken arasında karşılıklı bir nedensellik ilişkisi yoktur. Aşağıda ülke bazlı test sonuçları yer almaktadır.

Tablo 3.16: Ülke Bazlı Kamu Harcamasından Ekonomik Büyümeye Doğru Kónya Panel Nedensellik Testi Sonuçları

Ülkeler	Wald Test İstatistik Değeri	Bootstrap Olasılık Değeri	Kritik Değerler		
			%1	%5	%10
1-AUS	91.386	0.260	601.373	354.305	195.453
2-AUT	228.555***	0.070	661.513	240.171	143.671
3-COL	1.264	0.910	612.639	279.490	217.942
4CHL	284.859	0.120	1056.631	720.691	402.043
5-BEL	424.292**	0.050	746.788	291.327	212.211
6-DNK	0.409	0.980	2336.794	1179.393	489.943
7-FIN	16.029	0.910	1682.397	1140.946	811.091
8-FRA	28.708	0.870	2692.789	1202.321	691.661
9-DEU	317.245***	0.070	844.957	371.845	191.830
10-GRC	21.148	0.860	858.468	364.576	214.363
11-IRL	1.458	0.980	986.342	770.575	553.137
12-ITA	95.273	0.810	2381.506	1587.173	564.728
13-JPN	35.959	0.800	2111.132	1058.225	808.111
14-KOR	299.044**	0.040	1056.662	249.730	201.595
15-LUX	1.185	0.980	2276.324	1892.019	1066.830
16-MEX	22.377	0.630	980.263	513.989	428.624
17-NLP	5.692	0.810	734.523	528.070	344.245
18-NAL	150.811	0.310	985.619	479.714	356.914
19-NOR	1323.674*	0.001	821.335	640.084	375.821
20-PRT	0.971	0.940	1154.474	743.276	491.293
21-ESP	88.458	0.930	4236.387	1748.726	1293.333
22-SWE	47.827	0.420	445.097	285.403	217.998
23-TUR	27.960	0.530	624.875	202.878	12.274
24-USA	41.668	0.600	1002.299	800.873	461.508
25-CHE	18.927	0.640	1909.209	922.933	400.995

26-CZE	0.248	0.980	394.156	233.362	201.053
27-CRI	144.277***	0.100	391.842	205.667	132.942
28-GBR	541.659**	0.040	830.770	522.518	309.117

*, ** ve *** simgeleri sırasıyla %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeylerini ifade etmektedir.

Kónya panel nedensellik testinde ilk olarak, kamu harcamasından ekonomik büyümeye doğru bir nedensellik ilişkisi olup olmadığı araştırılmıştır. Test için hipotezler aşağıda yer almaktadır;

H_0 : Kamu harcaması ekonomik büyümenin nedeni değildir.

H_1 : Kamu harcaması ekonomik büyümenin nedenidir.

Kónya panel nedensellik testi uygulanmasıyla elde edilen bulgular ışığında ülke bazlı olarak aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır;

Norveç için %1, Belçika, Kore, Birleşik Krallık için %5, Avusturya, Almanya, Kosta Rika için %10 anlamlılık düzeylerinde "Kamu harcaması ekonomik büyümenin nedeni değildir" şeklinde kurulan temel hipotez reddedilmiştir. Diğer bir ifadeyle bu ülkeler için kamu harcamasından ekonomik büyümeye doğru olacak şekilde bir nedensellik ilişkisi bulunmaktadır, bu ülkelerde kamu harcaması ekonomik büyümenin nedenidir. Çalışmada yer alan diğer ülkeler için kamu harcamasından ekonomik büyümeye doğru istatistiksel olarak anlamlı bir nedensellik ilişkisi saptanamamıştır.

Tablo 3.17: Ülke Bazlı Ekonomik Büyümeden Kamu Harcamasına Doğru Kónya Panel Nedensellik Testi Sonuçları

Ülkeler	**Wald Test İstatistik Değeri**	**Bootstrap Olasılık Değeri**	**Kritik Değerler**		
			%1	**%5**	**%10**
1 -AUS	55.943	0.640	2922.031	1348.448	978.864

2 -AUT	126.671	0.650	1959.547	1022.208	774.108
3 -COL	310.561	0.670	3461.884	1909.810	1392.967
4-CHL	30.537	0.750	1769.593	1152.444	739.702
5-BEL	132.837	0.720	3516.093	2011.681	1661.677
6-DNK	22.442	0.830	1054.713	827.250	691.159
7-FIN	698.970	0.190	3399.000	1938.792	1304.922
8-FRA	50.179	0.640	888.171	789.978	546.090
9-DEU	1.930	0.950	1783.656	794.199	690.017
10-GRC	432.576	0.440	5589.164	2630.747	1764.612
11-IRL	847.533	0.250	3635.810	2047.167	1617.604
12-ITA	207.526	0.480	2231.522	1380.749	898.983
13-JPN	364.478	0.170	3137.775	1047.099	585.810
14-KOR	336.224	0.240	1102.841	832.718	652.445
15-LUX	291.021	0.200	1619.926	618.323	493.716
16-MEX	31.873	0.850	2680.482	1651.830	1047.202
17-NLP	244.131	0.470	971.964	821.503	673.902
18-NAL	865.409	0.360	4619.751	2263.048	2118.015
19-NOR	2.659	0.990	1369.192	969.201	623.408
20-PRT	373.274	0.450	3160.462	1592.010	1401.496
21-ESP	650.539	0.390	3194.414	1923.666	1633.342
22-SWE	76.340	0.470	1206.537	467.792	336.328
23-TUR	21.677	0.870	4295.197	2227.031	1162.029
24-USA	110.336	0.620	1114.502	818.875	650.286
25-CHE	653.499	0.270	3837.375	1487.416	1121.248
26-CZE	470.795	0.380	5226.155	2063.370	1535.725
27-CRI	8.399	0.920	3265.755	1597.620	1101.254
28-GBR	3.507	0.960	2262.646	1288.016	993.236

*, ** ve *** simgeleri sırasıyla %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeylerini ifade etmektedir.

Kónya panel nedensellik testinde ikinci olarak; ekonomik büyümeden kamu harcamasına doğru bir nedensellik ilişkisinin olup olmadığı incelenmiştir. Test için hipotezler aşağıda yer almaktadır;

H_0 : Ekonomik büyüme kamu harcamasının nedeni değildir

H_1 : Ekonomik büyüme kamu harcamasının nedenidir

Kónya panel nedensellik testi uygulanmasıyla elde edilen bulgular ışığında çalışmada yer alan tüm ülkeler için belirli anlamlılık düzeylerinde "Ekonomik büyüme kamu harcamasının nedeni değildir" şeklinde kurulan temel hipotez reddedilememiştir, bundan dolayı ekonomik büyümeden kamu harcamasına doğru bir nedensellik ilişkisi yoktur sonucu elde edilmiştir. Diğer bir ifadeyle panel veri setinde yer alan her bir ülke ayrı ayrı incelendiğinde ekonomik büyüme kamu harcamasına neden olmamaktadır sonucuna varılmıştır.

Kónya panel nedensellik testinde panelin tümü için elde edilen bulgularda; hem kamu harcamasından ekonomik büyümeye, hem de ekonomik büyümeden kamu harcamasına doğru nedensellik ilişkisinin olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Panel veri setinde yer alan ülkeler için ayrı ayrı bakıldığında; belirli anlamlılık düzeylerinde Avusturya, Belçika, Almanya, Kore, Norveç, Kosta Rika, Birleşik Krallık olmak üzere 7 ülke için kamu harcamasından ekonomik büyümeye doğru tek yönlü nedensellik ilişkisinin olduğu, tüm ülkelerde ekonomik büyümeden kamu harcamasına doğru nedensellik ilişkisi olmadığı sonucu elde edilmiştir.

3.8.6. Emirmahmutoğlu ve Köse Panel Nedensellik Testi

Ekonomik büyüme ve kamu harcaması arasındaki nedensellik ilişkisinin varlığını hem panelin tümü, hem de panel veri setinde yer alan her bir ülke için ayrı ayrı incelemek amacıyla heterojen panel nedensellik testlerinden biri olan Emirmahmutoğlu ve Köse panel nedensellik testi uygulanmıştır.

Uygulanmış olan testin sonuçları aşağıdaki tablolarda yer almaktadır.

Tablo 3.18: Panelin Tümü İçin Emirmahmutoğlu ve Köse Panel Nedensellik Testi Sonuçları

Hipotezler	Panel Fisher Test İstatistik Değeri	Asimptotik Olasılık Değeri
H_0 : **Kamu harcaması ekonomik büyümenin nedeni değildir**	80.515	0.018**
H_0 : **Ekonomik büyüme kamu harcamasının nedeni değildir**	134.266	0.000*

*, ** ve *** simgeleri sırasıyla %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeylerini ifade etmektedir.

Tüm panel için yapılan Emirmahmutoğlu ve Köse panel nedensellik testinde; panel Fisher test istatistik değerlerine göre "Kamu harcaması ekonomik büyümenin nedeni değildir" ve "Ekonomik büyüme kamu harcamasının nedeni değildir" şeklinde kurulan temel hipotezler reddedilmiştir. Panelin tümü için hem kamu harcamasından ekonomik büyümeye, hem de ekonomik büyümeden kamu harcamasına doğru nedensellik ilişkisi bulunmaktadır. Diğer bir ifadeyle söz konusu değişkenler arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi saptanmıştır.

Tablo 3.19: Ülke Bazlı Kamu Harcamasından Ekonomik Büyümeye Doğru Emirmahmutoğlu ve Köse Panel Nedensellik Testi Sonuçları

Ülkeler	Gecikme Uzunluğu	Wald Test İstatistik Değeri	Olasılık Değeri
1-AUS	3	2.259	0.520
2-AUT	1	0.017	0.897
3-COL	3	8.437	0.038**
4-CHL	1	5.345	0.021**
5-BEL	2	0.121	0.941
6-DNK	1	0.546	0.460
7-FIN	3	2.693	0.441
8-FRA	1	0.098	0.754
9-DEU	3	2.361	0.501
10-GRC	3	0.340	0.952
11-IRL	1	0.518	0.471
12-ITA	3	0.686	0.876
13-JPN	3	6.325	0.097***
14-KOR	3	30.486	0.000*
15-LUX	1	0.015	0.903
16-MEX	1	0.547	0.460
17-NLP	1	0.040	0.841
18-NAL	2	1.234	0.539
19-NOR	3	0.739	0.864
20-PRT	3	2.328	0.507
21-ESP	2	1.080	0.583
22-SWE	2	0.637	0.727
23-TUR	1	0.026	0.873
24-USA	2	0.368	0.832
25-CHE	1	1.698	0.193

26-CZE	2	4.148	0.126
27-CRI	1	0.898	0.343
28-GBR	2	8.515	0.014**

*, ** ve *** simgeleri sırasıyla %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeylerini ifade etmektedir.

Emirmahmutoğlu ve Köse panel nedensellik testinde, ilk olarak kamu harcamasından ekonomik büyüme değişkenine doğru bir nedensellik ilişkisinin varlığı araştırılmıştır. Test için hipotezler aşağıda yer almaktadır;

H_0 : Kamu harcaması ekonomik büyümenin nedeni değildir.

H_1 : Kamu harcaması ekonomik büyümenin nedenidir.

Test sonuçlarına göre; Kore için %1, Kolombiya, Şili, Birleşik Krallık için %5, Japonya için %10 anlamlılık düzeylerinde "Kamu harcaması ekonomik büyümenin nedeni değildir" şeklinde kurulan temel hipotez reddedilmiştir. Diğer bir ifadeyle kamu harcamasından ekonomik büyümeye doğru bir nedensellik ilişkisi bulunmaktadır, kamu harcaması ekonomik büyümenin nedenidir. Çalışmada yer alan diğer ülkeler için kamu harcamasından ekonomik büyümeye doğru istatistiksel olarak anlamlı tek yönlü nedensellik ilişkisi bulunamamıştır.

Tablo 3.20: Ülke Bazlı Ekonomik Büyümeden Kamu Harcamasına Doğru Emirmahmutoğlu ve Köse Panel Nedensellik Testi Sonuçları

Ülkeler	Gecikme Uzunluğu	Wald Test İstatistik Değeri	Olasılık Değeri
1 -AUS	3	1.178	0.758
2 -AUT	1	2.296	0.130
3 -COL	3	6.412	0.093***

4-CHL	1	1.086	0.297
5-BEL	2	5.773	0.056***
6-DNK	1	0.380	0.538
7-FIN	3	9.008	0.029**
8-FRA	1	0.223	0.637
9-DEU	3	4.899	0.179
10-GRC	3	22.107	0.000*
11-IRL	1	5.828	0.016**
12-ITA	3	10.911	0.012**
13-JPN	3	5.268	0.153
14-KOR	3	12.051	0.007*
15-LUX	1	0.129	0.719
16-MEX	1	1.183	0.277
17-NLP	1	1.279	0.258
18-NAL	2	6.314	0.043**
19-NOR	3	5.708	0.127
20-PRT	3	4.207	0.240
21-ESP	2	12.576	0.002*
22-SWE	2	0.257	0.880
23-TUR	1	2.115	0.146
24-USA	2	7.612	0.022**
25-CHE	1	1.519	0.218
26-CZE	2	2.972	0.226
27-CRI	1	0.055	0.815
28-GBR	2	3.969	0.137

*, ** ve *** simgeleri sırasıyla %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeylerini ifade etmektedir.

Emirmahmutoğlu ve Köse panel nedensellik testinde ikinci olarak, ekonomik büyümeden kamu harcaması değişkenine doğru nedensellik ilişkisinin olup olmadığı araştırılmıştır. Test için hipotezler aşağıda yer almaktadır;

H_0: Ekonomik büyüme kamu harcamasının nedeni değildir

H_1: Ekonomik büyüme kamu harcamasının nedenidir

Sonuçlara göre; Yunanistan, Kore ve İspanya için %1, Finlandiya, İrlanda, İtalya, Yeni Zelanda ve ABD için %5, Kolombiya ve Belçika için %10 anlamlılık düzeylerinde "Ekonomik büyüme kamu harcamasının nedeni değildir" şeklinde kurulan temel hipotez reddedilmiştir. Diğer bir ifadeyle ekonomik büyümeden kamu harcamasına doğru bir nedensellik ilişkisi bulunmaktadır, ekonomik büyüme kamu harcamasının nedenidir. Çalışmada yer alan diğer ülkeler için ekonomik büyümeden kamu harcamasına doğru istatistiksel olarak anlamlı tek yönlü nedensellik ilişkisi bulanamamıştır.

Emirmahmutoğlu ve Köse panel nedensellik testi sonuçlarına göre, Kolombiya ve Kore ülkelerinde çift yönlü nedensellik ilişkisinin varlığı tespit edilmiştir. Bu iki ülkede ekonomik büyümeden kamu harcamasına, kamu harcamasından ekonomik büyümeye nedensellik ilişkisi bulunmaktadır. Diğer bir ifadeyle iki ülkede hem ekonomik büyüme kamu harcamasının, hem kamu harcaması ekonomik büyümenin nedeni olmaktadır.

Emirmahmutoğlu ve Köse nedensellik testinde tüm panel için elde edilen bulgularda hem kamu harcaması ekonomik büyümenin, hem de ekonomik büyüme kamu harcamasının nedenidir sonucu elde edilmiştir. Her bir ülke için ayrı ayrı bakıldığında; belirli anlamlılık düzeylerinde 5 ülke (Kolombiya, Şili, Japonya, Kore, Birleşik Krallık) için kamu harcamasından ekonomik büyümeye doğru nedensellik ilişkisinin olduğu, 10 ülke (Kolombiya, Belçika, Finlandiya, Yunanistan, İrlanda, İtalya, Kore, Yeni Zelanda, İspanya, ABD) için ekonomik büyümeden kamu harcamasına doğru nedensellik ilişkisi olduğu, 2 ülkede (Kolombiya, Kore) hem ekonomik büyümeden kamu harcamasına, hem de kamu harcamasından ekonomik büyümeye doğru, yani aralarında çift yönlü bir nedensellik ilişkisi olduğu sonucuna varılmıştır.

3.8.7. Uygulanan Testlerin Sonuçlarının Karşılaştırılması

Çalışmada 28 OECD ülkesine ait 1990-2020 yılları arasındaki verilerden oluşan panel veri seti oluşturulmuştur. Bu ülkeler için kamu harcaması ve ekonomik büyüme arasındaki nedensellik ilişkisinin varlığı uygun olan panel nedensellik testleri ile sınanmıştır. Çalışmada Dumitrescu-Hurlin, Kónya, Emirmahmutoğlu ve Köse panel nedensellik testleri kullanılmıştır. Uygulanmış olan testlerde elde edilen bulgular ışığında ulaşılan sonuçlar aşağıda karşılaştırmalı olarak açıklanmaktadır.

Dumitrescu-Hurlin panel nedensellik testinde panelin tümü için bulgular elde edilmiştir. Bu bulgular ışığında ilk olarak "Ekonomik büyüme kamu harcamasının nedeni değildir" şeklinde kurulan temel hipotez reddedilmiş ve ekonomik büyümeden kamu harcamasına doğru bir nedensellik ilişkisinin olduğu sonucuna varılmıştır. Daha sonra "Kamu harcaması ekonomik büyümenin nedeni değildir" şeklinde kurulan temel hipotez reddedilememiş ve kamu harcamasından ekonomik büyümeye doğru bir nedensellik ilişkisi olmadığı sonucuna varılmıştır. Bu testin sonucuna göre ekonomik büyümeden kamu harcamasına doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi bulunmuş ve ekonomik büyüme kamu harcamasına neden olmuştur. Bundan dolayı Dumitrescu-Hurlin test sonucuna göre tüm panel için Wagner Hipotezi'nin geçerli olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Kónya panel nedensellik testinde hem tüm panel, hem de panel veri setinde yer alan her bir ülke için ayrı ayrı olmak üzere bulgular elde edilmiştir. Tüm panel için elde edilen bulgular ışığında ilk olarak "Ekonomik büyüme kamu harcamasının nedeni değildir" şeklinde kurulan temel hipotez reddedilememiş ve ekonomik büyümeden kamu harcamasına doğru bir nedensellik ilişkisinin olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Daha sonra "Kamu harcaması ekonomik büyümenin nedeni değildir" şeklinde kurulan temel hipotez reddedilememiş ve kamu harcamasından ekonomik büyümeye doğru bir nedensellik ilişkisi olmadığı sonucuna varılmıştır. Bu test sonucunda tüm panel için hem ekonomik büyümeden kamu harcamasına doğru, hem de kamu harcamasından ekonomik büyümeye doğru bir nedensellik ilişkisi olmadığı sonucu elde edilmiştir. Kónya panel nedensellik testinde tüm panel için Wagner Hipotezi'nin geçerli olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Kónya panel nedensellik testinde yer alan her bir ülke için elde edilen bulgular ışığında; ilk olarak tüm ülkeler için "Ekonomik büyüme kamu harcamasının nedeni değildir" şeklinde kurulan temel hipotez reddedilememiş ve her bir ülke için ekonomik büyümeden kamu harcamasına doğru nedensellik ilişkisi olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Daha sonra "Kamu harcaması ekonomik büyümenin nedeni değildir" şeklinde kurulan hipotez Avusturya, Belçika, Almanya, Kore, Norveç, Kosta Rika, Birleşik Krallık olmak üzere 7 ülke için belirli anlamlılık düzeylerinde reddedilmiş ve bu ülkeler için kamu harcamasından ekonomik büyümeye doğru nedensellik ilişkisi olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Emirmahmutoğlu ve Köse panel nedensellik testinde de Kónya panel nedensellik testinde olduğu gibi hem tüm panel, hem de panel veri setinde yer alan her bir ülke için bulgular elde edilmiştir. Tüm panel için elde edilen bulgular ışığında ilk olarak "Ekonomik büyüme kamu harcamasının nedeni değildir" şeklinde kurulan temel hipotez reddedilmiş ve ekonomik büyümeden kamu harcamasına doğru nedensellik ilişkisi olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Daha sonra "Kamu harcaması ekonomik büyümenin nedeni değildir" şeklinde kurulan temel hipotez reddedilmiş ve kamu harcamasından ekonomik büyümeye doğru bir nedensellik ilişkisi olduğu sonucuna varılmıştır. Bu test sonucunda tüm panel için hem ekonomik büyümeden kamu harcamasına doğru, hem de kamu harcamasından ekonomik büyümeye doğru bir nedensellik ilişkisi bulunduğu diğer bir ifadeyle iki değişken arasında tüm panel için çift yönlü bir nedensellik ilişkisi olduğu sonucu elde edilmiştir. Bundan dolayı Emirmahmutoğlu ve Köse panel nedensellik testi sonuçlarına göre hem Wagner Hipotezi'nin hem de Keynes Görüşü'nün geçerli olduğu saptanmıştır.

Emirmahmutoğlu ve Köse panel nedensellik testinde her bir ülke için elde edilen bulgular ışığında; "Ekonomik büyüme kamu harcamasının nedeni değildir" şeklinde kurulan temel hipotez Kolombiya, Belçika, Finlandiya, Yunanistan, İrlanda, İtalya, Kore, Yeni Zelanda, İspanya, ABD olmak üzere 10 ülke için belirli anlamlılık düzeylerinde reddedilmiştir ve ekonomik büyümeden kamu harcamasına doğru nedensellik ilişkisi olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Daha sonra "Kamu harcaması ekonomik büyümenin nedeni değildir" şeklinde kurulan temel hipotez Kolombiya, Şili, Japonya, Kore, Birleşik Krallık olmak üzere 5 ülke için belirli anlamlılık

düzeylerinde reddedilmiş ve kamu harcamasından ekonomik büyümeye doğru nedensellik ilişkisi olduğu sonucuna varılmıştır. Bu testte Kolombiya ve Kore ülkelerinde; hem kamu harcamasından ekonomik büyümeye doğru, hem de ekonomik büyümeden kamu harcamasına doğru bir nedensellik ilişkisi olduğu ve aralarında çift yönlü nedenselliğin bulunduğu sonucu elde edilmiştir.

28 OECD ülkesine ait 1990-2020 yılları arasındaki kamu harcaması ve ekonomik büyüme arasındaki nedensellik ilişkisini test etmek amacıyla yapılan Dumitrescu-Hurlin, Kónya, Emirmahmutoğlu ve Köse panel nedensellik testlerinin sonuçları aşağıda yer alan tablolarda hem tüm panel hem de panelde yer alan ülkeler bazında karşılaştırmalı olarak verilmektedir.

Tablo 3.21: Panelin Tümü İçin Uygulanan Nedensellik Testlerin Sonuçlarının Karşılaştırılması

Hipotezler	**Dumitrescu-Hurlin Panel Nedensellik Testi Sonuçları**	**Kónya Panel Nedensellik Testi Sonuçları**	**Emirmahmutoğlu ve Köse Panel Nedensellik Testi Sonuçları**
H_0 : **Ekonomik büyüme kamu harcamasının nedeni değildir**	Hipotez reddedilmektedir, ekonomik büyümeden kamu harcamasına doğru nedensellik ilişkisi vardır.	Hipotez reddedilememektedir, ekonomik büyümeden kamu harcamasına doğru nedensellik ilişkisi yoktur.	Hipotez reddedilmektedir, ekonomik büyümeden kamu harcamasına doğru nedensellik ilişkisi vardır.

H_0: **Kamu harcaması ekonomik büyümenin nedeni değildir**	Hipotez reddedilememektedir, kamu harcamasından ekonomik büyümeye doğru nedensellik ilişkisi yoktur.	Hipotez reddedilememektedir, kamu harcamasından ekonomik büyümeye doğru nedensellik ilişkisi yoktur.	Hipotez reddedilmektedir, kamu harcamasından ekonomik büyümeye doğru nedensellik ilişkisi vardır.

Tablodan hareketle yapılan üç panel nedensellik testi sonucunda farklılık olduğu görülmektedir. Tüm panel için kamu harcaması ve ekonomik büyüme arasında; Dumitrescu-Hurlin (2012) panel nedensellik testinde ekonomik büyümeden kamu harcamasına doğru tek yönlü nedensellik olduğu, Kónya (2006) panel nedensellik testinde nedensellik ilişkisi olmadığı, Emirmahmutoğlu ve Köse (2011) panel nedensellik testinde ise çift yönlü nedensellik ilişkisi olduğu sonucuna varılmaktadır.

Uygulanmış olan üç testin sonuçlarına göre tüm panel için Wagner Hipotezi'nin geçerli olduğu ve olmadığı sonuçlar elde edilmiştir. Kullanılan veri seti aynı olmasına rağmen testlerin değişmesi sonucu etkilemiştir. Tüm panel için Dumitrescu-Hurlin panel nedensellik testinde Wagner Hipotezi'nin geçerli olduğu, Kónya panel nedensellik testinde Wagner Hipotezi'nin geçerli olmadığı, Emirmahmutoğlu ve Köse panel nedensellik testinde ise hem Wagner Hipotezi'nin hem de Keynes Görüşü'nün geçerli olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Literatürde yer alan çalışmalara baktığımızda da farklı modellerde ve analizlerde farklı sonuçlar elde edildiği gözlemlenmiştir. Kamu harcaması ve ekonomik büyüme arasındaki nedensellik ilişkisinin varlığı ve yönünün dört farklı şekilde sonuçlanabilir olduğu bu çalışmada da ortaya çıkarılmıştır.

Tablo 3.22: Her Bir Ülke İçin Uygulanan Testlerin Sonuçlarının Karşılaştırılması

Hipotezler	Kónya Panel Nedensellik Testinde Hipotezin Reddedildiği Ülkeler	Emirmahmutoğlu ve Köse Panel Nedensellik Testi Hipotezin Reddedildiği Ülkeler	Sonuçlar
H_0: **Ekonomik büyüme kamu harcamasının nedeni değildir**	-	COL, BEL, FIN, GRC, IRL, ITA, KOR, NAL, ESP, USA	Bu ülkelerde temel hipotez reddedilmektedir, ekonomik büyümeden kamu harcamasına doğru nedensellik ilişkisi vardır.
H_0: **Kamu harcaması ekonomik büyümenin nedeni değildir**	AUT, BEL, DEU, KOR, NOR, CRI, GBR	COL, CHL, JPN, KOR, GBR	Bu ülkelerde temel hipotez reddedilmektedir, kamu harcamasından ekonomik büyümeye doğru nedensellik ilişkisi vardır.

Tablodan hareketle her bir ülke için elde edilen sonuçlarda; Kónya panel nedensellik testinde, bazı ülkelerde kamu harcamasından ekonomik büyümeye doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi olduğuna, hiçbir ülkede ekonomik büyümeden kamu harcamasına nedensellik ilişkisi olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Kónya panel nedensellik testinde Keynes Görüşü'nün geçerli olduğu saptanmıştır. Emirmahmutoğlu ve Köse panel nedensellik testinde, bazı ülkelerde kamu harcamasından ekonomik büyümeye doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi olduğu, bazılarında ekonomik büyümeden kamu harcamasına doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi olduğu, bazılarında ise çift yönlü nedensellik ilişkisi olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Emirmahmutoğlu ve Köse panel nedensellik testinde ise belirli ülkelerde hem Wagner Hipotezi'nin hem de Keynes Görüşü'nün geçerli olduğu saptanmıştır.

Asimptotik olarak yapılan incelemelerde, çalışmada kullanılan değişkenlerin yapısına en uygun sonucun Kónya panel nedensellik testinden elde edildiğine karar verilmiştir. Kónya panel nedensellik testi, birimler arası korelasyon ve parametre heterojenliği durumunda uygulanmak için geliştirildiğinden dolayı SUR tahmincisinden yararlanmaktadır. Bu iki durum söz konusu olduğunda SUR tahmincisi EKK tahmincisine kıyasla daha doğru, güvenilir sonuçlar vererek etkin olmaktadır. Kónya panel nedensellik testinde, diğer testlerden farklı olarak test süreci başlamadan birimler arası korelasyonun varlığı göz önünde bulundurulmakta ve denklem sistemi SUR temelli olarak kurulmaktadır. Çalışmada daha öncede bahsedildiği gibi Kónya panel nedensellik testinde panelin tümü için elde edilen sonuçlarda; hem kamu harcamasından ekonomik büyümeye, hem de ekonomik büyümeden kamu harcamasına nedensellik ilişkisinin olmadığına ulaşılmıştır. Panel veri setinde yer alan ülkeler için ayrı ayrı bakıldığında; belirli anlamlılık düzeylerinde Avusturya, Belçika, Almanya, Kore, Norveç, Kosta Rika, Birleşik Krallık olmak üzere 7 ülke için belirli anlamlılık düzeylerinde kamu harcamasından ekonomik büyümeye doğru tek yönlü nedensellik ilişkisinin olduğu, bu ülkelerde Keynes Görüşü'nün geçerli olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

SONUÇ

Geçmişten günümüze kadar olan süreçte "neden" ve "nedensellik" kavramları farklı disiplinlerde yer alan çalışmalara konu olmuş ve bu konuda yapılan araştırmalar giderek artmıştır. Nedensellik kavramından ekonometri çalışmalarında regresyon modeli kurma aşamasından başlayarak birçok yerde yararlanılmaktadır. Regresyon modeli kurulurken değişkenler arasındaki nedensellik ilişkisine bakılarak bağımlı ve bağımsız değişken ayrımı yapılabilmektedir. İktisat teorisinde modelde yer alacak değişkenlere karar verilirken ve analiz sonucunda elde edilen bulgular teoriye göre yorumlanırken nedensellikten yola çıkılmaktadır. Literatürde yer alan ilk nedensellik testi Granger tarafından türetilmiş olan Granger nedensellik testidir. Daha sonra ilerleyen süreçlerde, bu test ışığında zaman serileri için çalışmalar yapılmış, farklı noktalara değinen yeni testler literatürde yer almıştır. Son zamanlarda zaman serileri için kullanılan nedensellik testleri göz önünde bulundurularak, panel veri yapısı için uygun olan nedensellik testleri geliştirilmiştir.

Bu çalışmada ilk olarak nedensellik kavramının felsefe biliminden başlayarak birçok bilimdeki yeri açıklanmıştır. Nedensellik kavramı, ekonometri ve istatistik bilimlerinde oldukça önem arz etmekte olduğundan dolayı bu bilimlerdeki yeri detaylı şekilde incelenmiştir. Daha sonra zaman serilerinde kullanılan nedensellik testleri teori ve özellikleriyle karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. İlerleyen bölümlerde, panel veri modelleri, panel nedensellik testlerinin teorileri ve özellikleri karşılaştırmalı olarak açıklanmıştır. Uygulama bölümünde ise kamu harcamaları ile ekonomik büyüme arasındaki nedensellik ilişkisi ve Wagner Hipotezi'nin geçerliliği panel nedensellik testleri ile araştırılmıştır.

Devletler geçmişten günümüze gelindiğinde birçok faaliyetin gerçekleşmesi açısından oldukça önemli bir rol oynamaktadır. Faaliyetlerin devlet tarafından yerine getirilebilmesi için kamu harcamalarına ihtiyaç duyulmaktadır. Kamu harcamaları devletin ihtiyaçlarını karşılayabilmek için yaptığı giderler bütünüdür. Ekonomik büyüme tüm ülkelerde önemli bir faktördür. Gelişmekte olan ülkeler için belirli bir düzeyin üstünde olması ve gelişmiş ülkelerin ise büyüme hızını korumaları ekonomik hedefler arasında yer almaktadır. Bir ülkenin refah düzeyi incelenirken dikkat edilen

faktörlerin başında kamu harcaması ve ekonomik büyüme gelmektedir. Literatürde kamu harcaması ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki birçok çalışmada ele alınmış, birbirlerini nasıl etkiledikleri tartışma konusu olmuştur. Genel olarak yapılan çalışmalara bakıldığında iki olgu üzerinde durulmuştur bunlar; Wagner Hipotezi ve Keynes Görüşü'dür. Wagner Hipotezi'nde; ekonomik büyümenin kamu harcamasını etkilediği, toplumda meydana gelen ekonomik büyüme ile birlikte sanayileşmenin ve istihdam oranının artacağı bundan dolayı da burada ihtiyaç duyulacak giderler için kamu harcamasının artış eğilimi göstereceği ileri sürülmüştür. Ülkelerde büyüme gerçekleşip zenginleşme arttığında kamu harcamalarındaki artışın kaçınılmaz olacağını ifade edilmiştir. Keynes Görüşü'nde ise Wagner Hipotezi'nin tam tersi olarak kamu harcamalarının ekonomik büyümeyi etkilediği ifade edilmiştir. Keynes, kamu harcamalarında meydana gelen artışın çarpan mekanizmasıyla dalgalanmaları düzelteceğini ve ekonomik büyümeyi arttıracağını ileri sürmüştür. Literatürde yer alan çalışmalarda faklı sonuçlar elde edilmiştir. Farklı sonuçlar elde etmenin nedenleri; kullanılan veri setlerinin, çalışılan birim ve zaman boyutlarının, kullanılan yöntemlerin birbirinden farklı olmasıdır.

Bu çalışmada 28 OECD ülkesine ait 1990-2020 yılları arasında panel veri seti oluşturularak kamu harcamaları ve ekonomik büyüme arasındaki nedensellik ilişkisi incelenmiştir. Uygulanan panel nedensellik testleri ile Wagner Hipotezi'nin geçerliliği sınanmıştır. İlk olarak birimler arası korelasyonun varlığının sınanması için yapılmış olan Pesaran (2015) testi sonucunda hem kamu harcaması hem de ekonomik büyüme değişkenlerine ait serilerde birimler arası korelasyon olduğu saptanmıştır. Homojenlik sınaması için uygulanmış olan Swamy S ve Pesaran Yamagata Delta testleri sonucunda parametrelerin heterojen yapıya sahip olduğu elde edilmiştir. Bu iki sınama sonrasında panel veri modelinin heterojen yapıda olduğu ve birimler arası korelasyonun bulunduğu sonucuna ulaşılmış, uygun olan panel birim kök testleri ve panel nedensellik testleri kullanılmıştır. Durağanlığın sınanması için ikinci kuşak yatay kesit ortalamadan fark alınarak dönüştürülmüş değişkenlere uygulanan Im, Pesaran ve Shin (IPS, demean) panel birim kök testi ve ikinci kuşak faktörlere dayalı Yatay Kesit Genişletilmiş Im, Pesaran ve Shin (CIPS) panel birim kök testi uygulanmıştır. Panel birim kök testi sonuçlarına göre hem kamu harcamasının, hem

de ekonomik büyüme değişkeninin fark durağan I(1) olduğu elde edilmiştir. Kamu harcaması ve ekonomik büyüme arasındaki nedenselliğin varlığı ve yönünün incelenmesi için heterojen panel nedensellik testlerinden Dumitrescu-Hurlin (2012), Kónya (2006), Emirmahmutoğlu ve Köse (2011) panel nedensellik testleri kullanılmıştır.

Bu testlerde hem panelin tümü, hem de panel veri setinde yer alan her bir ülke için ayrı ayrı sonuçlar elde edilmiştir. Tüm panel için uygulanan panel nedensellik testleri sonucunda elde edilen bulgulara göre;

Dumitrescu-Hurlin panel nedensellik testinde ekonomik büyümeden kamu harcamasına doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi olduğu ve Wagner Hipotezi'nin geçerli olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Kónya panel nedensellik testinde kamu harcaması ile ekonomik büyüme arasında bir nedensellik ilişkisi olmadığı elde edilmiştir. Emirmahmutoğlu ve Köse panel nedensellik testinde ekonomik büyüme ve kamu harcamaları arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi olduğu, hem Wagner Hipotezi'nin hem de Keynes Görüşü'nün geçerli olduğu sonucuna varılmıştır.

Daha sonra panel veri setinde yer alan her bir ülke için uygulanan panel nedensellik testleri sonucunda elde edilen bulgulara göre;

Kónya panel nedensellik testinde Avusturya, Belçika, Almanya, Kore, Norveç, Kosta Rika ve Birleşik Krallık olmak üzere 7 ülke için belirli anlamlılık düzeylerinde kamu harcamasından ekonomik büyümeye doğru nedensellik ilişkisi olduğu, bu ülkelerde Keynes Görüşü'nün geçerli olduğu sonucuna varılmıştır.

Emirmahmutoğlu ve Köse panel nedensellik testinde Kolombiya, Belçika, Finlandiya, Yunanistan, İrlanda, İtalya, Kore, Yeni Zelanda, İspanya ve ABD olmak üzere 10 ülke için belirli anlamlılık düzeylerinde ekonomik büyümeden kamu harcamasına doğru nedensellik ilişkisi olduğu, bu ülkelerde Wagner Hipotezi'nin geçerli olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Kolombiya, Şili, Japonya, Kore ve Birleşik Krallık olmak üzere 5 ülke için belirli anlamlılık düzeylerinde kamu harcamasından ekonomik büyümeye nedensellik ilişkisi olduğu, bu ülkelerde Keynes Görüşü'nün geçerli olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu test sonucunda Kolombiya ve Kore ülkelerinde hem ekonomik büyümeden kamu harcamasına hem de kamu

harcamasından ekonomik büyümeye doğru çift yönlü nedensellik ilişkisi olduğu böylece bu iki ülke için hem Wagner Hipotezi'nin hem de Keynes Görüşü'nün geçerli olduğu sonucuna varılmıştır.

1990-2020 yılları arasında 28 OECD ülkesi için kamu harcamaları ve ekonomik büyüme arasındaki nedensellik ilişkisi incelemesinde uygulanan testlerde elde edilen bulgularda; Dumitrescu- Hurlin panel nedensellik testinde panelin tümü için Wagner Hipotezi'nin geçerli olduğu, Kónya panel nedensellik testinde bazı ülkelerde Keynes Görüşü'nün geçerli olduğu, Emirmahmutoğlu ve Köse panel nedensellik testinde hem panelin tümü, hem de panel veri setinde yer alan bazı ülkeler için Wagner Hipotezi'nin ve Keynes Görüşü'nün geçerli olduğu sonucu elde edilmiştir.

Sonuç olarak üç testte de kullanılan ülkeler ve yıl boyutu aynı olmasına rağmen farklı sonuçlara ulaşılmıştır. Çalışmada yer alan değişkenlerin önsel testlerinden elde edilen bulgularına bakıldığında ve asimptotik olarak yapılan incelemelerde, en uygun sonucun Kónya panel nedensellik testinden elde edildiğine karar verilmiştir. Bundan dolayı Kónya panel nedensellik testinin sonuçları değerlendirilmiştir.

Kónya panel nedensellik testi, birimler arası korelasyon ve parametre heterojenliği durumunda uygulanmak için geliştirildiğinden dolayı SUR tahmincisinden yararlanmaktadır. Bu iki durum söz konusu olduğunda SUR tahmincisi EKK tahmincisine kıyasla daha doğru, güvenilir sonuçlar vererek etkin olmaktadır. Kónya panel nedensellik testinde, diğer testlerden farklı olarak test süreci başlamadan birimler arası korelasyonun varlığı göz önünde bulundurulmakta ve denklem sistemi SUR temelli olarak kurulmaktadır.

Kónya panel nedensellik testi sonucunda tüm panel için kamu harcaması ve ekonomik büyüme arasında bir nedensellik ilişkisi tespit edilememiştir. Panel veri setinde yer alan Avusturya, Belçika, Almanya, Kore, Norveç, Kosta Rika, Birleşik Krallık olmak üzere 7 ülke için kamu harcamalarından ekonomik büyümeye doğru tek yönlü nedensellik ilişkisinin olduğu, bu ülkelerde Keynes Görüşü'nün geçerli olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Avusturya, Belçika, Almanya, Kore, Norveç ve Birleşik Krallık gelişmiş olan ülkelerdir. Söz konusu bu ülkelerde eğitim harcamaları kamu harcamalarının yüzdelik olarak önemli bir kısmını oluşturmaktadır. Yapılan eğitim

harcamalarının içinde ise Ar-Ge faaliyetlerine harcanan giderler önemli bir orana sahiptir. Dolayısıyla söz konusu ülkelerde yapılan bu harcamalar sonucunda ülkede ekonomik büyüme artmaktadır. Almanya, Belçika ve Norveç ülkelerinde sosyal yardım harcamaları yapılan kamu harcamalarının önemli bir kısmını oluşturmaktadır. Bu yapılan yardımlar ülke refahını arttırmakla beraber ekonomik büyümeyi de etkilemektedir. Diğer bir harcama olan sağlık harcamaları bu ülkelerde yüksek oranda gerçekleşen kamu harcamalarıdır, burada yapılan harcamalardan dolayı sağlıklı toplum oluşmakta, kalkınma ve büyüme gerçekleşmektedir. Kosta Rika ülkesinde devlet müdahaleci bir politika izlemektedir. Her alanda devlet harcama gerçekleştirdiği için ve müdahaleci olduğundan dolayı kamu harcamaları ekonomik büyümeye neden olmaktadır. Gelişmiş ülkelerde toplum tasarruf yapmaya meyillidir, bu ülkelerde genellikle tasarruf fazlası oluşmaktadır. Ülke genelinde tasarruflar dönüştürülerek harcama gerçekleştirilir ve bu harcamalar ile yatırımlar yapılmaktadır bundan dolayı ekonomik büyüme gerçekleşmektedir.

Kamu harcamalarının yüzdelik olarak dağılımında eğitim, sağlık ve sosyal yardım harcamalarının arttırılması, özellikle eğitim kısmında Ar-Ge faaliyetleri için yapılan giderlerin arttırılması ekonomik büyümeyi olumlu yönde etkileyebilecektir. Böylece ülkede ekonomik büyüme ve refah seviyesi pozitif yönde ilerleyecektir.

KAYNAKÇA

Adıgüzel, U. ; Bayat, T. ; Kayhan, S.; Nazlıoğlu, Ş. : **"Oil Prices And Exchange Rates In Brazil, India And Turkey: Time and Frequency Domain Causality Analysis**.", Siyaset, Ekonomi ve Yönetim Araştırmaları Dergisi, 2013, s. 49-73.

Akdoğan, A. : **"Kamu Maliyesi",** Ankara, Gazi Kitabevi, 2011.

Akkaya, Ş. ; Yerdelen Tatoğlu, F.; Bakkal, U. : "**Fiscal Competition And Public Expenditure Composition In The Era of Globalization: Panel Data Analysis",** Theoretical & Applied Economics, 2021, s.167-182.

Aktürk, E. : **"İktisadi Zaman Serileri Arasındaki Nedensel İlişkinin Araştırılmasında Granger Nedensellik Testi ve Bir Uygulama"**, Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Doktora Tezi, 2015.

Altıner, A. : **"OECD Ülkelerinde Kamu Harcamaları ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Panel Simetrik ve Asimetrik Nedensellik Analizi",** Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 2019, s. 849-870.

Arısoy İ. : **"Türkiye'de Kamu Harcamaları ve Ekonomik Büyüme İlişkisi",** Discussion Paper, 2005, s. 1-19.

Atalay Şimşek, S. : **"Kamu Harcamaları Ekonomik Büyüme İlişkisi: Seçilmiş Üst Orta Gelir Grubu Ülkeler Üzerine Panel Nedensellik Analizi",** Batman Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 2019.

Aydın, M. : **"Asimetrik Panel Nedensellik Testi: Gelişmekte Olan Ülkelerin Borsaları Üzerine Bir Uygulama",** Sakarya Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 2016.

Blanchard, O. : **"Macroeconomics",** Londra, Pearson Education, 2017.

Bodart, V. ; Candelon, B. : **"Evidence of Interdependence and Contagion Using A Frequency Domain Framework",** Emerging Markets Review, 2009, s. 140-150.

Bozoklu, Ş. ; Yılancı, V. : **"Energy Consumption and Economic Growth For Selected OECD Countries: Further Evidence From the Granger Causality Test In the Frequency Domain",** Energy Policy, 2013, s. 877-881.

Breitung, J. ; Candelon, B. : **"Testing For Short-run And Long-run Causality: A Frequency Domain Approach",** Journal of Econometrics, 2006, s. 363-378.

Canning, D. ; Pedroni, P : **"Infrastructure, Long-Run Economic Growth And Causality Tests For Cointegrated Panels",** The Manchester School, 2008, s. 504-527.

Chang, T. : **"An Econometric Test of Wagner's Law For Six Countries Based On",** Applied Economics, 2002, s. 1157-1169.

Choe, J. I. : **"Do Foreign Direct Investment and Gross Domestic Investment Promote Economic Growth",** Review of Development Economics, 2003, s. 44-57.

Courakis, A. ; Moura-Roque, F. ; Tridimas, G. : **"Public Expenditure Growth In Greece and Portugal: Wagner's Law and Beyond",** Applied Economics, 1993, s. 125-134.

Çelik, A. : **"Ekonomik Büyüme ile Kamu Harcamalarının Nedensellik Analizi: Suudi Arabistan, B.A. Emirlikleri ve Kuveyt Uygulaması",**Marmara Üniversitesi Ortadoğu Araştırmaları Enstitüsü Doktora Tezi, 2010.

Çil, N. : *"***Finansal Ekonometri***",* İstanbul, Der, 2015.

Devarajan, S. ; Swaroop, V. ; Zou, H. : **"The Composition of Public Expenditure And Economic Growth",** Journal of Monetary Economics, 1996, s. 313-344.

Dumitrescu, E.-I. ; Hurlin, C. : **"Testing for Granger Non-Causality In Heterogeneous Panels",** Economic Modelling , 2012, s. 1450-1460.

Edizdoğan, N. : *"***Kamu Maliyesi***"*, Bursa, Ekin Kitabevi, 2007.

Efron, B. ; Tibshirani, R. : **"Bootstrap Methods For Standard Errors, Confidence Intervals, and Other Measures of Statistical Accuracy",** Statistical science, 1986, s. 54-75.

Einstein, A. : **"Science And Religion",** Conference on Science Philosophy and Religion Their Relation to The Democratic Way of Life**,** 1940.

Emirmahmutoğlu, F. ; Köse N. : "**Testing For Granger Causality In Heterogeneous Mixed Panels**", Economic Modelling , 2011, s. 870-876.

Erdem, M. ; Şenyüz, D. ; Tatlıoğlu, İ. :	"**Kamu Maliyesi**", Ekin Basım Yayın Dağıtım, 2007.
Erginay, A. :	"**Kamu Maliyesi**", Savaş Yayınları, 2005.
Erlat, H. :	"**Nedensellik Sınamaları Üzerine**", ODTÜ Gelişme Dergisi, 1983, s. 65-96.
Fasano, U. ; & Wang, Q. :	**"Fiscal Expenditure Policy And Non-Oil Economic Growth: Evidence From GCC Countries**", Available at SSRN, 2001, s. 3-18.
Gemmell, N. :	"**The Growth of The Public Sector**", Edward Elgar Publishing, 1993.
Goffman, I. J :	"**Empirical Testing Of Wagners Law-Technical Note**", Public Finance-Finances Publiques, 1968, s. 359-366.
Granger, C. W. J. :	"**Investigating Casual Relations by Econometric Models and Cross-Spectral Methods**", Econometrica, 1969, s. 424-438.
Granger, C. W. J. :	"**Testing For Causality: A Personal Viewpoint**", Journal of Economic Dynamics and Control, 1980, s. 329-352.
Granger, C. W. J. ; Newbold, P. :	**"Spurious Regressions in Econometrics**", Journal of Econometrics, 1974, s. 111-120.
Güriş, S. ; Çağlayan, E. :	**"Ekonometrik Terimler Sözlüğü",** 2007.
Gürsakal, N. :	**"Karar Analizi Üzerine Bazı Notlar",** İstanbul Üniversitesi İktisat Fakültesi Mecmuası, 1986, s. 213-224.
Gürsakal, N. :	**"Operasyonel Bir Kavram Olarak Nedensellik ve Bu Kavrama Dayandırılan Bir Uygulama",** Uludağ Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 1986, s. 137-144.

Hacker, R. ; Hatemi-J, A. : **"Tests For Causality Between Integrated Variables Using Asymptotic and Bootstrap Distributions: Theory and Application",** Applied Economics, 2006, s. 1489-1500.

Hamilton, J. : **"Time Series Analysis",** Princeton University Press, 1994.

Hartwig, J. : **"Is Health Capital Formation Good for Long-Term Economic Growth? Panel Granger Causality Evidence for OECD Countries",** Journal of Macroeconomics, 2010, s. 314-325.

Hatemi-J, A. : **"Asymmetric Causality Tests With An Application",** Empirical Economics, 2012, s. 447-456.

Haugh, L. : **"Checking The Independence of Two Covariance-Stationary Time Series: A Univariate Residual Cross-Correlation Approach",** Journal of American Statistical Association, 1976, s. 378-385.

Heitger, B. : **"The Scope of Government and Its Impact on Economic Growth In OECD Countries",** Kiel Working Paper, 2001, s. 1-32

Holtz-Eakin, D. ; Newey, W. ; Rosen, H : **"Estimating Vector Autoregressions With Panel Data",** Econometrica: Journal of The Econometric Society, 1988, s. 1371-1395.

Horowitz, J. : **"The Bootstrap",** Handbook of Econometrics, 2001, s. 3159-3228.

Hurlin, C. : **"Testing Granger Causality In Heterogeneous Panel Data Models With Fixed Coefficients",** Document De Recherche LEO, 2004, s. 1-31.

Im, K. ; Pesaran, M. : "**Testing For Unit Roots In Heterogeneous Panels",** Journal of Econometrics, 2003, s. 53-74.

Işığıçok, E. : **"Zaman Serilerinde Nedensellik Çözümlemesi: Türkiye'de Para Arzı ve Enflasyon Üzerine Amprik Bir Araştırma",** Bursa Uludağ Üniversitesi Basımevi, 1994.

Işık, N. ; Alagöz, M. : **"Kamu Harcamaları ve Büyüme Arasındaki İlişki",** Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 2005, s. 63-75.

Kalhan, D. : **"Kamu Harcamaları ve İktisadi Büyüme Arasındaki Nedensellik İlişkisinin Panel Veri Analizi",** İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 2021.

Kamacı, A. ; Kılıç, H. : "**Kamu Harcamalarının Ekonomik Büyüme ve İşsizlik Üzerindeki Etkisi: OECD Ülkeleri Örneği",** Politik Ekonomik Kuram, 2019, s. 113-128.

Kant, I. : "**Critique of Pure Reason, Translated by NK Smith**", McMillan London, 1929, s. 124.

Kar, M. ; Nazlıoğlu, Ş. ; Ağır, H. : "**Financial Development and Economic Growth Nexus In the MENA Countries: Bootstrap Panel Granger Causality Analysis**", Economic Modelling, 2011, s. 685-693.

Kennedy, P. : "**Guide to Econometrics Fifth Edition**", Malden: Blackwell Publising, 2007.

Kocaoğlu, D. : "**Orta Gelirli Ülkelerde Kamu Harcamaları ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Bir Panel Veri Seti Analizi**", Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Ensitüsü Yüksek Lisans Tezi, 2019.

Kónya, L. : **"Exports And Growth: Granger Causality Analysis on OECD Countries With A Panel Data Approach**", Economic Modelling , 2006, s. 978-992.

Kumar, S. : "**Further Evidence on Public Spending And Economic Growth In East Asian Countries**", 2009, s. 1-11.

Landau, D. : "**Government Expenditure And Economic Growth: Across Country Study**", Southern Economic Journal, 1983, s. 783-792.

Lebe, F. ; Akbaş, Y : "**İthal Ham Petrolün Fiyatları ile Döviz Kurunun Cari Açık Üzerine Etkisi**", Gazi Üniversitesi İİBF Dergisi, 2015, s. 171-196.

Lipsey, R. ; Steiner, P. ; Purvis, D : "**Economics**", New York: Harper and Row Publishers, 1974.

Maddala, G. ; Wu, S. : "**A Comparative Study Of Unit Root Tests With Panel Data and A New Simple Test**", Oxford Bulletin of Economics and Statistics, 1999, s. 631-652.

Mann, A. J. : **"Wagner's Law: An Econometric Test for Mexico**", National Tax Journal, 1980, s.189-201.

Musgrave, R. ; Musgrave, B. : **"Public Finance: In Theory and Practice",** Mc-Graw-Hill International, NewYork, NY, USA, 1989, s. 341.

Nadaroğlu, H. : "**Kamu Maliyesi Teorisi**", İstanbul, Nihat Sayar Yardım Vakfı Yayınları, 1974.

Nair-Reichert, U. ; Weinhold, D. : **"Causality Tests For Cross Country Panels: A New Look at FDI And Economic Growth In Developing Countries**", Oxford bulletin of economics and statistics, 2001, s. 153-171.

Nargeleçekenler, M. : **"Makroekonomik ve Finansal Serilerin Ekonometrik Analizi: Panel Veri Yaklaşımı",** Uludağ Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Doktora Tezi, 2009, s. 20.

Niloy, B. ; Haque, M. ; Osborn, D. : "**Public Expenditure and Growth In Developing Countries: Education Is The Key. Centre for Growth and Business Cycle Research**", School of Economic Studies, University of Manchester, 2003.

Ocak, G. : "**Nedensellik Analizinde Yeni Yaklaşımların Türkiye'deki Bankacılık Sisteminde Uygulanması**", Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İstatistik Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, 2009.

OECD : "**COFOG (Classification of the Functions of Government**", Paris, 2011.

Peacock, A.T. ; Wiseman, J: "**The Growth of Public Expenditure in the United Kingdom"**, London, Alan and Unwin, 1967, s. 322-323

Pesaran, M. : "**A Simple Panel Unit Root Test In The Presence of Cross Section Dependence**",

Journal of Applied Econometrics, 2007, s. 265-312.

Pryor, F. L. : "**Public Expenditure In Communist and Capitalist Nations**", George Allen and Unwin, London, UK, 1968

Ram, R. : "**Government Size and Economic Growth: A New Framework and Some Evidence From Cross Section and Time Series Data**", The American Economic Review, 1986, s. 191-203.

Rao, B. : "**Government Size and Economic Growth: A New Framework and Some Evidence From Cross Section and Time Series Data Comment**", The American Economic Review, 1989, s. 272-280.

Reese, S. ; Westerlund, J. : "**Panicca: Panic on Cross-section Averages**", Journal of Applied Econometrics, 2016, s. 961-981.

Russell, B. : "**Religion and Science**", Oxford Uni. Press, 1935.

Sevüktekin, M. ; Çınar, M. : "**Ekonometrik Zaman Serileri Analizi**", Bursa, Dora Yayınları, 2017.

Sims, C. : "**Money, Income and Causality**", The American Economic Review, 1972, s. 540-552.

Sönmez, S. : "**Kamu Ekonomisi Teorisi: Kamu Harcamalarında Etkinlik Arayışı**", Teori Yayınları, 1987.

Strateji Daire Başkanlığı (2020) : "**Fonksiyonel Sınıflandırma Anahtarı",** https://www.sbb.gov.tr/wp-

content/uploads/2019/04/Fonksiyonel_2019-2021.

Tarı, R. : "**Ekonometri**", Kocaeli, Umuttepe Yayınları, 2010.

Terzi, H. : Yurtkuran, S : "**Türkiye'de Eğitim ve İktisadi Büyüme İlişkisi: Sims ve Toda-Yamamoto Nedensellik Analizleri**", Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi, 2016, s. 7-24.

Toda, H. ; Yamamoto, T. : "**Statistical Inference In Vector Autoregressions With Possibly Integrated Processes**", Journal of Econometrics, 1995, s. 225-250.

Tomanbay, M. ; Gümüş, T : "**Genel Ekonomi**", Ankara, Gazi Kitabevi, 2004.

Türk, İ. : "**Kamu Maliyesi**", Ankara, Turhan Kitabevi, 2005.

Uluatam, Ö. : "**Kamu Maliyesi**", Ankara, İmaj Yayınevi, 2012.

Üner, A. : "**Nedensellik İlkesi: Hume'a Karşı Kant**", Mavi Atlas, 2014, s. 100-108.

Venet, B. ; Hurlin, C. : "**Granger Causality Tests In Panel Data Models With Fixed Coefficients**", EURISCO Université Paris Dauphine, 2001, s. 1-32.

Wagner, R. : "**Wagner's Law, Fiscal Institutions, and The Growth of Government**", National Tax Journal, 1977, s. 59-67.

Wooldridge, J. : "**Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data**", Cambridge: The MIT Press, 2002.

Yanfeng, W. : "**The Dynamic Relationships Between oil Prices and The Japanese Economy:A Frequency Domain Analysis**", Review of Economics & Finance , 2013, s. 57-67.

Yavuzyiğit, M : "**Kamu Harcamaları ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: OECD Ülkeleri Üzerine Panel Data Analizi**", Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 2019.

Yerdelen Tatoğlu, F. : "**İleri Panel Veri Analizi**", İstanbul, Beta, 2018.

Yerdelen Tatoğlu, F. : "**Panel Veri Ekonometrisi**", İstanbul, Beta, 2018.

Yerdelen Tatoğlu, F : "**Panel Zaman Serileri Analizi Stata Uygulamalı**", İstanbul, Beta Yayınevi, 2018.