



**T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**



**ÜLKELERİN EKONOMİK BÜYÜME VE RİSK
DEĞERLENDİRMELERİNİN
GENELLEŞTİRİLMİŞ LİNEER MODELLER
İLE İNCELENMESİ**

Harun YONAR

DOKTORA TEZİ

İstatistik Anabilim Dalı

**Şubat-2019
KONYA
Her Hakkı Saklıdır**

TEZ KABUL VE ONAYI

Harun Yonar tarafından hazırlanan “Ülkelerin Ekonomik Büyüme ve Risk Değerlendirmelerinin Genelleştirilmiş Lineer Modeller ile İncelenmesi” adlı tez çalışması 08/02/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği / ~~oy çokluğu~~ ile Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İstatistik Anabilim Dalı’nda DOKTORA TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Başkan

Prof. Dr.Hamza EROL

Danışman

Dr. Öğr. Üyesi Neslihan İYİT

Üye

Prof. Dr. Aşır GENÇ

Üye

Prof.Dr.Coşkun KUŞ

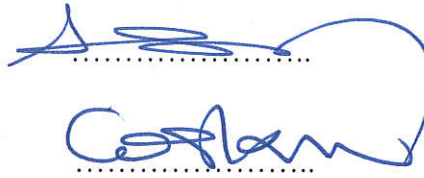
Üye

Prof. Dr. M. Fedai KAYA

İmza

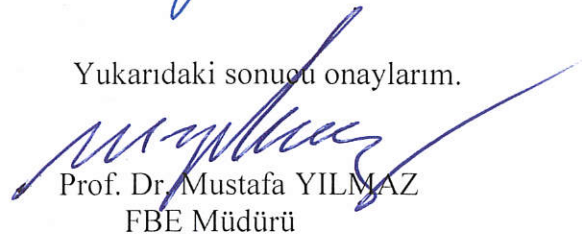








Yukarıdaki sonucu onaylarım.


Prof. Dr. Mustafa YILMAZ
FBE Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

DECLARATION PAGE

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



Harun YONAR

Tarih:08.02.2019

ÖZET

DOKTORA TEZİ

ÜLKELERİN EKONOMİK BÜYÜME VE RİSK DEĞERLENDİRMELERİNİN GENELLEŞTİRİLMİŞ LINEER MODELLER İLE İNCELENMESİ

Harun YONAR

**Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
İstatistik Anabilim Dalı**

Danışman: Dr.Öğr.Üyesi Neslihan İYİT

2019, 159 Sayfa

Jüri

Dr.Öğr.Üyesi Neslihan İYİT

Prof.Dr. Coşkun KUŞ

Prof.Dr. M. Fedai KAYA

Prof.Dr. Aşır GENÇ

Prof.Dr. Hamza EROL

Bu çalışmada, ülkelerin ekonomik büyüme ve risk değerlendirmelerinin nedensellik analizi, Genelleştirilmiş Lineer Modeller (GLM) ve GLM'in bir uzantısı olan Genelleştirilmiş Tahmin Denklemleri (GTD) yaklaşımları ile incelenmesi ele alınmıştır.

Ülkelerin ekonomik büyüme profillerini ortaya çıkarmak amacıyla ülke gelişmişlik değerlendirmelerinde dokuz farklı makroekonomik değişken; Gayri Safi Yurtiçi Hasıla, CO₂ emisyonu, elektrik tüketimi, enerji kullanımı, ithalat, ihracat, yabancı dış yatırım miktarı ve nüfus artış oranı kullanılmıştır. Ülkeler Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü üyeliklerine, Avrupa Birliği üyeliklerine ve gelir gruplarına göre sınıflandırılarak Toda-Yamamoto nedensellik testleri ile bu ülke gruplarının ekonomik büyümelerinin nedeni olan değişkenlerin tespiti yapılmıştır. Her grubun ekonomik büyümesi için hem yalnızca o ülke grubu için ekonomik büyümenin nedeni olan değişkenler kullanılarak, hem de dikkate alınan tüm değişkenler kullanılarak çeşitli GTD modelleri kurulmuştur. Model kurulumuna nedenselliğin katkısını incelemek için bu modellerin karşılaştırılması yapılmıştır. Ayrıca, risk kategorilerine göre sınıflandırılmış ülke gruplarının ekonomik büyüme nedenlerinin tespiti için Panel Granger ve Dumitrescu-Hurlin panel nedensellik incelemeleri yapılmış, GTD kullanılarak bu ülke gruplarının ekonomik büyümeleri için modeller oluşturulmuş, 2008 global ekonomik kriz yılı değerlendirmesi için ekonomik büyümeleri GLM ile modellenmiştir. Bu modellerin risk grupları açısından değerlendirilmesi ve karşılaştırması yapılmıştır. Sonuç olarak, ülkelerin ekonomik büyümelerinin hangi değişkenlerce açıklanabildiği her ülke grubu için belirlenmiş olup, ülkelerin ekonomik profilleri ortaya çıkarılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Dumitrescu-Hurlin panel nedensellik testi, ekonomik büyüme, genelleştirilmiş lineer modeller, genelleştirilmiş tahmin denklemleri, panel Granger nedensellik testi, risk değerlendirmesi, Toda Yamamoto nedensellik testi.

ABSTRACT

Ph.D THESIS

INVESTIGATION OF ECONOMIC GROWTH AND RISK ASSESSMENTS OF COUNTRIES WITH GENERALIZED LINEAR MODELS

Harun YONAR

**THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF
SELÇUK UNIVERSITY
THE DEGREE OF DOCTOR OF PHILOSOPHY
IN STATISTICS**

Advisor: Assist.Prof.Dr. Neslihan İYİT

2019, 159 Pages

**Jury
Assist.Prof.Dr. Neslihan İYİT
Prof.Dr. Coşkun KUŞ
Prof.Dr. M. Fedai KAYA
Prof.Dr. Aşır GENÇ
Prof.Dr. Hamza EROL**

In this study, investigation of economic growth and risk assessment of the countries with causality analysis, Generalized Linear Models (GLM) and Generalized Estimating Equations (GEE) which is an extension of GLM, approaches are examined.

Nine different macroeconomic variables which are the gross domestic product, CO₂ emission, electricity consumption, energy use, import, export, foreign direct investment, population growth rate have been used. The countries have been categorized according to the Organization for Economic Cooperation and Development memberships and European Union memberships and income groups. The causes of the economic growth of these groups have been determined by using the Toda-Yamamoto causality analysis. In addition, various GEE models have been established for the economic growth of each group, using not only variables that are the causes of the economic growth for that country group but also all variables are considered. These models have been compared to examine the contribution of causality to the model establishment. Moreover, Panel Granger and Dumitrescu and Hurlin panel causality investigations have been conducted to determine the economic growth causes of the country groups classified according to the risk categories. Models have been developed for the economic growth of these country groups by using GEE and economic growth for the 2008 global economic crisis year has been modeled by GLM. These models have been evaluated and compared in terms of the risk groups. As a result, the economic growth profiles of these countries have been determined for each country group.

Keywords: Dumitrescu- Hurlin panel causality test, economic growth, generalized linear models, generalized estimating equations, Panel Granger causality test, risk assessment, Toda Yamamoto causality test.

ÖNSÖZ

Tez çalışmam boyunca bilgi ve ilgilerini benden esirgemeyen değerli danışmanım Dr.Öğr.Üyesi Neslihan İYİT'e, tecrübelerini her zaman benimle paylaşan ve her an yanımda olan değerli hocam Prof.Dr. Aşır GENÇ'e, her türlü bilimsel anlamdaki katkılarıyla çalışmama yön veren tez izleme ve tez savunma komitesi üyelerim sayın Prof.Dr. Coşkun KUŞ'a, Prof.Dr. M. Fedai KAYA'ya ve Prof.Dr. Hamza EROL'a, bugünlere gelmemde en büyük katkıyı sağlayan ve beni hiç yalnız bırakmayan değerli aileme ve her türlü desteğini benden esirgemeyen, her zaman sabırla yanımda olan sevgili nişanlım Aynur ŞAHİN'e sonsuz teşekkür ederim.

Harun YONAR
KONYA-2019

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
ÖNSÖZ	vi
İÇİNDEKİLER	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	ix
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	5
2.1. Nedensellik Analizi ile İlgili Literatür Taraması	5
2.2. Genelleştirilmiş Lineer Modeller ile İlgili Literatür Taraması	8
2.3. Genelleştirilmiş Tahmin Denklemleri ile İlgili Literatür Taraması	10
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	14
3.1. Nedensellik Analizi.....	14
3.1.1. Granger ve Toda-Yamamoto nedensellik testleri	17
3.1.2. Panel nedensellik analizi.....	21
3.2. Genelleştirilmiş Lineer Modeller	28
3.2.1. Lineer modeller	28
3.2.2. Genelleştirilmiş lineer modeller.....	30
3.2.3. Genelleştirilmiş lineer modellerde parametre tahmini.....	34
3.2.4. Genelleştirilmiş lineer modeller için kullanılan uyum iyiliği ölçütleri.....	37
3.2.5. Genelleştirilmiş lineer modeller için istatistiksel sonuç çıkarımı	39
3.2.6. Genelleştirilmiş lineer modellerde artık analizi.....	41
3.3. Genelleştirilmiş Tahmin Denklemleri	43
3.3.1. Genelleştirilmiş tahmin denklemleri ve model bileşenleri	43
3.3.2. Genelleştirilmiş tahmin denklemlerinde korelasyon yapıları	45
3.3.3. Genelleştirilmiş tahmin denklemlerinde parametre tahmini.....	51
3.3.4. Genelleştirilmiş tahmin denklemlerinde uygun korelasyon yapısının seçimi	55
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA.....	57
4.1. Ülke Gruplarının Ekonomik Büyümesinin Nedenselliklerinin Araştırılması.....	61
4.1.1. OECD üyesi, AB üyesi, yüksek gelirli, üst-orta gelirli, alt-orta gelirli ve düşük gelirli ülke gruplarının Toda-Yamamoto nedensellik testi sonuçları.....	61
4.1.2. Kırılganlık durum indeksinde yer alan risk gruplarına göre ülkelerin panel nedensellik testi sonuçları	66

4.2. OECD Üyesi, AB Üyesi, Yüksek Gelirli, Üst-Orta Gelirli, Alt-Orta Gelirli ve Düşük Gelirli Ülke Gruplarının Ekonomik Büyümelerinin İncelenmesi için GTD Yaklaşımının Uygulanması.....	72
4.2.1. OECD üyesi ülkeler grubunun ekonomik büyümesinin incelenmesi için GTD yaklaşımının uygulanması	72
4.2.2. AB üyesi ülkeler grubunun ekonomik büyümesinin incelenmesi için GTD yaklaşımının uygulanması	75
4.2.3. Yüksek gelirli ülkeler grubunun ekonomik büyümesinin incelenmesi için GTD yaklaşımının uygulanması	82
4.2.4. Üst-Orta gelirli ülkeler grubunun ekonomik büyümesinin incelenmesi için GTD yaklaşımının uygulanması	85
4.2.5. Alt-Orta gelirli ülkeler grubunun ekonomik büyümesinin incelenmesi için GTD yaklaşımının uygulanması	92
4.2.6. Düşük gelirli ülkeler grubunun ekonomik büyümesinin incelenmesi için GTD yaklaşımının uygulanması	99
4.3. Risk Gruplarına Göre Ülkelerin Ekonomik Büyümelerinin İncelenmesi için GTD Yaklaşımının Uygulanması.....	102
4.3.1. Düşük risk grubu ülkelerin ekonomik büyümelerinin incelenmesi için GTD yaklaşımının uygulanması	102
4.3.2. Alt-Orta risk grubu ülkelerin ekonomik büyümelerinin incelenmesi için GTD yaklaşımının uygulanması	106
4.3.3. Üst-Orta risk grubu ülkelerin ekonomik büyümelerinin incelenmesi için GTD yaklaşımının uygulanması	109
4.3.4. Yüksek risk grubu ülkelerin ekonomik büyümelerinin incelenmesi için GTD yaklaşımının uygulanması	113
4.4. Risk Gruplarına Göre Ülkelerin 2008 Global Ekonomik Kriz Yılındaki Ekonomik Büyümelerinin İncelenmesi için GLM Yaklaşımının Uygulanması.....	116
4.4.1. Düşük risk grubu ülkelerin 2008 global ekonomik kriz yılındaki ekonomik büyümelerinin incelenmesi için GLM yaklaşımının uygulanması	116
4.4.2. Alt-Orta risk grubu ülkelerin 2008 global ekonomik kriz yılındaki ekonomik büyümelerinin incelenmesi için GLM yaklaşımının uygulanması	119
4.4.3. Üst-Orta risk grubu ülkelerin 2008 global ekonomik kriz yılındaki ekonomik büyümelerinin incelenmesi için GLM yaklaşımının uygulanması	121
4.4.4. Yüksek risk grubu ülkelerin 2008 global ekonomik kriz yılındaki ekonomik büyümelerinin incelenmesi için GLM yaklaşımının uygulanması	124
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	128
5.1. Sonuçlar	128
5.2. Öneriler	132
KAYNAKLAR	133
EKLER	143
ÖZGEÇMİŞ	159

SİMGELER VE KISALTMALAR

Kısaltmalar

Kısaltma:	Açıklama
AB:	European Union (Avrupa Birliği)
ADF:	Augmented Dickey–Fuller (Artırılmış Dickey-Fuller)
AIC:	Akaike Information Criteria (Akaike Bilgi Kriteri)
AICc:	(Corrected Akaike Information Criteria) Düzeltilmiş Akaike Bilgi Kriteri
BIC:	Bayesian Information Criterion (Bayes Bilgi Kriteri)
CAIC:	Consistent Akaike's Information Criterion (Tutarlı Akaike Bilgi Kriteri)
CIC:	Correlation Information Criterion (Korelasyon Bilgi Kriteri)
DF:	Dickey-Fuller
EÇO:	En Çok Olabilirlik
EKK:	En Küçük Kareler
FS:	Fisher Skor
FSI:	Fragile State Index (Kırılganlık Durum İndeksi)
GTD:	Genelleştirilmiş Tahmin Denklemleri
GLM:	Genelleştirilmiş Lineer Modeller
GSMH:	Gayri Safi Milli Hasıla
GSYİH:	Gayri Safi Yurtiçi Hasıla
IRLS:	Iteratively Reweighted Least Squares (İteratif Yeniden Ağırlıklandırılmış En Küçük Kareler)
MWALD:	Modifiye edilmiş WALD
NR:	Newton-Raphson
OECD:	Organization for Economic Cooperation and Development (Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü)
QIC:	Quasi-likelihood under the Independence Model Criterion (Bağımsız Model Kriteri altında Yarı-Olabilirlik)
QICC :	Corrected Quasi-likelihood under the Independence Model Criterion (Düzeltilmiş Bağımsız Model Kriteri altında Yarı-Olabilirlik)
SIC:	Schwarz Information Criteria (Schwarz Bilgi Kriteri)

1. GİRİŞ

Gelecek, insanların bireysel ve toplumsal olarak hakkında fikir sahibi olmak istedikleri ancak gerçekleşmeden mutlak sonuçlarının bilinemeyeceği, çoğu zaman yanılgılar içeren ve öngörülemeyen durumları bünyesinde barındıran bir bilinmezlik olgusudur. Gerçek dünyanın bu karmaşık ve bilinmezlik içeren yapısını anlamamıza yarayan ve gerçeğin bir iz düşümü olan istatistiksel modeller; olgu ve sistemleri kavram ve kanunlarla basitleştirerek, belirli kısıtlar ve varsayımlar altında kullanabilen araçlardır (Akdeniz ve Öztürk, 1996).

İstatistiksel ve ekonometrik modeller, olaylar arasında bilinen ilişkilerin kontrolünü ve bilinmeyen (keşfedilmemiş) ilişkilerin ise tespitini yapmadaki en önemli araçlardır. İstatistiksel bir modellemede, modelin sağlayacağı fayda; değişkenlerin ölçülebilir doğru gözlemlerle elde edilmiş olmasına ve kullanılacak modelleme yönteminin olayın tasvirini en iyi şekilde yapabilmesine bağlıdır. Genelleştirilmiş Lineer Modeller (GLM) ve Genelleştirilmiş Tahmin Denklemleri (GTD), değişkenler arasındaki ilişkileri modellemede kullanılan ve son yıllarda farklı alanlarda popülaritesi oldukça artmış olan modelleme yöntemleridir. GLM; bağımlı değişkenin dağılımının üstel aileden geldiği durumlarda, bağımlı değişken ile açıklayıcı değişkenler arasındaki ilişkiyi modellerken, GLM'nin bir uzantısı olan GTD ise; farklı birimlerden alınan tekrarlı ölçüm değerlerini de içeren veri yapılarının modellenebilmesine imkan tanımaktadır (Duncan ve ark., 1995; Fitzmaurice ve Molenberghs, 2009; Gosho, 2014).

İktisadi değişkenlerin denklemlerle ifade edildiği ekonometrik modeller ise; zaman serilerinin kullanımına dayanan model yapılarını içermektedir. Zamana bağlı olarak incelenen her yapı; bir başka yapının varlığını etkilemekte ve ancak bu yapılar arasındaki neden-sonuç ilişkileri belirlendikçe olaylar değerlendirilebilir hale gelmektedir. Toda ve Yamamoto (1995), Dumitrescu ve Hurlin (2012) ve Panel Granger (1969) nedensellik testleri neden-sonuç ilişkilerinin analizinde oldukça yaygın kullanıma sahip testlerdir. Toda- Yamamoto testi yatay kesit formundaki veri yapılarının nedensellik incelenmesinde kullanılırken, Dumitrescu-Hurlin ve Panel Granger testleri panel veri nedensellik incelemelerinde sırasıyla heterojen ve homojen panel veri yapılarının nedensellik incelenmesinde kullanılmaktadır (Granger, 1969; Toda ve Yamamoto, 1995; Dumitrescu ve Hurlin, 2012).

Ülkeler gelecek planlamalarını, ülkelerin ekonomik değerlendirmelerini yapan kurum ve kuruluşlardan ve dünyaca kabul görmüş indekslerin bulgularından yola çıkarak

yapmaktadırlar. Ülkelerin makro-ekonomik değişkenleri/göstergeleri olan Gayri Safi Yurtiçi Hasıla (GSYİH) başta olmak üzere CO₂ emisyonu, elektrik tüketimi, enerji kullanımı, ithalat, ihracat, yabancı dış yatırım miktarları, nüfus artış oranı, dış borç gibi değişkenler ile yapılan bu değerlendirmeler ülkelerin gelişmişlik, büyüme ve kalkınma değerlendirmelerinde kullanılmaktadır (Ağcakaya ve ark., 2016; Eğilmez, 2018; WorldBank, 2018).

Bu çalışmanın amacı; ülkelerin ekonomik değerlendirmelerinde kullanılan makro-ekonomik göstergeler kullanarak, çeşitli ülke grupları için ekonomik büyümenin bir göstergesi olan GSYİH'nin nedeni olan değişkenleri tespit etmek ve bu ülke gruplarının ekonomik büyümesini açıklayan modeller elde etmektir. Bu amaç doğrultusunda,

- Ülkelerin ekonomik değerlendirmelerinde kullanılan makroekonomik değişkenler ve göstergeler; kredi derecelendirme kuruluşları ile ülkelerin ekonomik değerlendirmelerini yapan kurum ve kuruluşlarının yayınladıkları raporların ve ayrıca dünyaca kabul görmüş olan indekslerin ayrı ayrı titiz incelenmeleri sonucunda belirlenerek, ülke grupları için derlendi. Ülkeler; Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü (Organization for Economic Cooperation and Development, OECD) ile Avrupa Birliği (European Union, AB) üyeliklerine göre, gelir gruplarına göre (yüksek gelirli, üst-orta gelirli, alt-orta gelirli ve düşük gelirli) ve kırılganlık durum indeksi (Fragile State Index, FSI) risk kategorilerine göre (düşük riskli, alt-orta riskli, üst-orta riskli ve yüksek riskli) olarak sınıflandırıldı. Ülkelerin gelir gruplarına göre sınıflandırılmasında Gayri Safi Milli Hasıla (GSMH) göstergesi, risk kategorilerine göre sınıflandırılmasında ise FSI göstergeleri kullanıldı.
- OECD ülkeler grubu, AB üye ülkeler grubu, yüksek gelirli ülkeler, üst-orta gelirli ülkeler, alt-orta gelirli ülkeler ve düşük gelirli ülkeler grubunun ekonomik büyümesinin nedeni olan değişkenler Toda ve Yamamoto (1995) testi ile tespit edildi.
- Düşük risk grubu ülkeler, alt-orta risk grubu ülkeler, üst-orta risk grubu ülkeler ve yüksek risk grubu ülkelerin ekonomik büyümesinin nedeni olan değişkenler ise panel nedensellik testleri ile tespit edildi.
- OECD ülkeleri, AB üye ülkeleri, yüksek gelirli ülkeler, üst-orta gelirli ülkeler, alt-orta gelirli ülkeler, düşük gelirli ülkelerin her birinin ekonomik büyümesini açıklayan hem yalnızca o ülke grubu için ekonomik büyümenin

nedeni olan değişkenler kullanılarak, hem de dikkate alınan makro-ekonomik değişkenlerin tümü kullanılarak çeşitli GTD modelleri kuruldu. Nedensellik analizlerinin model kurulumuna katkısını incelemek için bu modellerin karşılaştırılmaları yapıldı.

- Düşük risk grubu ülkeler, alt-orta risk grubu ülkeler, üst-orta risk grubu ülkeler ve yüksek risk grubu ülkelerin her birinin ekonomik büyümesi için dikkate alınan makro-ekonomik değişkenlerin tümü kullanılarak GTD ile modeller kuruldu ve bu modellerin risk grupları açısından değerlendirmeleri yapıldı.
- Düşük risk grubu ülkeler, alt-orta risk grubu ülkeler, üst-orta risk grubu ülkeler ve yüksek risk grubu ülkelerin her birinin yalnızca “2008 global kriz yılı” ekonomik büyümesi için dikkate alınan makro-ekonomik değişkenlerin tümü kullanılarak GLM kuruldu ve bu modellerin risk grupları açısından değerlendirmeleri yapıldı.

Bu çalışmanın literatüre katkıları;

- İstatistiksel modellemede, bazen birbirinden mantıken uzak görünen olaylar arasındaki yüksek dereceli ilişkilerin varlığı ya da birbirine yakın görünen olaylar arasında tespit edilemeyen etkileşimlerin varlığı kurulan modelden sağlıklı bir istatistiksel sonuç çıkarımı yapmaya engel olabilmektedir. Bu istenmeyen durumu ortadan kaldırabilmek için model kurulumundan önce bir önsel bilgi dahilinde nedensellik analizleri ile değişkenler arasındaki sebep-sonuç ilişkilerinin araştırılmasının model kurulumu açısından faydalı olacağını gösterilmiştir.
- Literatürde, nedensellik üzerine oldukça fazla sayıda çalışma vardır. Fakat bu çalışmaların hepsinde sadece nedensellik bulguları verilmiştir ve bu bulgular ülke profillerini değerlendirmede yeterli değildir. Bu çalışmada, ülkelerin ekonomik büyümelerinin nedensellikleri; birden fazla değişken kullanılarak değerlendirildikten sonra yapılan bu nedensellik analizleri sonucunda ülkelerin ekonomik büyümeleri için kurulan modeller karşılaştırılabilir düzeye getirilmiştir.

- Özellikle literatürde yaygın olarak klinik çalışmalarda ve sigortacılıkta kullanılan GLM ve GTD modellerinin makro-ekonomik değişkenler ile kurulan modellerde de kullanılabilirliği gösterilmiştir.
- Bu çalışmada yer alan çeşitli ülke grupları kullanılarak yapılan değerlendirmelerle, farklı ülke gruplarının birbirleriyle ekonomik büyümeleri bakımından karşılaştırılmasına olanak sağlamıştır.

Bu tez çalışması beş bölümden oluşmaktadır. Birinci bölüm tez çalışmasına giriş niteliğindedir. İkinci bölümünde, nedensellik analizleri, GLM ve GTD ile ilgili literatür taraması ayrıntılı olarak verilmiştir. Üçüncü bölümde ise ilk olarak nedensellik ve panel nedensellik analizleri için kullanılan yaklaşımlar ile GLM ve GTD yöntemleri detaylı olarak ele alınmıştır. Çalışmanın özgün kısmı olan dördüncü bölümde ise ilk olarak OECD üyesi, AB üyesi, yüksek gelirli, üst-orta gelirli, alt-orta gelirli ve düşük gelirli ülke gruplarının ekonomik büyümelerinin nedensellikleri Toda ve Yamamoto (1995) nedensellik testi ile araştırılmıştır. FSI risk gruplarına göre ülkelerin ekonomik büyümelerinin ele alınan değişkenlerle nedensellik ilişkileri panel nedensellik analizleri ile sınanmıştır. Daha sonra OECD üyesi, AB üyesi, yüksek gelirli, üst-orta gelirli, alt-orta gelirli ve düşük gelirli ülke gruplarının her birinin ekonomik büyümesini GSYİH olarak sadece o ülke grubunda ekonomik büyümenin nedeni olan değişkenler açısından ele alarak ve daha sonra tüm değişkenler açısından ele alarak farklı GTD kurulmuş ve yorumlanmıştır. Düşük risk grubu, alt-orta risk grubu, üst-orta risk grubu ve yüksek risk grubu ülkelerin her birinin ekonomik büyümesi için çalışmada dikkate alınan tüm değişkenler kullanılarak GTD yaklaşımı ile farklı modeller kurulmuş ve yorumlanmıştır. Son olarak dünya ekonomisini derinden etkileyen 2008 global kriz yılını değerlendirmek için, düşük risk grubu ülkeler, alt-orta risk grubu, üst-orta risk grubu ve yüksek risk grubu ülkelerin her birinin 2008 global kriz yılı ekonomik büyümeleri çalışmada ele alınan tüm değişkenler kullanılarak GLM yaklaşımı ile modellenmeye çalışılmış ve yorumlanmıştır. Çalışmanın son bölümünü oluşturan beşinci bölümde ise bu ülkelerin ekonomik ve risk değerlendirmelerinden elde edilen bulgular ile ilgili sonuçlar, değerlendirmeler ve öneriler ortaya konmuştur.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Bu bölümde nedensellik analizi, GLM ve GTD ile ilgili literatür taraması ayrıntılı olarak verilmiştir.

2.1. Nedensellik Analizi ile İlgili Literatür Taraması

Granger (1969), tarafından önerilen Granger nedensellik testi ekonometrik modellerde nedensellik araştırmalarında sıklıkla kullanılmaktadır. Granger testindeki durağanlık şartının getirmiş olduğu kısıtlamanın ortadan kalktığı ve VAR sistemine dayalı nedensellik analizi Toda ve Yamamoto (1995) tarafından önerilmiştir.

Ahmad ve Kwan (1991), Afrika kıtasında yer alan 47 gelişmekte olan ülke için tutarlı bir veri seti ile ihracat ve milli gelir arasındaki ilişkiyi araştırmak amacıyla Granger nedensellik testini kullanmışlardır.

Ahmad ve Harnhirun (1996), Güneydoğu Asya Ülkeleri Birliği'nin (ASEAN) beş üye ülkesi olan Endonezya, Malezya, Filipinler, Singapur ve Tayland için ihracat ve ekonomik büyüme arasındaki nedenselliği Granger nedensellik testini kullanarak incelemişlerdir. Bu ülkeler için ihracattaki genişlemenin ekonomik büyümeye neden olmadığını tespit etmişlerdir.

Ahmad (2001), ihracat ve ekonomik büyüme arasındaki nedenselliği tahmin eden önemli ekonometrik çalışmaların bir değerlendirmesini yapmıştır. Hem gelişmiş hem de gelişmekte olan ülkelerde ihracat ve ekonomik büyüme arasında nedensellik olmadığını söylemiştir.

Soytas ve Sari (2003), G-7 ülkeleri için enerji tüketimi ve GSYİH arasındaki nedenselliği incelemişlerdir. Arjantin için değişkenler arası çift yönlü nedensellik, İtalya ve Kore için GSYİH'dan enerji tüketimine ve Türkiye, Fransa, Almanya ve Japonya için enerji tüketiminden GSYİH'ya doğru bir nedensellik yönü belirlemişlerdir.

Dritsaki ve ark. (2004), Yunanistan için 1960-2000 yılları arasında ticaret, doğrudan yabancı yatırım ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi Granger nedensellik testi ile araştırmışlardır ve bu üç değişken arasında karşılıklı bir nedensellik ilişkisi olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Narayan ve Smyth (2005), Avustralya'da elektrik tüketimi, istihdam ve reel gelir arasındaki ilişkiyi eşbütünleşme ve nedensellik analizleri çerçevesinde incelemişlerdir. Elektrik tüketiminin, istihdamın ve reel gelirin bir araya getirildiğini ve uzun vadeli

istihdam ve reel gelirin Granger'in nedensellik testi ile elektrik tüketiminin nedeni olduğunu, kısa vadede ise gelirden elektrik tüketimine ve gelirden istihdama doğru zayıf tek yönlü Granger nedensellik ilişkisinin olduğunu göstermişlerdir.

Altınay ve Karagol (2005), 1950-2000 yılları arasında Türkiye'de elektrik tüketimi ile GSYİH arasındaki nedensellik ilişkisini incelemişlerdir. Elektrik tüketiminden gelire doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi olduğunu tespit etmişlerdir. Türkiye'deki ekonomik büyümenin sürdürülebilmesi ve artan elektrik tüketimi arzının karşılanabilmesi için elektrik tedarığının çok önemli olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Shirazi ve Manap (2005), Güney Asya, Hindistan, Pakistan, Bangladeş, Nepal ve Sri Lanka ülkeleri için ihracat, ithalat ve GSYİH arasındaki nedensellikleri ve dinamik ilişkileri araştırmışlardır. Bu değişkenler arasındaki nedensellik yönlerini kontrol etmek için, Toda ve Yamamoto (1995) 'ya dayalı Granger nedensellik testini kullanmışlardır. Sri Lanka hariç, incelenen tüm ülkeler için üç değişken arasında uzun vadeli denge olduğunu göstermişlerdir.

Chowdhury ve Mavrotas (2005), 1969-2000 yıllarını kapsayan ve Şili, Malezya ve Tayland olmak üzere üç farklı gelişmekte olan ülkede doğrudan yabancı yatırım ile ekonomik büyüme arasındaki nedensellik ilişkisini incelemek için Toda-Yamamoto testini kullanmışlardır. Şili'de GSYİH doğrudan yabancı yatırımların nedeni iken, Malezya ve Tayland için iki değişken arasında çift yönlü bir nedensellik ilişkisi olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Awokuse (2005), 1963-2001 yılları arasında Kore için ihracata dayalı büyümeyi Granger nedensellik testi ve Vektör Otoregresyon (VAR) modelini kullanarak incelemişlerdir. İhracat ile reel GSYİH büyümesi arasındaki nedensellik ilişkisinin çift yönlü olduğunu göstermişlerdir.

Kónya (2006), 1960 – 1997 yılları arasında yirmi dört OECD ülkesinde panel veri yaklaşımı ile, ihracat ile GSYİH arasındaki Granger nedensellik ilişkisini araştırmıştır. Belçika, Danimarka, İzlanda, İrlanda, İtalya, Yeni Zelanda, İspanya ve İsveç'te ihracattan GSYİH'ye doğru tek yönlü nedensellik, Avusturya, Fransa, Yunanistan, Japonya, Meksika, Norveç'te GSYİH'dan ihracata doğru tek yönlü nedensellik ve Portekiz, Kanada, Finlandiya ve Hollanda'da ihracat ve büyüme arasında çift yönlü nedensellik, Avustralya, Kore, Lüksemburg, İsviçre, İngiltere ve ABD'de her iki yönde bir nedensellik olmadığı tespit edilmiştir.

Hsiao ve Hsiao (2006), 1986'dan 2004'e kadar olan zaman serileri ve panel veri yapısını kullanarak Çin, Kore, Tayvan, Hong Kong, Singapur, Malezya, Filipinler ve

Tayland için GSYİH, ihracat ve yabancı-yerli yatırım arasındaki Granger nedensellik ilişkilerini incelemişlerdir. Sekiz ülkenin ekonomisinin her biri için çeşitli Granger nedensellik ilişkilerini bulmak amacıyla bu üç değişkenin VAR modelini kurmuşlardır. Her ülkenin farklı nedensellik ilişkilerine sahip olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca, bu sekiz ülkenin ekonomisi için bu üç değişken ile panel veri oluşturup Granger nedensellik testleri yapılmış olup, panel veri VAR denklemlerinin tahmini için sabit-etkiler ve rastgele-etkiler yaklaşımlarını kullanmışlardır. Panel veri nedensellik analizinin zaman serisi nedensellik analizine göre daha üstün sonuçlar verdiğini göstermişlerdir.

Kumar Narayan ve Smyth (2006), 1952-1999 döneminde Çin Halk Cumhuriyeti için gelir, yatırım ve yükseköğretim arasındaki nedensellik ilişkilerini test etmek için eşbütünleşme yöntemini kullanmışlardır. Yatırım bağımlı değişken olduğunda gelirin, yatırım ve yükseköğretim eğitimi ile eş bütünleştiği, ancak yükseköğretim veya gelirin bağımlı değişken olması durumunda gelirin bu değişkenlerle eş bütünleşmediği bulgusuna ulaşmışlardır.

Narayan ve Prasad (2008), 30 OECD ülkesi için elektrik tüketimi ile reel GSYİH arasındaki nedensellik ilişkisini incelemişlerdir. Avustralya, İzlanda, İtalya, Slovak Cumhuriyeti, Çek Cumhuriyeti, Kore, Portekiz ve İngiltere’de GSYİH’ye elektrik tüketimi aleyhine bir nedensellik ilişkisini ortaya çıkarmışlardır. Kısacası, elektrik tüketimi koruma politikalarının bu ülkelerdeki GSYİH’yı olumsuz yönde etkileyeceği bulgusuna ulaşmışlardır.

Halicioglu (2009), 1960–2005 yıllarına ilişkin zaman serisi verilerini kullanarak Türkiye örneğinde karbon emisyonları, enerji tüketimi, gelir ve dış ticaret arasındaki dinamik nedensel ilişkilerini deneysel olarak incelemiştir. Türkiye’de karbon emisyonlarını açıklamada gelirin en önemli değişken olduğunu sonucuna ulaşmıştır.

Payne (2010), enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki nedensellik ilişkisi hakkında literatürü incelemiştir. Ülkelerin enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında belirli bir ülke veya ülke grupları için net bir fikir birliği olmadığını gözlemlemiştir.

Alguacil ve ark. (2002), 1980-1999 yılları arasında Meksika’da ticaret, doğrudan yabancı yatırım ve iç gelir arasındaki ilişkiyi Toda ve Yamamoto ve Granger nedensellik testine dayanarak incelemişlerdir. Ticaret ve doğrudan yabancı yatırımın bu ülkenin ekonomik performansının nedeni olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Hyun (2006), 1984-2003 yıllarını kapsayan gelişmekte olan 62 ülke için, kurumların kaliteleri ile doğrudan yabancı yatırım arasındaki kısa ve uzun vadeli dinamikleri analiz etmiştir. Kurumsal kalite ve doğrudan yabancı yatırım arasında uzun

vadede çift yönlü bir eş bütünleşme ilişkisi olduğunu görmüştür. Ancak, bu iki değişken arasında kısa dönem nedensellik ilişkisi lehine bir kanıt olmadığını tespit etmiştir.

Lee ve Chang (2009), 1970-2002 yılları arasında 37 ülke için panel eşbütünleşme ve hata düzeltme modelini uygulayarak, uzun vadeli denge ve nedensellik de dahil olmak üzere doğrudan yabancı yatırım, finansal gelişme ve reel çıktı arasındaki dinamik ilişkileri analiz etmişlerdir. Panel nedensellik testlerinden elde edilen bulgulara göre değişkenler arasında kısa süreli bir ilişkinin kanıtı zayıfken, uzun süreli bir ilişkinin kanıtının da kesin olmadığını tespit etmişlerdir.

Sethi (2015), Hindistan için 1980-2014 dönemine ait yıllık verileri kullanarak, Granger nedensellik testi ile enflasyon ve büyüme arasındaki nedensellik yönünü tespit etmiştir. Enflasyonu düşürmenin ve fiyat istikrarını sağlamanın ekonomik büyüme için şart olduğu bulgusuna ulaşmıştır.

Dritsakis ve Stamatiou (2017), 1995-2013 yılları için on üç yeni AB üyesi ülkenin doğrudan yabancı yatırım, ihracat, işsizlik ve ekonomik büyümesi arasındaki karşılıklı nedensellik ilişkilerini incelemişlerdir. İhracat ve ekonomik büyüme arasında çift yönlü uzun vadeli nedensellik ilişkisi, ekonomik büyüme ile işsizlik arasındaki tek yönlü uzun vadeli nedensellik ilişkisi, ve ihracat ile doğrudan yabancı yatırımlar arasında kısa vadede tek yönlü bir nedensellik ilişkisi olduğunu göstermişlerdir.

Kaur ve ark. (2017), 1997-2015 dönemine ait zaman serisi verilerini kullanarak, BIMSTEC (Hindistan, Sri Lanka, Tayland, Bangladeş, vb.) ülkeleri için ihracat ve GSYİH arasındaki ampirik ilişkiyi değerlendirmişlerdir. GSYİH ile ihracat arasında çift yönlü bir nedensellik ilişkisi olduğunu göstermiştir. Elde ettikleri sonuçlar BIMSTEC ülkeleri için ihracata dayalı ekonomik büyümeyi ve ekonomik büyümeye dayalı ihracatı desteklemektedir.

2.2. Genelleştirilmiş Lineer Modeller ile İlgili Literatür Taraması

GLM ilk olarak, üstel aileden gelen yanıt değişkeninin açıklayıcı değişkenlerle olan ilişkisini modellemek için Nelder ve Wedderburn (1972) tarafından ileri sürülmüştür.(McCullagh ve Nelder, 1989); Chatfield ve ark. (2010); Nelder ve ark. (2006); Faraway (2016); Lindsey (2000); De Jong ve Heller (2008) literatürde GLM üzerine önemli kitap çalışmalarında bulunmuşlardır.

GLM sağlık, ekoloji, ekonomi, risk vb. birçok alanda uygulamaya sahiptir. GLM uygulamaları üzerine literatürde yer alan bazı çalışmalar aşağıda özetlenmiştir.

Zeger ve Karim (1991), rasgele-etki terimine sahip GLM'i Bayezyen yaklaşımı ile birlikte kullanmışlar ve mevcut hesaplama sınırlamalarını aşmak için Gibbs örneklemesini içeren bir Monte Carlo yöntemini kullanmışlardır. Sonuçta ortaya çıkan algoritmanın, rastgele-etki sayısında değişiklikler gösterdiğini ve varsayılan dağılıma kolayca uyum sağladığını bir simülasyon çalışması ve bulaşıcı hastalık verilerinin analizi yoluyla göstermişlerdir.

Raftery (1996), GLM'de model belirsizliği için bayezyen yaklaşıma ve çeşitli hesaplamalara dayalı bir yaklaşım önermiştir. Model belirsizliğinin önemli olduğu kontrol faktörlerinin varlığında, göreceli riskler hakkında çıkarım için bir uygulama sunmuştur.

Gotway ve Stroup (1997), mekansal veri analizi ve tahmini için GLM yaklaşımını kullanmışlardır ve GLM'i tedavi etkilerinin tahmini problemi, yabancı ot sayılarının öngörüsü problemi ve çevresel risk değerlendirmesinde gösterge değişkenlerinin belirlenmesi problemi için uygulamışlardır.

Atkinson ve Massari (1998), İtalya'nın küçük bir bölgesinde toprak kayması ile ele aldıkları bağımsız değişkenler (jeoloji, grev, strata-eğim etkileşimi, görünüş, çizgilerin yoğunluğu ve eğim açısı) arasındaki ilişkiyi modellemek için GLM kullanılmışlardır.

Blough ve ark. (1999), GLM'leri kullanarak, tıbbi risk modellemesi yapmışlardır. Washington State çalışanlarının tıbbi harcama verilerini kullanarak, tıbbi risk için öngörülerde bulunmuşlardır.

Fırat ve Ahmet (1999), bitki doku kültürü çalışmalarından elde edilen binom verilerinin GLM ile modellemesini yapmışlardır. Modelleme sonrası optimum çimlenme oranını elde edebilmek için tavsiyelerde bulunmuşlardır.

Segond ve ark. (2006) günlük yağmur şebekesi ağında gözlemlenen verilere dayanarak, İngiltere, Lee Nehri havzasındaki yağışların mekansal-zamansal ayrıştırılması için GLM kullanmışlardır.

Kanumuri ve ark. (2006), GLM kullanarak H.264 videolarındaki paket kaybı görünürlüğünü modelleyerek, kaybın görünme olasılığını tahmin etmişlerdir.

Özkan ve Sunar (2008), deniz yağ kirliliğinin tespiti için GLM yaklaşımını kullanmışlardır ve modele ait parametrelerin tahmini aşamasında genetik algoritma ve diferansiyel gelişim algoritmasını kullanmışlardır.

Lord ve ark. (2008), COM-Poisson dağılımına dayalı GLM'in motorlu taşıt kazalarını analiz etmedeki uygulamalarını değerlendirerek, elde ettikleri sonuçları

Toronto ve Teksas'taki karayollarından alınan iki farklı veri setini kullanarak Negatif Binom (NB) modeliyle karşılaştırmışlardır.

Zanin ve Marra (2012), turizm araştırmalarında GLM'leri ve Genelleştirilmiş Toplamsal Modelleri kullanarak, mekansal ve mikro-ekonomik değişkenlerin, bir hanenin tatile çıkma olasılığı üzerindeki etkisini araştırmışlardır.

Çodur ve ark. (2013), GLM ile Erzurum Kuzey Çevre yolu kaza tahmini modellemesi yapmışlardır.

Sarul ve Balaban (2014), prim fiyatlama hesabı yapabilmek için, portföyü oluşturan bireylere ilişkin risk faktörlerini dikkate alan bir model oluşturmak amacıyla GLM kullanmışlardır. Yapılan analizler sonucunda hasar tahminleri ve müşteriler için risk değerlendirmesi yapmışlardır.

İyit ve ark. (2016), 2005-2013 yılları arasında AB ülkelerinin enerji kullanımı, dönüşümü, tüketimi, katı yakıtların ithalat ve ihracatı, petrol, gaz, elektrik tüketimi ve yenilenebilir enerji kullanımı verilerini GLM yaklaşımını kullanarak modellemişlerdir. Bağımlı değişkeni, AB ülkelerinin yıllık enerji kullanımı dengesi olarak almışlardır. Çalışmada bağımlı değişken, log-link fonksiyonu ile gamma dağılımından gelmektedir.

Iyit ve Mashhadani (2017), Irakta sosyo-ekonomik göstergelere dayalı çocuk ölümü verileri için GLM'in bir uygulamasını yapmışlardır.

Iyit (2018), dünya enerji güvenliği verilerini, farklı kümülatif link fonksiyonları altında sıralı yanıt değişkeni için GLM yaklaşımını kullanarak, istatistiksel olarak modellemeye çalışmıştır. A, B, C ve D enerji sınıfı seviyelerine sahip enerji güvenliği verileri için, multinomial dağılıma sahip yanıt değişkeni için GLM'de parametre tahminlerinin, güven aralıklarının ve hipotez testlerinin doğruluğu üzerine en iyi kümülatif link fonksiyonunun etkisinin belirlenmesinin önemi vurgulamıştır.

Ozaltın ve İyit (2018), ABD diyabet mortalite hızının farklı tipte tümörler, endokrin, beslenme ve metabolik hastalıklar, kas-iskelet sistemi hastalıkları, obezite, şeker alımı ve alkol kullanım bozukluğu yönünden Tweedy dağılımına sahip bağımlı değişken için GLM yaklaşımı ile modellenmesini sunmuşlardır.

2.3. Genelleştirilmiş Tahmin Denklemleri ile İlgili Literatür Taraması

Boylamsal veri analizinde marjinal bir model elde etmek için kullanılan GTD, Liang ve Zeger (1986) tarafından önerilmiştir. Klinik ve biyomedikal çalışmalarda popüler olarak kullanılmaktadır.

Zeger ve ark. (1988), regresyon parametrelerinde heterojenliğin açıkça modellendiği birime-özgü (subject-specific) modeller ile popülasyona yönelik toplam tepkinin odak olduğu popülasyon ortalamalı modeller sınıfına uyacak genelleştirilmiş bir tahmin denklemi yaklaşımı önermişlerdir. Bu yaklaşımı annenin sigara içmesi ve çocukların solunum hastalığı ile ilgili verilerin analizi için örneklendirmişlerdir.

Ryan (1992), gelişimsel toksisite değerlendirmesinde risk analizi için GTD'ni kullanmıştır.

Lipsitz ve ark. (1994), GTD'nin pratik durumlarda performansını araştırmak için bir simülasyon çalışması yapmışlardır ve zamana bağlı olarak değişen değişkenlerin etkisini tahmin etmek için GTD yönteminin varyans düzeltmeli sıradan lojistik regresyondan daha verimli olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Lord ve Persaud (2000), kaza tahmin modelleri geliştirmek için (GTD) yaklaşımının bir uygulamasını yapmışlardır. Kaza verileri, 1990-1995 yılları arasında Kanada'nın Toronto kentinde bulunan 4 yönlü sinyalizasyona sahip kavşak örneği ile ilgili olup GTD ile oluşturulan modelleri karşılaştırmışlardır.

Pan (2001), GTD'de model seçimi için yarı-olabilirliğe dayalı bir bilgi kriteri önermiştir. Bu kriterin performansını simülasyon çalışmaları ile incelemiştir ve diyabet için risk faktörlerinin belirlenmesi ile ilgili gerçek bir veri seti üzerinde uygulamasını yapmıştır.

Paradis ve Claude (2002), verilerin karşılaştırmalı analizi için GTD yaklaşımına dayanan, modelleme sürecine gözlemler arasındaki bağımlılığı da katan bir korelasyon matrisi ekleyerek yeni bir yöntem önermişlerdir. Simülasyon çalışmaları ile önerdikleri yöntemin etkinliğini göstermişlerdir ve kuş çalışmalarında makro-ekolojik korelasyonların belirlenmesi üzerine uygulama yapmışlardır.

Pan ve Connett (2002), GTD'de çalışan korelasyon yapısının seçimi için bootstrap ve çapraz doğrulama gibi yeniden örneklemeyle dayalı yöntemler önermişlerdir. Önerdikleri yöntemlerin uygulamasını; sigara bırakmanın akciğer fonksiyonu ve kronik öksürük semptomu üzerindeki etkilerini araştırmak için kullanmışlardır.

Hutchings ve ark. (2003), motorlu taşıt kazalarında yaralanmaların önlenmesinde emniyet kemeri etkinliğinin analizinde GTD yaklaşımını kullanmışlardır.

Dahmen ve Ziegler (2004), kümelenmiş bağımlı değişkenlerle yapılan kontrollü klinik çalışmaların GTD ile modellenmesini ele almışlardır ve istatistiksel hipotezleri test etmek için GTD'nin terapötik çalışmalarda nasıl kullanılması gerektiği konusunda önerilerde bulunmuşlardır.

Twisk (2004), boylamsal veri analizinde GTD ve rastgele katsayılı analiz yöntemlerinin karşılaştırmalı bir analizini sunmuştur. Serum kolesterolü ve dört farklı öngörücü değişken (fiziksel uygunluk, vücut yorgunluğu, sigara ve cinsiyet) arasındaki ilişkiyi modellemek için 147 denek üzerinde 6 tekrarlı ölçümlü boylamsal bir veri setini kullanmıştır.

Halekoh ve ark. (2006), GLM'lerin kümelenmiş verilere uygulanması için GTD yaklaşımını uygulayan R-paket programındaki "GTDpack"ın temel özelliklerini açıklamışlardır.

Hin ve ark. (2007), çalışan korelasyon matrisinin seçimi için yarı-olabilirlik bilgi kriterini ve Rotnitzky-Jewell kriterini kullanarak, bağımlı değişkeninin Gauss veya binom dağılıma sahip olduğu durumlarda farklı korelasyon yapılarını simülasyon çalışmaları ile karşılaştırmışlardır.

Cui (2007), Pan'ın yöntemlerinden Stata Versiyon 9'da bulunan tüm dağılımları, link fonksiyonlarını ve korelasyon yapılarını barındıran bir Stata programı geliştirmiş ve bu program aracılığıyla iki farklı boylamsal veri çalışması ile ilgili en iyi çalışan korelasyon yapısının ve en iyi ortak değişken kümesinin seçimi üzerinde çalışmıştır.

Hin ve Wang (2009), GTD'de çalışan korelasyon yapısının belirlenmesi probleminde korelasyon bilgi kriterini (Correlation Information Criterion ,CIC) önermişlerdir. Yaptıkları kapsamlı simülasyon çalışmaları ile, CIC'in doğru korelasyon yapısının seçiminde dikkate değer bir iyileşmeye neden olduğunu göstermişlerdir. Ayrıca, şizofrenide ilk yatıştan sonraki ilk yıldaki pozitif ve negatif psikiyatrik belirtilerin seyrini araştıran bir çalışmanın verileri ile bulgularını GTD yaklaşımını kullanarak modellemişlerdir.

Jang (2011), GTD'de çalışan korelasyon matrisinin seçimi için genelleştirilmiş özdeğerlere dayalı yeni bir kriter geliştirmiştir.

Chen ve Lazar (2012), GTD'deki çalışan korelasyon yapısının seçimi için deneysel olabilirlik yaklaşımını önermişlerdir ve bu yaklaşımı yarı-olabilirlik ve yeniden örnekleme tekniklerine dayalı diğer yöntemlerle simülasyonlar aracılığıyla karşılaştırmışlardır.

Shen ve Chen (2012), GTD'de model seçimi için kayıp boylamsal bilgi kriteri (MLIC)'ni ve korelasyon yapısının seçimi için korelasyon için kayıp boylamsal bilgi kriteri (MLICC)'ni önermişlerdir. Simülasyon çalışmaları ile önerdikleri bu bilgi kriterlerinin etkin olduğunu göstermişlerdir. Ayrıca günlük yaşamdaki aktiflik ve yatan hasta psikiyatri ölçeği ile ilgili iki farklı gerçek uygulamada sunmuşlardır.

Wang (2014), GTD'nin temel kavramlarını ve son zamanlarda bu yaklaşımla ilgili bazı gelişmelerini içeren sistematik bir inceleme sunmuşlardır. GTD kullanımında ve istatistiksel çıkarımında önemli rol oynayan çalışan korelasyon yapısının seçimi, örneklem büyüklüğü, güç hesaplama ve bilgilendirici küme büyüklüğü konularını ele almışlardır. GTD ile ilgili potansiyel araştırma alanlarının kısa bir özetini ve tartışmasını sunmuşlardır.

Yonar ve İyit (2018), ülkelerin gelir gruplarına göre GSYİH, GSMH ve elektrik tüketimi arasındaki nedensellik ilişkilerini GTD yaklaşımını kullanarak modellemişlerdir. GTD'ni oluştururken bağımlı ve bağımsız değişkenlerin belirlenmesi aşamasında nedensellik testlerinin bir rehber olabileceği sonucuna ulaşmışlardır.



3. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu bölümde tez kapsamında ele alınan nedensellik analizleri, GLM ve GTD yaklaşımları detaylı bir şekilde açıklanmıştır.

3.1. Nedensellik Analizi

İstatistik ve ekonometri alanında yapılan çalışmalarda modele alınacak değişkenler arasındaki ilişkilerin tespit edilmesi oldukça önemli bir husustur. Böylece kullanılacak model yapısının tespitinde, değişkenlerin birbirleri ile nasıl davranışlar sergilediğini ortaya koyabilme veya tahminde bulunabilme noktasında değişkenler arasındaki ilişkileri ortaya çıkarmak ve doğru analiz etmek gerekmektedir.

Değişkenler arasındaki istatistiksel ilişkilerin tespitinde oldukça sık kullanılan korelasyon katsayısı; değişkenlerin ortaklıklarını (birlikte hareketlerini) yön ve davranış anlamında görmek adına oldukça faydalı olmasına rağmen yeterli olmamaktadır. Kendall (1961) çalışmasında değişkenler arasındaki korelasyon ilişkisinin değişkenler arasında bir neden-sonuç ilişkisi olarak değerlendirilmesinin doğru olmayacağını, “istatistiksel bir ilişkinin ne kadar güçlü olursa olsun “nedenselliğin” bir kurama dayandırılması gerektiği” şeklinde ifade etmiştir (Gujarati, 1999).

Nedensellik testleri ise değişkenler arasında bir neden-sonuç ilişkisi verebilmekte iken; ilişkinin şiddeti hakkında bilgi verememektedirler (Yerdelen Tatoğlu, 2012).

Nedensellik analizlerinde kullanılan bazı temel kavramlar aşağıda verilmiştir.

Durağanlık Kavramı: İstatistiksel bir dengeyi ifade eden “durağanlık” kavramı; serinin ortalaması ile varyansının incelenen zaman dönemi boyunca değişmemesi ve incelenen iki dönem arasındaki ortak varyansın yalnızca bu iki dönem arasındaki uzaklığa bağlı olduğu stokastik bir süreci ifade eder. (Işığışok, 1994; Gujarati, 1999).

Bir stokastik sürece karşılık gelen Y_t serisinin

- i. Ortalaması : $E[Y_t] = \mu_Y$
- ii. Varyansı : $Var[Y_t] = \sigma_Y^2$
- iii. Kovaryansı : $Cov[Y_t, Y_{t+k}] = \gamma_k \quad k \neq 0$

ise durağanlık yapısı “zayıf durağanlık” olarak adlandırılmaktadır. Burada μ_Y , σ_Y^2 ve γ_k 'ler bütün t 'ler için sabittir ve γ_k aralarında k dönem fark olan Y_t ile Y_{t+k} değerleri arasındaki kovaryanstır (Farnum ve Stanton, 1989; Gujarati, 1999; Sevüktekin ve Nargeleçekenler, 2007).

Y_t serisinin zayıf durağanlık özelliklerine ilaveten, serinin dağılımının zaman içinde değişmemesi özelliğine sahip olması durumunda ise “güçlü durağanlık” söz konusu olacaktır (Akgül, 2003; Sevüktekin ve Nargeleçekenler, 2007).

Durağanlığın tespiti için geliştirilmiş bir takım yöntemler vardır. Bunlar; grafiksel analiz, otokorelasyon analizi (korelogram) ve birim kök testleridir. Durağanlığın tespiti için oldukça yaygın olarak kullanılan birim kök testleri Dickey ve Fuller (1979), Artırılmış Dickey-Fuller (ADF), Phillips ve Perron (1988) birim kök testi, vb. şeklindedir (Sevüktekin ve Nargeleçekenler, 2007; Çil Yavuz, 2015).

Durağanlık durumunun tespitinden sonra, durağan olmayan seriler fark alma, logaritma alma, trend etkisinden kurtarma gibi farklı dönüşüm teknikleri ile durağanlaştırılabilmektedirler (Işığışok, 1994).

Dickey-Fuller ve Artırılmış Dickey-Fuller Testi: Dickey ve Fuller (1979) tarafından geliştirilen Dickey-Fuller (DF) birim kök testi, zaman serilerinde durağanlık sınamalarında oldukça yaygın kullanıma sahip bir birim kök testidir. Dickey-Fuller modeli serinin bir gecikmeli değişkenini içeren ardışık bağlanım modeli olup otoregresif modeli $AR(1)$ ' in farkı alınarak,

$$\Delta Y_t = (\rho - 1)\Delta Y_{t-1} + u_t \quad (3.1)$$

şeklinde modellenir. Burada $\delta = (\rho - 1)$ olup, hipotezler,

$$\begin{aligned} H_0 &= \delta \geq 0 \text{ (Birim kök vardır)} \\ H_1 &= \delta < 0 \text{ (Birim kök yoktur)} \end{aligned} \quad (3.2)$$

şeklindedir. Fark alma işlemi sonrasında DF istatistiğinin mutlak değeri ile Mac Kinnon kritik değerlerinin mutlak değerlerinden küçükse, birim kök olduğuna ve serinin durağan olmadığına karar verilir (Kutlar, 2005; Tari, 2010).

Literatürde Artırılmış Dickey Fuller (Augmented Dickey–Fuller, ADF) testi olarak bilinen birim kök testi AR(1)’in p . dereceden otoregresif modeli olup hata terimleri arasındaki otokorelasyona dayanmaktadır. ADF testi, hata terimlerinin ardışık bağımlı olmasını engelleyecek kadar bağımlı değişkenin birincil farklarının bir veya birden fazla gecikmeli değerinin dahil edilmesiyle genişletilir. Burada uygun p gecikme değerinin seçimi bilgi kriterlerinden yararlanılmaktadır. ADF testi için model,

$$\Delta Y_t = \beta_0 + \beta_1 t + \delta Y_{t-1} + \sum_{i=1}^m \alpha_i \Delta Y_{t-i} + \varepsilon_t \quad (3.3)$$

şeklindedir. ADF testinin hipotezleri ve değerlendirme kriterleri DF ile aynı şekilde yapılabilmektedir (Tari, 2010).

Vektör Otoregresyon (VAR) Modeli: Sims (1980) tarafından geliştirilen VAR modeli, bütün değişkenleri bir sistem bütünlüğü içerisinde değerlendirme imkanı verir. VAR modelinde her değişkenin gecikmeli değeri ile diğer değişkenlerin gecikmeli değerleri çok denklemlili bir sistemin sağında yer alır (Gujarati, 1999; Kutlar, 2005; Tari, 2010; Yerdelen-Tatoğlu, 2017).

İki değişkenli ve p gecikmeli bir VAR modeli;

$$Y_t = \alpha_{10} + \sum_{i=1}^p \alpha_{11i} Y_{t-i} + \sum_{i=1}^p \alpha_{12i} X_{t-i} + u_{1t} \quad (3.4)$$

$$X_t = \alpha_{20} + \sum_{i=1}^p \alpha_{21i} Y_{t-i} + \sum_{i=1}^p \alpha_{22i} X_{t-i} + u_{2t} \quad (3.5)$$

şeklindedir. Burada, α_{i0} sabit terim; α_{ijk} i . denklemdaki j . değişkenin k . gecikmesine ait parametre; u_{it} ise hata terimidir (Gujarati, 1999).

Optimal gecikme uzunluğunun belirlenmesi log-olabilirlik oranı kullanılarak ya da bilgi kriterlerinden yararlanılarak yapılmaktadır. Literatürde gecikme uzunluğunun belirlenmesinde bir çok kriter kullanılmakta olup, Akaike (AIC) ve Schwarz (SIC) bilgi kriterleri en çok tercih edilenlerdir (Bhatti ve Al-Shanfari, 2017).

Eşbütünleşme Kavramı: Durağan olmayan zaman serilerinde uzun dönemli ilişkilerin modellenmesinde sahte regresyon problemi meydana gelmektedir. Durağanlığı sağlamak adına yapılan fark alma işlemleri, serideki dalgalanmaları yok ederek, verinin geçmiş dönemde maruz kaldığı kalıcı şokların ortadan kalkmasına ve veride saklı olan uzun dönemli denge ilişkisinin doğru tespit edilememesine neden olmaktadır (Tari, 2010).

Engle-Granger (1987) tarafından geliştirilen eşbütünleşme (cointegration) analizi durağanlık şartına gerek duymadan, iki zaman serisi arasındaki ilişkiyi test edebilen güçlü bir yaklaşımdır. Eşbütünleşme, iktisadi değişkenlere ait serilerin her biri ayrı ayrı durağan olmasalar bile, bu serilerin doğrusal bileşiminin durağan olabileceğini ifade eder. Başka bir ifadeyle; durağan olmayan iki seri ayrı ayrı farkı alındıktan sonra bütünleşik (aynı mertebeden durağan) iseler bu serilerin hata teriminin durağanlığı, serilerin eşbütünleşik olduklarını ve aralarında uzun dönem bir denge ilişkisi olduğunu ifade eder (Engle ve Granger, 1987; Gujarati, 1999; Kutlar, 2005). Durağan serilerde ise uzun dönemde denge ilişkisi sağlanmış olduğundan, bu seriler eşbütünleşiktirler.

3.1.1. Granger ve Toda-Yamamoto nedensellik testleri

Granger (1969) ve Toda-Yamamoto (1995) nedensellik testleri literatürde nedensellik analizlerinde en yaygın olarak kullanılan testlerdir. Toda-Yamamoto nedensellik testinin Granger nedensellik testine üstünlüğü; Granger nedensellik testi yalnızca durağan değişkenler için yapılabilirken, Toda-Yamamoto nedensellik testinde durağanlık şartının aranmamasıdır.

3.1.1.1. Granger nedensellik testi

Nedenselliğin istatistik ve ekonomi literatüründeki ilk tanımı ünlü matematikçi Wiener (1956) tarafından verilmiştir ancak, nedensellik kavramına en büyük metodolojik katkıyı Granger (1969) sağladığından, literatürde Granger nedensellik testi olarak bilinmektedir (Gujarati, 1999).

Granger nedensellik testi durağan iki seri arasında bir sebep-sonuç ilişkisini ortaya çıkarmak ve bu nedensellik ilişkisinin yönünü tespit etmek amacıyla kullanılan bir yöntemdir. İktisadi değişkenler genellikle durağan olmadıklarından, nedensellik analizine başlamadan önce, değişkenlerin varsa trend ve mevsimsel etkilerden arındırılması ve durağanlaştırılması gerekmektedir (Işığışok, 1994).

X ve Y durağan iki değişken olup, bu iki değişkenin gecikmeli değerleri kullanılarak, Granger nedensellik testi için denklemler;

$$Y_t = \sum_{i=1}^m \alpha_i Y_{t-i} + \sum_{i=1}^m \beta_i X_{t-i} + u_{1t} \quad (3.6)$$

$$X_t = \sum_{i=1}^m \gamma_i X_{t-i} + \sum_{i=1}^m \delta_i Y_{t-i} + u_{2t} \quad (3.7)$$

şeklinde kurulur. Burada α_i , β_i , γ_i ve δ_i gecikmeli değişkenlerin katsayılarını, m bütün değişkenler için aynı kullanılan gecikme uzunluğunu, u_{1t} ve u_{2t} hatalarının ilişkisiz olduğu varsayılmaktadır (Granger, 1969; Gujarati, 1999).

İki değişken için Granger nedensellik testinin değerlendirilmesinde, teste başlamadan önce serilerin durağanlıkları kontrol edilir. Seriler durağan değillerse, eşbütünleşme ilişkileri sınanarak, hata teriminin durağanlığı araştırılır ve Engle ve Granger (1987) Eşbütünleşme testi kullanılır (Tari, 2010).

X_t ve Y_t durağan iki seri olsun. Bu serilerden X_t ’den Y_t ’ye doğru nedensellik testi için kullanılan hipotezler;

$$\begin{aligned} H_0 : & \forall i \text{ için } \beta_i = 0 ; i = 1, 2, \dots, m \\ H_1 : & \exists i \text{ için } \beta_i \neq 0 ; i = 1, 2, \dots, m \end{aligned} \quad (3.8)$$

şeklinde kurulur. Eşitlik (3.8) ile verilen hipotez testinde, test edilen yokluk hipotezinin red edilememesi durumunda, en az bir $\beta_i = 0$ olup, $Y_{t-1}, \dots, Y_{t-m}$ gecikmeli değişkenlerin ilişkide yeri olmadığı ve dolayısıyla da X_t ’den Y_t ’ye bir nedensellik ilişkisinin olmadığı anlamına gelir. Eşitlik (3.8) ile verilen hipotez testinde, test edilen yokluk hipotezinin red edilmesi durumunda ise, X_t ’den Y_t ’ye bir nedensellik ilişkisinin olduğunu gösterir. Eşitlik (3.8) ile verilen hipotezlerin testinde kullanılan test istatistiği ise;

$$F = \frac{(RSS_R - RSS_{UR}) / m}{RSS_{UR} / (n - k)} \quad (3.9)$$

şeklindedir. Burada; m , modele dahil edilmeyen gecikmeli değişken sayısını; n , örneklem hacmini; k , kısıtlamasız modelde tahmin edilen parametre sayısını; RSS_R , kısıtlı modelin hata terimlerinin kareleri toplamını; RSS_{UR} ise kısıtlamasız modelin hata terimlerinin kareleri toplamını göstermektedir. RSS_R , $\sum_{i=1}^n \beta_i X_{t-i}$ terimini Eşitlik (3.6) ile verilen ilk denklemden çıkararak, geriye kalan $Y_t = \sum_{i=1}^n \alpha_i Y_{t-i} + u_{1t}$ denkleminin hata terimlerinin hesaplanması ile elde edilirken; RSS_{UR} , Eşitlik (3.6) ile verilen kısıtlamasız modeldeki hata terimlerinin kareleri toplamını ifade eder (Gujarati, 1999).

Hesaplanan F istatistiği, α ; anlamlılık düzeyine göre m ve $(n-k)$ serbestlik dereceleri ile belirlenen F -tablo değeri ile karşılaştırılır. $F_{hesap} > F_{tablo}$ ise H_0 hipotezi reddedilir ve “ X_t ’den Y_t ’ye doğru bir nedensellik vardır” denir. $F_{hesap} < F_{tablo}$ ise, H_0 hipotezi reddedilemez ve “ X_t ’den Y_t ’ye doğru bir nedensellik yoktur” şeklinde karar verilir.

X_t ’den Y_t ’ye doğru nedensellik için bilgi sahibi olduktan sonra; Y_t ’den X_t ’ye nedensellik test edilir. Bu aşamada Eşitlik (3.7) ile verilen δ_i katsayısı üzerine kurulan hipotezler,

$$\begin{aligned} H_0 : & \forall i \text{ için } \delta_i = 0; \quad i = 1, 2, \dots, m \\ H_1 : & \exists i \text{ için } \delta_i \neq 0; \quad i = 1, 2, \dots, m \end{aligned} \quad (3.10)$$

şeklindedir. Yukarıda X_t ’nin Y_t için nedenselliğinin testinde uygulanan adımlar aynı mantıkla burada da uygulanır (Tari, 2010).

Eşitlik (3.8) ve (3.10) ile verilen hipotezlerin En Küçük Kareler (EKK) yöntemi kullanılarak β_i ve δ_i parametrelerinin tahmin edilmesinden sonra olası sonuçlar aşağıda verilmiştir (Işığık, 1994; Tari, 2010);

- i. β_i istatistiksel olarak anlamlı ise; X_t serisi Y_t serisinin (Granger) nedenidir denir.

Bu durumda X_t ’den Y_t ’ye doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi vardır ($X_t \rightarrow Y_t$).

- ii. δ_i istatistiksel olarak anlamlı ise; Y_t X_t 'nin (Granger) nedenidir denir. Bu durumda Y_t 'den X_t 'ye doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi vardır ($Y_t \rightarrow X_t$).
- iii. β_i ve δ_i 'nin her ikisinin de istatistiksel olarak anlamlı olmaları durumunda çift yönlü nedensellik ilişkisi söz konusudur ($X_t \leftrightarrow Y_t$).
- iv. β_i ve δ_i 'nin her ikisinin de istatistiksel olarak anlamsız olmaları durumunda ise iki serinin birbirinin nedeni olmadığı anlamına gelir ve bu iki seri birbirinden bağımsızdır denir.

Granger (1969) nedensellik testi literatürde oldukça yaygın kullanıma sahip olmakla birlikte, bir takım eleştiriler de almaktadır. Bunlar; testin gecikme uzunluğuna aşırı duyarlı olması sonucu nedensellik yönünün etkilenmesi, testin sadece durağan serilere uygulanabilir olması, durağanlaştırma işlemi uygulanan serilerde ise uzun dönem bilgi kaybı yaşanması sonucu gerçek ilişkinin ortaya çıkarılamaması şeklinde sıralanabilir (Işığışok, 1994).

3.1.1.2. Toda-Yamamoto genelleştirilmiş nedensellik testi

Toda ve Yamamoto (1995) tarafından geliştirilen yöntemde Granger testindeki durağanlık şartının getirmiş olduğu kısıtlama ortadan kaldırılmakta ve VAR sistemine dayalı nedensellik analizinin incelenmesi yapılabilmektedir. Bu yöntemin en büyük avantajı; durağan olmayan ya da farklı düzeylerde durağanlık sağlanabilen durumlarda kullanılabilmesidir. Bu testte durağanlaştırma yapılmadan, bilgi kaybı yaşanmadan ve eşbütünleşme incelemesine gerek duymadan, sadece serilerin bütünleşik olma durumları göz önüne alınmaktadır (Toda ve Yamamoto, 1995).

Toda-Yamamoto testi iki aşamada çalışmaktadır. İlk aşamada VAR modeli için uygun gecikme uzunluğu (k) tespiti yapılmaktadır. İkinci aşamada ise model için belirlenen bu gecikme uzunluğuna, kullanılan serilerden en yüksek bütünleşme derecesine sahip serinin bütünleşme derecesi kadar gecikme uzunluğu eklenmesi ile modelin maksimum gecikme uzunluğu ($d_{\max}$) elde edilir. Model parametrelerinin anlamlılığı χ^2 dağılımına sahip Modifiye Edilmiş Wald (MWALD) test istatistiği kullanımına ile sınırlıdır (Shan ve Tian, 1998; Awokuse ve Yang, 2003).

X_t ve Y_t serilerinin VAR modeli ($d_{\max}$) gecikme uzunluğunun eklenmesi ile;

$$Y_t = \lambda_{10} + \sum_{i=1}^{k+d_{\max}} \varphi_{1i} Y_{t-i} + \sum_{i=1}^{k+d_{\max}} \alpha_{1i} X_{t-i} + u_{1t} \quad (3.11)$$

$$X_t = \lambda_{20} + \sum_{i=1}^{k+d_{\max}} \gamma_{2i} X_{t-i} + \sum_{i=1}^{k+d_{\max}} \vartheta_{2i} Y_{t-i} + u_{2t} \quad (3.12)$$

şeklinde oluşturulur. Burada k ; tahmin edilen VAR modelindeki en uygun gecikme uzunluğu iken, $d_{\max}$ ise modelin maksimum bütünleşme derecesi olup kurulacak VAR modeli $(k + d_{\max})$ gecikme uzunluğu ile elde edilir. Eşitlik (3.11)'deki VAR modelinin nedensellik incelenmesi amacıyla kurulan hipotezler;

$$\begin{aligned} H_0 : & \forall i \text{ için } \alpha_{1i} = 0; \quad i = 1, 2, \dots, k + d_{\max} \\ H_1 : & \exists i \text{ için } \alpha_{1i} \neq 0; \quad i = 1, 2, \dots, k + d_{\max} \end{aligned} \quad (3.13)$$

şeklinde. H_0 hipotezi reddedilirse, “ X_t serisi Y_t serisinin Toda-Yamamoto nedenidir.” denir.

Eşitlik (3.12)'deki VAR modelinin nedensellik incelenmesi amacıyla kurulan hipotezler;

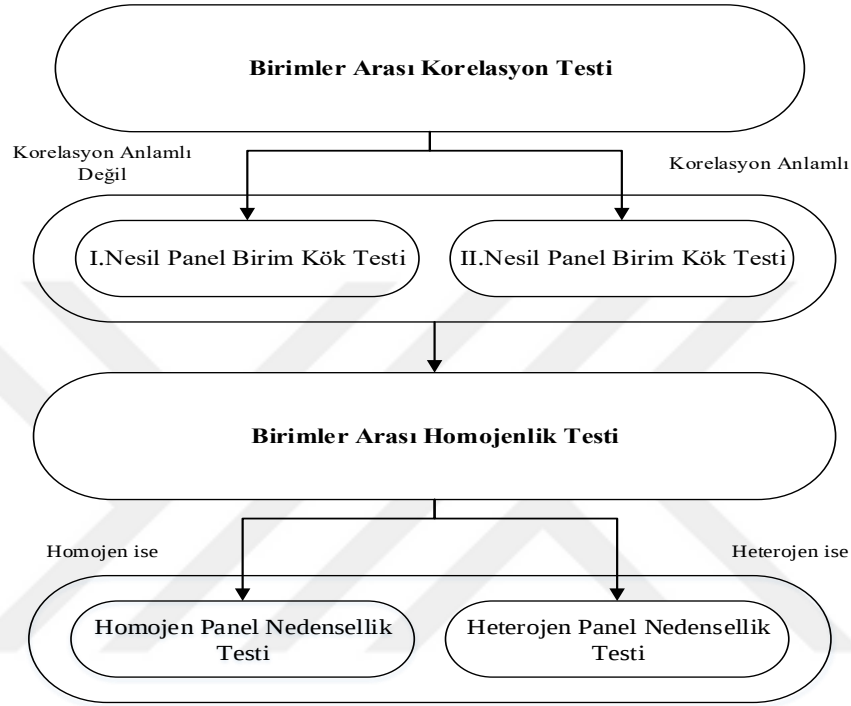
$$\begin{aligned} H_0 : & \forall i \text{ için } \vartheta_{2i} = 0; \quad i = 1, 2, \dots, k + d_{\max} \\ H_1 : & \exists i \text{ için } \vartheta_{2i} \neq 0; \quad i = 1, 2, \dots, k + d_{\max} \end{aligned} \quad (3.14)$$

şeklinde. H_0 hipotezi reddedilirse, “ Y_t serisi X_t serisinin Toda-Yamamoto nedenidir.” denir (Toda ve Yamamoto, 1995).

3.1.2. Panel nedensellik analizi

Panel verilerde değişkenler arasındaki nedensellik ilişkilerini incelemek için “panel nedensellik analizi” yapılmaktadır. Panel nedensellik testleri durağan serilere uygulanabildiği için, öncelikle serilerin durağan olup olmadığı kontrol edilmelidir. Fakat burada durağanlık testi için kullanılan yöntemler birimler arasında korelasyonların anlamlı olup olmadığına göre değişmektedir. Bundan dolayı öncelikle birimler-arası

korelasyon testi yapılmalıdır. Ayrıca, hangi nedensellik testinin kullanılacağı panel verinin yapısına göre değişmektedir. Eğer birimler-arasında homojenlik söz konusu ise “homojen panel nedensellik testleri”, aksi durumda “heterojen panel nedensellik testleri” kullanılmalıdır. Bundan dolayı, panel nedensellik testi yapılmadan önce birimler-arası homojenlik testi yapılmalıdır. Panel nedensellik analizi aşamaları Şekil 3.1’de verilmiştir.



Şekil 3.1. Panel Nedensellik Analizi Aşamaları

3.1.3.1. Birimler arası korelasyon tespiti

Panel birim kök testi yapılmadan önce hangi testin uygulanacağına karar vermek için öncelikle aşağıda verilen Pesaran (2004) CD Korelasyon testi yapılmalıdır.

- **Pesaran (2004) CD korelasyon testi**

Pesaran (2004) tarafından birimler-arası korelasyonu (yatay kesit bağımlılığını) inceleyen bu testte her birimin kendisi dışında kalan tüm birimlerle korelasyonu hesaplanmaktadır. Pesaran (2004) CD korelasyon testi için hipotezler;

$$\begin{aligned}
 H_0 : \rho_{ij} &= 0 ; i \neq j ; i = 1, 2, \dots, N ; j = 1, 2, \dots, N \\
 H_1 : \rho_{ij} &\neq 0 ; i \neq j ; i = 1, 2, \dots, N ; j = 1, 2, \dots, N
 \end{aligned}
 \tag{3.15}$$

şeklinde kurulmaktadır. Burada $\rho_{ij} = \text{Corr}(u_{it}, u_{jt})$ olup t zamanında i . ve j . birimlerin artık terimlerinin korelasyon katsayısını ifade etmektedir. Dengeli panel durumunda (eksik gözlem olmaması durumunda) Pesaran (2004) CD korelasyon test istatistiği;

$$CD = \sqrt{\frac{2T}{N(N-1)}} \left(\sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N \hat{\rho}_{ij} \right) \quad (3.16)$$

şeklindedir. Burada, $\hat{\rho}_{ij} = \sum_{t=1}^T \xi_{it} \xi_{jt}$ olup, ξ_{it} ölçeklendirilmiş artıklardır ve

$$\xi_{it} = \frac{e_{it}}{(T^{-1} e_i' e_i)^{1/2}} \text{ şeklinde elde edilir. Burada } e_{it} \text{ ve } e_{jt}; i. \text{ ve } j. \text{ birimin artık değerleridir}$$

(Pesaran, 2004; Yerdelen-Tatoğlu, 2017).

3.1.3.2. Panel birim kök testleri

Literatürde panel birim kök testleri iki gruba ayrılmışlardır. Birimler arasında korelasyon olmadığı durum için birinci nesil; birimler arasında korelasyon olduğu durum için ise ikinci nesil panel birim kök testleri kullanılmaktadır (Yerdelen Tatoğlu, 2012).

1. Nesil Panel Birim Kök Testi

Bu tez çalışmasında birinci nesil panel birim kök testleri arasından Im ve ark. (2003) tarafından geliştirilen Im, Pesaran ve Shin (IPS) Panel Birim Kök Testi kullanılmıştır. IPS Panel Birim Kök Testinde her bir birimin kendi otoregresif parametresine sahip olmasına izin verilmiş olup, IPS panel birim kök testi için model,

$$\Delta Y_{it} = (\rho_i - 1)Y_{i,t-1} + u_{it}; \quad i = 1, 2, \dots, N; \quad t = 1, \dots, T \quad (3.17)$$

şeklinde tanımlanır. Burada; $Y_{i,t-1}$, i . birimden $t-1$ zamanında alınana bağımlı değişkenin gözlenen değeri; N , birim sayısı; T , birimlerden alınan tekrarlı ölçümlere ilişkin zaman sayısı; $(\rho_i - 1)$, otoregresif parametre aynı zamanda δ_i olarak da adlandırılıp birimden birime değiştiği varsayılır (Im ve ark., 2003; Yerdelen Tatoğlu, 2012).

δ_i otoregresif parametresi üzerine kurulan hipotezler;

$$\begin{aligned} H_0 : \delta_i &= 0 ; i = 1, 2, \dots, N \quad (\text{Bütün birimler için panel birim kök vardır}) \\ H_1 : \delta_i &< 0 ; i = 1, 2, \dots, N \quad (\text{Bazı birimlere ait seriler durağıdır}) \end{aligned} \quad (3.18)$$

biçiminde olup, bu hipotezleri test etmek için kullanılan IPS test istatistiği;

$$IPS = \frac{\sqrt{N}(\bar{t} - \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N E[t_{iT} / \delta_i = 0])}{\sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N Var[t_{iT} / \delta_i = 0]}} \sim N(0,1) \quad (3.19)$$

formunda elde edilir. Burada $E[t_{iT} / \delta_i = 0]$ ve $Var[t_{iT} / \delta_i]$, t_{iT} ve δ_i 'nin farklı değerleri için hesaplanan ortalama ve varyans değerleridir (Im ve ark., 2003; Yerdelen Tatoğlu, 2012).

2. Nesil Panel Birim Kök Testi

Bu tez çalışmasında ikinci nesil panel birim kök testleri arasından Pesaran (2007) tarafından geliştirilen Yatay Kesit Artırılmış Dickey Fuller (CADF) Testi kullanılmıştır. CADF modeli (Güriş, 2018),

$$\Delta Y_{i,t} = \alpha_i + \beta_i Y_{i,t-1} + c_i \bar{Y}_{t-1} + d_i \Delta \bar{Y}_t + e_{i,t} \quad (3.20)$$

şeklinde tanımlanır. Burada α_i i. birim için sabit terimi, $\bar{Y}_{t-1}$, serilerin gecikmiş değerlerinin ortalaması ve $\Delta \bar{Y}_t$, farkı alınmış serilerin ortalamasıdır (Güriş, 2018). CADF modeli için hipotezler;

$$\begin{aligned} H_0 : \beta_i &= 0 \quad (i.\text{birim için panel birim kök vardır}) \\ H_1 : \beta_i &< 0 ; i = 1, 2, \dots, N \quad (i.\text{birime ait seri durağıdır}) \end{aligned} \quad (3.21)$$

şeklinde kurulur. CADF test istatistiği;

$$CADF_i = \frac{\hat{\beta}_i}{s.h.(\hat{\beta}_i)} \quad (3.22)$$

şeklindedir (Pesaran, 2007; Yerdelen Tatoğlu, 2012).

3.1.3.3. Birimler arası homojenlik tespiti

Panel verinin homojenliği; kullanılacak nedensellik testinin seçiminde etkili olduğundan, nedensellik testi yapılmadan önce panel verinin homojenliği test edilmelidir.

- **Swamy S Testi**

Swamy (1970) tarafından parametrelerin homojenliğinin tespiti için önerilen bu test daha sonra Pesaran ve Yamagata (2008) tarafından geliştirilerek modelde yer alan her bir birim için eğim parametrelerinin aynı olup olmadığının testinde kullanılır.

Panel veri modellerinde eğim parametresinin sabit olduğu varsayımı her zaman gerçekleşmemekte olup,

$$Y_{it} = \beta_{0i} + \beta_{1i} X_{it} + u_{it}; \quad i = 1, 2, \dots, N; \quad t = 1, \dots, T \quad (3.23)$$

ya da

$$Y_{it} = \beta_{0it} + \beta_{1it} X_{it} + u_{it}; \quad i = 1, 2, \dots, N; \quad t = 1, \dots, T \quad (3.24)$$

tesadüfi katsayılar modelleri ile de karşılaşılabilmektedir (Yerdelen Tatoğlu, 2012).

Panel verilerde eğim parametrelerinin birimlere göre değiştiği model yapısı;

$$Y_{it} = \beta_0 + \beta_i X_{it} + u_{it}; \quad i = 1, 2, \dots, N; \quad t = 1, \dots, T \quad (3.25)$$

şeklinde olup Swamy S testinde model parametrelerinin homojenliğinin testinde kullanılacak hipotezler;

$$\begin{aligned}
H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_N = \beta \\
H_1 : \exists \beta_i \neq \beta_j ; i \neq j ; i, j = 1, 2, \dots, N
\end{aligned}
\tag{3.26}$$

şeklindedir. Bu hipotezlerin testinde kullanılacak Swamy S test istatistiği ise;

$$\hat{S} = \sum_{i=1}^N (\hat{\beta}_i - \bar{\beta}^*)' \hat{V}_i^{-1} (\hat{\beta}_i - \bar{\beta}^*) \sim \chi^2_{k(N-1)}
\tag{3.27}$$

şeklindedir (Swamy, 1970; Pesaran ve Yamagata, 2008). Burada $\hat{\beta}_i$; i.birime göre elde edilen eğim parametresinin EKK tahmin edicisi; $\bar{\beta}^*$ ağırlıklı EKK tahmin edicisi ve $\hat{V}_i$ ise bu iki tahmin edicinin varyansları arasındaki farkı ifade etmektedir. Swamy S test istatistiğinin kritik değerden büyük olduğu durumda H_0 hipotezi reddedilerek parametrelerin homojen olmadığı ve birimden birime değiştiği sonucuna varılır (Yerdelen Tatoğlu, 2012).

3.1.3.4. Panel nedensellik testleri

Panel veri yapısının nedensellik değerlendirmelerinde kullanılan testler panelin homojenlik yapısına göre ikiye ayrılmaktadır. Bunlar, panelin homojen olduğu durumda kullanılan homojen panel nedensellik testi ve heterojen panel yapısı için kullanılan heterojen panel nedensellik testleridir (Yerdelen-Tatoğlu, 2017).

i. Homojen panel nedensellik testi - Panel Granger Nedensellik Testi

Sabit parametresi heterojen, eğim parametreleri homojen yapıda olan panellere uygulanmaktadır. Panel VAR modeli Y_t değişkeni ile X_t değişkeni için sabit etkiler varsayımıyla,

$$Y_{it} = \alpha_i + \sum_{k=1}^K \gamma_k Y_{it-k} + \sum_{k=1}^K \beta_k X_{it-k} + \varepsilon_{it} ; i = 1, 2, \dots, N ; t = 1, 2, \dots, T
\tag{3.28}$$

şeklinde Y_t değişkeni için yazılsın. Sabit parametreler dışındaki parametreler (eğim parametreleri) birimlere göre değişmediğinden panel homojen yapıdadır. Gecikme

uzunluğu tüm birimler için aynı ve dengeli panelden hareket edilmektedir. Modelin hipotezi;

$$\begin{aligned} H_0 : \beta_k &= 0 \\ H_0 : \beta_k &\neq 0 \end{aligned} \quad (3.29)$$

olup X den Y ye nedensellik olup olmadığı sınanmaktadır. Y_t 'den X_t 'e nedensellik sınanması için de Y_t 'nin bağımsız X_t 'in bağımlı olduğu durumda kurulacak VAR modeli ile değerlendirilebilir. Her iki eşitlikte kullanılan test istatistiği ve işlem adımları Granger test istatistiğindeki gibi durağan olan değişkenler için kullanılabilir olup, değişkenler durağan değilse durağanlaştırılmalıdırlar (Granger, 1969).

ii. Heterojen Panel Nedensellik Testi - Dumitrsecu ve Hurlin Panel Nedensellik Testi

Tüm parametrelerin heterojen olduğu modellerin nedensellik değerlendirmelerinde kullanılan panel nedensellik testleridir. Dumitrescu ve Hurlin (2012) tarafından geliştirilen bir yöntem olup, heterojen yapıda olan panellerde birimlerin nedenselliğini incelemek için her bir birim için sabit eğim katsayıları ayrı ayrı hesaplanmasına dayanan heterojen paneller için kullanılan bir testtir. Bir panel VAR modeli, durağan olan Y_t serisi için,

$$Y_{it} = \alpha_i + \sum_{k=1}^K \gamma_i^{(k)} Y_{it-k} + \sum_{k=1}^K \beta_i^{(k)} X_{it-k} + \varepsilon_{it}; \quad i = 1, 2, \dots, N; t = 1, 2, \dots, T \quad (3.30)$$

olarak ifade edildiğinde burada gecikme uzunluğu (k) panelin her bir birimi için aynı olup otoregresif parametre $\gamma_i^{(k)}$ ve eğimler $\beta_i^{(k)}$ birimlere göre değişmektedir.

Tüm birimler için X_t 'den Y_t 'ye doğru nedensellik olup olmadığının test edildiği hipotez,

$$\begin{aligned} H_0 : \beta_1^{(k)} &= \beta_2^{(k)} = \dots = \beta_N^{(k)} = 0 \quad (\text{Tüm birimler için } X \text{ değişkeni } Y \text{ değişkeninin nedeni değildir}) \\ H_1 : \exists \beta_i^{(k)} &\neq 0; i = 1, 2, \dots, N \quad (\text{En az bir birim için } X \text{ değişkeni } Y \text{ değişkeninin nedenidir}) \end{aligned} \quad (3.31)$$

dir (Dumitrescu ve Hurlin, 2012).

Her bir birimin nedensellik ilişkisi için yapılan Wald test istatistiklerinin ortalaması olan

$$\bar{W}_{N,T} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N W_{i,T} \quad (3.32)$$

dir. Burada $W_{i,T}$, i. birimin Wald test istatistik değeri olup,

$$W_{i,T} = (T - 2K - 1) \left(\frac{\tilde{\varepsilon}_i \Phi_i \tilde{\varepsilon}_i}{\tilde{\varepsilon}_i M_i \tilde{\varepsilon}_i} \right); \quad i = 1, 2, \dots, N \quad (3.33)$$

şeklinde hesaplanmaktadır. Burada Φ_i ve M_i pozitif tanımlı, simetrik ve idempotent matrislerdir. Buradan hareketle ortalama istatistik,

$$\bar{Z}_N = \frac{\sqrt{N}[\bar{W}_{N,T} - N^{-1} \sum_{i=1}^N E(W_{i,T})]}{\sqrt{N^{-1} \sum_{i=1}^N Var(W_{i,T})}} \quad (3.34)$$

olarak formüle edilir. $E(W_{i,T})$ ve $Var(W_{i,T})$ ise sırasıyla $W_{i,T}$ test istatistiğinin ortalamasını ve varyansını ifade eder (Dumitrescu ve Hurlin, 2012; Yerdelen-Tatoğlu, 2017).

3.2. Genelleştirilmiş Lineer Modeller

GLM, lineer modellerin bir genişletmesi olduğu için bu bölümde ilk olarak lineer modeller tanıtılmış olup daha sonra GLM ile ilgili bilgiler sunulmuştur.

3.2.1. Lineer modeller

Lineer Modeller, bağımlı değişkeni açıklayıcı değişkenlerin doğrusal bir fonksiyonu olmak üzere vektör-matris formunda,

$$Y = X\beta + \varepsilon \quad (3.35)$$

eşitliği ile gösterilir. Burada Y ; $n \times 1$ boyutlu bağımlı (gözlem) değişkeni vektörü, X ; $n \times (p+1)$ boyutlu açıklayıcı değişkenlere ilişkin tasarım matrisi, β ; $(p+1) \times 1$ boyutlu bilinmeyen parametre vektörü ve ε , $n \times 1$ boyutlu rasgele hata vektörüdür. (Wackerly ve ark., 2014). Eşitlik (3.35) ile verilen lineer model formunun vektör-matris gösteriminin açık hali;

$$\begin{pmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ \vdots \\ Y_n \end{pmatrix} = \underbrace{\begin{pmatrix} 1 & X_{11} & \cdot & \cdot & \cdot & X_{1p} \\ 1 & X_{21} & & & & X_{2p} \\ \cdot & & \cdot & & & \\ \cdot & & & \cdot & & \\ \cdot & & & & \cdot & \\ 1 & X_{n1} & \cdot & \cdot & \cdot & X_{np} \end{pmatrix}}_{X_{n \times (p+1)}} \underbrace{\begin{pmatrix} \beta_0 \\ \beta_1 \\ \vdots \\ \beta_p \end{pmatrix}}_{\beta_{(p+1) \times 1}} + \underbrace{\begin{pmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \vdots \\ \varepsilon_n \end{pmatrix}}_{\varepsilon_{n \times 1}} \quad (3.36)$$

şeklinde ifade edilmektedir (Sengupta ve Jammalamadaka, 2003).

Lineer Modellerde hata terimleri üzerine bir takım varsayımlar mevcuttur (Scott Long, 1997). Bunlar;

- ε , sıfır ortalama vektörü ve $\sigma^2 I$ varyans-kovaryans matrisine sahip bir rastgele vektördür ($\varepsilon \sim (\mathbf{0}, \sigma^2 I)$).
- Hata terimleri birbiri ile ilişkisizdir ($Kov(\varepsilon_i, \varepsilon_j) = 0$; $i \neq j$).
- Hata terimlerinin varyansları sabittir ($Var(\varepsilon_i) = \sigma^2$; $i = 1, 2, \dots, n$). Sabit varyanslılık varsayımı; varyansların homojenliği varsayımı olarak da adlandırılıp, EKK yöntemi ile parametre tahmini yapmak için gereklidir (Aydın, 2014).
- ε , normal dağılıma sahip bir rastgele vektördür ($\varepsilon \sim N(\mathbf{0}, \sigma^2 I)$). Bu varsayım istatistiksel sonuç çıkarımı ve En Çok Olabilirlik (EÇO) yöntemi ile parametre tahmini yapmak için gerekirken; En Küçük Kareler (EKK) yöntemi ile parametre tahmini yapmak için bu varsayıma gerek duyulmamaktadır.

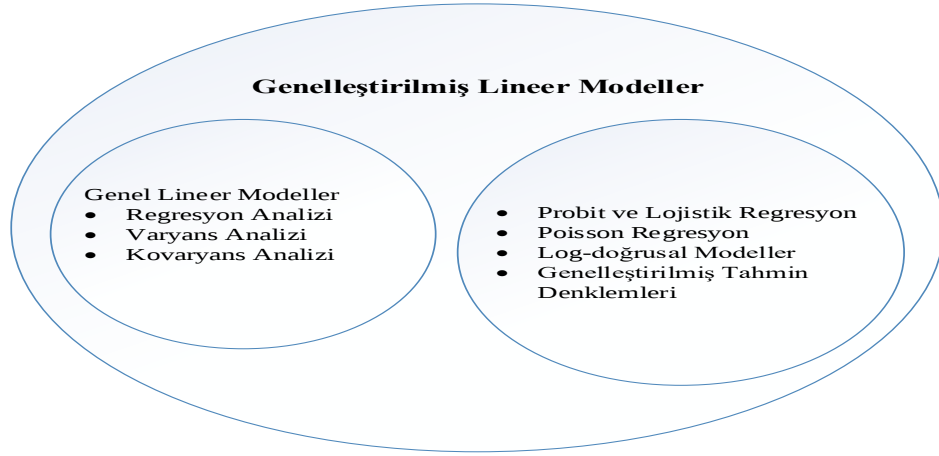
Lineer modellerde yukarıda verilen varsayımlarından bir veya daha fazlası bozulduğunda, “veri dönüştürme” tekniklerinin uygulanma gerekliliği ortaya çıkar. Lineer modellerde kullanılan dönüşümler; varyans dengeleme dönüşümleri, modeli doğrusallaştırmak için kullanılan dönüşümler, Ağırlıklandırılmış En Küçük Kareler yöntemi, bağımsız değişkenler üzerinde yapılan dönüşümler ve bağımlı değişkeni üzerinde yapılan dönüşümler olarak sıralanabilmektedir. En yaygın bozulan varsayımlar ise sabit varyanslılık ve doğrusallık varsayımıdır (Montgomery ve ark., 2012)

Lineer modellerde doğrusallık, bağımlı değişkeninin; model parametrelerinin doğrusal bir fonksiyonu olması ile açıklanmaktadır (Scott Long, 1997). Doğrusallık sağlanmadığı durumlarda, modeli doğrusallaştırmak için logaritmik dönüşüm ve ters dönüşüm gibi bir takım dönüşüm tekniklerinden yararlanılır ve orijinal değişkenlerle çalışmak yerine dönüştürülmüş değişkenlerle çalışılır. (Montgomery ve ark., 2012). Bir bağımlı değişkeni ile açıklayıcı değişkenler arasındaki ilişkide, doğrusallık ve hatalar ile ilgili yukarıda verilen temel varsayımların, gerekli dönüşüm teknikleri kullanılarak, sağlanmadığı durumlarda ise, lineer modellerin genelleştirilmiş bir hali olan GLM sınıfı kullanılabilir (Aydın, 2014).

3.2.2. Genelleştirilmiş lineer modeller

İlk olarak Nelder ve Wedderburn (1972) tarafından tanıtılan GLM; üstel dağılım ailesine ait bir bağımlı değişken ile açıklayıcı değişkenler arasındaki ilişkiyi modellemek için kullanılmakta olup, doğrusal ve doğrusal olmayan regresyon modellerini kapsamaktadır (Montgomery ve ark., 2012). GLM, doğrusal regresyon modelleri ile lojistik regresyon, Poisson regresyon, log-doğrusal modeller ve GTD başta olmak üzere birçok regresyon modelini kapsayan istatistiksel modellerin genel bir sınıfıdır. Bu durum Şekil 3.2’de gösterilmiştir (Olsson, 2002; Montgomery ve ark., 2012).

Lineer model uygulamalarında doğrusallık ve varyansların homojenliği varsayımlarının yarattığı kısıtlama GLM’in kullanımı ile ortadan kalkmakta olup, bağımlı değişkeninin dağılımının üstel dağılım ailesine ait olduğu durumların modellenmesinde oldukça yaygın olarak kullanılmaktadır. Ekonomik, finansal ve aktüeryal risk değerlendirmelerinde kullanılan bağımlı değişkenlerinin dağılımlarının çoğunlukla üstel dağılım ailesine uygun olması GLM’in bu alanlardaki kullanımını oldukça popüler hale getirmiştir.



Şekil 3.2. Genelleştirilmiş Lineer Modeller sınıfı (Olsson, 2002)

GLM'in 3 bileşeni vardır. Bu 3 bileşenden ilki; rasgele bileşen yapısı, ikincisi; modelin sistematik kısmı (modelde doğrusal kestiricinin bulunduğu kısım) ve üçüncüsü; link fonksiyonu yapısıdır (McCullagh ve Nelder, 1989).

1. Rasgele bileşen yapısı

GLM'de rasgele bileşen yapısı; bağımlı değişkenin dağılımının üstel dağılım ailesinin bir üyesi olduğunu ifade etmektedir (Agresti ve Kateri, 2011).

GLM'de kullanılan Y bağımlı değişkenin dağılımının üstel dağılımlar ailesine ait genel formu;

$$f(y; \theta, \phi) = \exp \left\{ \frac{y\theta - b(\theta)}{a(\phi)} + c(y, \phi) \right\} \quad (3.37)$$

şeklinde. Burada $a(\cdot)$, $b(\cdot)$ ve $c(\cdot)$ belirli (bilinen) fonksiyonlardır ve bu fonksiyonların yapıları bağımlı değişkeninin dağılımına göre belirlenmektedir. Kanonik parametre olarak adlandırılan θ ; dağılımın konum parametresidir. ϕ ise yayılım veya ölçek parametresidir. Üstel aileye ait bağımlı değişkeninin beklenen değeri ve varyansı ise

$$E(Y) = b'(\theta) \quad (3.38)$$

$$Var(Y) = b''(\theta) a(\phi) \quad (3.39)$$

şeklinde. Eşitlik (3.38) ve (3.39)'un elde edilişleri EK-1'de verilmiştir.

$\phi > 0$ olup; bazı dağılımlarda sabit, bilinen değer alan bir dağılım parametresi iken; bazı dağılımlarda ise θ parametresi ile birlikte tahmin edilen bilinmeyen bir parametredir (Fox, 2015). GLM'de $b(\cdot)$ fonksiyonu bağımlı değişkenin ortalaması ile varyansı arasındaki ilişkiyi tanımladığından, oldukça önem taşımaktadır (Olsson, 2002).

Normal, Poisson, Binom, Geometrik, Üstel, Gamma, Negatif Binom ve Ters Normal dağılımları üstel dağılımlar ailesinin üyelerindendir (Montgomery ve ark., 2012). Bu dağılımlardan Normal, Binom, Poisson, Gamma ve Ters Normal dağılımları için $a(\cdot)$, $b(\cdot)$ ve $c(\cdot)$ fonksiyonları, beklenen değerleri ve varyansları Çizelge 3.1'de verilmiştir. Ayrıca bu dağılımların üstel aile formunda elde edilişleri EK-2'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Üstel dağılımlar ailesinin üyesi olan bazı kesikli ve sürekli dağılımlar için $a(\cdot)$, $b(\cdot)$ ve $c(\cdot)$ fonksiyonları, beklenen değer ve varyansları (McCullagh ve Nelder, 1989; Olsson, 2002; Dobson ve Barnett, 2008; Fox, 2015)

Dağılım	$a(\phi)$	$b(\theta)$	$c(y, \phi)$	$E(Y) = b'(\theta)$	$V(\mu) = b''(\theta)$
Normal	σ^2	$\theta^2/2$	$-1/2 [y^2 / \phi + \log(2\pi\phi)]$	$\theta = \mu$	1
Binom	1	$n \log(1 + e^\theta)$	$\log \binom{n}{y}$	$n \left[\frac{e^\theta}{1 + e^\theta} \right] = np$	$np(1 - p)$
Poisson	1	e^θ	$-\log y!$	$e^\theta = \mu$	μ
Gamma	$1/\nu$	$-\log(-\theta)$	$\phi^{-1} \log(y/\phi) - \log(y\Gamma(\phi^{-1}))$	$-\frac{1}{\theta} = \mu$	μ^2
Ters Normal	$\frac{1}{\gamma}$	$-\sqrt{-2\theta}$	$-1/2 [\log(2\pi y^3 \phi) + 1/(\phi y)]$	$\frac{1}{\sqrt{-2\theta}} = \frac{1}{\mu^2}$	μ^3

2. Sistematiik bileşen

GLM'nin sistematiik bileşeni; lineer kestiricinin olduğu kısımdır. GLM' de lineer kestirici (η); bağımlı değişkenin beklenen değerini (ortalamasını) bir link fonksiyonu aracılığı ile;

$$\eta = X\beta \quad (3.40)$$

bağımsız değişkenlerin lineer formuyla ilişkilendiren yapıdır (Olsson, 2002; Agresti, 2015).

3.Link fonksiyonu

Rasgele bileşen ile sistematik bileşen yapısını ilişkilendiren bir fonksiyon olan link fonksiyonu $g(\cdot)$;

$$\eta = g[E(Y)] = g(\mu) = X\beta \quad (3.41)$$

formundadır (De Jong ve Heller, 2008). GLM’de temel amaç; bağımlı değişkeninin beklenen değerinin uygun bir fonksiyonu için doğrusal bir model geliştirmektir (Montgomery ve ark., 2012). Dolayısıyla link fonksiyonu; bağımlı değişkeninin beklenen değeri ile lineer kestirici arasındaki ilişkiyi kuran fonksiyondur. GLM’de link fonksiyonları dağılıma özgüdür. Üstel dağılımlar ailesinden gelen dağılımların her biri, “kanonik link” olarak adlandırılan doğal bir link fonksiyonuna sahiptir (McCullagh ve Nelder, 1989; Olsson, 2002; Anderson ve ark., 2004). Kanonik link fonksiyonu; bağımlı değişkeninin ortalamasını üstel dağılımlar ailesine üye olan ilgili dağılımın kanonik konum parametresine dönüştüren $\theta_i = \eta_i$ işlevine sahiptir (Lindsey, 2000). Başka bir deyişle; konum parametresinin lineer kestiriciye eşit olduğu durumdaki link yapısına verilen isimdir (Agresti, 2015).

Üstel dağılımlar ailesinin bazı üyeleri için konum parametreleri ve kanonik link fonksiyonları Çizelge 3.2’de verilmiştir. Birim link fonksiyonu aracılığıyla GLM yapısı lineer model formunda elde edilmektedir (Agresti, 2015). Ayrıca GLM’de bağımlı değişkeninin beklenen değerinin bir fonksiyonu olan kanonik link fonksiyonu, ϕ ’ye bağlı değildir (Fox, 2015).

Çizelge 3.2. GLM’de kullanılan bazı link fonksiyonları (McCullagh ve Nelder, 1989; Myers ve ark., 2012; Wood, 2017)

Link Fonksiyonu	Kanonik Link Fonksiyonu $\eta = g(\mu)$	Ters Link Fonksiyonu $\mu = g^{-1}(\eta)$
Birim	μ	η
Lojistik	$\log\left(\frac{\mu}{1-\mu}\right)$	$\frac{\exp(\eta)}{(1 + \exp(\eta))}$
Log	$\log(\mu)$	$\exp(\eta)$
Log-log	$\eta = \log\{\log[1-\mu]\}$	$\exp(-\exp(-\eta))$
Kare	μ^2	$\eta^{1/2}$
Ters	$1/\mu$	$1/\eta$
Ters Kare	$1/\mu^2$	$1/\eta^{1/2}$

GLM’de bağımlı değişkeninin dağılımına uygun link fonksiyonunun seçimi oldukça önem taşımakta olup link fonksiyonu, bağımlı değişkenin dağılımına bağlı olarak seçilmektedir. Lineer modellerde uygun dönüşümün yapılamaması durumunda meydana gelebilecek problemler, GLM’de uygun link fonksiyonunun seçilememesi durumunda ortaya çıkmaktadır (Myers ve ark., 2012).

3.2.3. Genelleştirilmiş lineer modellerde parametre tahmini

İstatistiksel parametre tahmininde en yaygın kullanılan iki yaklaşım; EÇO ve EKK yöntemleridir. GLM’de ise parametre tahmininde olabilirlik ilkesine dayanan EÇO yöntemi kullanılmaktadır (Agresti, 2015). EÇO tahmin edicileri; olabilirlik fonksiyonunu maksimum yapan değerlerdir ve olabilirlik fonksiyonunun parametreye göre türevinin sıfıra eşitlenmesi ile elde edilir.

GLM’de olabilirlik fonksiyonunun β parametre vektörüne göre türevleri açık formda elde edilemediği için olabilirlik fonksiyonunun maksimum yapılması aşamasında genellikle Newton-Raphson (NR), Fisher-Skor (FS) ve bu iki yöntemi birlikte kullanan hibrit yöntem gibi iteratif yöntemlere gerek duyulmaktadır. Bu iteratif yöntemlerden NR yönteminde İteratif Yeniden Ağırlıklandırılmış En Küçük Kareler (Iteratively Reweighted Least Squares, IRLS) yöntemi kullanılarak olabilirlik fonksiyonu optimize edilmektedir (McCullagh ve Nelder, 1989; Olsson, 2002; Dobson ve Barnett, 2008; İyit ve ark., 2016).

NR ile FS yönteminin arasındaki tek farklılık, NR yönteminde Hessian matrisi kullanılırken FS yönteminde ise Fisher bilgi matrisinin kullanılmasıdır (Olsson, 2002; Agresti, 2015).

Eşitlik (3.41) ile verilen GLM’de bağımlı değişkeninin log-olabilirlik fonksiyonu; θ_i parametreleri β parametre vektörüne bağlı olarak;

$$l(\beta; y) = \sum_{i=1}^n \frac{y_i \theta_i - b(\theta_i)}{a(\phi)} + \sum_{i=1}^n c(y_i, \phi) \quad (3.42)$$

biçiminde yazılabilir.

Eşitlik (3.42) ile verilen ifadeyi maksimum yapan β parametre vektörünü bulmak için zincir kuralına göre;

$$\frac{\partial l}{\partial \beta} = \frac{\partial l}{\partial \theta_i} \frac{\partial \theta_i}{\partial \mu_i} \frac{\partial \mu_i}{\partial \eta_i} \frac{\partial \eta_i}{\partial \beta} \quad (3.43)$$

formundaki kısmi türevler;

$$\frac{\partial l}{\partial \theta_i} = \frac{1}{a(\phi)} \sum_{i=1}^n [y_i - \mu_i]; \quad \frac{\partial \theta_i}{\partial \mu_i} = \frac{1}{\text{Var}(\mu_i)}; \quad \frac{\partial \eta_i}{\partial \beta} = x_i$$

şeklinde olup, Eşitlik (3.43) ile verilen kısmi türevler;

$$\frac{\partial l}{\partial \beta} = \sum_{i=1}^n \frac{(y_i - \mu_i)}{a(\phi)} \frac{1}{\text{Var}(\mu_i)} \frac{\partial \mu_i}{\partial \eta_i} x_i = 0 \quad (3.44)$$

formunda elde edilir. Taylor serisi açılımı kullanılarak;

$$y_i - \mu_i \approx \frac{\partial \mu_i}{\partial \eta_i} (\eta_i^* - \eta_i)$$

ifadesine ulaşılır ve bu ifade Eşitlik (3.44)’te yerine konarak;

$$\frac{\partial l}{\partial \beta} = \sum_{i=1}^n \frac{(\eta_i^* - \eta_i)}{a(\phi)} \frac{1}{\text{Var}(\mu_i)} \left(\frac{\partial \mu_i}{\partial \eta_i} \right)^2 x_i = 0 \quad (3.45)$$

formu elde edilir. Eşitlik (3.45)'teki açılımın her iki tarafının varyansı alındıktan sonra, içler dışlar çarpımı yapılarak;

$$\left(\frac{\partial \mu_i}{\partial \eta_i} \right)^2 \frac{1}{\text{Var}(y_i - \mu_i)} \approx \frac{1}{\text{Var}(\eta_i^* - \eta_i)}$$

ifadesi elde edilir. Burada; μ_i sabit olduğundan;

$$\left(\frac{\partial \mu_i}{\partial \eta_i} \right)^2 \frac{1}{\text{Var}(y_i)} \approx \frac{1}{\text{Var}(\eta_i^* - \eta_i)}$$

ifadesi ile $\text{Var}(y_i) = \text{Var}(\mu_i)a(\phi)$; $a(\phi) = \phi = 1$ olarak alındığında, Eşitlik (3.45) ile verilen skor denklemlerinin Taylor serisi açılımı kullanılarak düzenlenmiş son hali;

$$\sum_{i=1}^n \frac{1}{a(\phi)} \frac{(\eta_i^* - \eta_i)}{\text{Var}(\eta_i^* - \eta_i)} x_i = 0 \quad (3.46)$$

şeklinde elde edilir. Burada $V = \text{diag}\{\text{Var}(\eta_i^* - \eta_i)\}$ köşegen matrisi kullanılarak, Eşitlik (3.46) ile verilen skor eşitliği; matris formunda yeniden düzenlenirse,

$$\begin{aligned} y - \mu &\approx V^{-1}(\eta^* - \eta) \\ X'V^{-1}(\eta^* - \eta) &= 0 \\ X'V^{-1}(\eta^* - X\beta) &= 0 \\ X'V^{-1}\eta^* - X'V^{-1}X\beta &= 0 \end{aligned}$$

formunda elde edilir. Elde edilen skor eşitlikleri düzenlenerek, β parametre vektörünün EÇO tahmin edicisi;

$$\hat{\beta} = (X'V^{-1}X)^{-1}X'V^{-1}\eta^* \quad (3.47)$$

şeklinde elde edilir. Burada η^* bilinmediğinden, $z_i = \hat{\eta}_i + (y_i - \hat{\mu}_i) \frac{\partial \eta_i}{\partial \mu_i}$ olmak üzere, NR

iteratif yöntemine dayanan IRLS yöntemi ile çözümü;

$$\hat{\beta} = (X'V^{-1}X)^{-1}X'V^{-1}z \quad (3.48)$$

formunda elde edilir (Montgomery ve ark., 2012; Myers ve ark., 2012). Ayrıca kanonik link fonksiyonu kullanıldığı durumda $\hat{\beta}$ parametre vektörünün elde edilişi EK-3'te verilmiştir.

GLM'de EÇO tahmin edicilerinin elde edilmesinde IRLS yöntemi kullanılmakta olup; link fonksiyonun doğru olarak seçimini içeren model varsayımlarının sağlanması durumunda β parametre vektörünün EÇO tahmin edicisi asimptotik olarak $E(\hat{\beta}) = \beta$ beklenen değeri ve $Var(\hat{\beta}) = (X'V^{-1}X)^{-1}$ varyansına sahiptir. Burada V matrisi; köşegen elemanları lineer kestiricinin varyanslarından oluşan bir matristir (Montgomery ve ark., 2012; Myers ve ark., 2012).

GLM'de parametre tahmini ile model kurma aşamasının tamamlanmasından sonra, kurulan modelin uyum iyiliğinin sınanması aşaması gelmektedir.

3.2.4. Genelleştirilmiş lineer modeller için kullanılan uyum iyiliği ölçütleri

GLM'de kullanılan uyum iyiliği testleri; bağımlı değişkenin beklenen değeri ile modelin sistematik bileşeni arasındaki ilişkiyi modellemek için kullanılan link fonksiyonları arasından en iyi link fonksiyonunun seçimi aşamasında kullanılır. GLM'de uyum iyiliğinin sınanmasında kullanılan üç yaklaşım;

- Sapma ölçüsü,
- Pearson Ki-Kare istatistiği,
- Bilgi kriterleri

şeklinde dir. Her üç yaklaşım için elde edilen kriterlerin en küçük değerleri; uyum iyiliğinin en yüksek olduğu, en iyi link fonksiyonunun yapısını belirler (Olsson, 2002; Agresti, 2015).

- **Sapma Ölçüsü (Deviance)**

Sapma ölçüsü; EÇO tahmini ile elde edilen iki farklı link fonksiyonuna sahip GLM'in log-olabilirlik fonksiyonlarının oranlanması ile;

$$D = -2 \log \left(\frac{L(\hat{\theta}, \phi, y)}{L(\tilde{\theta}, \phi, y)} \right) = -2 \log [L(\hat{\theta}, \phi, y) - L(\tilde{\theta}, \phi, y)] \quad (3.49)$$

elde edilir. Eşitlik (3.49) ile verilen sapma değeri ne kadar küçükse, GLM'de kullanılan link fonksiyonunun yapısı o kadar iyidir. Ayrıca ölçek parametresi $a(\phi) = \frac{\phi}{\omega}$ olarak alınırsa, sapma ölçüsü D ölçeklenmiş sapma ölçüsü olarak;

$$D^* = D / \phi \quad (3.50)$$

formunda elde edilir (Olsson, 2002; Agresti, 2015).

- **Pearson Ki-Kare istatistiği**

GLM'de link fonksiyonlarının karşılaştırmasında, sapma ölçüsünün bir alternatifi olarak Pearson Ki-Kare test istatistiği;

$$\chi^2 = \frac{\sum_i (y_i - \hat{\mu}_i)^2}{\hat{V}(\hat{\mu})} \quad (3.51)$$

kullanılmaktadır. Burada $\hat{\mu}_i$; μ_i 'nin EÇO tahmini; $\hat{V}(\hat{\mu})$ ise $\hat{\mu}$ 'nin varyansının tahminidir. Eşitlik (3.51) ile verilen Pearson Ki-Kare test istatistiğinin değeri ne kadar küçükse, GLM'de kullanılan link fonksiyonunun yapısı o kadar iyidir.

- **Bilgi kriterleri**

GLM’de link fonksiyonlarını karşılaştırmak amacıyla kullanılan bilgi kriterleri Çizelge 3.3’te verilmiştir. Çizelge 3.3’te l ; log-olabilirlik fonksiyonu ve k modeldeki parametre sayısını; N ise gözlem sayısını göstermektedir. Bu kriterin diğer iki yaklaşımdan üstünlüğü modelleri karşılaştırmada herhangi bir karmaşık işleme ihtiyaç duymamasıdır (Olsson, 2002).

Literatürde model seçiminde kullanılan diğer bilgi kriterlerinin bir kısmı tabloda verilmiştir. Bu kriterde tercih edilecek model AIC kriterinde olduğu gibi küçük değere sahip olan modelin daha iyi olduğu şeklindedir.

Çizelge 3.3. GLM’de uyum-iyiliği ölçütü olarak kullanılan bilgi kriterleri

Bilgi Kriterleri	Formül
Akaike Bilgi Kriteri (AIC)	$-2l + 2k$
Düzeltilmiş Akaike Bilgi Kriteri (AICc)	$-2l + \frac{2kN}{N - k - 1}$
Bayesian Bilgi Kriteri (BIC)	$-2l + k \ln(N)$
Tutarlı Akaike Bilgi Kriteri (CAIC)	$-2l + k(\ln(N) + 1)$

3.2.5. Genelleştirilmiş lineer modeller için istatistiksel sonuç çıkarımı

GLM’de model katsayılarının anlamlılığının test edilmesinde kullanılan hipotezler;

$$\begin{aligned} H_0 : \beta_i &= 0 \\ H_1 : \beta_i &\neq 0 \end{aligned} \quad (3.52)$$

şeklinde kurulur. Böylece GLM’e alınan bağımsız değişkenlerin modele istatistiksel olarak katkısının test edilmesinde en çok kullanılan yöntemler;

- Olabilirlik oran testi
- Wald testi

dir. Bu yöntemlere ilave olarak skor testi de model katsayılarının anlamlılığının test edilmesinde kullanılmaktadır. Bu yaklaşımların sonuçları genellikle birbirini desteklemekte olup, kullanım kolaylıkları değişmektedir. Logaritmik olabilirliğe dayanan bir istatistik olan olabilirlik oran test istatistiği, Wald test istatistiği ve Skor test

istatistiğine göre daha fazla bilgi kullanımına dayandığından daha hassas ve güvenilir sonuç vermektedir. Ayrıca örneklem boyutu küçük olduğunda olabilirlik oran testi, Wald testine göre genellikle daha güvenilir sonuçlar vermektedir (Agresti ve Kateri, 2011). Bu tez çalışmasında model katsayılarının anlamlılığının testinde olabilirlik oran testi ve Wald test istatistiği kullanılmıştır.

- **Olabilirlik oran testi**

Model katsayılarının anlamlılığının testinde kullanılan olabilirlik oran testi; mevcut modelin sapma ölçüsünün, tam modelin sapma ölçüsüne oranına dayanmakta olup; EÇO tahmini ile elde edilen mevcut modelin log-olabilirlik fonksiyonu $\log L(\hat{\theta}, \phi; Y)$ ile tam modelin olabilirlik fonksiyonun $\log L(\tilde{\theta}, \phi; Y)$ oranlanmasına dayanmaktadır;

$$\lambda = \frac{\log L(\hat{\theta}, \phi, Y)}{\log L(\tilde{\theta}, \phi, Y)} \quad (3.53)$$

Mevcut modelin serbestlik derecesi n ve tam modelin serbestlik derecesi p olmak üzere, büyük örneklem için olabilirlik oran test istatistiği, serbestlik derecesi; mevcut model ile tam modelin serbestlik derecelerinin farkına $(n - p)$ eşit olan χ^2_{n-p} dağılımına sahiptir (Cynthia ve Rivera, 2017).

- **Wald testi**

Model katsayılarının anlamlılığının testinde olabilirlik oran testine alternatif olarak kullanılan Wald test istatistiği;

$$W = \left(\frac{\hat{\beta}_i}{s.h.(\hat{\beta}_i)} \right)^2 \quad (3.54)$$

formundadır. Burada $s.h.(\hat{\beta}_i)$; $\hat{\beta}_i$ 'nin standart hatasıdır. Büyük örneklemelerde Wald test istatistiği χ^2_1 dağılımına sahiptir. (Cynthia ve Rivera, 2017).

Olabilirlik oran testi ve Wald test istatistiğinin değerleri, χ^2_{n-p} değerinden büyük ise, α anlam düzeyinde H_0 hipotezi reddedilir ve ele alınan bağımsız değişkenin modele anlamlı bir katkısının olduğu sonucuna varılır.

Model yeterliliği, uygulamalı istatistikte kurulan modelin veriye uyumunun sınanmasında incelenen en önemli kısımdır. Genel lineer modelde olduğu gibi GLM’de de model yeterliliği artık terimlerinin incelenmesine dayanmakta olup; standartlaştırılmış artıklar kullanılmaktadır (Wood, 2017).

3.2.6. Genelleştirilmiş lineer modellerde artık analizi

GLM’de artıkların incelemesi etkin ve aykırı gözlem varlığının tespitini sağlarken, modelin genel yeterliliği ve seçilen link fonksiyonunun uygunluğu hakkında da bilgi vermektedir (Montgomery ve ark., 2012). Bu tez çalışmasında model artıklarının incelenmesinde ve model teşhislerinin elde edilmesinde Pearson artıkları, Cook uzaklıkları ve Leverage değerlerinden yararlanılmıştır.

- **Pearson Artıkları**

Bağımlı değişkeninin gözlenen değerleri ile tahmin edilen değerleri arasındaki fark olarak tanımlanan artık terimleri;

$$e_i = y_i - \hat{y}_i = y_i - \hat{\mu}_i \quad (3.55)$$

formundadır. Artık terimlerini standartlaştırma işlemi;

$$e_{i,pearson} = \frac{y_i - \hat{\mu}_i}{\sqrt{Var(\hat{\mu}_i)}} \quad (3.56)$$

biçiminde sağlanıp, Pearson artık terimi olarak adlandırılır. Pearson artık terimlerinin kareleri toplamı Pearson ki-kare artık istatistiği olarak adlandırılır (Olsson, 2002; Ozaltın ve İyit, 2018).

- **Sapma Artıkları**

GLM’de sapma (deviance) artıkları doğrusal regresyondaki sıradan artık terimleri gibi değerlendirilmektedir ve Pearson artıklarından daha fazla tercih edilmektedir. Sapma ölçüsüne dayanan sapma artık terimleri;

$$R_D = \sqrt{d} \text{ sign}(y_i - \hat{y}_i) \quad (3.57)$$

formundadır. Burada $\sqrt{d}$ sapma değeri olup, sapma ölçüsüdür. Sapma artık terimlerinin kareleri toplamı sapma artık istatistiği olarak adlandırılır. Bu istatistiğin değerlendirmesinde ki-kare testinden faydalanılır (Olsson, 2002; Ozaltın ve İyit, 2018).

- **Cook Uzaklığı ve Leverage (Kaldıraç Etkisi)**

Cook uzaklığı aykırı gözlemlerin etkisini araştırmak için kullanılır. Model parametrelerinin hesaplanmasında belirli bir gözlem göz ardı edildiği zaman, artıkların ne kadar değişeceğinin bir ölçüsüdür. Büyük Cook değeri bir gözlemin değerlendirmeden çıkarılmasının parametre tahminlerini büyük ölçüde değiştirdiğini gösterir. Cook uzaklığı yaklaşık olarak,

$$C_i \approx \frac{h_{ii}(e_{i, \text{pearson}})^2}{p(1-h_{ii})} \quad (3.58)$$

biçiminde hesaplanır. Burada p parametrelerin sayısını göstermekte olup, $h_{ii} = \mathbf{x}_i'(\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1}\mathbf{x}_i$ ve $\mathbf{x}_i'$, $\mathbf{X}$ matrisinin i . satırıdır (Olsson, 2002; Montgomery ve ark., 2012).

Leverage (kaldıraç) ise bir gözlemin model üzerindeki etkisinin bir göstergesidir. Gözlemin veri merkezine olan uzaklığının bir ölçüsü olup, i . gözlemin y_i , j . uyum değeri $\hat{y}_j$ üzerinde uyguladığı kaldıraç miktarı olarak açıklanabilir. GLM’de Leverage değerleri $H = \mathbf{X}(\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1}\mathbf{X}'$ matrisinin köşegen elemanları h_{ii} ’lerdir ve $0 \leq h_{ii} \leq 1$ ’dir. Leverage değerinin regresyon modeline etkisi modele etkisi gözlem modelden çıkarılıp model kurularak incelenebilmektedir. Gözlemi modelden çıkarmak için sadece

Leverage ve Cook değerlendirmeleri yeterli olmayabilmektedir, artıkların da incelenerek değerlendirme yapılması önerilmektedir (Lindsey, 2000; Montgomery ve ark., 2012).

3.3. Genelleştirilmiş Tahmin Denklemleri

Bu bölümde, GTD'nin model bileşenleri, korelasyon yapıları, parametre tahmini ve uygun korelasyon yapısının seçimi açıklanmıştır.

3.3.1. Genelleştirilmiş tahmin denklemleri ve model bileşenleri

Boylamsal veri kullanımına dayanan üç farklı model sınıfı vardır. Bunlar;

- Karma-etkili modeller
- Koşullu modeller
- Marjinal modeller

dir. Karma-etkili modellerde yanıt değişkeninin ortalaması modelde yer alan birimlere göre değişen tesadüfi etkilere bağlıdır. Koşullu modeller birimlere ait yanıt değişkeninin tekrarlı ölçümleri (gecikmeli değerleri) ile açıklayıcı değişkenleri kullanmakta olup, literatürde Otoregresif modeller ya da Markov modelleri olarak adlandırılmaktadır (Twisk, 2013). Marjinal modeller ise özellikle farklı zaman noktalarına ait tekrarlı ölçüm verilerinde yalnızca açıklayıcı değişkenleri yanıt değişkeninin beklenen değeri ile ilişkilendiren modellerdir (Fitzmaurice ve Molenberghs, 2009; Kılıç, 2012).

Marjinal model sınıfında yer alan GTD, GLM'in genelleştirilmiş bir durumu olarak, ilk olarak Liang ve Zeger (1986) tarafından önerilmiştir.

GTD, dengeli olmayan veri durumu (eksik gözlem) söz konusu olduğunda; birimlere ait tekrarlı ölçümler arasında yer alan korelasyonları, “çalışan korelasyon yapısı” adı verilen özel korelasyon matrisleri tanımlayarak, modelleme yapma imkanı vermektedir (Fitzmaurice ve Molenberghs, 2009). Ayrıca GTD' nin diğer modellerden bir üstünlüğü de tekrarlı ölçümler arasındaki korelasyon yapısı tam olarak doğru belirlenmediği durumda bile, tutarlı parametre tahminleri yapma imkanı vermesidir (Liang ve Zeger, 1986; Geert ve Geert, 2005; Hedeker ve Gibbons, 2006; Fitzmaurice ve ark., 2012).

GTD aracılığıyla boylamsal veri yapısında, birimler-arası (between-subjects) değişimin yanı sıra birimlerin kendi içindeki değişimi de (within-subjects) aynı anda incelemek mümkündür (Diggle ve ark., 1994; Fitzmaurice ve Molenberghs, 2009).

Eksik gözlemlili veri yapısının kullanılabilmesi, bağımlı değişkenin varyans-kovaryans yapısı üzerinde herhangi bir kısıtlayıcı varsayım bulunmaması, birimler-arası ve birimler-içi değişimin modellenmesine olanak sağlaması özellikleri ile GTD, boylamsal verilerin analizinde tercih edilmesindeki en önemli nedenlerindendir. (Fitzmaurice ve ark., 2012).

GTD modelinin ilk bileşeni olan doğrusal kestirici,

$$\eta_{ij} = X'_{ij}\beta \quad (3.59)$$

formundadır. Burada X'_{ij} ; x_{ij} açıklayıcı değişkenin, i . birime ait j . tekrarlı ölçümünün, değerlerinden oluşur. Modelin ikinci bileşeni olarak link fonksiyon yapısı,

$$g(\mu_{ij}) = \eta_{ij} \quad (3.60)$$

şeklindedir.

Modelin üçüncü bileşeni olarak ele alınan bağımlı değişkene ait varyans; ortalamanın bir fonksiyonu olarak,

$$V(Y_{ij}) = V(\mu_{ij})\phi \quad (3.61)$$

şeklinde olup, ϕ ölçek parametresidir.

GTD’de tüm birimler üzerinden n farklı zamanda alınan tekrarlı ölçümlere ilişkin birimler-içi değişim; simetrik ve dengelenmiş veri durumu için $n \times n$ boyutlu $\mathbf{R}$; “çalışan korelasyon matrisi” (working correlation matrix) aracılığıyla modellenir. (Liang ve Zeger, 1986) Her birimin farklı zaman noktalarında tekrarlı ölçüm değerlerinin olmaması (dengesiz veri) durumunda ise, çalışan korelasyon matrisi $n_i \times n_i$ boyutlu $\mathbf{R}_i$ matrisidir ($n_i < n$). Böylece, yeniden boyutlandırılan çalışan korelasyon matrisinin boyutu birimden birime değişebilmektedir.

Uygulama da her birim için eşit sayıda tekrarlı ölçüm her zaman olamayacağından, eksik veri durumunda, tekrarlı ölçümler arasındaki ilişki yapısının tüm birimler için aynı yapıda olduğu varsayılmaktadır (Zeger ve Liang, 1986; Hendricks ve ark., 1996; Hedeker ve Gibbons, 2006).

GTD’de birimler üzerinden farklı zamanlarda alınan tekrarlı ölçümler arasındaki değişim varyans-kovaryans matrisi;

$$V_i(\alpha) = A_i^{1/2} R_i(\alpha) A_i^{1/2} \quad (3.62)$$

aracılığı ile modellenebilmektedir. Burada $V(\mu_{ij})$, köşegen dışı elemanları sıfır olan $n \times n$ boyutlu bir matris olmak üzere $A_i = \text{diag}(V(\mu_{ij}))$; $V(\mu_{ij})$ matrisinin köşegen elemanları; $R_i(\alpha)$; ikili korelasyonları temsil eden (α) birliktelik parametresine sahip her bir birim için $n \times n$ boyutlu çalışan korelasyon matrisidir (Hedeker ve Gibbons, 2006).

3.3.2. Genelleştirilmiş tahmin denklemlerinde korelasyon yapıları

GTD’de tekrarlı ölçümler arasındaki ilişki yapısını modellemede literatürde en fazla kullanılan korelasyon matris yapıları; bağımsız (independent), değiştirilebilir (exchangeable), otoregresif (AR(1)), M-bağımlı (M-dependent) ve yapılandırılmamış (unstructured) şeklindedir (Fitzmaurice ve ark., 2008).

3.3.2.1. Bağımsız korelasyon yapısı

Uygulanacak veride birim sayısının ve birimlerdeki tekrarlı ölçümlerin oldukça fazla; tamamen rassal olan eksik gözlemlerin sayısının da oldukça az olduğu durumlarda kullanımı oldukça yaygındır (Geert ve Geert, 2005).

Bu korelasyon yapısı aracılığıyla, birimlerden alınan tekrarlı ölçümler arasında herhangi bir ilişkinin olmaması; GTD yapısının GLM yapısına indirgenmesi anlamına gelmektedir.

Varsayımları:

- Birim matris yapısı kullanımına sahip olan bağımsız korelasyon matris yapısı; birimlerden alınan tekrarlı ölçümler arasındaki korelasyon değerlerinin sıfır olduğu, yani tekrarlı ölçümlerin birbiri ile ilişkisiz olduğu varsayımına dayanır (Zorn, 2001; Hardin ve Hilbe, 2002; Hwang ve Takane, 2005).

Korelasyon yapısı:

$$R_{ij,ik} = I = \begin{cases} 1 & j = k \\ 0 & j \neq k \end{cases} \quad (3.63)$$

Korelasyon matrisi:

$$R(\alpha) = \begin{bmatrix} 1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 1 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & 1 \end{bmatrix} \quad (3.64)$$

şeklindedir.

Tahmin edilen parametre sayısı: Tekrarlı ölçümler arası ilişki olmadığından dolayı tahmin edilecek parametre yoktur.

3.3.2.2. Değiştirilebilir korelasyon yapısı

Bu korelasyon yapısı aracılığıyla, birimlerden alınan tekrarlı ölçümler arasında sabit bir ilişki söz konusudur (Ballinger, 2004).

Varsayımları:

- Birimlerden alınan tekrarlı ölçümler arasındaki korelasyon değerleri aynıdır (Davis, 2002).
- Bu korelasyon yapısında, birbirinden farklı zaman aralıklarında alınan tekrarlı ölçümler arasındaki korelasyon değerlerinin, zaman aralıklarının uzunluğuna bakılmaksızın, aynı olduğu varsayılır (Duncan ve ark., 1995; Hardin ve Hilbe, 2002; Twisk, 2013).

Korelasyon yapısı:

$$R_{ij,ik} = \begin{cases} 1 & j = k \\ \alpha & j \neq k \end{cases} \quad (3.65)$$

Korelasyon matrisi:

$$\mathbf{R}(\alpha) = \begin{bmatrix} 1 & \alpha & \cdots & \alpha \\ \alpha & 1 & \cdots & \alpha \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \alpha & \alpha & \cdots & 1 \end{bmatrix} \quad (3.66)$$

şeklindedir.

Tahmin edilen parametre sayısı: 1'dir.

Tahmin edici:

$$\hat{\alpha} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{1}{n_i(n_i-1)} \sum_{j \neq k} e_{ij}e_{ik} \quad (3.67)$$

olarak elde edilir.

3.3.2.3. Otoregresif (AR(1)) korelasyon yapısı

Bu korelasyon yapısı, tekrarlı ölçüm çiftleri arasındaki korelasyonun zamana bağlı olduğu durumlarda tercih edilir (Horton ve Lipsitz, 1999; Hardin ve Hilbe, 2002).

Bu korelasyon yapısında tekrarlı ölçümlerin alındığı zamanlar arasındaki farklar arttıkça, tekrarlı ölçüm çiftleri arasında gözlemlenen korelasyon değerleri azalır (Davis, 2002).

Varsayımları:

- Bu korelasyon matris yapısı; birbirlerine yakın zamanlarda alınan tekrarlı ölçüm çiftleri arasındaki korelasyon değerlerinin yüksek; birbirlerinden uzak zamanlarda alınan tekrarlı ölçüm çiftleri arasındaki korelasyon değerlerinin daha düşük olduğu temeline dayanmaktadır. Teorik olarak α negatif değerler alabilirken, tez çalışmamızda ele aldığımız boylamsal veri uygulamalarında $0 < \alpha < 1$ olduğu varsayılır (Weiss, 2005).

Korelasyon yapısı:

$$R_{ij,ik} = \begin{cases} 1 & j = k \\ \alpha^{|k-j|} & j \neq k \end{cases} \quad (3.68)$$

Korelasyon matrisi:

$$R(\alpha) = \begin{bmatrix} 1 & \alpha & \cdots & \alpha^{t-1} \\ \alpha & 1 & \cdots & \alpha^{t-2} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \alpha^{t-1} & \alpha^{t-2} & \cdots & 1 \end{bmatrix} \quad (3.69)$$

şeklindedir.

Tahmin edilen parametre sayısı: 1'dir.

Tahmin edici:

$$\hat{\alpha} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{1}{(n_i - 1)} \sum_{j \leq n_i - 1} e_{ij} e_{i,j+1} \quad (3.70)$$

olarak elde edilir.

3.3.2.4. M-bağımlı korelasyon yapısı

AR(1) yapısında belirli bir zaman dilimi içinde, tüm korelasyonların aynı olduğu varsayılır, ancak M-bağımlı korelasyon yapısında farklı düzenlerdeki gecikmeler arasında işlevsel bir ilişki yoktur (Hedeker ve Gibbons, 2006).

Varsayımları:

- Belirlenen m değeri dışındaki korelasyon değerleri sıfır olarak alınır.
- Bu korelasyon yapısı birimler üzerinden alınan tekrarlı ölçüm sayısı az olduğunda kullanışlıdır (Walls ve Schafer, 2006).

Korelasyon yapısı:

$$\mathbf{R}_{ij,ik} = \begin{cases} 1 & j = k \\ \alpha_{(k-j)} & k - j \leq m \\ 0 & k - j > m \end{cases} \quad (3.71)$$

Korelasyon matrisi:

$$\mathbf{R}(\alpha) = \begin{bmatrix} 1 & \alpha_1 & \cdots & \alpha_{t-1} \\ \alpha_1 & 1 & \cdots & \alpha_{t-2} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \alpha_{t-1} & \alpha_{t-2} & \cdots & 1 \end{bmatrix} \quad (3.72)$$

şeklindedir.

Tahmin edilen parametre sayısı: $0 < m \leq n_i - 1$

şeklindedir.

Tahmin edici:

$$\hat{\alpha} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{1}{(n_i - 1)} \sum_{j \leq n_i - m} e_{ij} e_{i,j+m} \quad (3.73)$$

olarak elde edilir.

3.3.2.5. Yapılandırılmamış korelasyon yapısı

Birimler üzerinden alınan tekrarlı ölçüm zamanları arasındaki fark arttıkça, korelasyon yapısının matris boyutu da artmakta ve hesaplamalar zorlaşmaktadır. Bu korelasyon yapısı özellikle birimler üzerinden alınan tekrarlı ölçüm sayısının düşük olduğu durumlarda, korelasyon değerleri üzerinde hiçbir kısıtlayıcı varsayıma izin vermemesi özelliğiyle tercih edilen bir korelasyon yapısıdır (Horton ve Lipsitz, 1999).

Varsayımları:

- Korelasyon yapısı ile ilgili herhangi bir kısıtlayıcı varsayıma sahip olmamakla birlikte, her bir birim üzerinden alınan tekrarlı ölçüm sayısının birbirine yakın olması önerilmektedir (Ziegler, 2011).

Korelasyon yapısı:

$$R_{ij,ik} = \begin{cases} 1 & i = j \\ \alpha_{jk} & d.d \end{cases} \quad (3.74)$$

Korelasyon matrisi:

$$R(\alpha) = \begin{bmatrix} 1 & \alpha_{12} & \cdots & \alpha_{1t} \\ \alpha_{12} & 1 & \cdots & \alpha_{2t} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \alpha_{1t} & \alpha_{2t} & \cdots & 1 \end{bmatrix} \quad (3.75)$$

şeklindedir.

Tahmin edilen parametre sayısı : $t(t-1)/2$

şeklindedir.

Tahmin:

$$\hat{\alpha}_{jk} = \left(\frac{1}{\hat{\phi}N} \right) \sum_{i=1}^N e_{ij} e_{ik} \quad (3.76)$$

olarak elde edilir.

3.3.3. Genelleştirilmiş tahmin denklemlerinde parametre tahmini

GTD’nde bağımlı değişkenin ortalama yapısını modelleyebilmek için regresyon parametrelerinin tahmin edilmesi, öncelikli olarak çalışan korelasyon matris yapısında yer alan varyans-kovaryans parametrelerinin tahmini ile mümkündür (Liang ve Zeger, 1986; Hedeker ve Gibbons, 2006). Çalışan korelasyon matris yapısı; tekrarlı ölçümleri dikkate alarak, etkin parametre tahmini yapmayı sağlamaktadır (Hwang ve Takane, 2005). GTD’de β parametre vektörünün tahmininde kullanılan skor denklemlerinin çözümü yarı-olabilirlik (Quasi-likelihood) yaklaşımı ile elde edilmektedir (Liang ve Zeger, 1986; Wang ve Long, 2011).

Yarı-olabilirlik yaklaşımı Wedderburn (1974) tarafından geliştirilmiş olup, GTD için yarı-olabilirlik skor eşitliğinin çözümü;

$$\sum_{i=1}^N D_i' V_i(\hat{\alpha})^{-1} (y_i - \mu_i) = 0 \quad (3.77)$$

ile elde edilir (Heyde, 2008). Burada $D_i = \partial \mu_i / \partial \beta$ olup i . birimin ortalama vektörünün ($\mu_i = g^{-1}(x_i \beta)$) β ’ya göre kısmi türev matrisini; V_i ; i .birimin kovaryans matrisini, $\hat{\alpha}$; α birliktelik parametresinin tahminini ve N ise birim sayısını ifade etmektedir. (Hedeker ve Gibbons, 2006; Fitzmaurice ve ark., 2012).

GTD’nin üstel dağılım ailesinden normal dağılım için birim link fonksiyonunun kullanımı ile,

$$\mu_i = X_i \beta, \quad D_i = X_i, \quad V_i(\hat{\alpha}) = R_i(\hat{\alpha})$$

olmak üzere,

$$\sum_{i=1}^N \mathbf{X}_i' [\mathbf{R}_i(\hat{\alpha})]^{-1} (\mathbf{y}_i - \mathbf{X}_i \boldsymbol{\beta}) = 0 \quad (3.78)$$

dir ve skor denkleminin çözümü ile,

$$\hat{\boldsymbol{\beta}} = \left[\sum_{i=1}^N \mathbf{X}_i' [\mathbf{R}_i(\hat{\alpha})]^{-1} \mathbf{X}_i \right]^{-1} \left[\sum_{i=1}^N \mathbf{X}_i' [\mathbf{R}_i(\hat{\alpha})]^{-1} \mathbf{y}_i \right] \quad (3.79)$$

elde edilir. Böylece yarı-olabilirlik yaklaşımı ile birim link fonksiyonunun birlikte kullanımıyla elde edilen parametre tahmini, ağırlıkların $[\mathbf{R}_i(\hat{\alpha})]^{-1}$ olduğu Ağırlıklandırılmış En Küçük Kareler tahmin edicisiyle aynıdır. $\boldsymbol{\beta}$ 'nın yeni tahminlerini elde etmek için yakınsama sağlanana kadar IRLS yöntemi ile α birliktelik parametresinin iteratif tahminleri kullanılır (Hedeker ve Gibbons, 2006).

GTD'de, $\boldsymbol{\beta}$ parametre vektörünün yarı-olabilirlik yaklaşımı ile tahmininin, yakınsama sağlanana kadar tekrar edilen adımları aşağıda verilmiştir (Geert ve Geert, 2005; Hedeker ve Gibbons, 2006).

Adım 1: Tüm birimler için gözlemlerin bağımsız olduğu varsayımı altında, GLM (IRLS kullanılarak) ile $\boldsymbol{\beta}$ parametre vektörünün ön tahmini yapılır. (buradaki çalışan korelasyon matris yapısı birim matris yapısıdır)

Adım 2: Elde edilen $\boldsymbol{\beta}$ parametre vektörünün ön tahmin edicisi ile, α ve ϕ parametrelerinin tutarlı tahmin edicilerini elde etmek için öncelikle Pearson artıkları;

$$e_{ij} = (y_{ij} - \hat{\mu}_{ij}) / \sqrt{V(\hat{\mu}_{ij})} \quad (3.80)$$

şeklinde hesaplanır ve ϕ ölçek parametresinin tahmini,

$$\hat{\phi} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{1}{n_i} \sum_{j=1}^{n_i} e_{ij}^2 \quad (3.81)$$

şeklinde elde edilir.

Adım 3: $V(\alpha)$ 'nın elde edilebilmesi için öncelikle uygun çalışan korelasyon matris yapısının seçilmesi gerekmektedir. α ; ikili birliktelik parametresinin, standart artıkların kullanımı ile, Eşitlik (3.72) ile verilen “yapılandırılmamış” korelasyon matris yapısı için tahmini,

$$\hat{\alpha}_{jk} = R(Y_{ij}, Y_{ik}) = \left(\frac{1}{\hat{\phi}N} \right) \sum_{i=1}^N e_{ij}e_{ik} \quad (3.82)$$

şekilde elde edilir. Seçilen çalışan korelasyon matris yapısının parametreleri tahmin edilerek, yeniden β parametre vektörünün tahmini elde edilir. β parametre vektörünün tahminleri arasındaki fark belirli bir değere yakınsama sağlayana kadar çalışan korelasyon matris yapısı değiştirilerek, yeniden β parametre vektörünün tahmini yapılır. Bu işlem; yakınsama sağlanana kadar tekrarlanır. Ölçek parametresinin tahmini ($\hat{\phi}$) kullanılarak, seçilen $R(\alpha)$ korelasyon matrisine bağlı olarak, korelasyon parametrelerinin tahmini değişmektedir. Yani $\hat{\alpha}$; birliktelik parametresinin tahmini, kullanılan korelasyon matrisine göre her defasında farklı hesaplanmaktadır. Yakınsama sağlandığında ise hipotez testlerini yapmak ve güven aralıkları oluşturmak için hesaplanacak olan $s.h.(\hat{\beta}); V(\hat{\beta})$ matrisinin diagonal elemanlarının kare kökü alınarak elde edilir (Liang ve Zeger, 1986; Hedeker ve Gibbons, 2006; Fitzmaurice ve ark., 2012).

Burada $V(\alpha)$; varyans-kovaryans matrisinin, yarı-olabilirlik yaklaşımına dayanarak elde edilen tahmin edicileri; modele dayanan ve sağlam (robust) tahmin edicileridir (Olsson, 2002; Fitzmaurice ve ark., 2012).

Modele dayanan (model-based) tahmin edici

β parametre vektörünün tahmininin varyans-kovaryans matrisinin modele dayanan tahmin edicisi, Fisher bilgi matrisi kullanılarak;

$$\hat{V}(\hat{\beta}) = \left[\sum_{i=1}^N D_i' \hat{V}_i^{-1} D_i \right]^{-1} \quad (3.83)$$

şeklinde elde edilir. Burada $\hat{V}_i$; $\hat{V}_i(\hat{\alpha})$ ’dır. Modele dayanan tahmin edicinin kullanılması yaklaşımında korelasyon yapısı doğru olmadığı sürece $\hat{V}(\hat{\beta})$ tutarlı bir tahmin edici olmayacaktır.

Ampirik, sağlam (robust) tahmin edici

Tekrarlı ölçümlerin analizinde $R_i(\alpha)$; çalışan korelasyon yapısının seçiminde doğru yapının kullanıldığından emin olunamamaktadır (Davis, 2002). Bundan dolayı modele dayanan tahmin ediciye alternatif bir yaklaşım olarak; (Liang ve Zeger, 1986) tarafından önerilen “sandwich tahmin edicisi” olarak da adlandırılan ampirik veya sağlam (robust) tahmin edicinin kullanımıdır. Modele dayanan tahmin edici korelasyon yapısı doğru seçildiğinde tutarlı sonuç verirken, robust tahmin edici korelasyon yapısı doğru belirlenmemiş olsa bile tutarlı sonuç verebilmektedir (Fitzmaurice ve ark., 1993). $\hat{\beta}$ ’nın varyans-kovaryans matrisinin sağlam tahmin edicisi;

$$\hat{V}(\hat{\beta}) = M_0^{-1} M_1 M_0^{-1} \quad (3.84)$$

şeklindedir (Hedeker ve Gibbons, 2006). Burada M_0 ve M_1 bilgi matrisleri;

$$M_0 = \sum_{i=1}^N D_i' \hat{V}_i^{-1} D_i \quad (3.85)$$

$$M_1 = \sum_{i=1}^N D_i' \hat{V}_i^{-1} (y_i - \hat{\mu}_i)(y_i - \hat{\mu}_i)' V_i^{-1} D_i \quad (3.86)$$

şeklindedir.

Uygulamalarda doğru korelasyon matrisinin kullanımı her zaman mümkün olamadığından, tutarlı sonuçlar veren sağlam (robust) tahmin ediciyi kullanmak daha avantajlıdır. (Jennrich ve Schluchter, 1986; Hedeker ve Gibbons, 2006).

Öte yandan korelasyon yapısının seçimi, parametre tahminlerinin modele dayalı standart hatalarını etkilemektedir. GTD için varyans-kovaryans matrisinin sağlam (robust) sandwich tahmin edicisini kullanmak; standart hataların da daha uygun ölçüde olmasını sağlar (Agresti, 2015).

3.3.4. Genelleştirilmiş tahmin denklemlerinde uygun korelasyon yapısının seçimi

Uygulamalarda en uygun korelasyon yapısının seçiminde birden fazla bilgi kriterinin kullanılarak desteklenmesi önerilmektedir.

GTD’de en uygun korelasyon yapısının seçiminde en çok tercih edilen kriter olan QIC bilgi kriterinin dışında Pan (2001) tarafından önerilen QICC (Corrected Quasi-likelihood under Independence Corrected Criterion), Rotnitzky ve Jewell (1990) tarafından önerilen RJC (Rotnitzky-Jewell's criteria), Hin ve Wang (2009) tarafından önerilen CIC, Shults ve Chaganty (1998) tarafından önerilen SC kriteri ve Gosho ve ark. (2011) tarafından önerilen Gosho kriteri şeklinde alternatif bilgi kriterleri sıralanabilir (Jang, 2011; Gosho, 2014). Bu kriterlerin kendilerine özgü bir takım kullanım şartları vardır.

Bu kriterlerin çalışma yöntemleri, üstünlükleri ve kullanım şartları ile ilgili literatürde pek çok karşılaştırmalı çalışma mevcuttur. Önerilen kriterlerin diğerlerine göre performansının araştırılması için, farklı düzenlemeler ve kısıtlamalar altında simülasyon çalışmaları yapılmıştır. Özellikle parametre sayısı arttığında bu kriterlerin performanslarındaki yeterliliğin düşmesi, kriterleri tartışılabilir hale getirmektedir. Ayrıca küçük örneklem durumunda en uygun korelasyon yapısının seçiminde istatistiksel değerlendirme açısından büyük örnekleme göre daha hassas davranılmalıdır (Jang, 2011). Bu tez çalışmasında QIC ve QICC bilgi kriterleri kullanılmıştır.

QIC Kriteri

Model seçiminde en çok kullanılan uyum iyiliği istatistiklerinden biri de Akaike (1974) tarafından geliştirilen Akaike Bilgi Kriteri (Akaike Information Criteria, AIC) olup;

$$AIC = -2L + 2p \quad (3.87)$$

formundadır. Burada p modeldeki parametre sayısı, L ise tahmin edilen model için maksimize edilmiş log-olabilirlik fonksiyonunun değeridir. AIC bilgi kriteri; GTD’de uygun korelasyon yapısının seçimi için doğrudan uygulanamaz çünkü bu kriter yanıt değişkeninin gözlemlenen değerlerinin birbirinden bağımsız olduğunu varsaymaktadır. Ancak GTD’de yanıt değişkeninin tekrarlı ölçümlerinde daima zamana bağlı bir ilişki söz

konusudur. Ayrıca AIC bilgi kriteri tam olabilirlik prensibi temelli olup; GTD ise yarı-olabilirlik yaklaşımına dayanmaktadır (Pan, 2001; Acion, 2011).

Pan (2001)'in yarı-olabilirlik yaklaşımına dayanan ve AIC'in bir modifikasyonu olarak geliştirdiği Bağımsız Model Kriteri altında Yarı-Olabilirlik (Quasilikelihood under the Independence Model Criterion, QIC);

$$QIC(R) = -2Q(\hat{\beta}(R), \phi) + 2\text{trace}(\hat{\Omega}_I \hat{V}_R) \quad (3.88)$$

formundadır. Burada $R = I$ (gözlemlerin bağımsızlığı) varsayımı altında, $\hat{V}_R$ varyans-kovaryans matrisinin sandwich (sağlam) tahmin edicisi; $\hat{\Omega}_I$, bağımsız korelasyon matris yapısı varsayımı altında elde edilen modele dayalı varyans-kovaryans matrisinin tahmin edicisi, $\hat{\beta}(R)$ ise kullanılan kovaryans matris yapısına göre tahmin edilen parametre vektörüdür (Pan, 2001; Hardin ve Hilbe, 2002). GTD'de incelenen korelasyon yapıları arasından minimum QIC değerine sahip korelasyon yapısı en uygun korelasyon yapısı olarak seçilir (Hardin ve Hilbe, 2002; Acion, 2011).

QICC Kriteri

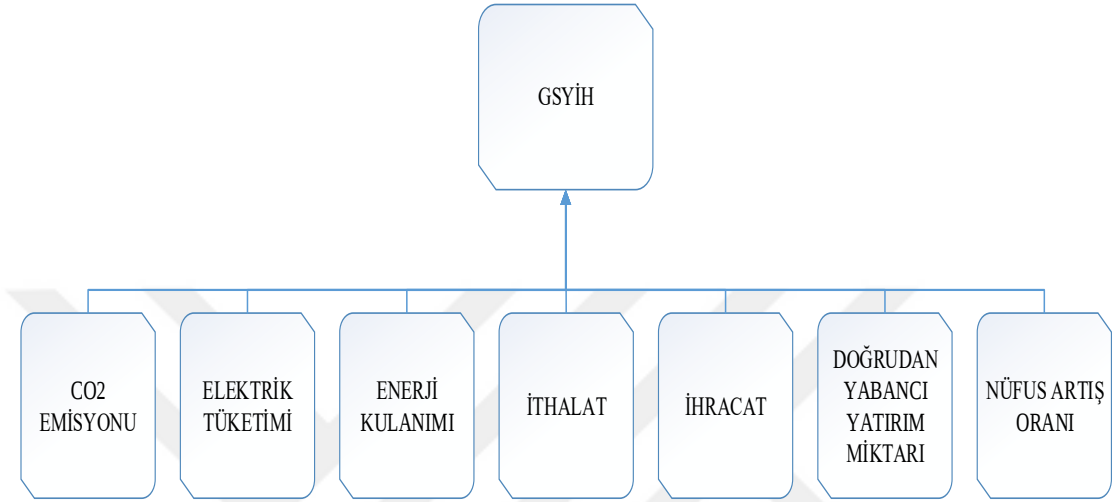
Düzeltilmiş Bağımsız Model Kriteri altında Yarı-Olabilirlik (Corrected Quasilikelihood under the Independence Model Criterion, QICC), yanıt değişkeninin dağılımına uygun link fonksiyonun seçiminin doğru olduğu varsayılarak değerlendirme yapılmaktadır. Uygun korelasyon yapısının seçiminde kullanımı tercih edilmeyen kriter dağılım yapısının, link fonksiyonunun ve çalışan korelasyon matris yapısının doğru olduğu varsayımı altında çalışmakta olup; QICC kriterine göre küçük QICC değerine sahip model iyi model olarak değerlendirilmektedir. QICC;

$$QICC = -2Q(\hat{\mu}; I) + 2p \quad (3.89)$$

olarak formüle edilmektedir (StataCorp, 2007).

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

Bu bölümde araştırma sonuçları detaylı olarak sunulmuştur. Çalışmada kullanılan değişkenler; GSYİH, CO₂ emisyonu, elektrik tüketimi, enerji kullanımı, ithalat, ihracat, doğrudan yabancı yatırım miktarı ve nüfus artış oranı olup Şekil 4.1’de verilmiştir.



Şekil 4.1. Çalışmada ele alınan değişkenler (WorldBank, 2018)

Şekil 4.1’de verilen değişkenler;

- **GSYİH (ABD Doları)**

Bir ülke sınırları içerisinde belirli bir zaman aralığında, üretilen tüm nihai mal ve hizmetlerin para birimi cinsinden değeri,

- **CO2 emisyonu (kişi başına metrik ton)**

Karbondioksit emisyonları fosil yakıtların yanmasından ve çimento üretiminden kaynaklanan emisyon miktarı,

- **Elektrik tüketimi (kişi başına kwh)**

Ülkedeki her türlü üretim ve faaliyette kullanılan toplam elektrik miktarı,

- **Enerji kullanımı (kişi başına petrol; kg)**

Ülkedeki her türlü üretim ve faaliyette kullanılan toplam enerjinin birincil enerji kaynağı petrol cinsinden karşılığı,

- **İthalat (ABD Doları)**

Yurt dışında üretilmiş malların, ülkedeki alıcılar tarafından toplam satın alınma miktarı,

- **İhracat (ABD Doları)**

Ülkede Ülke içinde üretilmiş malların, yabancı ülkelere toplam satılma miktarı,

- **Doğrudan Yabancı Yatırım (ABD Doları)**

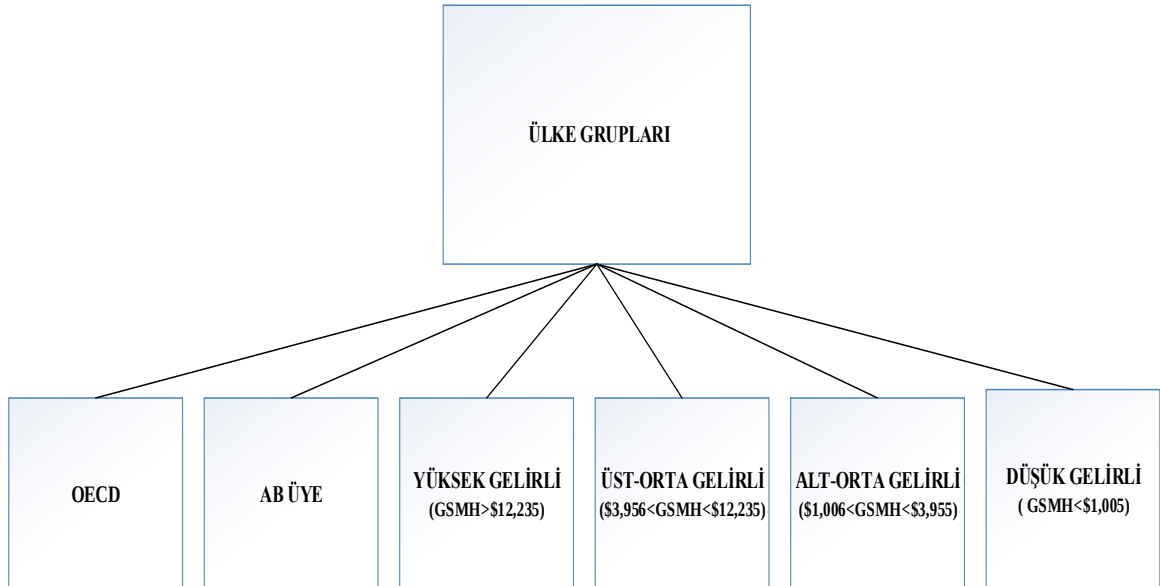
Ülkedeki bir firma veya bireyin başka bir ülkede bulunan iş alanlarına yaptığı toplam yatırım miktarı,

- **Nüfus Artış Oranı**

Nüfusun büyüme oranı,

şeklinde tanımlanmakta olup, ülkelerin başlıca ekonomik büyüme göstergelerinden olan GSYİH değişkeninin diğer 7 değişken kullanılarak değerlendirilmesi yapılmıştır (Eğilmez, 2018).

Çalışmada kullanılan ülkeler ise öncelikle, OECD üyesi ülkeler grubu, AB üyesi ülkeler grubu, GSMH göre yüksek gelirli, üst-orta gelirli, alt-orta gelirli ve düşük gelirli ülke grupları şeklinde ele alınmış olup Şekil 4.2’de verilmiştir. Bu gruplarda yer alan ülkeler EK-4’te detaylı olarak verilmiştir.



Şekil 4.2. Çalışmada ele alınan ülke grupları (World_Data_Bank, 2018)

Ülkelerin risk değerlendirilmesi için ise Kırılganlık durum indeksi (FSI)'ne göre ülkeler;

- Düşük riskli ülkeler: FSI'ya göre sürdürülebilir olan (sustainable),
- Alt-orta riskli ülkeler: FSI'ya göre istikrarlı kararlılık gösteren (stable),
- Üst-orta riskli ülkeler: FSI'ya göre uyarı veren (warning),
- Yüksek riskli ülkeler: FSI'ya göre tehlikede olan (alert)

şeklinde 4 gruba ayrılmış olup, risk gruplarında yer alan ülkeler Şekil 4.3'te detaylı olarak verilmiştir (FSI, 2018).



Şekil 4.3. FSI'da yer alan risk gruplarına göre ülkeler (FSI, 2018)

Tanımlamaları verilen değişkenler ve ülke grupları için başlıca ekonomik büyüme göstergelerinden olan GSYİH değişkeni bakımından Şekil 4.1'de verilen makroekonomik göstergeler kullanılarak ülke grupları ve risk grupları bakımından değerlendirmeler yapılmıştır.

Araştırma sonuçları 4 alt bölümden oluşmaktadır.

Birinci bölümde, Şekil 4.2'deki ülke grupları ile Şekil 4.3'de verilen ülkelerin risk grupları için nedensellik incelemeleri yer almaktadır. Bu bölümde ülke grupları için Toda ve Yamamoto (1995) nedensellik testi; risk grupları için ise panel nedensellik testlerinden Panel Granger ve Dumitrescu ve Hurlin (2012) nedensellik testleri kullanılarak ekonomik büyümenin (GSYİH) nedeni olan değişkenler ülke grupları ve risk grupları için ayrı ayrı tespit edilmiştir.

İkinci bölümde, Şekil 4.2'de verilen ülke gruplarının her biri için; önce ekonomik büyümelerini (GSYİH) etkileyen tüm değişkenlerin kullanıldığı, daha sonra ise Toda ve Yamamoto (1995) nedensellik analizleri sonucunda istatistiksel olarak anlamlı bulunan (GSYİH'nin nedeni olan) değişkenlerin yer aldığı GTD modelleri kurulmuştur. Her iki model bilgi kriterleri kullanılarak karşılaştırılmış olup, modellerin yeterliliğini tespit etmek için artık incelemeleri yapılmıştır.

Üçüncü bölümde, Şekil 4.3'te verilen risk gruplarının her biri için; önce ekonomik büyümelerini (GSYİH) etkileyen tüm değişkenlerin kullanıldığı, daha sonra ise birinci bölümde yapılan Panel Granger (1969) ve Dumitrescu ve Hurlin (2012) nedensellik analizleri sonucunda istatistiksel olarak anlamlı bulunan (GSYİH'nin nedeni olan) değişkenlerin yer aldığı GTD modelleri kurulmuştur. Her iki model bilgi kriterleri kullanılarak karşılaştırılmış olup, modellerin yeterliliğini tespit etmek için artık incelemeleri yapılmıştır.

Son bölümde ise 2008 global ekonomik krizinin ülkelerin makroekonomik göstergelerinde yarattığı değişimi görebilmek ve ülkelerin ekonomik krizden ne ölçüde etkilendiğini tespit etmek amaçlanmıştır. 2008 kriz yılı modellemesi yapabilmek adına risk gruplarına ayrılan ülkelerin ekonomik büyümelerinin (GSYİH) tüm değişkenler baz alınarak, risk grupları için ayrı ayrı GLM ile elde edilen modellere yer verilmiştir. Bölümün sonunda ise model yeterliliklerini incelemek adına modellerin teşhis ölçütlerine yer verilmiştir.

İstatistiksel değerlendirmelerde EViews, IBM SPSS Statistics 23, Stata ve Excel yazılımlarından yararlanılmış olup bütün istatistiksel ve ekonometrik testlerde anlamlılık düzeyi $\alpha = 0.05$ olarak belirlenmiştir.

4.1. Ülke Gruplarının Ekonomik Büyümesinin Nedenselliklerinin Araştırılması

Bu kısımda OECD üyesi ülkeler grubu, AB üyesi ülkeler grubu, yüksek gelirli, üst-orta gelirli, alt-orta gelirli ve düşük gelirli ülke gruplarının ekonomik büyümelerini (GSYİH) etkileyen Şekil 4.1’de verilen değişkenlerle nedensellikleri “Toda ve Yamamoto (1995) nedensellik testi” ile araştırılmıştır. Şekil 4.3’te FSI’da yer alan risk gruplarına göre ülkelerin ekonomik büyümelerini etkileyen Şekil 4.1’de verilen değişkenlerle nedensellikleri ise panel nedensellik analizlerinden “Dumitrescu ve Hurlin (2012) ve Panel Granger (1969)” ile araştırılmıştır.

4.1.1. OECD üyesi, AB üyesi, yüksek gelirli, üst-orta gelirli, alt-orta gelirli ve düşük gelirli ülke gruplarının Toda-Yamamoto nedensellik testi sonuçları

Bu bölümde Toda-Yamamoto nedensellik testini uygulamadan önce, bu ülke gruplarına ait her birinin serinin kaçınıcı dereceden durağanlaştığı “ ADF Birim Kök Testi” ile Çizelge 4.1’de verildiği üzere tespit edilmiştir. Çizelge 4.1’de bu serilerin durağanlaşma seviyeleri ve uygun gecikme uzunlukları, bilgi kriterlerinin en küçük değerleri baz alınarak, verilmiştir. Uygun gecikme uzunluğunun belirlenmesinde kullanılan bilgi kriterleri değerleri EK-5’te verilmiştir.

Çizelge 4.1. Ülke gruplarına ait serilerin durağanlaşma seviyeleri ve uygun gecikme uzunlukları

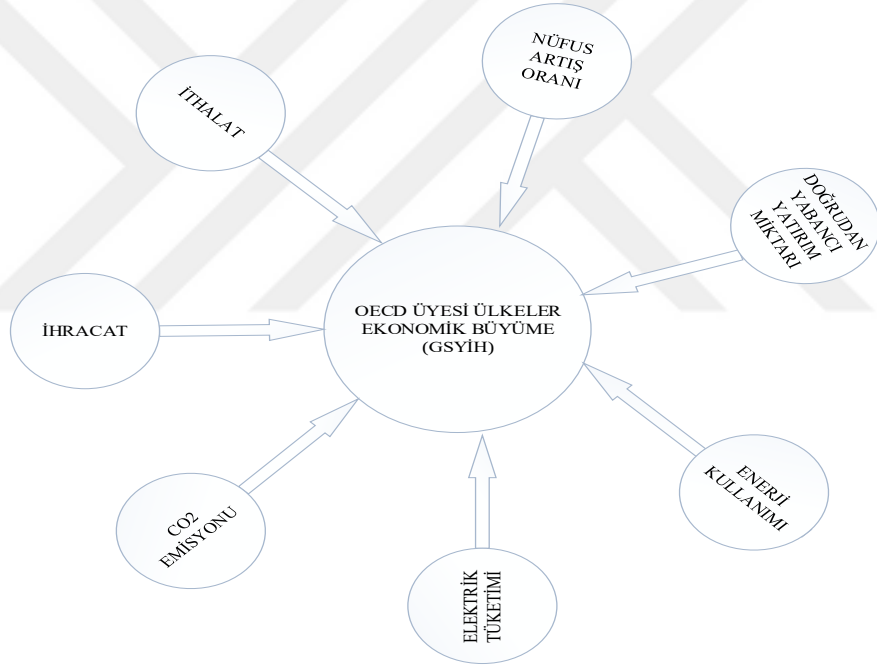
Ülke Grupları	Durağanlaşma Seviyesi (d_{max})	Uygun Gecikme Uzunluğu (k)
OECD üyesi ülkeler grubu	1	2
AB üyesi ülkeler grubu	1	2
Yüksek gelirli ülkeler grubu	1	3
Üst-Orta gelirli ülkeler grubu	2	2
Alt-Orta gelirli ülkeler grubu	2	1
Düşük gelirli ülkeler grubu	2	1

OECD üyesi ülkeler grubunun 1985-2016 ekonomik büyüme göstergeleri için Toda- Yamamoto nedensellik testi sonuçları Çizelge 4.2’de verilmiştir. Buna göre, OECD üyesi ülkeler grubunun ekonomik büyümesinin (GSYİH) nedeni olarak CO2 emisyonu, elektrik tüketimi, enerji kullanımı, ihracat, ithalat ve yabancı dış yatırım miktarı ile nüfus artış oranı belirlenmiş olup, bu nedensellik ilişkisi Şekil 4.4’de grafiksel olarak verilmiştir. Böylece Şekil 4.2’de potansiyel olarak ele alınan tüm değişkenler

1985-2016 yılları arasında OECD üyesi ülkeler grubunun ekonomik büyümesinin (GSYİH) nedeni olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.2. OECD üyesi ülkeler grubunun 1985-2016 ekonomik büyüme göstergeleri için Toda-Yamamoto nedensellik testi sonuçları ($d_{\max}=1, k=2$)

Bağımlı Değişken: GSYİH (OECD üyesi ülkeler grubu için)				
Bağımsız Değişkenler	Ki-kare test istatistiği değeri	s.d.	p-değeri	Nedensellik tespiti
CO ₂ emisyonu	51.38879	2	0.000	Var
Elektrik tüketimi	54.17204	2	0.000	Var
Enerji kullanımı	88.95626	2	0.000	Var
İthalat	27.04113	2	0.000	Var
İhracat	22.49630	2	0.000	Var
Doğrudan yabancı yatırım	15.31147	2	0.000	Var
Nüfus artış oranı	18.09872	2	0.000	Var

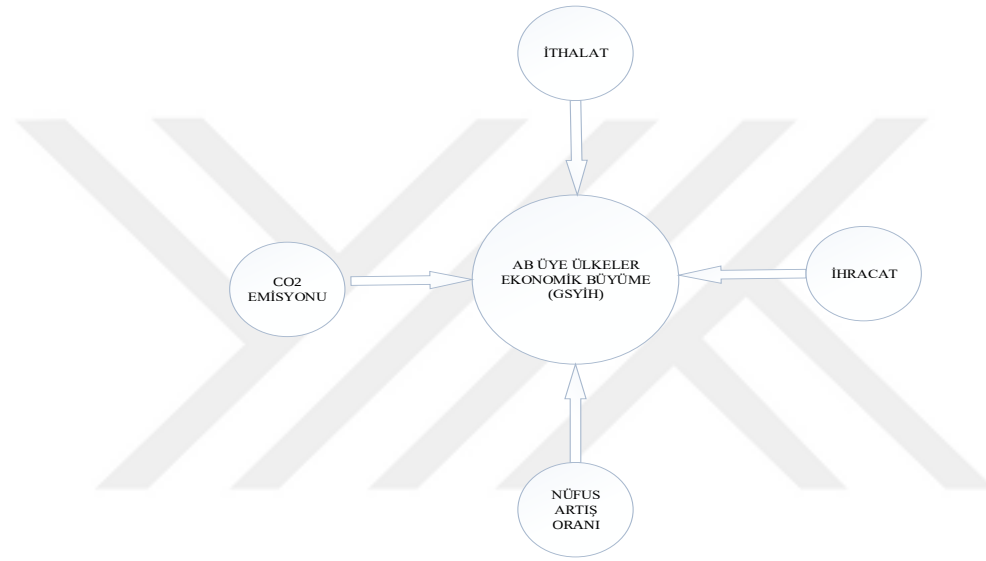


Şekil 4.4. OECD üyesi ülkeler grubunun 1985-2016 yılları arası ekonomik büyüme (GSYİH) nedenleri

AB üye ülkeler grubunun 1970-2010 ekonomik büyüme göstergeleri için Toda-Yamamoto nedensellik testi sonuçları Çizelge 4.3'te verilmiştir. Buna göre AB üyesi ülkeler grubunun ekonomik büyümesinin (GSYİH) nedeni olarak CO₂ emisyonu, ithalat, ihracat ve nüfus artış oranı belirlenmiş olup, bu nedensellik ilişkisi Şekil 4.5'de grafiksel olarak verilmiştir. Bu ülke grubu için elektrik tüketimi, enerji kullanımı, doğrudan yabancı yatırım miktarı ekonomik büyümenin nedeni değildir.

Çizelge 4.3. AB üye ülkeler grubunun 1970-2010 ekonomik büyüme göstergeleri için Toda-Yamamoto nedensellik testi sonuçları($d_{\max}=1, k=2$)

Bağımlı Değişken: GSYİH (AB üye ülkeler grubu için)				
Bağımsız Değişkenler	Ki-kare test istatistiği değeri	s.d.	p-değeri	Nedensellik tespiti
CO₂ emisyonu	76.35204	2	0.022	Var
Elektrik tüketimi	25.46972	2	0.279	Yok
Enerji kullanımı	20.61931	2	0.356	Yok
İthalat	66.11829	2	0.036	Var
İhracat	85.95398	2	0.013	Var
Doğrudan yabancı yatırım	6.75853	2	0.713	Yok
Nüfus artış oranı	61.80885	2	0.045	Var

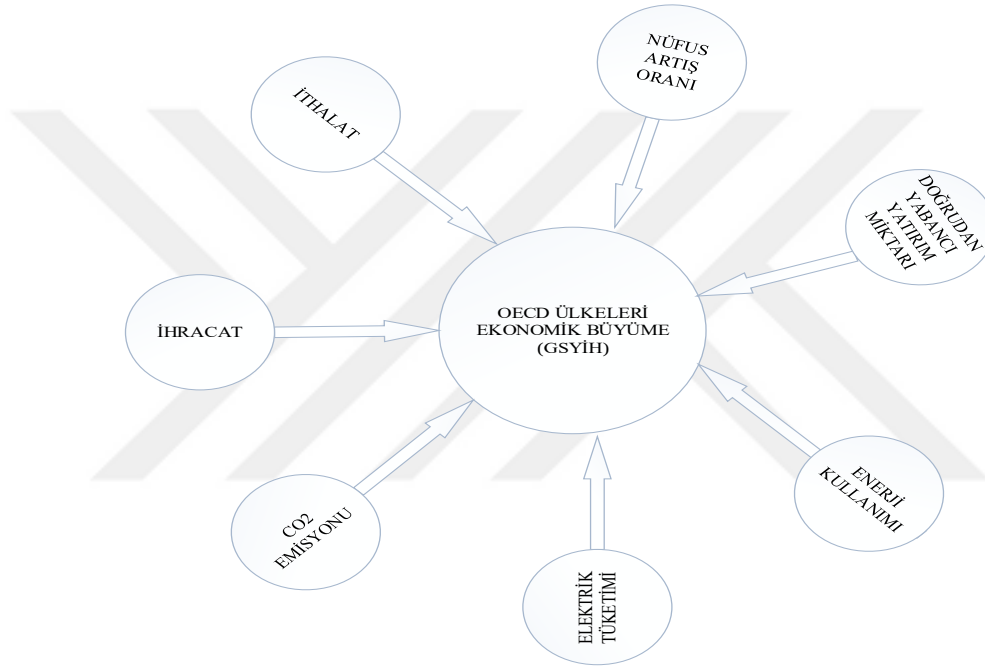


Şekil 4.5. AB üye ülkeler grubunun 1970-2010 ekonomik büyüme (GSYİH) nedenleri

Yüksek gelirli ülkeler grubunun 1970-2016 ekonomik büyüme göstergeleri için Toda-Yamamoto nedensellik testi sonuçları Çizelge 4.4'te verilmiştir. Buna göre yüksek gelirli ülkeler grubunun ekonomik büyümesinin (GSYİH) nedeni olarak CO₂ emisyonu, elektrik tüketimi, enerji kullanımı, ihracat, ithalat, doğrudan yabancı yatırım miktarı ve nüfus artış oranı belirlenmiş olup, bu nedensellik ilişkisi Şekil 4.6'da grafiksel olarak verilmiştir. Böylece Şekil 4.2'de potansiyel olarak ele alınan tüm değişkenler 1970-2016 yılları arasında yüksek gelirli ülkeler grubunun ekonomik büyümesinin (GSYİH)'nin nedeni olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.4. Yüksek gelirli ülkeler grubunun 1970-2016 ekonomik büyüme göstergeleri için Toda-Yamamoto nedensellik testi sonuçları ($d_{\max}=1, k=3$)

Bağımlı Değişken: GSYİH (Yüksek gelirli ülkeler grubu için)				
Bağımsız Değişkenler	Ki-kare test istatistiği değeri	s.d.	p-değeri	Nedensellik tespiti
CO ₂ emisyonu	11.22582	2	0.003	Var
Elektrik tüketimi	12.10916	2	0.002	Var
Enerji kullanımı	15.79871	2	0.000	Var
İthalat	14.96487	2	0.000	Var
İhracat	12.69813	2	0.001	Var
Doğrudan yabancı yatırım	83.15721	2	0.015	Var
Nüfus artış oranı	60.90952	2	0.047	Var

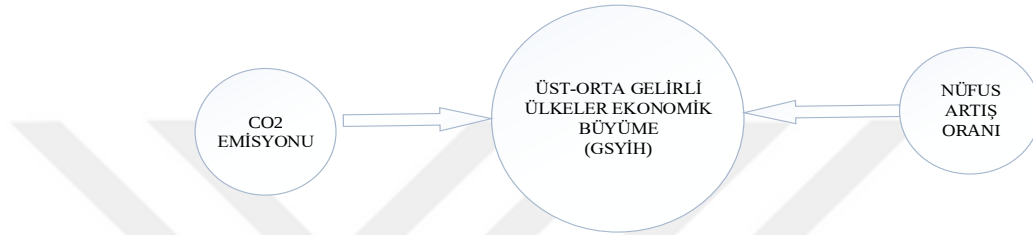


Şekil 4.6. Yüksek gelirli ülkelerinin 1970-2016 ekonomik büyüme (GSYİH) nedenleri

Üst-Orta gelirli ülkeler grubunun 1980-2016 ekonomik büyüme göstergeleri için Toda-Yamamoto nedensellik testi sonuçları Çizelge 4.5'te verilmiştir. Burada üst-orta gelirli ülkeler grubunun ekonomik büyümesinin (GSYİH) nedeni olarak CO₂ emisyonu ve nüfus artış oranı belirlenmiş olup, bu nedensellik ilişkisi Şekil 4.7'de grafiksel olarak verilmiştir. Bu ülke grubu için elektrik tüketimi, enerji kullanımı, ihracat, ithalat ve doğrudan yabancı yatırım miktarı ekonomik büyümenin nedeni değildir.

Çizelge 4.5. Üst-Orta gelirli ülkeler grubunun 1980-2016 ekonomik büyüme göstergeleri için Toda-Yamamoto nedensellik testi sonuçları ($d_{\max}=2, k=2$)

Bağımlı Değişken: GSYİH (Üst-Orta gelirli ülkeler grubu için)				
Bağımsız Değişkenler	Ki-kare test istatistiği değeri	s.d.	p-değeri	Nedensellik tespiti
CO₂ emisyonu	14.72453	3	0.002	Var
Elektrik tüketimi	42.15072	3	0.239	Yok
Enerji kullanımı	4866825	3	0.181	Yok
İthalat	16.14671	3	0.656	Yok
İhracat	11.98080	3	0.753	Yok
Doğrudan yabancı yatırım	11.41953	3	0.767	Yok
Nüfus artış oranı	12.10754	3	0.007	Var

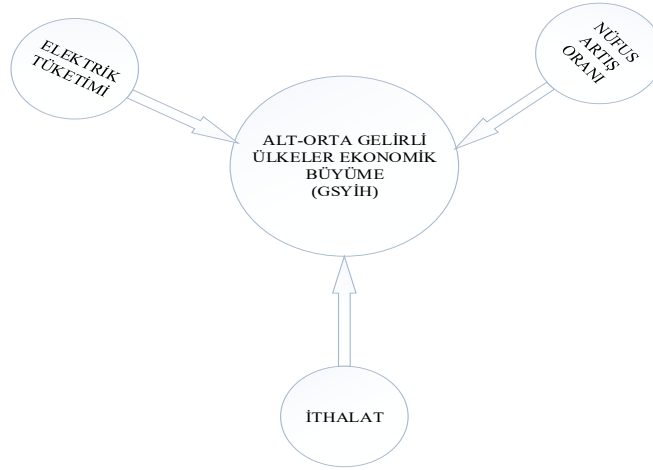


Şekil 4.7. Üst-Orta gelirli ülkelerinin 1980-2016 ekonomik büyüme (GSYİH) nedenleri

Alt-Orta gelirli ülkeler grubunun 1970-2016 ekonomik büyüme göstergeleri için Toda-Yamamoto nedensellik testi sonuçları Çizelge 4.6’da verilmiştir. Burada alt-orta gelirli ülkeler grubunun ekonomik büyümesinin (GSYİH) nedeni olarak elektrik tüketimi, ithalat ve nüfus artış oranı belirlenmiş olup, bu nedensellik ilişkisi Şekil 4.8’de grafiksel olarak verilmiştir. Bu ülke grubu için CO₂ emisyonu, enerji kullanımı, ihracat ve doğrudan yabancı yatırım ekonomik büyümenin nedeni değildir.

Çizelge 4.6. Alt-Orta gelirli ülkeler grubunun 1970-2016 ekonomik büyüme göstergeleri için Toda-Yamamoto nedensellik testi sonuçları ($d_{\max}=2, k=1$)

Bağımlı Değişken: GSYİH (Alt-Orta gelirli ülkeler grubu için)				
Bağımsız Değişkenler	Ki-kare test istatistiği değeri	s.d.	p-değeri	Nedensellik tespiti
CO₂ emisyonu	77.02080	3	0.052	Yok
Elektrik tüketimi	79.07871	3	0.048	Var
Enerji kullanımı	23.69499	3	0.499	Yok
İthalat	15.82578	3	0.001	Var
İhracat	16.48705	3	0.648	Yok
Doğrudan yabancı yatırım	59.83801	3	0.112	Yok
Nüfus artış oranı	98.34764	3	0.020	Var



Şekil 4.8. Alt-Orta gelirli ülkeler grubunun 1970-2016 ekonomik büyüme (GSYİH) nedenleri

Düşük gelirli ülkeler grubunun 1970-2016 ekonomik büyüme göstergeleri için Toda-Yamamoto nedensellik testi sonuçları Çizelge 4.7’de verilmiştir. Burada, düşük gelirli ülkeler grubu için CO₂ emisyonu, ithalat, ihracat, doğrudan yabancı yatırım miktarı ve nüfus artış oranı ekonomik büyümenin nedeni değildir. Kısacası dikkate alınan değişkenlerle ekonomik büyüme arasında nedensellik tespit edilememiştir. Ayrıca, düşük gelirli ülkeler için elektrik tüketimi ve enerji kullanımı verileri olmadığından bu değişkenlerle nedenselliklere bakılamamıştır.

Çizelge 4.7. Düşük gelirli ülkeler grubunun 1970-2016 ekonomik büyüme göstergeleri için Toda-Yamamoto nedensellik testi sonuçları ($d_{\max}=2, k=1$)

Bağımlı Değişken: GSYİH (Alt-Orta gelirli ülkeler grubu için)				
Bağımsız Değişkenler	Ki-kare test istatistiği değeri	s.d.	p-değeri	Nedensellik tespiti
CO ₂ emisyonu	0.245071	1	0.620	Yok
İthalat	0.066712	1	0.796	Yok
İhracat	3.105450	1	0.078	Yok
Doğrudan yabancı yatırım	0.038011	1	0.845	Yok
Nüfus artış oranı	0.162221	1	0.687	Yok

4.1.2. Kırılganlık durum indeksinde yer alan risk gruplarına göre ülkelerin panel nedensellik testi sonuçları

Kırılganlık durum indeksi (FSI)’nde yer alan risk gruplarına göre ülkelerin panel nedensellik testini yapmadan önce Şekil 3.1’deki panel nedensellik analizi aşamaları göz önüne alınarak, ilk olarak her bir risk grubu için birimler (ülkeler)-arası korelasyon testi

Pesaran (2004) CD korelasyon testi uygulanarak yapılmış olup, test sonuçları Çizelge 4.8’de verilmiştir.

Çizelge 4.8. FSI’da yer alan risk gruplarına göre ülkeler için birimler-arası Pesaran (2004) CD korelasyon testi sonuçları

FSI Risk Gruplarına Göre Ülkeler	Değişkenler	Pesaran (2004) CD korelasyon test istatistiği değeri	Birimler-arası korelasyon değeri ($\hat{\rho}$)	p-değeri
Düşük Risk Grubu Ülkeler	GSYİH	34.52	0.972	0.00*
	CO ₂ emisyonu	8.17	0.230	0.00*
	Elektrik tüketimi	29.41	0.829	0.00*
	Enerji kullanımı	20.65	0.582	0.00*
	İthalat	16.70	0.471	0.00*
	İhracat	24.43	0.688	0.00*
	Doğrudan yabancı yatırım	26.35	0.742	0.00*
	Nüfus artış oranı	3.00	0.085	0.00*
Alt-Orta Risk Grubu Ülkeler	GSYİH	29.56	0.944	0.00*
	CO ₂ emisyonu	1.50	0.048	0.13
	Elektrik tüketimi	27.94	0.893	0.00*
	Enerji kullanımı	9.95	0.318	0.00*
	İthalat	21.74	0.694	0.00*
	İhracat	20.09	0.642	0.00*
	Doğrudan yabancı yatırım	22.91	0.732	0.00*
	Nüfus artış oranı	-1.26	-0.04	0.21
Üst-Orta Risk Grubu Ülkeler	GSYİH	45.46	0.946	0.00*
	CO ₂ emisyonu	19.7	0.41	0.00*
	Elektrik tüketimi	43.58	0.907	0.00*
	Enerji kullanımı	19.63	0.408	0.00*
	İthalat	7.39	0.154	0.00*
	İhracat	13.94	0.29	0.00*
	Doğrudan yabancı yatırım	30.74	0.640	0.00*
	Nüfus artış oranı	32.45	0.675	0.00*
Yüksek Risk Grubu Ülkeler	GSYİH	21.58	0.942	0.00*
	CO ₂ emisyonu	2.07	0.090	0.04*
	Elektrik tüketimi	16.52	0.721	0.00*
	Enerji kullanımı	-1.12	-0.049	0.27
	İthalat	5.37	0.234	0.00*
	İhracat	2.42	0.106	0.02*
	Doğrudan yabancı yatırım	12.40	0.541	0.00*
	Nüfus artış oranı	17.67	0.771	0.00*

*: Birimler-arası korelasyon anlamlıdır.

Çizelge 4.8’de verilen sonuçlara göre düşük riskli ve üst-orta riskli ülke grupları için tüm değişkenlere göre birimler-arası korelasyon anlamlı iken, alt-orta riskli ülkeler grubu için CO₂ emisyonu ve nüfus artış oranı dışındaki değişkenlere göre, yüksek riskli ülkeler grubu için ise enerji kullanımı dışındaki değişkenlere göre birimler-arası korelasyon anlamlıdır.

Çizelge 4.9’da panel nedensellik analizi varsayımlarından olan “durağanlık” sınaması sonuçları verilmiştir. Korelasyonların anlamsız olduğu değişkenlerin

durağanlıkları 1.kuşak panel birim kök testi olan “Im-Pesaran-Shin (IPS) Testi” ile, korelasyonların anlamlı olduğu değişkenlerin durağanlıkları ise 2.nesil panel birim kök testi olan “Pesaran CADF testi” ile test edilmiştir. Durağan olmayan serilerin ise farkları alınarak durağan hale getirilmiştir.

Çizelge 4.9. FSI’da yer alan risk gruplarına göre ülkeler için Im-Pesaran-Shi (IPS) Testi ve Pesaran CADF testi sonuçları

FSI Risk Gruplarına Göre Ülkeler	Değişkenler	Test istatistiği değeri	p-değeri	Durağanlık durumu
Düşük Risk Grubu Ülkeler	GSYİH	-11.462 ^b	0.000	1.fark durağan
	CO ₂ emisyonu	-2.417 ^b	0.008	Durağan
	Elektrik tüketimi	-5.573 ^b	0.000	Durağan
	Enerji kullanımı	-3.818 ^b	0.000	Durağan
	İthalat	-13.199 ^b	0.000	1.fark durağan
	İhracat	-11.745 ^b	0.000	1.fark durağan
	Doğrudan yabancı yatırım	-8.094 ^b	0.000	Durağan
	Nüfus artış oranı	-3.422 ^b	0.000	Durağan
Alt-Orta Risk Grubu Ülkeler	GSYİH	-2.223 ^b	0.013	Durağan
	CO ₂ emisyonu	-296.954 ^a	0.000	1.fark durağan
	Elektrik tüketimi	-11.151 ^b	0.000	1.fark durağan
	Enerji kullanımı	-12.286 ^b	0.000	1.fark durağan
	İthalat	-12.284 ^b	0.000	1.fark durağan
	İhracat	-11.452 ^b	0.000	1.fark durağan
	Doğrudan yabancı yatırım	-6.615 ^b	0.000	Durağan
	Nüfus artış oranı	-42.602 ^a	0.000	Durağan
Üst-Orta Risk Grubu Ülkeler	GSYİH	-2.852 ^b	0.000	Durağan
	CO ₂ emisyonu	-15.566 ^b	0.000	1.fark durağan
	Elektrik tüketimi	-14.082 ^b	0.000	1.fark durağan
	Enerji kullanımı	-14.491 ^b	0.000	1.fark durağan
	İthalat	-15.118 ^b	0.000	1.fark durağan
	İhracat	-14.860 ^b	0.000	1.fark durağan
	Doğrudan yabancı yatırım	-6.723 ^b	0.000	Durağan
	Nüfus artış oranı	-6.179 ^b	0.000	1.fark durağan
Yüksek Risk Grubu Ülkeler	GSYİH	-3.188 ^b	0.000	Durağan
	CO ₂ emisyonu	-10.477 ^b	0.000	1.fark durağan
	Elektrik tüketimi	-11.077 ^b	0.000	1.fark durağan
	Enerji kullanımı	-265.302 ^a	0.000	1.fark durağan
	İthalat	-10.563 ^b	0.000	1.fark durağan
	İhracat	-11.008 ^b	0.000	1.fark durağan
	Doğrudan yabancı yatırım	-5.730 ^b	0.000	Durağan
	Nüfus artış oranı	-4.919 ^b	0.000	1.fark durağan

Not: ^a Im-Pesaran-Shin (IPS) test istatistiği değerlerini, ^b Pesaran CADF test istatistiği değerlerini göstermektedir.

Panel nedensellik testine geçmeden önce, hangi testin kullanılacağına karar vermek için birimler arası homojenlik tespiti Swamy-S testi ile yapılmış olup, elde edilen sonuçlar Çizelge 4.10’da verilmiştir. Çizelge 4.10’da verilen homojenlik testi sonuçlarına göre; düşük riskli ve alt-orta riskli ülkeler grubu için GSYİH-elektrik tüketimi heterojen yapıya, üst-orta riskli ve yüksek riskli ülkeler grubu için ise GSYİH-İthalat ve GSYİH-İhracat heterojen yapıya sahipken, GSYİH ile diğer değişkenler homojen yapıya sahiptir.

Çizelge 4.10. FSI’da yer alan risk gruplarına göre ülkeler için homojenlik testi sonuçları

Risk Gruplarına Göre Ülkeler	Değişkenler	Ki-kare test istatistiği değeri	p-değeri	Homojenlik durumu
Düşük Risk Grubu Ülkeler	GSYİH- CO ₂ emisyonu	17.03	0.847	Homojen
	GSYİH- Elektrik tüketimi	51.6	0.000	Heterojen
	GSYİH- Enerji kullanımı	33.92	0.086	Homojen
	GSYİH- İthalat	9.26	0.997	Homojen
	GSYİH- İhracat	16.96	0.850	Homojen
	GSYİH- Doğrudan yabancı yatırım	19.02	0.751	Homojen
	GSYİH- Nüfus artış oranı	21.46	0.611	Homojen
Alt-Orta Risk Grubu Ülkeler	GSYİH- CO ₂ emisyonu	12.76	0.916	Homojen
	GSYİH- Elektrik tüketimi	42.67	0.003	Heterojen
	GSYİH- Enerji kullanımı	17.41	0.685	Homojen
	GSYİH- İthalat	11.73	0.946	Homojen
	GSYİH- İhracat	16.26	0.754	Homojen
	GSYİH- Doğrudan yabancı yatırım	17.56	0.676	Homojen
	GSYİH- Nüfus artış oranı	20.49	0.490	Homojen
Üst-Orta Risk Grubu Ülkeler	GSYİH- CO ₂ emisyonu	21.63	0.935	Homojen
	GSYİH- Elektrik tüketimi	38.32	0.240	Homojen
	GSYİH- Enerji kullanımı	30.9	0.572	Homojen
	GSYİH- İthalat	49.06	0.035	Heterojen
	GSYİH- İhracat	48.06	0.043	Heterojen
	GSYİH- Doğrudan yabancı yatırım	27.33	0.744	Homojen
	GSYİH- Nüfus artış oranı	44.17	0.092	Homojen
Yüksek Risk Grubu Ülkeler	GSYİH- CO ₂ emisyonu	13.09	0.595	Homojen
	GSYİH- Elektrik tüketimi	38.32	0.240	Homojen
	GSYİH- Enerji kullanımı	30.9	0.572	Homojen
	GSYİH- İthalat	49.06	0.035	Heterojen
	GSYİH- İhracat	48.06	0.043	Heterojen
	GSYİH- Doğrudan yabancı yatırım	27.33	0.744	Homojen
	GSYİH- Nüfus artış oranı	44.17	0.092	Homojen

Çizelge 4.11’de FSI’da yer alan risk gruplarına göre ülkeler için panel nedensellik analizi sonuçları verilmiştir. Çizelge 4.10’da belirlenen homojen paneller için Panel Granger nedensellik testi kullanılırken, heterojen paneller için Dumitrescu ve Hurlin panel nedensellik testi kullanılmıştır.

Çizelge 4.11. FSI’da yer alan risk gruplarına göre ülkeler için panel nedensellik testi sonuçları

Risk Gruplarına Göre Ülkeler	Değişkenler	Test istatistiği değeri	s.d.	P-değeri	Nedensellik tespiti
Düşük Risk Grubu Ülkeler	GSYİH- CO ₂ emisyonu	10.608 ^b	2	0.005	Var
	GSYİH- Elektrik tüketimi	19.5757 ^a (1.123)	9	0.261	Yok
	GSYİH- Enerji kullanımı	7.454 ^b	2	0.024	Var
	GSYİH- İthalat	0.375 ^b	2	0.829	Yok
	GSYİH- İhracat	1.457 ^b	2	0.483	Yok
	GSYİH- Doğrudan yabancı yatırım	-	-	-	-
	GSYİH- Nüfus artış oranı	-	-	-	-
Alt-Orta Risk Grubu Ülkeler	GSYİH- CO ₂ emisyonu	1.362 ^b	2	0.506	Yok
	GSYİH- Elektrik tüketimi	11.5247 ^a (-0.3443)	9	0.730	Yok
	GSYİH- Enerji kullanımı	2.588 ^b	2	0.274	Yok
	GSYİH- İthalat	6.260 ^b	2	0.044	Var
	GSYİH- İhracat	2.215 ^b	2	0.330	Yok
	GSYİH- Doğrudan yabancı yatırım	0.804 ^b	2	0.669	Yok
	GSYİH- Nüfus artış oranı	0.699 ^b	2	0.705	Yok
Üst-Orta Risk Grubu Ülkeler	GSYİH- CO ₂ emisyonu	2.185 ^b	2	0.335	Yok
	GSYİH- Elektrik tüketimi	2.249 ^b	2	0.325	Yok
	GSYİH- Enerji kullanımı	2.887 ^b	2	0.236	Yok
	GSYİH- İthalat	38.4115 ^a (5.3187)	9	0.000	Var
	GSYİH- İhracat	0.2928 ^a (-1.6856)	1	0.091	Yok
	GSYİH- Doğrudan yabancı yatırım	1.027 ^b	2	0.598	Yok
	GSYİH- Nüfus artış oranı	6.600 ^b	2	0.003	Var
Yüksek Risk Grubu Ülkeler	GSYİH- CO ₂ emisyonu	0.61 ^b	2	0.737	Yok
	GSYİH- Elektrik tüketimi	6.106 ^b	2	0.047	Var
	GSYİH- Enerji kullanımı	3.724 ^b	2	0.155	Yok
	GSYİH- İthalat	18.9297 ^a (0.8197)	9	0.412	Yok
	GSYİH- İhracat	14.2722 ^a (0.1166)	9	0.907	Yok
	GSYİH- Doğrudan yabancı yatırım	3.812 ^b	2	0.149	Yok
	GSYİH- Nüfus artış oranı	3.66 ^b	2	0.160	Yok

Not: ^a: Heterojen paneller için Dumitrescu ve Hurlin Panel Testi, ^b homojen paneller için Panel Granger test istatistiğinin değerlerini göstermektedir.

Çizelge 4.11’deki Düşük risk grubu ülkeler için elde edilen sonuçlar grafiksel olarak Şekil 4.9’da verilmiştir. Burada da görüldüğü üzere düşük risk grubu ülkelerde CO₂ emisyonu ve enerji kullanımı GSYİH’nin nedeni iken, elektrik tüketimi, ithalat, ihracat, doğrudan yabancı yatırım ve nüfus artış oranı GSYİH’nin nedeni değildir.



Şekil 4.9: Düşük risk grubu ülkeler için ekonomik büyüme (GSYİH) nedenleri

Çizelge 4.11’deki Alt-Orta risk grubu ülkeler için elde edilen sonuçlar grafiksel olarak Şekil 4.10’da verilmiştir. Burada da görüldüğü üzere alt-orta risk grubu ülkelerde yalnızca ithalat GSYİH’nin nedeni iken, CO₂ emisyonu, elektrik tüketimi, enerji kullanımı, ihracat, doğrudan yabancı yatırım ve nüfus artış oranı GSYİH’nin nedeni değildir.



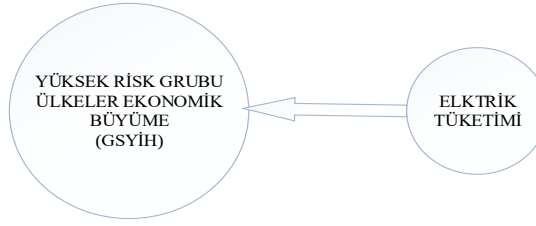
Şekil 4.10: Alt-Orta risk grubu ülkeler için ekonomik büyüme (GSYİH) nedenleri

Çizelge 4.11’deki Üst-Orta risk grubu ülkeler için elde edilen sonuçlar grafiksel olarak Şekil 4.11’de verilmiştir. Burada da görüldüğü üzere üst-orta risk grubu ülkelerde ithalat ve nüfus artış oranı GSYİH’nin nedeni iken, CO₂ emisyonu, elektrik tüketimi, enerji kullanımı, ihracat ve doğrudan yabancı yatırım GSYİH’nin nedeni değildir.



Şekil 4.11: Üst-Orta risk grubu ülkeler için ekonomik büyüme (GSYİH) nedenleri

Çizelge 4.11’deki Yüksek risk grubu ülkeler için elde edilen sonuçlar grafiksel olarak Şekil 4.12’de verilmiştir. Burada da görüldüğü üzere yüksek risk grubu ülkelerde yalnızca elektrik tüketimi GSYİH’nin nedeni iken, CO₂ emisyonu, enerji kullanımı, ithalat, ihracat, doğrudan yabancı yatırım ve nüfus artış oranı GSYİH’nin nedeni değildir.



Şekil 4.12: Yüksek risk grubu ülkeler için ekonomik büyüme (GSYİH) nedenleri

4.2. OECD Üyesi, AB Üyesi, Yüksek Gelirli, Üst-Orta Gelirli, Alt-Orta Gelirli ve Düşük Gelirli Ülke Gruplarının Ekonomik Büyümelerinin İncelenmesi için GTD Yaklaşımının Uygulanması

Bu bölümde, GSYİH ülkelerin ekonomik büyümlerindeki en önemli göstergelerden biri olup bağımlı değişken olarak, diğer değişkenler ise bağımsız değişkenler olarak alınarak ülke grupları için ayrı ayrı GTD oluşturulmuştur. Modellemede hangi link fonksiyonunun ve “çalışan korelasyon matris” yapısının kullanılacağına karar vermek için QIC ve QICC bilgi kriterleri kullanılmıştır.

OECD üyesi ülkeler grubu ve yüksek gelirli ülkeler grubu için Şekil 4.2’de verilen tüm potansiyel değişkenler GSYİH’nin nedeni olduğu için, bu değişkenler dikkate alınarak GTD kurulmuştur. AB üyesi ülkeler grubu ile Üst-Orta gelirli ve Alt-Orta gelirli ülkeler grubunun her biri için sadece GSYİH’nin nedeni olan değişkenler ile Şekil 4.1’de verilen tüm değişkenler ayrı ayrı baz alınarak iki farklı model kurulmuştur. Düşük gelirli ülkeler grubunda ise GSYİH ile ele alınan değişkenler arasında nedensellik ilişkisi tespit edilemediğinden, sadece düşünülen tüm değişkenler ile model kurulmuştur.

4.2.1. OECD üyesi ülkeler grubunun ekonomik büyümesinin incelenmesi için GTD yaklaşımının uygulanması

OECD üyesi ülkeler grubunun GSYİH’nin potansiyel tüm değişkenler dikkate alınarak GTD yaklaşımı ile modellenmesinde, hangi link fonksiyonunun ve “çalışan korelasyon matris” yapısının kullanılacağına karar vermek için uyum-iyiliği test istatistiklerinin değerlerine bakılmıştır ve elde edilen sonuçlar Çizelge 4.12’de verilmiştir.

Çizelge 4.12. OECD üyesi ülkeler grubunun ekonomik büyümesi için GTD yaklaşımında link fonksiyonları ve çalışan korelasyon matrislerinin karşılaştırılması için uyum-iyiliği test istatistiklerinin değerleri

Dağılım	Link Fonksiyonu	Korelasyon Matrisi	QIC	QICC
Gamma	Log	Bağımsız	0.124*	8.124*
		AR(1)	0.164	8.164
		Değiştirilebilir	0.124*	8.124*
		M-bağımlı (M=2)	0.167	8.167
		Yapılandırılmamış	42.468	8.384
	Ters	Bağımsız	0.242	8.242
		AR(1)	1.168	8.261
		Değiştirilebilir	0.242	8.242
		M-bağımlı (M=2)	1.606	8.258
		Yapılandırılmamış	26.866	8.350
	Ters Kare	Bağımsız	0.447	8.447
		AR(1)	4.812	8.506
		Değiştirilebilir	0.447	8.447
		M-bağımlı (M=2)	1.671	8.489
		Yapılandırılmamış	28.023	8.674

Çizelge 4.12’de verilen uyum-iyiliği test istatistiği değerlerine göre en iyi link fonksiyonu “log” link fonksiyonu ve en iyi “çalışan korelasyon matrisi” bağımsız veya değiştirilebilir korelasyon matrisi olarak belirlenmiştir. OECD üyesi ülkeler grubu için $\alpha = 0.05$ anlam düzeyinde GTD modelinde yer alan istatistiksel olarak anlamlı değişkenlere ilişkin değerler Çizelge 4.13’te verilmiştir.

Çizelge 4.13. OECD üyesi ülkeler grubu için GTD’de yer alan istatistiksel olarak anlamlı değişkenlere ilişkin sonuçlar

Bağımsız Değişkenler	$\hat{\beta}$	s.e($\hat{\beta}$)	%95 güven aralığı		Hipotez testi		
			Alt sınır	Üst sınır	Wald Ki-Kare	s.d.	p-değeri
Sabit terim	29.441	0.3248	28.805	30.078	8217.200	1	0.000
CO ₂ emisyonu	-0.321	0.0303	-.381	-0.262	112.829	1	0.000
Elektrik tüketimi	0.001	0.00002	0.001	0.001	823.449	1	0.000
Nüfus artış oranı	0.634	0.1975	0.246	1.021	10.292	1	0.001

1985-2014 yılları arasında OECD üyesi ülkeler grubunun GSYİH’nin log-link fonksiyonu kullanılarak kurulan GTD modeli;

$$\log(\hat{\mu}_{ij}) = 29.441 - 0.321(CO_2)_{ij} + 0.001(Elektrik)_{ij} + 0.634(Nüfus)_{ij}, \quad (4.1)$$

$$i = \text{OECD üyesi ülkeler grubu}; \quad j = 1985, 1986, \dots, 2014$$

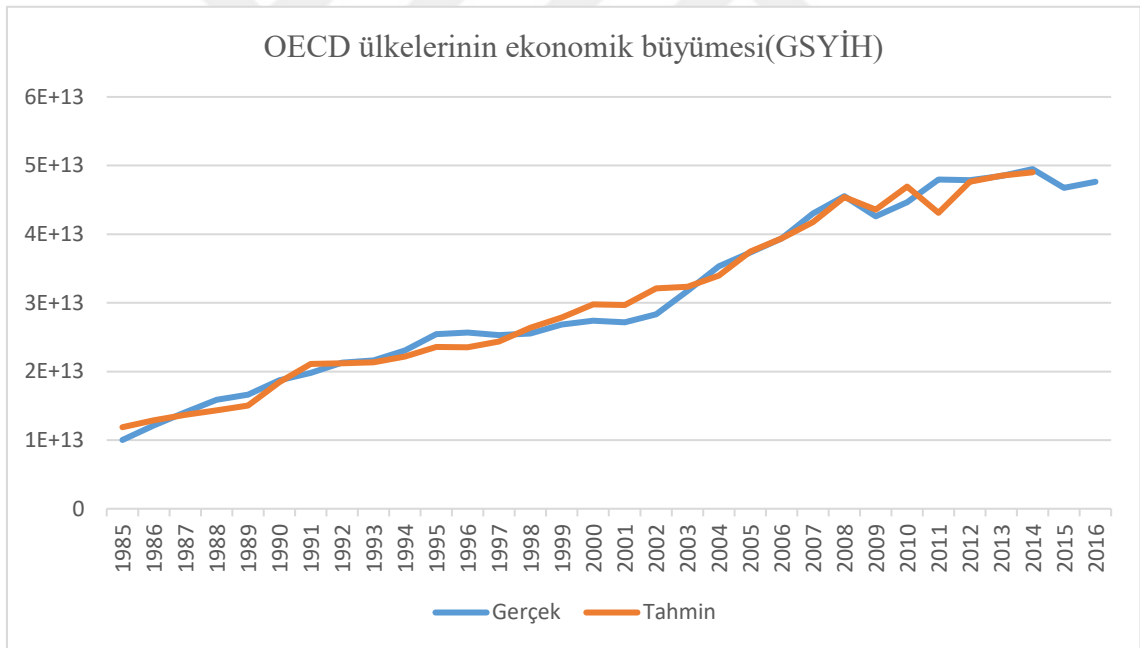
veya

$$\hat{\mu}_{ij} = \exp\left(29.441 - 0.321(CO_2)_i + 0.001(Elektrik)_i + 0.634(Nüfus)_i\right), \quad (4.2)$$

$i = OECD \text{ üyesi ülkeler grubu}; \quad j = 1985, 1986, \dots, 2014$

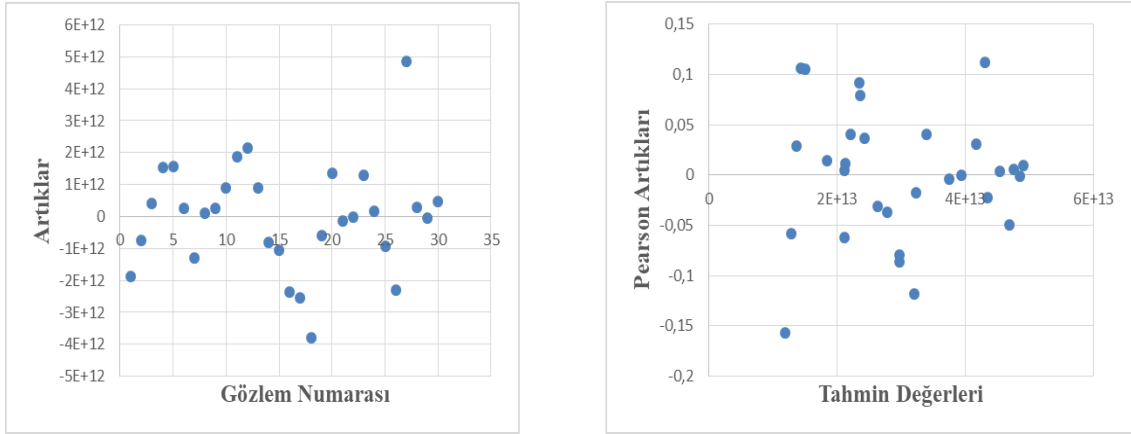
şeklindedir. Burada CO₂ emisyonundaki 1 birimlik artış OECD üyesi ülkeler grubunun GSYİH'nin tahmin değerini $\exp(-0.321) = 0.7254$ katına düşürmekte, elektrik tüketimindeki 1 birimlik artış GSYİH'nin tahmin değerini $\exp(0.001) = 1.0010$ katına çıkarmakta, nüfus artış oranındaki 1 birimlik artış ise GSYİH'nin tahmin değerini $\exp(0.634) = 1.8851$ katına çıkarmaktadır.

OECD üyesi ülkeler grubunun ekonomik büyümesinin 1985-2016 yıllarına ait gerçek (gözlenen) değerleri ile GTD yaklaşımı ile elde edilen 1985-2014 yılları arası tahmin değerleri Şekil 4.13'te verilmiştir. Burada 2015 ve 2016 yılları için eksik veriler olduğundan ilgili tahmin değerleri hesaplanamamış olup, ele alınan diğer yıllar için gerçek (gözlenen) değerler ile tahmin değerlerinin uyduğu gözlenmiştir.



Şekil 4.13 OECD üyesi ülkeler grubunun GSYİH'nin gerçek (gözlenen) değerleri ve GTD modeli tahmin değerleri

Kurulan modelde uzak ve etkili gözlemlerin tespiti için artıkların grafikleri çizilmiş ve Şekil 4.14'te verilmiştir.



Şekil 4.14. OECD üyesi ülkeler grubunun GSYİH'nin GTD ile modellenmesine ilişkin artıklar

Şekil 4.14'ten görüldüğü üzere GTD modeli kullanılarak elde edilen artık değerleri sıfır etrafında yoğunlaşmış olup, pozitif ya da negatif yönde bir kümelenme söz konusu değildir. Buradaki aykırı gözlemlerin etkili gözlem olup olmadığını anlamak için, bu gözlemler çıkarılarak yeniden model oluşturulmuştur. Yeni elde edilen modelin QIC bilgi kriteri değeri, tüm gözlemler dahil edildiğinde elde edilen QIC bilgi kriteri değerinden daha büyük olduğu için bu gözlemlerin çıkarılmaması gerektiğine karar verilmiştir.

4.2.2. AB üyesi ülkeler grubunun ekonomik büyümesinin incelenmesi için GTD yaklaşımının uygulanması

AB üyesi ülkeler grubunun GSYİH'nin hem bu ülke grubu için ekonomik büyümenin nedeni olan değişkenler dikkate alınarak hem de tüm potansiyel değişkenler dikkate alınarak iki farklı GTD yaklaşımı ile modellenmesi yapılmıştır.

4.2.2.1. AB üyesi ülkeler grubunun ekonomik büyümesinin nedeni olan değişkenler ile incelenmesi için GTD yaklaşımının uygulanması

AB üyesi ülkeler grubunun GSYİH'nin bu ülke grubu için ekonomik büyümenin nedeni olan değişkenler (CO_2 emisyonu, ithalat, ihracat, nüfus artış oranı değişkenleri) dikkate alınarak GTD yaklaşımı ile modellenmesinde, hangi link fonksiyonunun ve “çalışan korelasyon matris” yapısının kullanılacağına karar vermek için uyum-iyiliği test istatistiklerinin değerlerine bakılmıştır ve elde edilen sonuçlar Çizelge 4.14'te verilmiştir.

Çizelge 4.14. AB üyesi ülkeler grubunun ekonomik büyümesi için ekonomik büyümenin nedeni olan değişkenlerle GTD yaklaşımında link fonksiyonları ve çalışan korelasyon matrislerinin karşılaştırılması için uyum-iyiliği test istatistiklerinin değerleri

Dağılım	Link Fonksiyonu	Korelasyon Matrisi	QIC	QICC
Gamma	Log	Bağımsız	5.297*	11.297*
		AR(1)	20.553	26.553
		Değiştirilebilir	5.297*	11.297*
		M-bağımlı (M=2)	9.109	15.109
		Yapılandırılmamış	37.919	13.369
	Ters	Bağımsız	9.266	15.266
		AR(1)	68.356	17.128
		Değiştirilebilir	9.266	15.266
		M-bağımlı (M=2)	21.548	16.458
		Yapılandırılmamış	26.707	21.205
	Ters Kare	Bağımsız	12.502	18.502
		AR(1)	86.184	19.832
		Değiştirilebilir	12.502	18.502
		M-bağımlı (M=2)	23.983	19.507
		Yapılandırılmamış	-	-

Çizelge 4.14’te verilen verilen uyum-iyiliği test istatistiği değerlerine göre en iyi link fonksiyonu “log” link fonksiyonu ve en iyi “çalışan korelasyon matrisi” bağımsız veya değiştirilebilir korelasyon matrisi olarak belirlenmiştir. AB üyesi ülkeler grubu için $\alpha = 0.05$ anlam düzeyinde ekonomik büyümenin nedeni olan değişkenlerle kurulan GTD modelinde yer alan istatistiksel olarak anlamlı değişkenlere ilişkin değerler Çizelge 4.15’te verilmiştir.

Çizelge 4.15. AB üyesi ülkeler grubu için ekonomik büyümenin nedeni olan değişkenlerle GTD’de yer alan istatistiksel olarak anlamlı değişkenlere ilişkin sonuçlar

Bağımsız Değişkenler	$\hat{\beta}$	s.e($\hat{\beta}$)	%95 güven aralığı		Hipotez testi		
			Alt sınır	Üst sınır	Wald Ki-Kare	s.d	p-değeri
Sabit terim	26.847	0.4235	26.017	27.677	4019.654	1	0.000
Nüfus artış oranı	-1.901	0.5150	-2.910	-0.891	13.622	1	0.000
İhracat	0.113	0.0115	0.091	0.136	97.349	1	0.000

1970-2010 yılları arasında AB üyesi ülkeler grubunun ekonomik büyümesine ilişkin log-link fonksiyonu kullanılarak kurulan GTD modeli;

$$\log(\hat{\mu}_{ij}) = 26.847 - 1.901(Nüfus)_{ij} + 0.113(İhracat)_{ij}, \quad (4.3)$$

$$i = AB\text{üye}\text{ülkeler grubu} \quad j = 1970, 1986, \dots, 2010$$

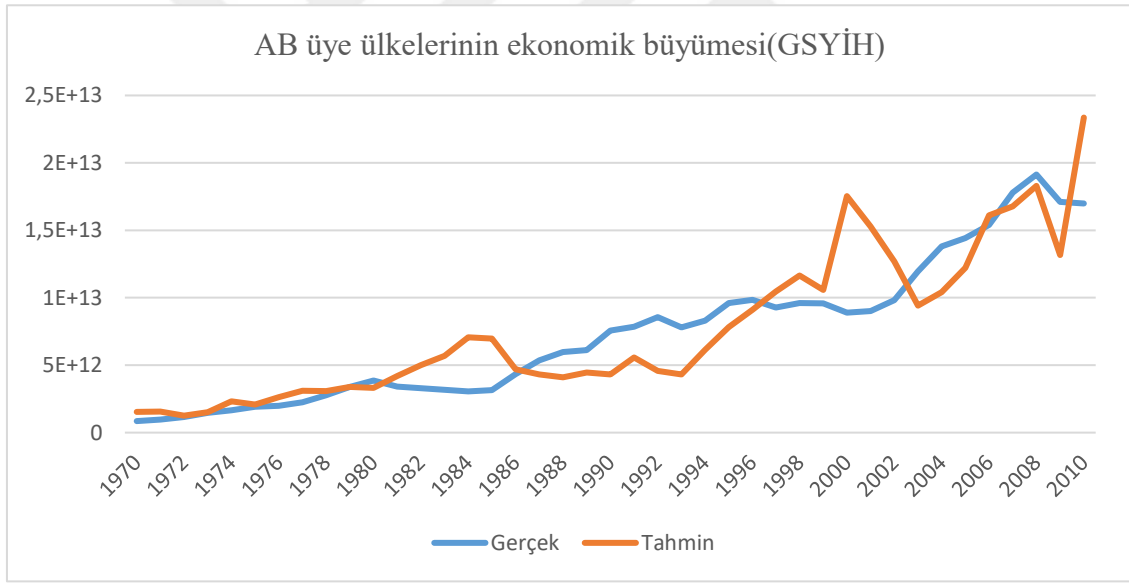
veya

$$\hat{\mu}_{ij} = \exp\left(26,847 - 1.901(Nüfus)_{ij} + 0.113(İhracat)_{ij}\right), \quad (4.4)$$

$i = AB \text{ üye ülkeler grubu} \quad j = 1970, 1986, \dots, 2010$

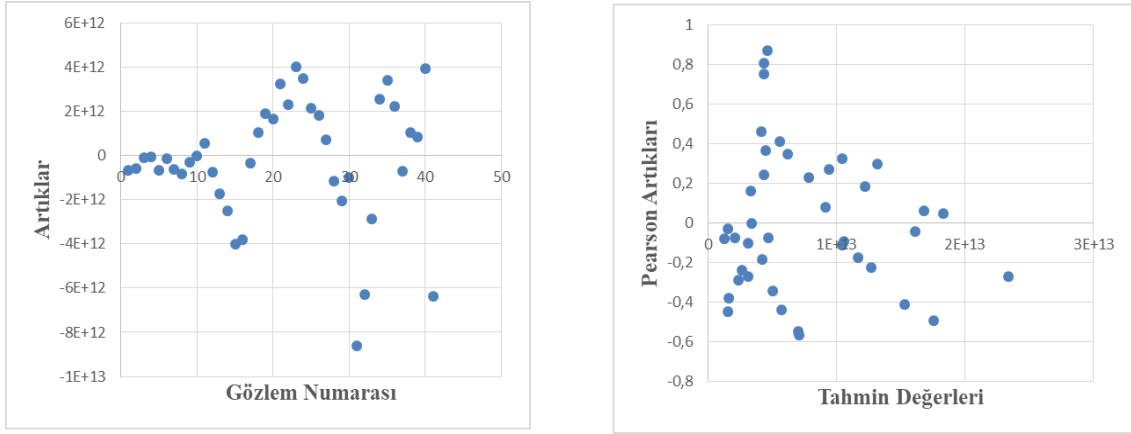
şeklindedir. Burada nüfus artış oranındaki 1 birimlik artış GSYİH'nin tahmin değerini $\exp(-1.901) = 0.1494$ katına düşürmekte iken ihracattaki 1 birimlik artış GSYİH'nin tahmin değerini $\exp(0.113) = 1.1196$ katına çıkarmaktadır.

AB üyesi ülkeler grubunun ekonomik büyümesinin 1990-2010 yıllarına ait gerçek (gözlenen) değerleri ile bu ülke grubunda ekonomik büyümenin nedeni olan değişkenler dikkate alınarak GTD yaklaşımı ile elde edilen tahmin değerleri Şekil 4.15'te verilmiştir. Burada tahmin grafiğindeki sapmalar, modelde kullanılan değişkenlerin sapmanın olduğu yıllardaki değişimlerinin diğer yıllardakine göre daha fazla olmasından kaynaklanmaktadır.



Şekil 4.15. AB üyesi ülkeler grubunun GSYİH gerçek (gözlenen) değerleri ve ekonomik büyümenin nedeni olan değişkenlerle GTD modeli tahmin değerleri

Kurulan modelde uzak ve etkili gözlemlerin tespiti için artıkların grafikleri çizilmiş ve Şekil 4.16'da verilmiştir.



Şekil 4.16. AB üyesi ülkeler grubunun ekonomik büyümlerinin (GSYİH) ekonomik büyümenin nedeni olan değişkenlerle GTD ile modellenmesinde artıklar

Şekil 4.16’da görüldüğü üzere ekonomik büyümenin nedeni olan değişkenler baz alınarak oluşturulan GTD modeli kullanılarak elde edilen artık değerleri sıfır etrafında yoğunlaşmış olup, pozitif ya da negatif yönde bir kümelenme söz konusu değildir. Buradaki aykırı gözlemlerin etkili gözlem olup olmadığını anlamak için, bu gözlemler çıkarılarak yeniden model oluşturulmuştur. Yeni elde edilen modelin QIC bilgi kriteri değeri, tüm gözlemler dahil edildiğinde elde edilen QIC bilgi kriteri değerinden daha büyük olduğu için bu gözlemlerin çıkarılmaması gerektiğine karar verilmiştir.

4.2.2.2. AB üyesi ülkeler grubunun ekonomik büyümesinin tüm potansiyel değişkenler ile incelenmesi için GTD yaklaşımının uygulanması

AB üyesi ülkeler grubunun GSYİH’nin potansiyel tüm değişkenler dikkate alınarak GTD yaklaşımı ile modellenmesinde, hangi link fonksiyonunun ve “çalışan korelasyon matris” yapısının kullanılacağına karar vermek için uyum-iyiliği test istatistiklerinin değerlerine bakılmıştır ve elde edilen sonuçlar Çizelge 4.16’da verilmiştir.

Çizelge 4.16. AB üyesi ülkeler grubunun ekonomik büyümesi için potansiyel değişkenlerle GTD yaklaşımında link fonksiyonları ve çalışan korelasyon matrislerinin karşılaştırılması için uyum iyiliği test istatistiklerinin değerleri

Dağılım	Link Fonksiyonu	Korelasyon Matrisi	QIC	QICC
Gamma	Log	Bağımsız	8.337*	14.337*
		AR(1)	22.567	28.567
		Değiştirilebilir	8.337*	14.337*
		M-bağımlı (M=2)	10.675	16.675
		Yapılandırılmamış	136.410	142.410
	Ters	Bağımsız	11.233	17.233
		AR(1)	23.431	24.260
		Değiştirilebilir	11.233	17.233
		M-bağımlı (M=2)	16.281	20.130
		Yapılandırılmamış	28.423	24.395
	Ters Kare	Bağımsız	66.498	36.111
		AR(1)	-	-
		Değiştirilebilir	66.498	36.111
		M-bağımlı (M=2)	60.218	40.038
		Yapılandırılmamış	40.458	35.646

Çizelge 4.16’da verilen uyum-iyiliği test istatistiği değerlerine göre en iyi link fonksiyonu “log” link fonksiyonu ve en iyi “çalışan korelasyon matrisi” bağımsız veya değiştirilebilir korelasyon matrisi olarak belirlenmiştir. AB üyesi ülkeler grubu için $\alpha = 0.05$ anlam düzeyinde GTD modelinde yer alan istatistiksel olarak anlamlı değişkenlere ilişkin değerler Çizelge 4.17’de verilmiştir.

Çizelge 4.17. AB üyesi ülkeler grubu için potansiyel değişkenlerle GTD’de yer alan istatistiksel olarak anlamlı değişkenlere ilişkin sonuçlar

Bağımsız Değişkenler	$\hat{\beta}$	s.e($\hat{\beta}$)	%95 güven aralığı		Hipotez testi		
			Alt sınır	Üst sınır	Wald Ki-Kare	s.d.	p değeri
Sabit terim	18.393	1.6414	15.176	21.610	125.567	1	0.000
Enerji kullanımı	0.003	0.0004	0.003	0.004	58.127	1	0.000
Nüfus artış oranı	-1.373	0.6776	-2.701	-0.045	4.106	1	0.043

1970-2010 yılları arasında AB üyesi ülkeler grubunun GSYİH’nin log-link fonksiyonu kullanılarak kurulan GTD modeli;

$$\log(\hat{\mu}_{ij}) = 18.393 - 0.003(Enerji)_{ij} - 1.373(Nüfus)_{ij}, \quad (4.5)$$

$i = AB \text{ üyesi ülkeler grubu} \quad j = 1970, 1986, \dots, 2010$

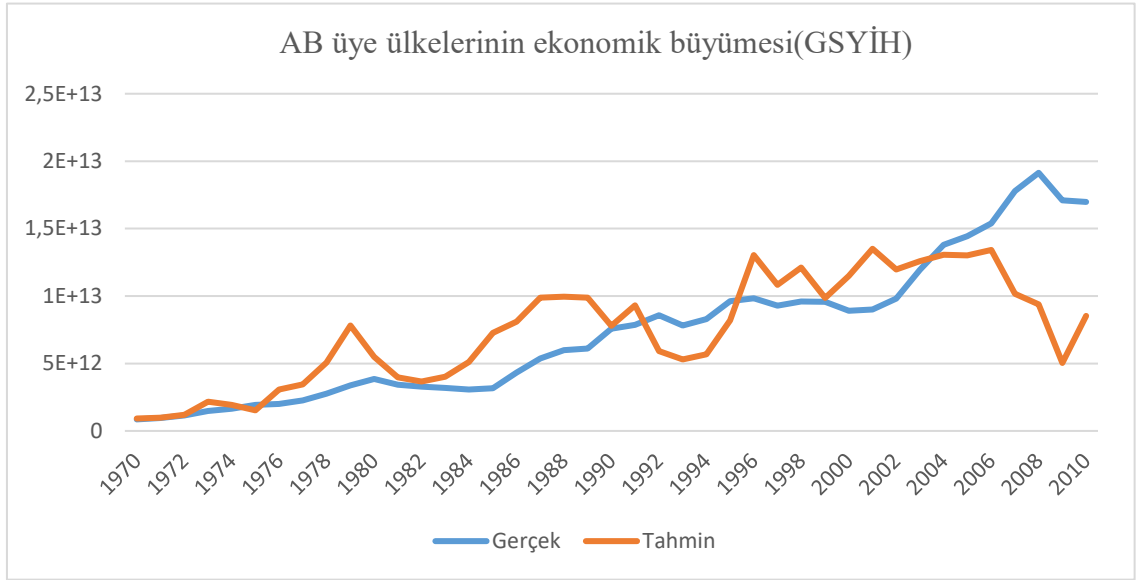
veya

$$\hat{\mu}_{ij} = \exp(18.393 - 0.003(Enerji)_{ij} - 1.373(Nüfus)_{ij}), \quad (4.6)$$

$i = AB \text{ üyesi ülkeler grubu} \quad j = 1970, 1986, \dots, 2010$

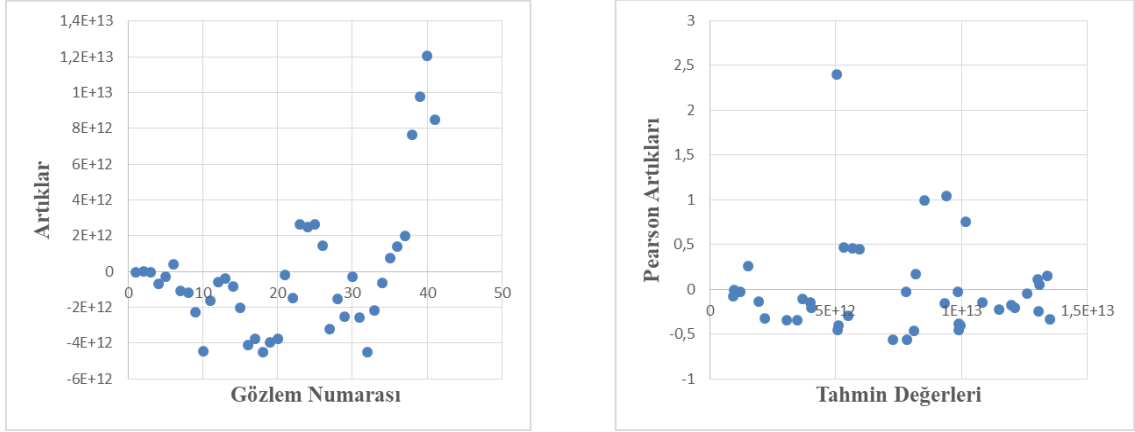
şeklinde. Burada enerji kullanımındaki 1 birimlik artış GSYİH'nin tahmin değerini $\exp(-0.003) = 0.9970$ katına düşürmekte, nüfus artış oranındaki 1 birimlik artış ise GSYİH'nin tahmin değerini $\exp(-1.373) = 0.2532$ katına çıkarmaktadır.

AB üyesi ülkeler grubunun ekonomik büyümesinin 1990-2010 yıllarına ait gerçek (gözlenen) değerleri ile tüm potansiyel değişkenler göz önüne alınarak GTD yaklaşımı ile elde edilen tahmin değerleri Şekil 4.17'de verilmiştir. Burada tahmin grafiğindeki sapmalar, modelde kullanılan değişkenlerin sapmanın olduğu yıllardaki değişimlerinin diğer yıllardakine göre daha fazla olmasından kaynaklanmaktadır.



Şekil 4.17. AB üyesi ülkeler grubunun GSYİH'nin gerçek (gözlenen) değerleri ve GTD modeli tahmin değerleri

Kurulan modelde uzak ve etkili gözlemlerin tespiti için artıkların grafikleri çizilmiş ve Şekil 4.18'de verilmiştir.



Şekil 4.18. AB üyesi ülkeler grubunun GSYİH'nin tüm potansiyel değişkenlerle GTD ile modellenmesine ilişkin artıklar

Şekil 4.18'ten görüldüğü üzere GTD modeli kullanılarak elde edilen artık değerleri sıfır etrafında yoğunlaşmış olup, pozitif ya da negatif yönde bir kümelenme sözkonusu değildir. Buradaki aykırı gözlemlerin etkili gözlem olup olmadığını anlamak için, bu gözlemler çıkarılarak yeniden model oluşturulmuştur. Yeni elde edilen modelin QIC bilgi kriteri değeri, tüm gözlemler dahil edildiğinde elde edilen QIC bilgi kriteri değerinden daha büyük olduğu için bu gözlemlerin çıkarılmaması gerektiğine karar verilmiştir.

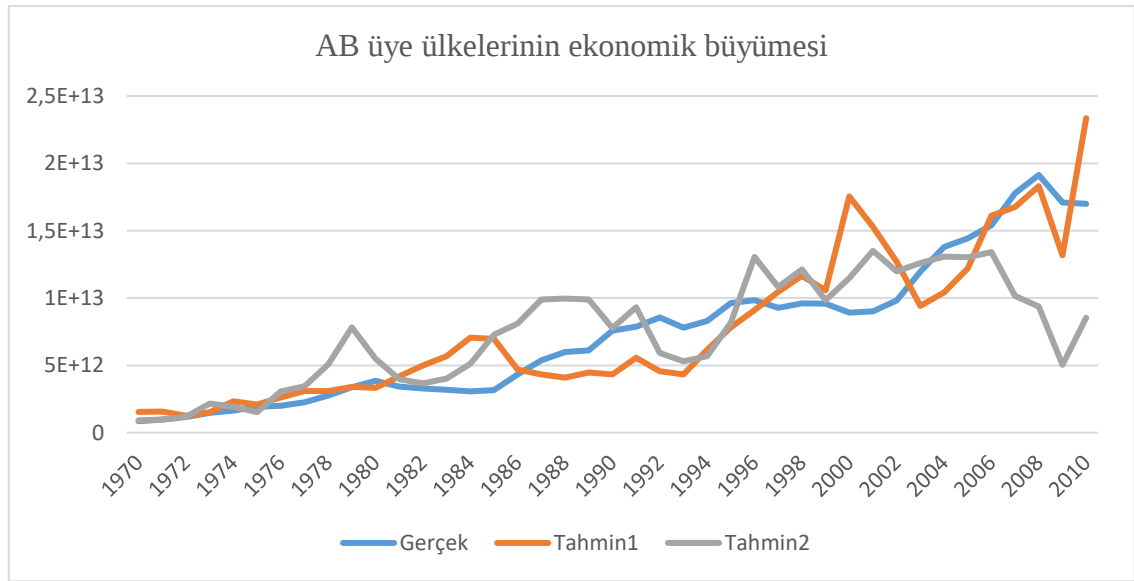
4.2.2.3. AB üyesi ülkeler grubunun ekonomik büyümesinin nedeni olan değişkenlerle ve tüm potansiyel değişkenlerle incelenmesi için oluşturulan GTD modellerinin karşılaştırılması

AB üyesi ülkeler grubunun ekonomik değerlendirilmesi için ekonomik büyümenin nedeni olan değişkenlerle ve Şekil 4.2'deki potansiyel değişkenlerle kurulan GTD modellerinin karşılaştırılması için uyum iyiliği test istatistiği değerleri Çizelge 4.18'de sunulmuş olup, bu değerlere göre en iyi model nedeni olan değişkenlerle kurulan GTD modeli olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.18. AB üyesi ülkeler grubunun ekonomik büyümesi için ekonomik büyümenin nedeni olan değişkenlerle ve potansiyel değişkenlerle kurulan GTD modellerinin karşılaştırılması için uyum-iyiliği test istatistikleri değerleri

GTD	QIC	QICC
Nedeni olan değişkenler ile	5.297*	11.297*
Potansiyel değişkenler ile	8.337	14.337

AB üyesi ülkeler grubunun ekonomik büyümesinin 1990-2010 yıllarına ait gerçek (gözlenen) değerleri ile bu ülke grubunda ekonomik büyümenin nedeni olan değişkenler dikkate alınarak GTD yaklaşımı ile elde edilen tahmin değerleri (Tahmin1) ve tüm potansiyel değişkenler göz önüne alınarak GTD yaklaşımı ile elde edilen tahmin değerleri (Tahmin2) Şekil 4.19’da verilmiştir. Burada 2001 ve 2008 yıllarındaki uzaklaşmalar, her iki modelde kullanılan bağımsız değişkenlerdeki düzensizlikler kaynaklı olup ekonomik ekonomik kriz yıllarını işaret etmektedir.



Şekil 4.19. AB üyesi ülkeler grubunun GSYİH gerçek (gözlenen) değerleri, ekonomik büyümenin nedeni olan değişkenlerle GTD modeli tahmin değerleri (Tahmin1) ve tüm potansiyel değişkenlerle GTD modeli tahmin değerleri (Tahmin 2)

4.2.3. Yüksek gelirli ülkeler grubunun ekonomik büyümesinin incelenmesi için GTD yaklaşımının uygulanması

Yüksek gelirli ülkeler grubunun GSYİH’nin potansiyel tüm değişkenler dikkate alınarak GTD yaklaşımı ile modellenmesinde, hangi link fonksiyonunun ve “çalışan korelasyon matris” yapısının kullanılacağına karar vermek için uyum-iyiliği test istatistiklerinin değerlerine bakılmıştır ve elde edilen sonuçlar Çizelge 4.19’da verilmiştir.

Çizelge 4.19. Yüksek gelirli ülkeler grubunun ekonomik büyümesi için GTD yaklaşımında link fonksiyonları ve çalışan korelasyon matrislerinin karşılaştırılması için uyum-iyiliği test istatistiklerinin değerleri

Dağılım	Link Fonksiyonu	Korelasyon Matrisi	QIC	QICC
Gamma	Log	Bağımsız	0.552*	10.552
		AR(1)	0.697	10.697
		Değiştirilebilir	0.552*	10.552
		M-bağımlı (M=2)	0.725	10.725
		Yapılandırılmamış	25.892	10.849
	Ters	Bağımsız	3.033	13.033
		AR(1)	31.108	13.739
		Değiştirilebilir	3.033	13.033
		M-bağımlı (M=2)	5.626	13.411
		Yapılandırılmamış	30.144	13.434
	Ters Kare	Bağımsız	6.795	16.795
		AR(1)	44.615	17.521
		Değiştirilebilir	6.795	16.795
		M-bağımlı (M=2)	8.984	17.340
		Yapılandırılmamış	33.393	18.211

Çizelge 4.19’da verilen uyum-iyiliği test istatistiği değerlerine göre en iyi link fonksiyonu “log” link fonksiyonu ve en iyi “çalışan korelasyon matrisi” bağımsız veya değiştirilebilir korelasyon matrisi olarak belirlenmiştir. Yüksek gelirli ülkeler grubu için $\alpha = 0.05$ anlam düzeyinde GTD modelinde yer alan istatistiksel olarak anlamlı değişkenlere ilişkin değerler Çizelge 4.20’de verilmiştir.

Çizelge 4.20. Yüksek gelirli ülkeler grubu için GTD’de yer alan istatistiksel olarak anlamlı değişkenlere ilişkin sonuçlar

Bağımsız Değişkenler	$\hat{\beta}$	s.e($\hat{\beta}$)	%95 güven aralığı		Hipotez testi		
			Alt sınır	Üst sınır	Wald Ki-Kare	s.d	p değeri
Sabit terim	28.236	0.5846	27.090	29.382	2332.957	1	0.000
İthalat	0.025	0.0112	0.003	0.047	5.062	1	0.024
Elektrik tüketimi	0.001	3.96E-05	0.001	0.001	272.127	1	0.000
Enerji kullanımı	-0.001	0.0002	-0.001	0.000	17.341	1	0.000
Doğrudan Yabancı Yatırım	-2.0E-13	5.88E-14	-3.1E-13	-8.8E-14	11.977	1	0.001

1970-2014 yılları arasında yüksek gelirli ülkeler grubunun GSYİH’nin log-link fonksiyonu kullanılarak kurulan GTD modeli;

$$\log(\hat{\mu}_{ij}) = 28.236 - 0.025(\hat{Ithalat})_{ij} + 0.001(Elektrik)_{ij} - 0.001(Enerji)_{ij} - 2E^{-13}(DYY)_{ij}, \quad (4.7)$$

$i = \text{Yüksek Gelirli Ülkeler grubu}, j = 1970, 1986, \dots, 2014$

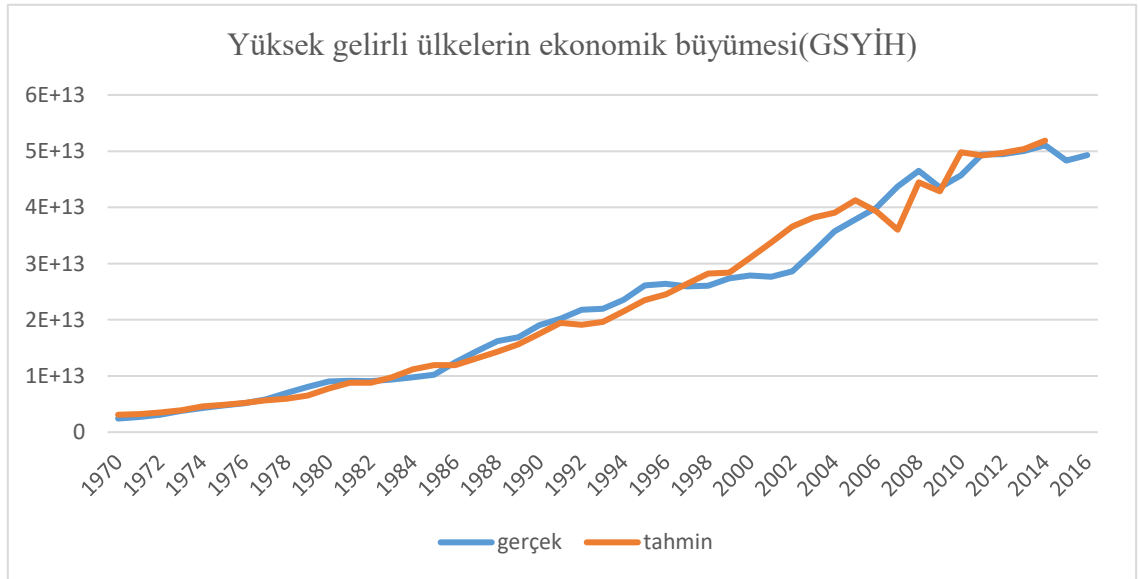
veya

$$\hat{\mu}_{ij} = \exp \left(\begin{array}{c} 28.236 - 0.025(\hat{Ithalat})_{ij} + 0.001(Elektrik)_{ij} \\ - 0.001(Enerji)_{ij} - 2E^{-13}(DYY)_{ij} \end{array} \right), \quad (4.8)$$

$i = \text{Yüksek Gelirli Ülkeler grubu}, j = 1970, 1986, \dots, 2014$

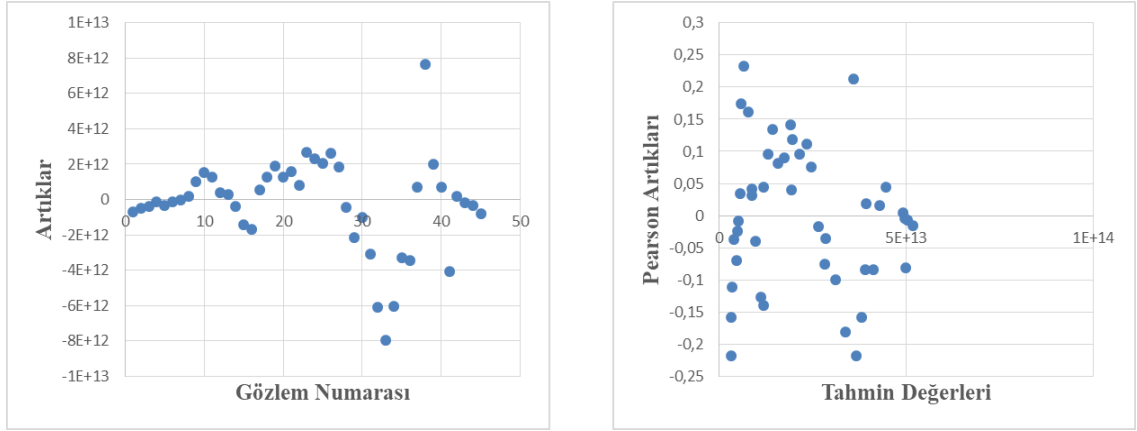
şeklinde dir. Burada ithalat, enerji kullanımındaki ve doğrudan yabancı yatırım miktarındaki 1 birimlik artış GSYİH'nin tahmin değerini $\exp(-0.025) = 0.9753$ katına, $\exp(-0.001) = 0.9990$ katına ve $\exp(-2E^{-13}) \cong 1$ katına düşürmekte iken elektrik tüketimindeki 1 birimlik artış GSYİH'nin tahmin değerini $\exp(0.001) = 1.0010$ katına çıkarmaktadır.

Yüksek gelirli ülkeler grubunun ekonomik büyümesinin 1970-2016 gerçek (gözlenen) değerleri ile GTD yaklaşımı ile elde edilen 1970-2014 yılları arası tahmin değerleri Şekil 4.20'de verilmiştir. Burada 2015 ve 2016 yılları için eksik veriler olduğundan ilgili tahmin değerleri hesaplanamamış olup, ele alınan diğer yıllar için gerçek (gözlenen) ve tahmin değerlerinin uyduğu gözlenmiştir.



Şekil 4.20. Yüksek gelirli ülkeler grubunun GSYİH'nin gerçek (gözlenen) değerleri ve GTD modeli tahmin değerleri

Kurulan modelde uzak ve etkili gözlemlerin tespiti için artıkların grafikleri çizilmiş ve Şekil 4.21’de verilmiştir.



Şekil 4.21. Yüksek gelirli ülkeler grubunun GSYİH'nin GTD ile modellenmesine ilişkin artıklar

Şekil 4.21’den görüldüğü üzere GTD modeli kullanılarak elde edilen artık değerleri sıfır etrafında yoğunlaşmış olup, pozitif ya da negatif yönde bir kümelenme söz konusu değildir. Buradaki aykırı gözlemlerin etkili gözlem olup olmadığını anlamak için, bu gözlemler çıkarılarak yeniden model oluşturulmuştur. Yeni elde edilen modelin QIC bilgi kriteri değeri, tüm gözlemler dahil edildiğinde elde edilen QIC bilgi kriteri değerinden daha büyük olduğu için bu gözlemlerin çıkarılmaması gerektiğine karar verilmiştir.

4.2.4. Üst-Orta gelirli ülkeler grubunun ekonomik büyümesinin incelenmesi için GTD yaklaşımının uygulanması

Üst-Orta gelirli ülkeler grubunun GSYİH'nin hem bu ülke grubu için ekonomik büyümenin nedeni olan değişkenler dikkate alınarak hem de tüm potansiyel değişkenler dikkate alınarak iki farklı GTD yaklaşımı ile modellenmesi yapılmıştır.

4.2.4.1. Üst-Orta gelirli ülkeler grubunun ekonomik büyümesinin nedeni olan değişkenler ile incelenmesi için GTD yaklaşımının uygulanması

Üst-Orta gelirli ülkeler grubunun GSYİH'nin bu ülke grubu için ekonomik büyümenin nedeni olan değişkenler (CO₂ emisyonu, nüfus artış oranı) dikkate alınarak GTD yaklaşımı ile modellenmesinde, hangi link fonksiyonunun ve “çalışan korelasyon

matris” yapısının kullanılacağına karar vermek için uyum-iyiliği test istatistiklerinin değerlerine bakılmıştır ve elde edilen sonuçlar Çizelge 4.21’de verilmiştir.

Çizelge 4.21. Üst-Orta gelirli ülkeler grubunun ekonomik büyümesi için ekonomik büyümenin nedeni olan değişkenlerle GTD yaklaşımında link fonksiyonları ve çalışan korelasyon matrislerinin karşılaştırılması için uyum-iyiliği test istatistiklerinin değerleri

Dağılım	Link Fonksiyonu	Korelasyon Matrisi	QIC	QICC
Gamma	Log	Bağımsız	0.216*	6.216*
		AR(1)	0.220	6.220
		Değiştirilebilir	0.216*	6.216*
		M-bağımlı (M=2)	0.228	6.228
		Yapılandırılmamış	66.467	6.366
	Ters	Bağımsız	0.450	6.450
		AR(1)	0.526	6.478
		Değiştirilebilir	0.450	6.450
		M-bağımlı (M=2)	0.469	6.465
		Yapılandırılmamış	191.956	7.105
	Ters Kare	Bağımsız	1.291	7.291
		AR(1)	36.474	7.649
		Değiştirilebilir	1.291	7.291
		M-bağımlı (M=2)	7.185	7.769
		Yapılandırılmamış	79.348	7.711

Çizelge 4.21’de verilen verilen uyum-iyiliği test istatistiği değerlerine göre en iyi link fonksiyonu “log” link fonksiyonu ve en iyi “çalışan korelasyon matrisi” bağımsız veya değiştirilebilir korelasyon matrisi olarak belirlenmiştir. Üst-Orta gelirli ülkeler grubu için $\alpha = 0.05$ anlam düzeyinde ekonomik büyümenin nedeni olan değişkenlerle kurulan GTD modelinde yer alan istatistiksel olarak anlamlı değişkenlere ilişkin değerler Çizelge 4.22’de verilmiştir.

Çizelge 4.22. Üst-Orta gelirli ülkeler grubu için ekonomik büyümenin nedeni olan değişkenlerle GTD’de yer alan istatistiksel olarak anlamlı değişkenlere ilişkin sonuçlar

Bağımsız Değişkenler	$\hat{\beta}$	s.e($\hat{\beta}$)	%95 güven aralığı		Hipotez testi		
			Alt sınır	Üst sınır	Wald Ki-Kare	s.d.	p değeri
Sabit terim	27.968	0.1266	27.720	28.216	48783.212	1	0.000
Nüfus artış oranı	-0.791	0.0558	-0.900	-0.682	200.631	1	0.000
CO ₂ emisyonu	0.499	0.0170	0.465	0.532	855.952	1	0.000

1980-2014 yılları arasında Üst-Orta gelirli ülkeler grubunun ekonomik büyümesine ilişkin log-link fonksiyonu kullanılarak kurulan GTD modeli;

$$\log(\hat{\mu}_{ij}) = 27.968 - 0.791(Nüfus)_{ij} + 0.499(CO_2)_{ij}, \quad (4.9)$$

$i = \text{Üst - Orta Gelirli Ülkeler grubu}, j = 1980, 1986, \dots, 2014$

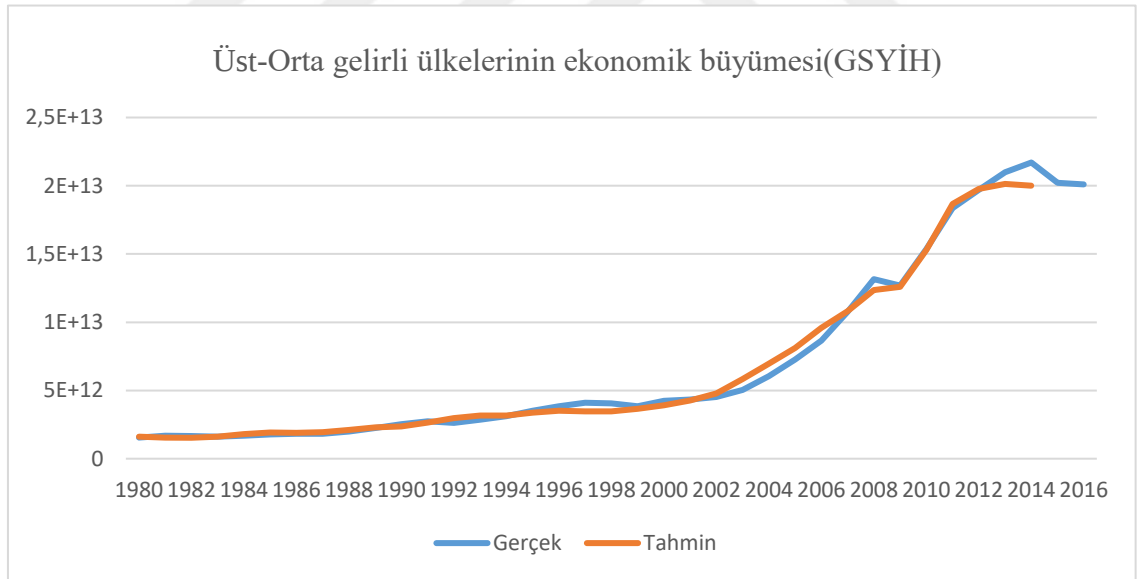
veya

$$\hat{\mu}_{ij} = \exp(27.968 - 0.791(Nüfus)_{ij} + 0.499(CO_2)_{ij}), \quad (4.10)$$

$i = \text{Üst - Orta Gelirli Ülkeler grubu}, j = 1980, 1986, \dots, 2014$

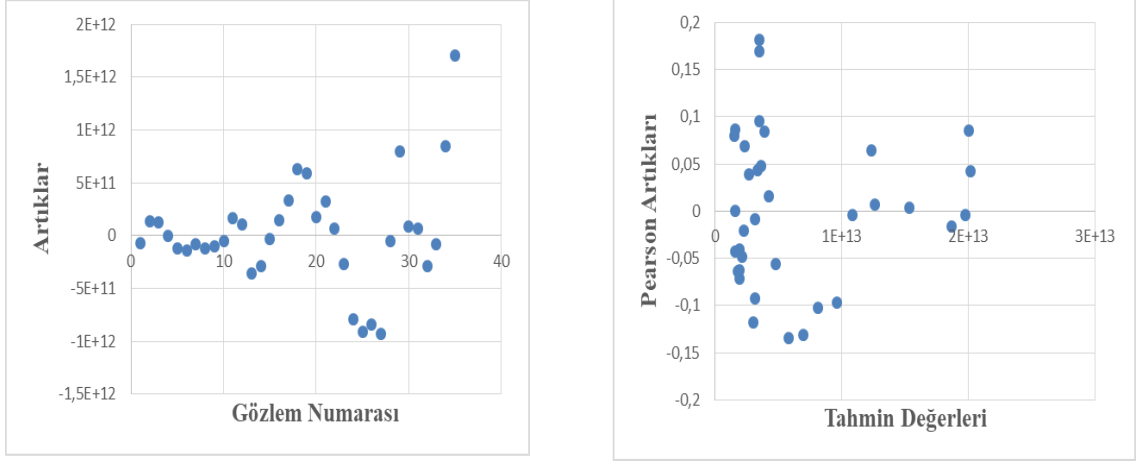
şeklindedir. Burada nüfus artış oranındaki 1 birimlik artış GSYİH'nin tahmin değerini $\exp(-0.791) = 0.4534$ katına düşürmekte iken, CO_2 emisyonundaki 1 birimlik artış GSYİH'nin tahmin değerini $\exp(0.499) = 1.6471$ katına çıkarmaktadır.

Üst-Orta gelirli ülkeler grubunun ekonomik büyümesinin 1980-2016 yıllarına ait gerçek (gözlenen) değerleri ile bu ülke grubunda ekonomik büyümenin nedeni olan değişkenler dikkate alınarak GTD yaklaşımı ile elde edilen tahmin değerleri Şekil 4.22'de verilmiştir. Burada 2015 ve 2016 yılları için eksik veriler olduğundan tahmin değerleri hesaplanamamış olup, diğer yıllar için gerçek (gözlenen) ve tahmin değerlerinin uyuştugu gözlenmiştir.



Şekil 4.22. Üst-Orta gelirli ülkeler grubunun GSYİH gerçek (gözlenen) değerleri ve ekonomik büyümenin nedeni olan değişkenlerle GTD modeli tahmin değerleri

Kurulan modelde uzak ve etkili gözlemlerin tespiti için artıkların grafikleri çizilmiş ve Şekil 4.23'te verilmiştir.



Şekil 4.23. Üst-Orta gelirli ülkeler grubunun ekonomik büyümlerinin (GSYİH) ekonomik büyümenin nedeni olan değişkenlerle GTD ile modellenmesinde artıklar

Şekil 4.23'te görüldüğü üzere ekonomik büyümenin nedeni olan değişkenler baz alınarak oluşturulan GTD modeli kullanılarak elde edilen artık değerleri sıfır etrafında yoğunlaşmış olup, pozitif ya da negatif yönde bir kümelenme söz konusu değildir. Buradaki aykırı gözlemlerin etkili gözlem olup olmadığını anlamak için, bu gözlemler çıkarılarak yeniden model oluşturulmuştur. Yeni elde edilen modelin QIC bilgi kriteri değeri, tüm gözlemler dahil edildiğinde elde edilen QIC bilgi kriteri değerinden daha büyük olduğu için bu gözlemlerin çıkarılmaması gerektiğine karar verilmiştir.

4.2.4.2. Üst-Orta gelirli ülkeler grubunun ekonomik büyümesinin tüm potansiyel değişkenler ile incelenmesi için GTD yaklaşımının uygulanması

Üst-Orta gelirli ülkeler grubunun GSYİH'nin potansiyel tüm değişkenler dikkate alınarak GTD yaklaşımı ile modellenmesinde, hangi link fonksiyonunun ve “çalışan korelasyon matris” yapısının kullanılacağına karar vermek için uyum-iyiliği test istatistiklerinin değerlerine bakılmıştır ve elde edilen sonuçlar Çizelge 4.23'te verilmiştir.

Çizelge 4.23. Üst-Orta gelirli ülkeler grubunun ekonomik büyümesi için potansiyel değişkenlerle GTD yaklaşımında link fonksiyonları ve çalışan korelasyon matrislerinin karşılaştırılması için uyum iyiliği test istatistiklerinin değerleri

Dağılım	Link Fonksiyonu	Korelasyon Matrisi	QIC	QICC
Gamma	Log	Bağımsız	0.575*	6.575*
		AR(1)	0.609	6.609
		Değiştirilebilir	0.575*	6.575*
		M-bağımlı (M=2)	1.809	7.809
		Yapılandırılmamış	95.972	6.759
	Ters	Bağımsız	1.059	7.059
		AR(1)	2.481	7.089
		Değiştirilebilir	1.059	7.059
		M-bağımlı (M=2)	5.795	7.113
		Yapılandırılmamış	14.469	7.913
	Ters Kare	Bağımsız	-	-
		AR(1)	-	-
		Değiştirilebilir	-	-
		M-bağımlı (M=2)	-	-
		Yapılandırılmamış	-	-

Çizelge 4.23'te verilen uyum-iyiliği test istatistiği değerlerine göre en iyi link fonksiyonu "log" link fonksiyonu ve en iyi "çalışan korelasyon matrisi" bağımsız veya değiştirilebilir korelasyon matrisi olarak belirlenmiştir. Üst-Orta gelirli ülkeler grubu için $\alpha = 0.05$ anlam düzeyinde GTD modelinde yer alan istatistiksel olarak anlamlı değişkenlere ilişkin değerler Çizelge 4.24'te verilmiştir.

Çizelge 4.24. Üst-Orta gelirli ülkeler grubu için potansiyel değişkenlerle GTD'de yer alan istatistiksel olarak anlamlı değişkenlere ilişkin sonuçlar

Bağımsız Değişkenler	$\hat{\beta}$	s.e($\hat{\beta}$)	%95 güven aralığı		Hipotez testi		
			Alt sınır	Üst sınır	Wald Ki-Kare	s.d	p değeri
Sabit terim	29.434	0.1365	29.166	29.701	46484.615	1	0.000
Doğrudan yabancı yatırım	3.0E-12	1.77E-13	2.7E-12	3.4E-12	296.700	1	0.000
Nüfus artış oranı	-0.733	0.0954	-0.919	-0.546	58.966	1	0.000

1980-2014 yılları arasında Üst-Orta gelirli ülkeler grubunun GSYİH'nin log-link fonksiyonu kullanılarak kurulan GTD modeli;

$$\log(\hat{\mu}_{ij}) = 29.434 - 3.06E^{-12} (DYY)_{ij} - 0.733 (Nüfus)_{ij}, \quad (4.11)$$

$i = \text{Üst - Orta Gelirli Ülkeler grubu}, j = 1980, 1986, \dots, 2014$

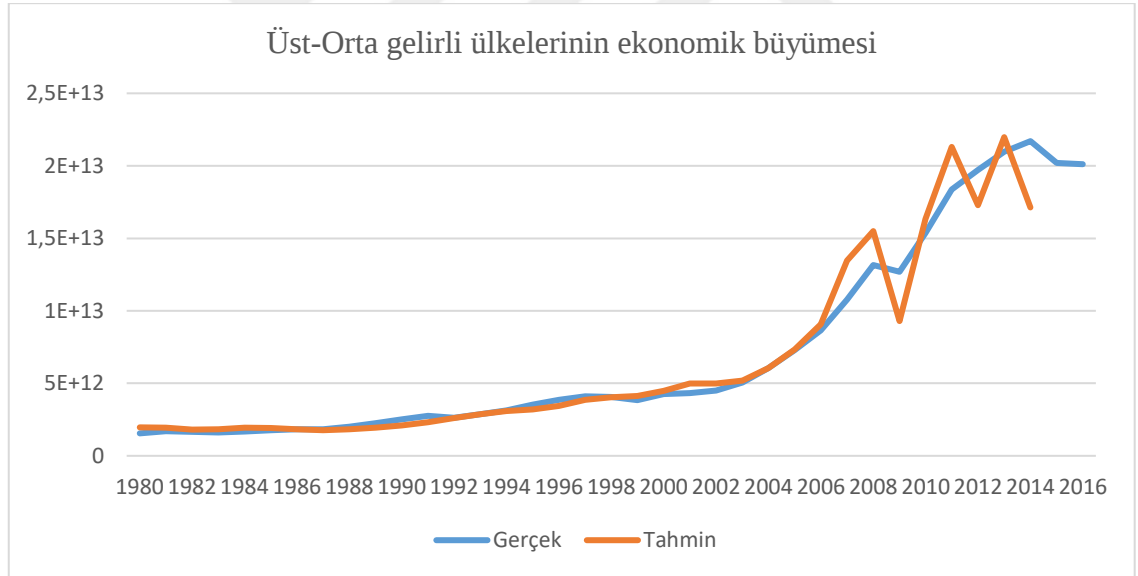
veya

$$\hat{\mu}_{ij} = \exp\left(29.434 - 3.06E^{-12} (DYY)_{ij} - 0.733 (Nüfus)_{ij}\right), \quad (4.12)$$

$i = \text{Üst} - \text{Orta Gelirli Ülkeler grubu}, j = 1980, 1986, \dots, 2014$

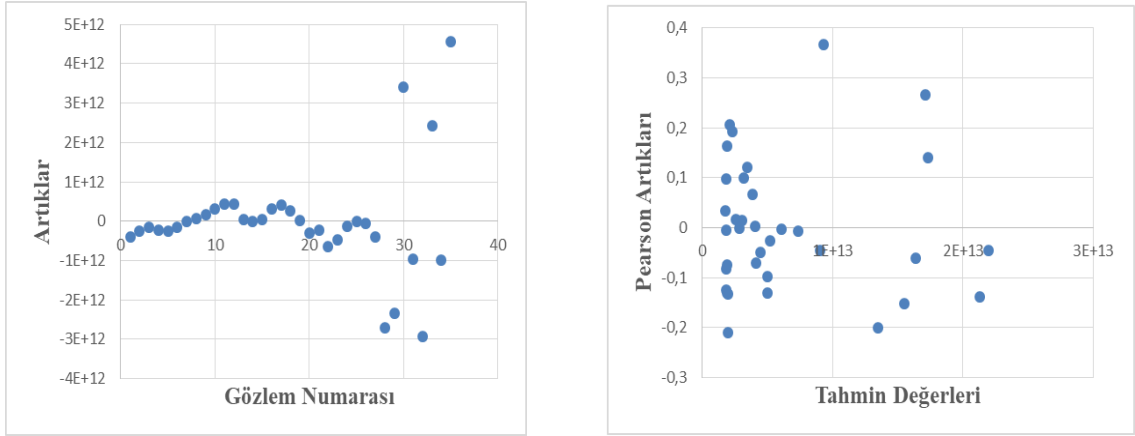
şeklinde. Burada doğrudan yabancı yatırım miktarındaki 1 birimlik artış GSYİH'nin tahmin değerini $\exp(-3.06E^{-12}) \cong 1$ katına düşürmekte iken, nüfus artış oranındaki 1 birimlik artış GSYİH'nin tahmin değerini $\exp(-0.733) = 0.4805$ katına düşürmektedir.

Üst-Orta gelirli ülkeler grubunun ekonomik büyümesinin 1980-2016 yıllarına ait gerçek (gözlenen) değerleri ile tüm potansiyel değişkenler göz önüne alınarak GTD yaklaşımı ile elde edilen 1980-2014 yıllarına ait tahmin değerleri Şekil 4.24'te verilmiştir. Burada 2015 ve 2016 yılları için eksik veriler olduğundan tahmin değerleri hesaplanamamıştır. Burada tahmin grafiğindeki sapmalar, modelde kullanılan değişkenlerin sapmanın olduğu yıllardaki değişimlerinin diğer yıllardakine göre daha fazla olmasından kaynaklanmaktadır.



Şekil 4.24. Üst-Orta gelirli ülkeler grubunun GSYİH'nin gerçek (gözlenen) değerleri ve GTD modeli tahmin değerleri

Kurulan modelde uzak ve etkili gözlemlerin tespiti için artıkların grafikleri çizilmiş ve Şekil 4.25'te verilmiştir.



Şekil 4.25. Üst-Orta gelirli ülkeler grubunun GSYİH'nin tüm potansiyel değişkenlerle GTD ile modellenmesine ilişkin artıklar

Şekil 4.25'te görüldüğü üzere GTD modeli kullanılarak elde edilen artık değerleri sıfır etrafında yoğunlaşmış olup, pozitif ya da negatif yönde bir kümelenme söz konusu değildir. Buradaki aykırı gözlemlerin etkili gözlem olup olmadığını anlamak için, bu gözlemler çıkarılarak yeniden model oluşturulmuştur. Yeni elde edilen modelin QIC bilgi kriteri değeri, tüm gözlemler dahil edildiğinde elde edilen QIC bilgi kriteri değerinden daha büyük olduğu için bu gözlemlerin çıkarılmaması gerektiğine karar verilmiştir.

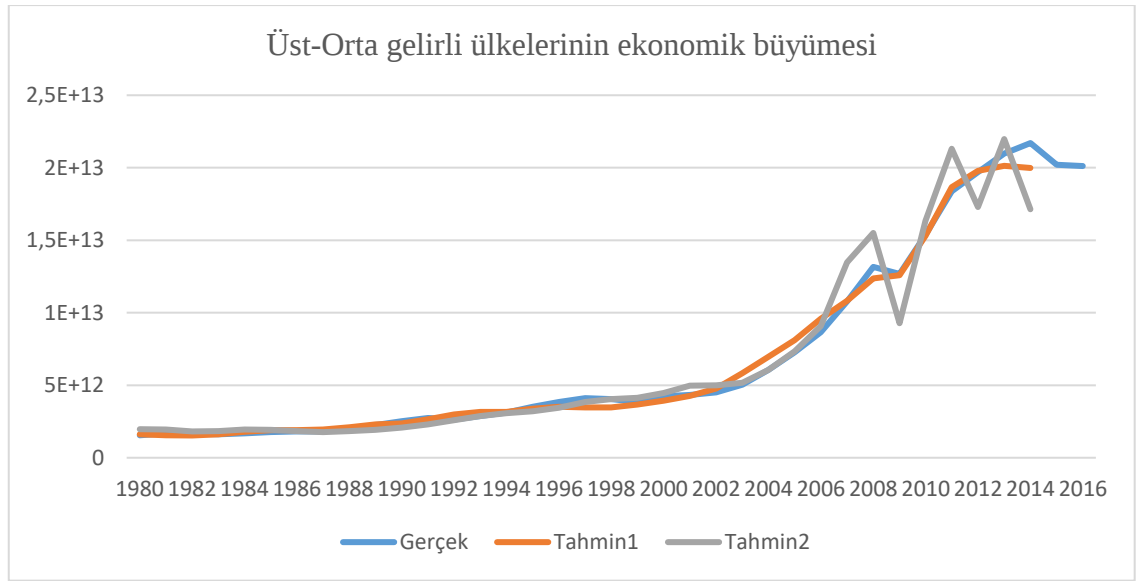
4.2.4.3. Üst-Orta gelirli ülkeler grubunun ekonomik büyümesinin nedeni olan değişkenlerle ve tüm potansiyel değişkenlerle incelenmesi için oluşturulan GTD modellerinin karşılaştırılması

Üst-Orta gelirli ülkeler grubunun ekonomik değerlendirilmesi için ekonomik büyümenin nedeni olan değişkenlerle ve Şekil 4.2'deki potansiyel değişkenlerle kurulan GTD modellerinin karşılaştırılması için uyum iyiliği test istatistiği değerleri Çizelge 4.25'te verilmiş olup, bu değerlere göre en iyi model nedeni olan değişkenlerle kurulan GTD modeli olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.25. Üst-Orta gelirli ülkeler grubunun ekonomik büyümesi için ekonomik büyümenin nedeni olan değişkenlerle ve potansiyel değişkenlerle kurulan GTD modellerinin karşılaştırılması için uyum-iyiliği test istatistikleri değerleri

GTD	QIC	QICC
Nedeni olan değişkenler ile	0.216*	6.216*
Potansiyel değişkenler ile	0.575	6.575

Üst-Orta gelirli ülkeler grubunun ekonomik büyümesinin 1980-2016 yıllarına ait gerçek (gözlenen) değerleri ile bu ülke grubunda ekonomik büyümenin nedeni olan değişkenler dikkate alınarak GTD yaklaşımı ile elde edilen 1980-2014 yıllarına ait tahmin değerleri (Tahmin1) ve tüm potansiyel değişkenler göz önüne alınarak GTD yaklaşımı ile elde edilen 1980-2014 yıllarına ait tahmin değerleri (Tahmin 2) Şekil 4.26'da verilmiştir. Burada 2008 yılındaki uzaklaşmalar, Tahmin 2 modelinde kullanılan bağımsız değişkenlerdeki düzensizlikler kaynaklı olup 2008 global ekonomik krizini işaret etmektedir.



Şekil 4.26. Üst-Orta gelirli ülkeler grubunun GSYİH gerçek (gözlenen) değerleri, ekonomik büyümenin nedeni olan değişkenlerle GTD modeli tahmin değerleri (Tahmin1) ve tüm değişkenlerle GTD modeli tahmin değerleri (Tahmin 2)

4.2.5. Alt-Orta gelirli ülkeler grubunun ekonomik büyümesinin incelenmesi için GTD yaklaşımının uygulanması

Alt-Orta gelirli ülkeler grubunun GSYİH'nin hem bu ülke grubu için ekonomik büyümenin nedeni olan değişkenler dikkate alınarak hem de tüm potansiyel değişkenler dikkate alınarak iki farklı GTD yaklaşımı ile modellenmesi yapılmıştır.

4.2.5.1. Alt -Orta gelirli ülkeler grubunun ekonomik büyümesinin nedeni olan değişkenler ile incelenmesi için GTD yaklaşımının uygulanması

Alt-Orta gelirli ülkeler grubunun GSYİH'nin bu ülke grubu için ekonomik büyümenin nedeni olan değişkenler (elektrik tüketimi, ithalat ve nüfus artış oranı) dikkate

alınarak GTD yaklaşımı ile modellenmesinde, hangi link fonksiyonunun ve “çalışan korelasyon matrisi” yapısının kullanılacağına karar vermek için uyum-iyiliği test istatistiklerinin değerlerine bakılmıştır ve elde edilen sonuçlar Çizelge 4.24’te verilmiştir.

Çizelge 4.24. Alt-Orta gelirli ülkeler grubunun ekonomik büyümesi için ekonomik büyümenin nedeni olan değişkenlerle GTD yaklaşımında link fonksiyonları ve çalışan korelasyon matrislerinin karşılaştırılması için uyum-iyiliği test istatistiklerinin değerleri

Dağılım	Link Fonksiyonu	Korelasyon Matrisi	QIC	QICC
Gamma	Log	Bağımsız	2.199*	10.199*
		AR(1)	4.118	12.118
		Değiştirilebilir	2.199*	10.199*
		M-bağımlı(M=2)	3.778	11.778
		Yapılandırılmamış	58.305	12.674
	Ters	Bağımsız	3.895	11.895
		AR(1)	20.001	12.496
		Değiştirilebilir	3.895	11.895
		M-bağımlı(M=2)	6.114	12.699
		Yapılandırılmamış	35.638	12.593
	Ters Kare	Bağımsız	5.890	13.890
		AR(1)	65.325	14.618
		Değiştirilebilir	5.890	13.890
		M-bağımlı(M=2)	47.129	14.951
		Yapılandırılmamış	34.667	14.600

Çizelge 4.24’te verilen verilen uyum-iyiliği test istatistiği değerlerine göre en iyi link fonksiyonu “log” link fonksiyonu ve en iyi “çalışan korelasyon matrisi” bağımsız veya değiştirilebilir korelasyon matrisi olarak belirlenmiştir. Alt-Orta gelirli ülkeler grubu için $\alpha = 0.05$ anlam düzeyinde ekonomik büyümenin nedeni olan değişkenlerle kurulan GTD modelinde yer alan istatistiksel olarak anlamlı değişkenlere ilişkin değerler Çizelge 4.27’de verilmiştir.

Çizelge 4.27. Alt-Orta gelirli ülkeler grubu için ekonomik büyümenin nedeni olan değişkenlerle GTD’de yer alan istatistiksel olarak anlamlı değişkenlere ilişkin sonuçlar

Bağımsız Değişkenler	$\hat{\beta}$	s.e($\hat{\beta}$)	%95 güven aralığı		Hipotez testi		
			Alt sınır	Üst sınır	Wald Ki-Kare	s.d	P değeri
Sabit terim	21.574	1.1779	19.265	23.882	335.476	1	0.000
Elektrik tüketimi	0.004	0.0006	0.003	0.005	50.038	1	0.000
İthalat	0.078	0.0173	0.044	0.112	20.435	1	0.000
Nüfus artış oranı	1.380	0.4008	0.594	2.165	11.850	1	0.001

1970-2013 yılları arasında Alt-Orta gelirli ülkeler grubunun ekonomik büyümesine ilişkin log-link fonksiyonu kullanılarak kurulan GTD modeli;

$$\log(\hat{\mu}_{ij}) = 21.574 + 0.004(Elektrik)_{ij} + 0.078(\textit{İthalat})_{ij} + 1.38(Nüfus)_{ij}, \quad (4.13)$$

$$i = \textit{Alt - Orta Gelirli Ülkeler grubu}, j = 1970, 1986, \dots, 2013$$

veya

$$\hat{\mu}_{ij} = \exp\left(21.574 + 0.004(Elektrik)_{ij} + 0.078(\textit{İthalat})_{ij} + 1.38(Nüfus)_{ij}\right), \quad (4.14)$$

$$i = \textit{Alt - Orta Gelirli Ülkeler grubu}, j = 1970, 1986, \dots, 2013$$

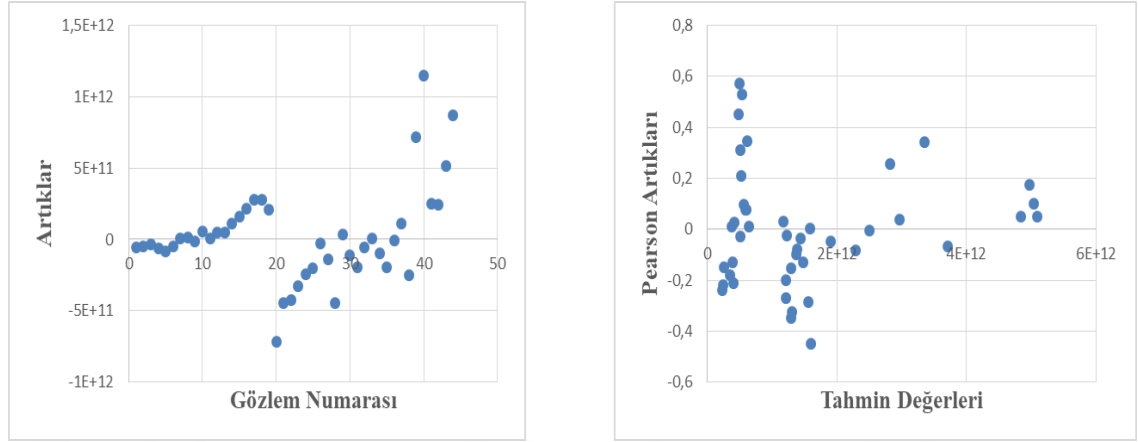
şeklinde. Burada elektrik tüketimi, ithalat ve nüfus artış oranındaki 1 birimlik artış sırasıyla GSYİH'nin tahmin değerini $\exp(0.004)=1.0040$, $\exp(0.078)=1.0811$, ve $\exp(1.38)=3.9749$ katına çıkarmaktadır.

Alt-Orta gelirli ülkeler grubunun ekonomik büyümesinin 1970-2016 yıllarına ait gerçek (gözlenen) değerleri ile bu ülke grubunda ekonomik büyümenin nedeni olan değişkenler dikkate alınarak GTD yaklaşımı ile elde edilen tahmin değerleri Şekil 4.27'de verilmiştir. Burada 2014, 2015 ve 2016 yılları için eksik veriler olduğundan tahmin değerleri hesaplanamamış olup, diğer yıllar için gerçek (gözlenen) ve tahmin değerlerinin uyduğu gözlenmiştir.



Şekil 4.27. Alt-Orta gelirli ülkeler grubunun GSYİH gerçek (gözlenen) değerleri ve ekonomik büyümenin nedeni olan değişkenlerle GTD modeli tahmin değerleri

Kurulan modelde uzak ve etkili gözlemlerin tespiti için artıkların grafikleri çizilmiş ve Şekil 4.28’de verilmiştir.



Şekil 4.28. Alt-Orta gelirli ülkeler grubunun ekonomik büyümelerinin (GSYİH) ekonomik büyümenin nedeni olan değişkenlerle GTD ile modellenmesinde artıklar

Şekil 4.28’de görüldüğü üzere ekonomik büyümenin nedeni olan değişkenler baz alınarak oluşturulan GTD modeli kullanılarak elde edilen artık değerleri sıfır etrafında yoğunlaşmış olup, pozitif ya da negatif yönde bir kümelenme söz konusu değildir. Buradaki aykırı gözlemlerin etkili gözlem olup olmadığını anlamak için, bu gözlemler çıkarılarak yeniden model oluşturulmuştur. Yeni elde edilen modelin QIC bilgi kriteri değeri, tüm gözlemler dahil edildiğinde elde edilen QIC bilgi kriteri değerinden daha büyük olduğu için bu gözlemlerin çıkarılmaması gerektiğine karar verilmiştir.

4.2.5.2. Alt-Orta gelirli ülkeler grubunun ekonomik büyümesinin tüm potansiyel değişkenler ile incelenmesi için GTD yaklaşımının uygulanması

Alt-Orta gelirli ülkeler grubunun GSYİH’nin potansiyel tüm değişkenler dikkate alınarak GTD yaklaşımı ile modellenmesinde, hangi link fonksiyonunun ve “çalışan korelasyon matris” yapısının kullanılacağına karar vermek için uyum-iyiliği test istatistiklerinin değerlerine bakılmıştır ve elde edilen sonuçlar Çizelge 4.28’de verilmiştir.

Çizelge 4.28. Alt-Orta gelirli ülkeler grubunun ekonomik büyümesi için potansiyel değişkenlerle GTD yaklaşımında link fonksiyonları ve çalışan korelasyon matrislerinin karşılaştırılması için uyum iyiliği test istatistiklerinin değerleri

Dağılım	Link Fonksiyonu	Korelasyon Matrisi	QIC	QICC
Gamma	Log	Bağımsız	3.996*	9.996*
		AR(1)	6.164	12.164
		Değiştirilebilir	3.996*	9.996*
		M-bağımlı (M=2)	4.910	10.910
		Yapılandırılmamış	39.749	10.575
	Ters	Bağımsız	3.641	9.641
		AR(1)	23.048	10.340
		Değiştirilebilir	3.641	9.641
		M-bağımlı (M=2)	6.016	10.279
		Yapılandırılmamış	275.655	11.782
	Ters Kare	Bağımsız	-	-
		AR(1)	-	-
		Değiştirilebilir	-	-
		M-bağımlı (M=2)	-	-
		Yapılandırılmamış	-	-

Çizelge 4.28’de verilen uyum-iyiliği test istatistiği değerlerine göre en iyi link fonksiyonu “ters” link fonksiyonu ve en iyi “çalışan korelasyon matrisi” bağımsız veya değiştirilebilir korelasyon matrisi olarak belirlenmiştir. Alt-Orta gelirli ülkeler grubu için $\alpha = 0.05$ anlam düzeyinde GTD modelinde yer alan istatistiksel olarak anlamlı değişkenlere ilişkin değerler Çizelge 4.29’da verilmiştir.

Çizelge 4.29. Alt-Orta gelirli ülkeler grubu için potansiyel değişkenlerle GTD’de yer alan istatistiksel olarak anlamlı değişkenlere ilişkin sonuçlar

Bağımsız Değişkenler	$\hat{\beta}$	$s.e(\hat{\beta})$	%95 güven aralığı		Hipotez testi		
			Alt sınır	Üst sınır	Wald Ki-Kare	s.d	p değeri
Sabit terim	3.886E-12	2.1123E-13	3.47E-12	4.300E-12	338.471	1	0.000
İthalat	-3.67E-14	9.624E-15	-5.5E-14	-1.784E-14	14.546	1	0.000
Enerji kullanımı	-3.99E-15	5.38E-16	-5.05E-15	-2.94E-15	55.186	1	0.000

1970-2016 yılları arasında Üst-Orta gelirli ülkeler grubunun GSYİH’nin ters link fonksiyonu kullanılarak kurulan GTD modeli;

$$1/\hat{\mu}_{ij} = 3.88E^{-12} - 3.671E^{-14}(\text{İthalat})_{ij} - 3.998E^{-15}(\text{Enerji})_{ij}, \quad (4.15)$$

$i = \text{Alt – Orta Gelirli Ülkeler grubu}, j = 1970, 1986, \dots, 2013$

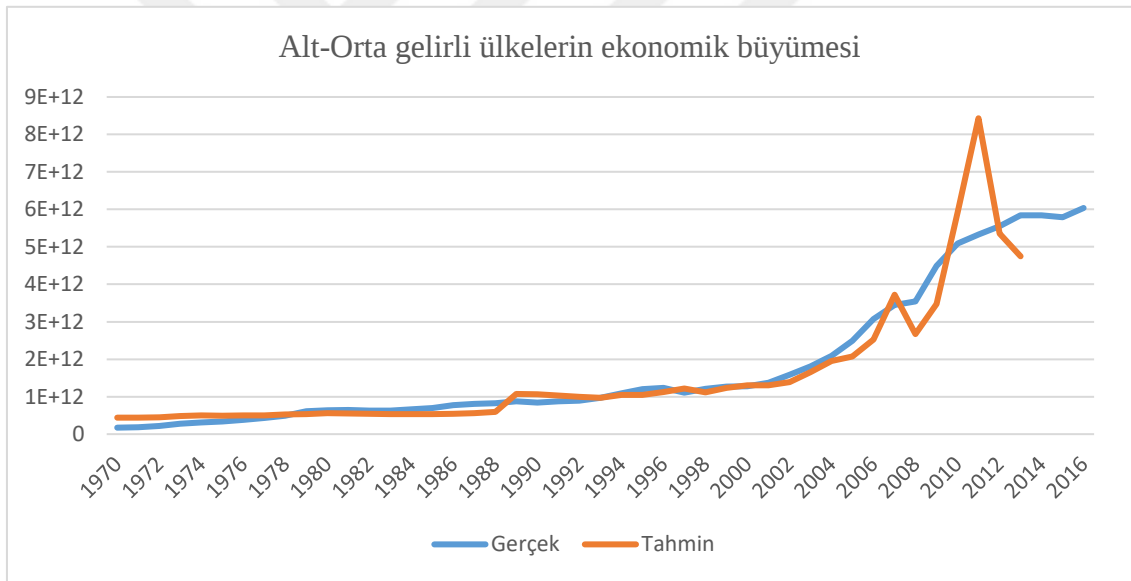
veya

$$\hat{\mu}_{ij} = 1 / \left(3.88E^{-12} - 3.671E^{-14} (\text{İthalat})_{ij} - 3.998E^{-15} (\text{Enerji})_{ij} \right), \quad (4.16)$$

$i = \text{Alt - Orta Gelirli Ülkeler grubu}, j = 1970, 1986, \dots, 2013$

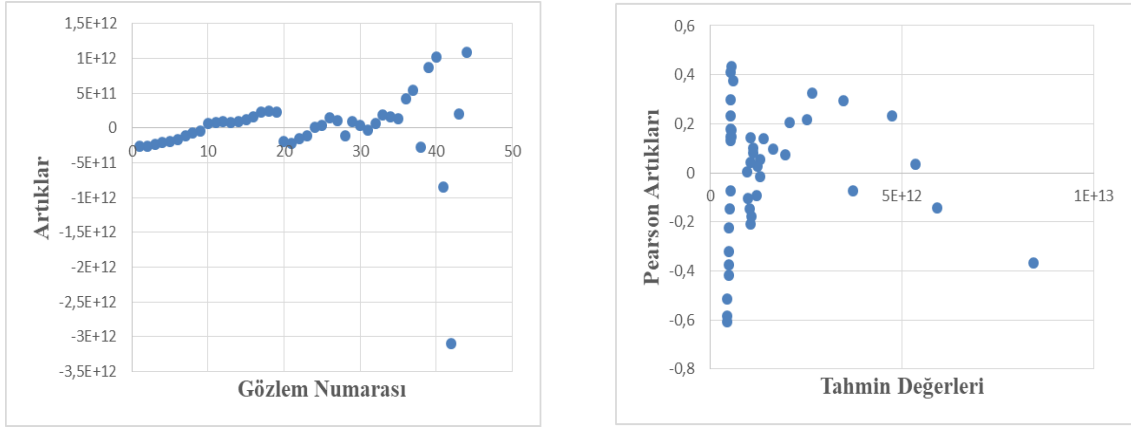
şeklinde. Burada ithalattaki ve enerji kullanımındaki artış GSYİH'nin tahmin değerini arttırmaktadır.

Alt-Orta gelirli ülkeler grubunun ekonomik büyümesinin 1970-2016 yıllarına ait gerçek (gözlenen) değerleri ile tüm potansiyel değişkenler göz önüne alınarak GTD yaklaşımı ile elde edilen 1970-2014 yıllarına ait tahmin değerleri Şekil 4.29'da verilmiştir. Burada 2014, 2015 ve 2016 yılları için eksik veriler olduğundan tahmin değerleri hesaplanamamıştır. Burada tahmin grafiğindeki sapmalar, modelde kullanılan değişkenlerin sapmanın olduğu yıllardaki değişimlerinin diğer yıllardakine göre daha fazla olmasından kaynaklanmaktadır.



Şekil 4.29. Alt-Orta gelirli ülkeler grubunun GSYİH'nin gerçek (gözlenen) değerleri ve GTD modeli tahmin değerleri

Kurulan modelde uzak ve etkili gözlemlerin tespiti için artıkların grafikleri çizilmiş ve Şekil 4.30'da verilmiştir.



Şekil 4.30. Alt-Orta gelirli ülkeler grubunun GSYİH'nin tüm potansiyel değişkenlerle GTD ile modellenmesine ilişkin artıklar

Şekil 4.30'da görüldüğü üzere GTD modeli kullanılarak elde edilen artık değerleri sıfır etrafında yoğunlaşmış olup, pozitif ya da negatif yönde bir kümelenme söz konusu değildir. Buradaki aykırı gözlemlerin etkili gözlem olup olmadığını anlamak için, bu gözlemler çıkarılarak yeniden model oluşturulmuştur. Yeni elde edilen modelin QIC bilgi kriteri değeri, tüm gözlemler dahil edildiğinde elde edilen QIC bilgi kriteri değerinden daha büyük olduğu için bu gözlemlerin çıkarılmaması gerektiğine karar verilmiştir.

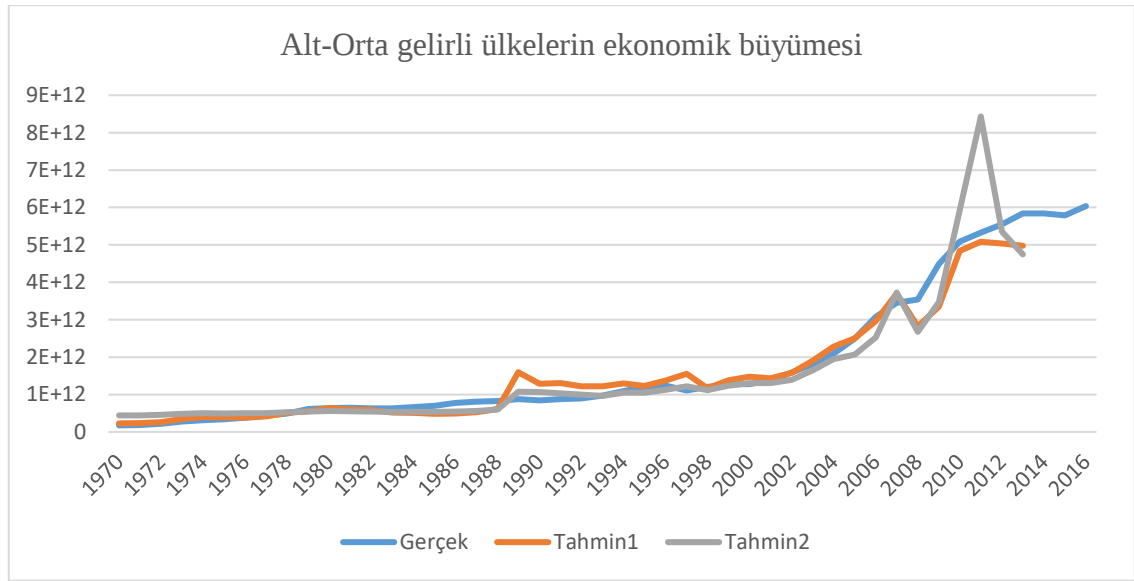
4.2.5.3. Alt-Orta gelirli ülkeler grubunun ekonomik büyümesinin nedeni olan değişkenlerle ve tüm potansiyel değişkenlerle incelenmesi için oluşturulan GTD modellerinin karşılaştırılması

Alt-Orta gelirli ülkeler grubunun ekonomik değerlendirilmesi için ekonomik büyümenin nedeni olan değişkenlerle ve Şekil 4.2'deki potansiyel değişkenlerle kurulan GTD modellerinin karşılaştırılması için uyum iyiliği test istatistiği değerleri Çizelge 4.30'da verilmiş olup, bu değerlere göre en iyi model nedeni olan değişkenlerle kurulan GTD modeli olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.30. Alt-Orta gelirli ülkeler grubunun ekonomik büyümesi için ekonomik büyümenin nedeni olan değişkenlerle ve potansiyel değişkenlerle kurulan GTD modellerinin karşılaştırılması için uyum-iyiliği test istatistikleri değerleri

GTD	QIC	QICC
Nedeni olan değişkenler ile	2.199*	10.199
Potansiyel değişkenler ile	3.641	9.641*

Alt-Orta gelirli ülkeler grubunun ekonomik büyümesinin 1970-2016 yıllarına ait gerçek (gözlenen) değerleri ile bu ülke grubunda ekonomik büyümenin nedeni olan değişkenler dikkate alınarak GTD yaklaşımı ile elde edilen 1970-2014 yıllarına ait tahmin değerleri (Tahmin1) ve tüm potansiyel değişkenler göz önüne alınarak GTD yaklaşımı ile elde edilen 1970-2014 yıllarına ait tahmin değerleri (Tahmin2) Şekil 4.31’de verilmiştir. Burada 2011 yılındaki kırılma, Tahmin 2 modelinde kullanılan bağımsız değişkenlerdeki düzensizlikler kaynaklı olup 2008 global ekonomik krizin 2011 yılında etkisini gösterdiğini işaret etmektedir.



Şekil 4.31. Alt-Orta gelirli ülkeler grubunun GSYİH gerçek (gözlenen) değerleri, ekonomik büyümenin nedeni olan değişkenlerle GTD modeli tahmin değerleri (Tahmin1) ve tüm değişkenlerle GTD modeli tahmin değerleri (Tahmin 2)

4.2.6. Düşük gelirli ülkeler grubunun ekonomik büyümesinin incelenmesi için

GTD yaklaşımının uygulanması

Düşük gelirli ülkeler grubunun GSYİH’nin potansiyel tüm değişkenler dikkate alınarak GTD yaklaşımı ile modellenmesinde, hangi link fonksiyonunun ve “çalışan korelasyon matris” yapısının kullanılacağına karar vermek için uyum-iyiliği test istatistiklerinin değerlerine bakılmıştır ve elde edilen sonuçlar Çizelge 4.31’de verilmiştir.

Çizelge 4.31. Düşük gelirli ülkeler grubunun ekonomik büyümesi için GTD yaklaşımında link fonksiyonları ve çalışan korelasyon matrislerinin karşılaştırılması için uyum-iyiliği test istatistiklerinin değerleri

Dağılım	Link Fonksiyonu	Korelasyon Matrisi	QIC	QICC
Gamma	Log	Bağımsız	4.652*	8.652*
		AR(1)	10.830	14.830
		Değiştirilebilir	4.652*	8.652*
		M-bağımlı (M=2)	6.032	10.032
		Yapılandırılmamış	28.876	16.003
	Ters	Bağımsız	4.448	8.448
		AR(1)	17.029	10.158
		Değiştirilebilir	4.448	8.448
		M-bağımlı (M=2)	7.020	10.320
		Yapılandırılmamış	42.800	15.515
	Ters Kare	Bağımsız	5.407	9.407
		AR(1)	20.156	10.409
		Değiştirilebilir	5.407	9.407
		M-bağımlı(M=2)	13.473	9.831
		Yapılandırılmamış	22.993	12.330

Çizelge 4.31’de verilen uyum-iyiliği test istatistiği değerlerine göre en iyi link fonksiyonu “ters” link fonksiyonu ve en iyi “çalışan korelasyon matrisi” bağımsız veya değiştirilebilir korelasyon matrisi olarak belirlenmiştir. Düşük gelirli ülkeler grubu için $\alpha = 0.05$ anlam düzeyinde GTD modelinde yer alan istatistiksel olarak anlamlı değişkenlere ilişkin değerler Çizelge 4.32’de verilmiştir.

Çizelge 4.32. Düşük gelirli ülkeler grubu için GTD’de yer alan istatistiksel olarak anlamlı değişkenlere ilişkin sonuçlar

Bağımsız Değişkenler	$\hat{\beta}$	$s.e(\hat{\beta})$	%95 güven aralığı		Hipotez testi		
			Alt sınır	Üst sınır	Wald Ki-Kare	s.d	P değeri
Sabit terim	2.73E-11	4.13E-12	1.92E-11	3.54E-11	43.658	1	0.000
İthalat	-6.24E-13	1.06E-13	-8.33E-13	-4.17E-13	34.087	1	0.000

1990-2016 yılları arasında düşük gelirli ülkeler grubunun GSYİH’nin ters link fonksiyonu kullanılarak kurulan GTD modeli;

$$1/\hat{\mu}_{ij} = 2,73E^{-11} - 6,24E^{-13}(\hat{Ithalat})_{ij}, \quad (4.17)$$

$i = \text{Düşük Gelirli Ülkeler grubu}, j = 1990, 1986, \dots, 2016$

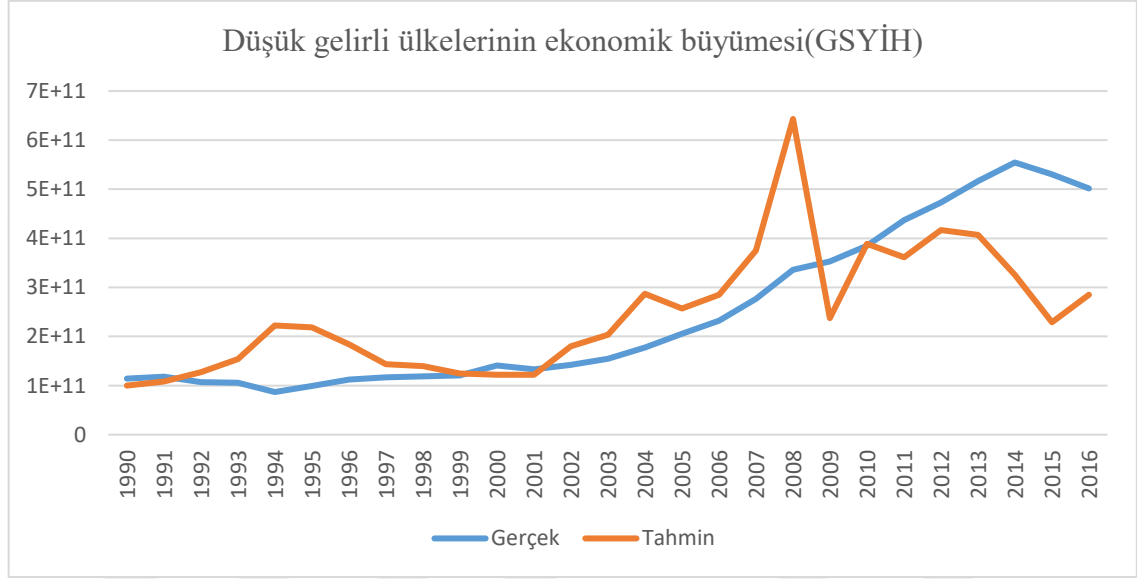
veya

$$\hat{\mu}_{ij} = 1/(2,73E^{-11} - 6,24E^{-13}(\hat{Ithalat})_{ij}), \quad (4.18)$$

$i = \text{Düşük Gelirli Ülkeler grubu}, j = 1990, 1986, \dots, 2016$

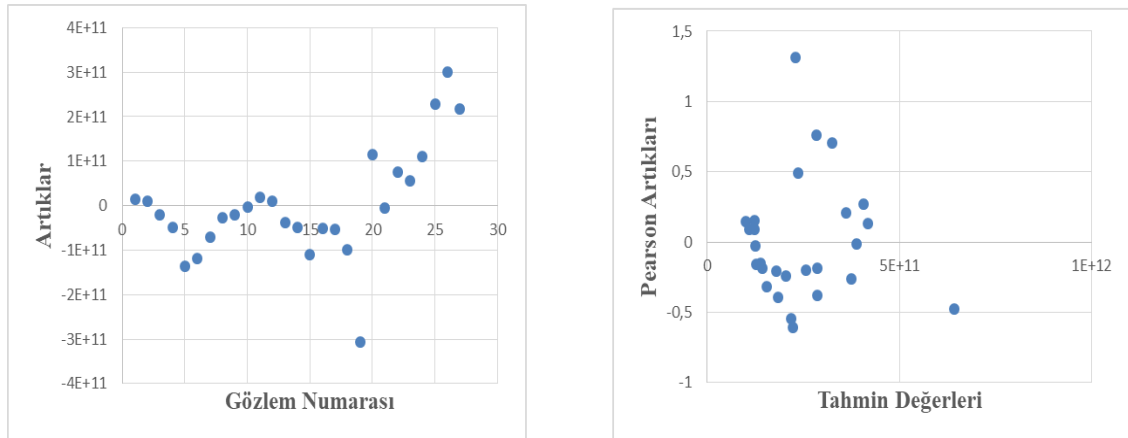
şeklinde. Burada ithalattaki artış GSYİH'nin tahmin değerini arttırmaktadır.

Düşük gelirli ülkeler grubunun ekonomik büyümesinin 1990-2016 yıllarına ait gerçek (gözlenen) değerleri ile GTD yaklaşımı ile elde edilen tahmin değerleri Şekil 4.32'de verilmiştir. Burada tahmin grafiğindeki sapmalar, modelde kullanılan değişkenin sapmanın olduğu yıllardaki değişimlerinin diğer yıllardakine göre daha fazla olmasından kaynaklanmaktadır.



Şekil 4.32. Düşük gelirli ülkeler grubunun GSYİH'nin gerçek (gözlenen) değerleri ve GTD modeli tahmin değerleri

Kurulan modelde uzak ve etkili gözlemlerin tespiti için artıkların grafikleri çizilmiş ve Şekil 4.33'te verilmiştir.



Şekil 4.33. Düşük gelirli ülkeler grubunun GSYİH'nin GTD ile modellenmesine ilişkin artıklar

Şekil 4.33'te görüldüğü üzere GTD modeli kullanılarak elde edilen artık değerleri sıfır etrafında yoğunlaşmış olup, pozitif ya da negatif yönde bir kümelenme söz konusu değildir. Buradaki aykırı gözlemlerin etkili gözlem olup olmadığını anlamak için, bu gözlemler çıkarılarak yeniden model oluşturulmuştur. Yeni elde edilen modelin QIC bilgi kriteri değeri, tüm gözlemler dahil edildiğinde elde edilen QIC bilgi kriteri değerinden daha büyük olduğu için bu gözlemlerin çıkarılmaması gerektiğine karar verilmiştir.

4.3. Risk Gruplarına Göre Ülkelerin Ekonomik Büyümelerinin İncelenmesi için GTD Yaklaşımının Uygulanması

Bu bölümde, ekonomik büyüme (GSYİH) bağımlı değişken olarak diğer değişkenler ise bağımsız değişken olarak alınarak risk grupları için GTD'ler oluşturulmuştur. Modellemede hangi link fonksiyonunu ve korelasyon matrisinin kullanılacağına karar vermek için QIC ve QICC bilgi kriterleri kullanılmıştır.

4.3.1. Düşük risk grubu ülkelerin ekonomik büyümelerinin incelenmesi için GTD yaklaşımının uygulanması

Düşük risk grubu ülkelerin (Avustralya, Avusturya, Kanada, Danimarka, Finlandiya, İrlanda, Hollanda, Norveç, İsveç) GSYİH'nin potansiyel tüm değişkenler dikkate alınarak GTD yaklaşımı ile modellenmesinde, hangi link fonksiyonunun ve “çalışan korelasyon matris” yapısının kullanılacağına karar vermek için uyum-iyiliği test istatistiklerinin değerlerine bakılmıştır ve elde edilen sonuçlar Çizelge 4.33'te verilmiştir.

Çizelge 4.33. Düşük risk grubu ülkelerin ekonomik büyümesi için GTD yaklaşımında link fonksiyonları ve çalışan korelasyon matrislerinin karşılaştırılması için uyum iyiliği test istatistiklerinin değerleri

Dağılım	Link Fonksiyonu	Korelasyon Matrisi	QIC	QICC
Gamma	Log	Bağımsız	165.243*	119.177*
		AR(1)	258.472	205.870
		Değiştirilebilir	1002.136	788.027
		M-bağımlı (M=2)	184.747	158.564
		Yapılandırılmamış	213.067	214.580
	Ters	Bağımsız	-	-
		AR(1)	-	-
		Değiştirilebilir	336.515	210.232
		M-bağımlı (M=2)	400.907	178.036
		Yapılandırılmamış	245.228	178.110

Çizelge 4.33’de verilen uyum-iyiliği test istatistiği değerlerine göre en iyi link fonksiyonu “log” link fonksiyonu ve en iyi “çalışan korelasyon matrisi” bağımsız korelasyon matrisi olarak belirlenmiştir. Düşük risk grubu ülkeler için $\alpha = 0.05$ anlam düzeyinde GTD modelinde yer alan istatistiksel olarak anlamlı değişkenlere ilişkin değerler Çizelge 4.34’te verilmiştir.

Çizelge 4.34. Düşük risk grubu ülkeler için GTD’de yer alan istatistiksel olarak anlamlı değişkenlere ilişkin sonuçlar

Bağımsız Değişkenler	$\hat{\beta}$	$s.e(\hat{\beta})$	%95 güven aralığı		Hipotez testi		
			Alt sınır	Üst sınır	Wald Ki-Kare	s.d.	P değeri
Sabit terim	24.547	0.3564	23.849	25.246	4743.145	1	0.000
Elektrik tüketimi	-3.21E-05	1.036E-05	-5.25E-05	-1.18E-05	9.641	1	0.002
Enerji kullanımı	0.0003	8.449E-05	0.000	0.001	16.203	1	0.000
Doğrudan yabancı yatırım	5.59E-12	9.117E-13	3.80E-12	7.38E-12	37.640	1	0.000
Nüfus artış oranı	0.525	0.1706	0.191	0.860	9.487	1	0.002

1980-2014 yılları arasında düşük risk grubu ülkelerin GSYİH’nin log-link fonksiyonu kullanılarak kurulan GTD modeli;

$$\log(\hat{\mu}_{ij}) = 24.547 - 3.21E^{-5} (Elektrik)_{ij} + 0.0003(Enerji)_{ij} + 5.59E^{-12} (YabancıDışYatırım)_{ij} + 0.525(Nüfus)_{ij},$$

$i = \text{Avustralya, Avusturya, Kanada, Danimarka, Finlandiya, İrlanda, Hollanda, Norvec, İsvec};$

$j = 1980, 1986, \dots, 2014$

veya

$$\hat{\mu}_{ij} = \exp \left(24.547 - 3.21E^{-5} (Elektrik)_{ij} + 0.0003(Enerji)_{ij} + 5.59E^{-12} (YabancıDışYatırım)_{ij} + 0.525(Nüfus)_{ij} \right),$$

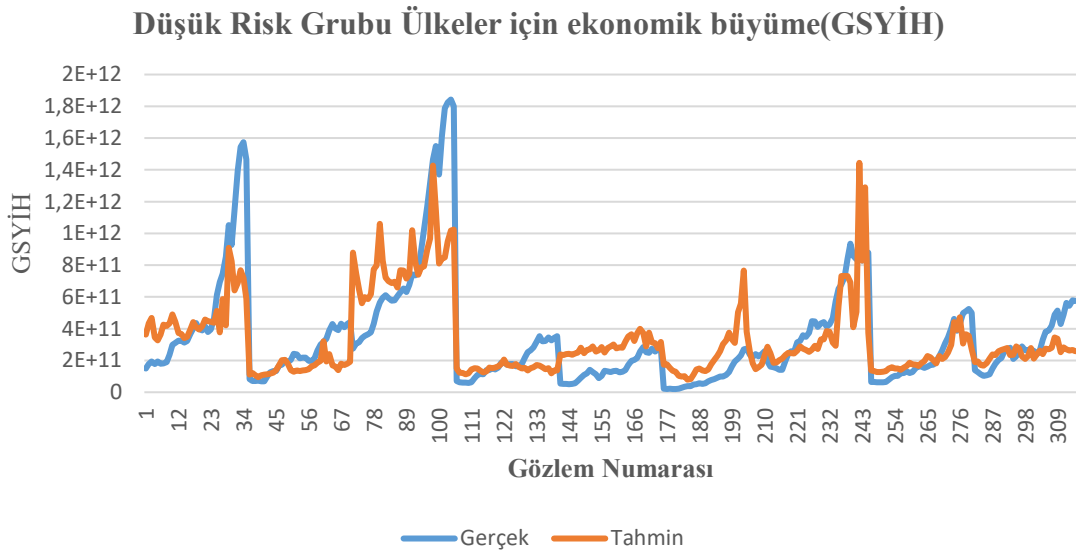
$i = \text{Avustralya, Avusturya, Kanada, Danimarka, Finlandiya, İrlanda, Hollanda, Norvec, İsvec};$

$j = 1980, 1986, \dots, 2014$

şeklinde dir. Burada, düşük risk grubundaki herhangi bir ülkede elektrik tüketimindeki 1 birimlik artış GSYİH’nin tahmin değerini $\exp(-3.21E^{-5}) \cong 1$ katına düşürmekte, enerji kullanımındaki 1 birimlik artış GSYİH’nin tahmin değerini $\exp(0.0003) = 1.0003$ katına, doğrudan yabancı yatırımdaki 1 birimlik artış GSYİH’nin tahmin değerini

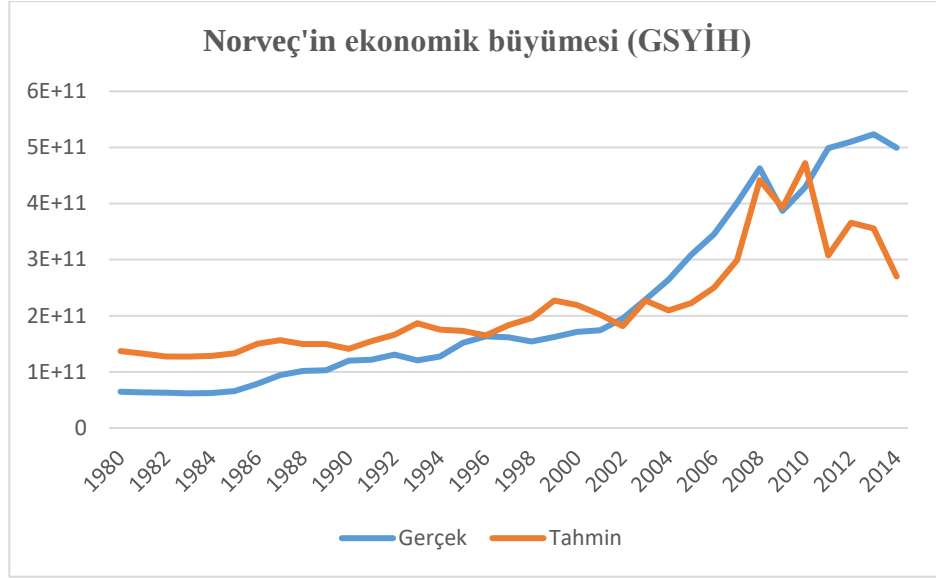
$\exp(5.59E^{-12}) \cong 1$ katına, nüfus artış oranındaki 1 birimlik artış GSYİH'nin tahmin değerini $\exp(0.525) = 1.6905$ katına çıkarmaktadır.

Düşük risk grubu ülkelerinin ekonomik büyümelerinin 1980-2014 yıllarına ait gerçek (gözlenen) değerleri ile GTD yaklaşımı ile elde edilen tahmin değerleri Şekil 4.35'te verilmiştir. Ayrıca, düşük risk grubu ülkelerden Norveç'in ekonomik büyümesinin 1980-2014 gerçek (gözlenen) değerleri ile GTD yaklaşımı ile elde edilen tahmin değerleri Şekil 4.36'da verilmiştir. Burada tahmin grafiğindeki sapmalar, modelde kullanılan değişkenlerin sapmanın olduğu yıllardaki değişimlerinin diğer yıllardakine göre daha fazla olmasından kaynaklanmaktadır.



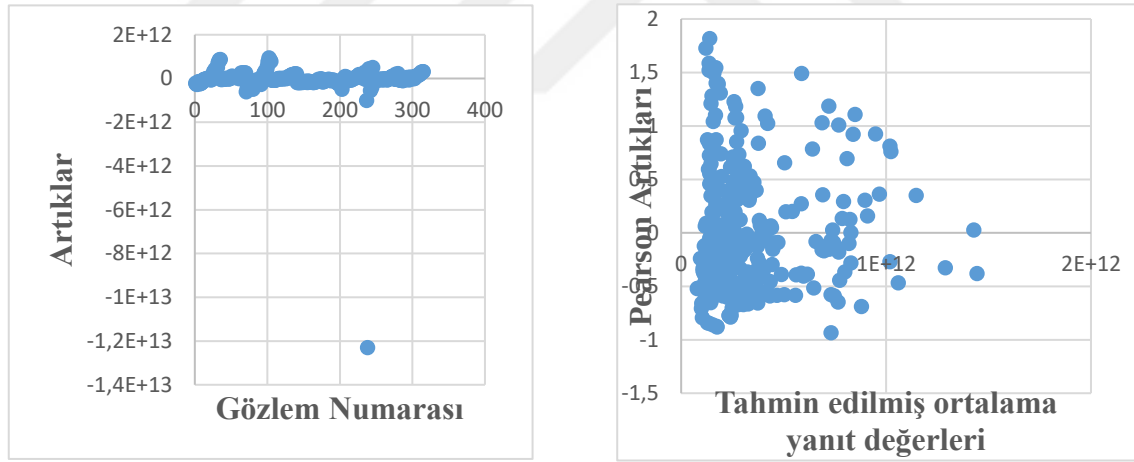
Şekil 4.35. Düşük risk grubu ülkelerin GSYİH'nin gerçek (gözlenen) değerleri ve GTD modeli tahmin değerleri

Düşük risk grubundaki ülkelerden Norveç için 1980-2014 yıllarındaki GSYİH'nin gerçek (gözlenen) değerleri ile GTD yaklaşımı ile elde edilen tahmin değerleri Şekil 4.31'de verilmiştir.



Şekil 4.36. Norveç'in GSYİH'nin gerçek (gözlenen) değerleri ve GTD modeli tahmin değerleri

Düşük risk grubu ülkelerin GTD yaklaşımı ile kurulan modeldeki uzak ve etkili gözlemlerin tespiti için artıkların grafikleri çizilmiş ve Şekil 4.37'de verilmiştir.



Şekil 4.37. Düşük risk grubu ülkelerin ekonomik büyümelerinin GTD ile modellenmesinde artıklar

Şekil 4.37'de görüldüğü üzere GTD modeli kullanılarak elde edilen artık değerleri sıfır etrafında yoğunlaşmış olup, pozitif ya da negatif yönde bir kümelenme söz konusu değildir. Buradaki aykırı gözlemlerin etkili gözlem olup olmadığını anlamak için, bu gözlemler çıkarılarak yeniden model oluşturulmuştur. Yeni elde edilen modelin QIC bilgi kriteri değeri, tüm gözlemler dahil edildiğinde elde edilen QIC bilgi kriteri değerinden daha büyük olduğu için bu gözlemlerin çıkarılmaması gerektiğine karar verilmiştir.

4.3.2. Alt-Orta risk grubu ülkelerin ekonomik büyümelerinin incelenmesi için GTD yaklaşımının uygulanması

Alt-Orta risk grubu ülkelerin (Arjantin, Fransa, Almanya, İtalya, Portekiz, Singapur, İspanya, İngiltere) GSYİH'nin potansiyel tüm değişkenler dikkate alınarak GTD yaklaşımı ile modellenmesinde, hangi link fonksiyonunun ve “çalışan korelasyon matrisi” yapısının kullanılacağına karar vermek için uyum-iyiliği test istatistiklerinin değerlerine bakılmıştır ve elde edilen sonuçlar Çizelge 4.35'te verilmiştir.

Çizelge 4.35. Alt-Orta risk grubu ülkelerin ekonomik büyümesi için GTD yaklaşımında link fonksiyonları ve çalışan korelasyon matrislerinin karşılaştırılması için uyum iyiliği test istatistiklerinin değerleri

Dağılım	Link Fonksiyonu	Korelasyon Matrisi	QIC	QICC
Gamma	Log	Bağımsız	128.616*	80.340*
		AR(1)	251.526	147.329
		Değiştirilebilir	223.455	110.533
		M-bağımlı (M=2)	154.062	85.133
		Yapılandırılmamış	376.631	145.246
	Ters	Bağımsız	156.394	127.259
		AR(1)	277.800	138.759
		Değiştirilebilir	264.009	140.310
		M-bağımlı (M=2)	193.932	133.967
		Yapılandırılmamış	638.605	154.243

Çizelge 4.35'de verilen uyum-iyiliği test istatistiği değerlerine göre en iyi link fonksiyonu “log” link fonksiyonu ve en iyi “çalışan korelasyon matrisi” bağımsız korelasyon matrisi olarak belirlenmiştir. Düşük risk grubu ülkeler için $\alpha = 0.05$ anlam düzeyinde GTD modelinde yer alan istatistiksel olarak anlamlı değişkenlere ilişkin değerler Çizelge 4.36'da verilmiştir.

Çizelge 4.36. Alt-Orta Risk Grubu ülkeler için GTD'de yer alan istatistiksel olarak anlamlı değişkenlere ilişkin sonuçlar

Bağımsız Değişkenler	$\hat{\beta}$	$s.e(\hat{\beta})$	%95 güven aralığı		Hipotez testi		
			Alt sınır	Üst sınır	Wald Ki-Kare	s.d.	P-değeri
Sabit terim	25.217	0.2738	24.680	25.753	8484.883	1	0.000
Elektrik tüketimi	0.001	4.9655E-05	0.000	0.001	119.845	1	0.000
Doğrudan yabancı yatırım	3.711E-12	1.0964E-12	1.562E-12	5.860E-12	11.453	1	0.001
İthalat	-0.021	0.0012	-0.024	-.0019	317.726	1	0.000

1980-2014 yılları arasında alt-orta risk grubu ülkelerin GSYİH'nin log-link fonksiyonu kullanılarak kurulan GTD modeli;

$$\log(\hat{\mu}_{ij}) = 25.217 - 0.001(Elektrik)_{ij} + 3.711E^{-12}(DYY)_{ij} - 0.021(\dot{Ithalat})_{ij},$$

$$i = Arjantin, Fransa, Almanya, İtalya, Portekiz, \\ Singapur, İspanya, İngiltere$$

$$j = 1980, 1986, \dots, 2014$$
(4.21)

veya

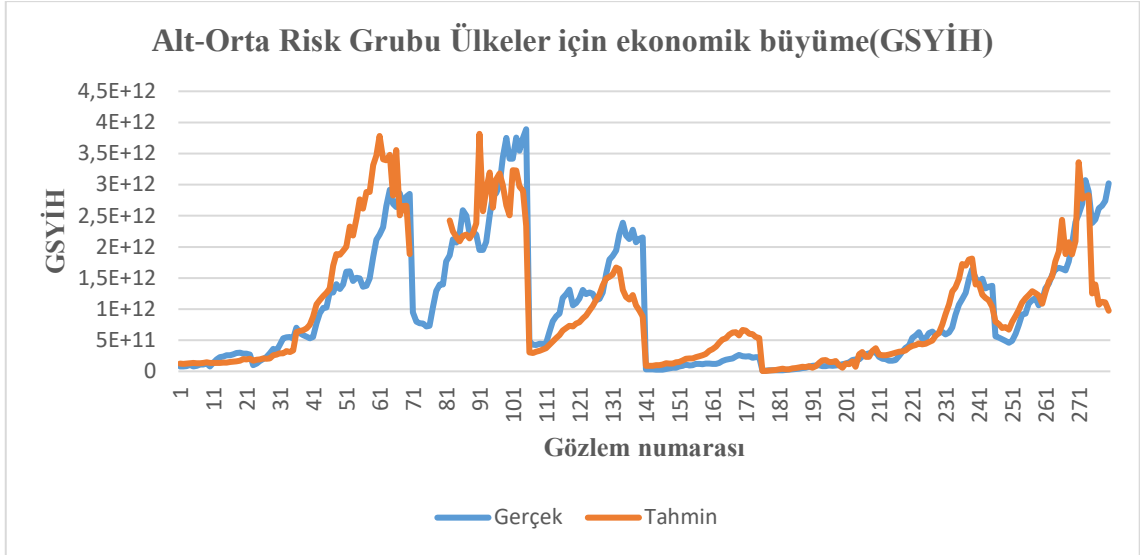
$$\hat{\mu}_{ij} = \exp \left(\begin{array}{l} 25.217 - 0.001(Elektrik)_{ij} + 3.711E^{-12}(DYY)_{ij} \\ -0.021(\dot{Ithalat})_{ij} \end{array} \right),$$

$$i = Arjantin, Fransa, Almanya, İtalya, Portekiz, \\ Singapur, İspanya, İngiltere$$

$$j = 1980, 1986, \dots, 2014$$
(4.22)

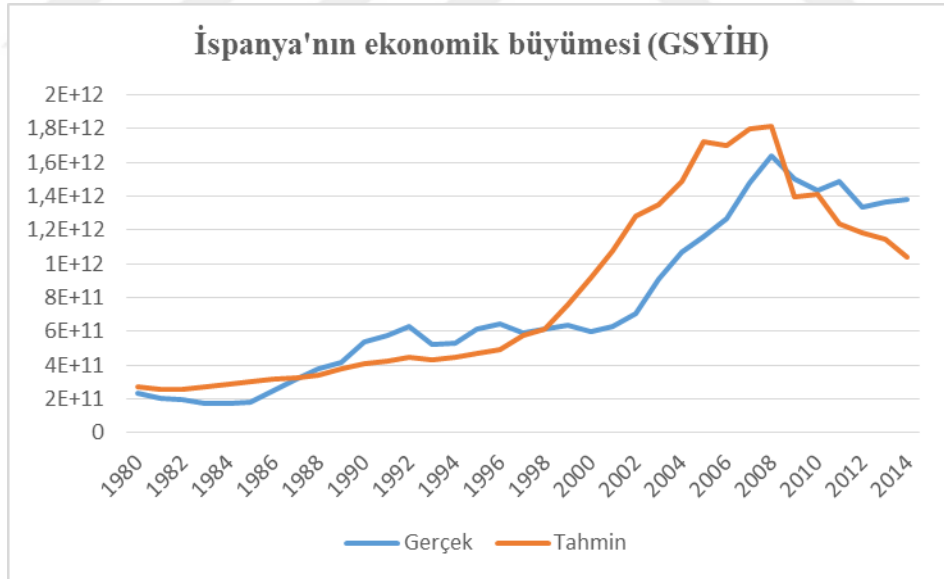
şeklindedir. Burada, alt-orta risk grubundaki herhangi bir ülkede elektrik tüketimindeki 1 birimlik artış GSYİH'nin tahmin değerini $\exp(-0.001) = 0.9999$ katına, ithalattaki 1 birimlik artış GSYİH'nin tahmin değerini $\exp(-0.021) = 0.9782$ katına düşürmekte, doğrudan yabancı yatırım miktarındaki 1 birimlik artış GSYİH'nin tahmin değerini $\exp(2.49E^{-12}) \cong 1$ katına çıkarmaktadır.

Alt-orta risk grubu ülkelerinin ekonomik büyümesinin 1980-2014 yıllarına ait gerçek (gözlenen) değerleri ile GTD yaklaşımı ile elde edilen tahmin değerleri Şekil 4.38'de verilmiştir. Ayrıca, örnek olarak alt-orta risk grubu ülkelerden İspanya'nın ekonomik büyümesinin 1980-2014 gerçek (gözlenen) değerleri ile GTD yaklaşımı ile elde edilen tahmin değerleri Şekil 4.39'da verilmiştir. Burada tahmin grafiğindeki sapmalar, modelde kullanılan değişkenlerin sapmanın olduğu yıllardaki değişimlerinin diğer yıllardakine göre daha fazla olmasından kaynaklanmaktadır.



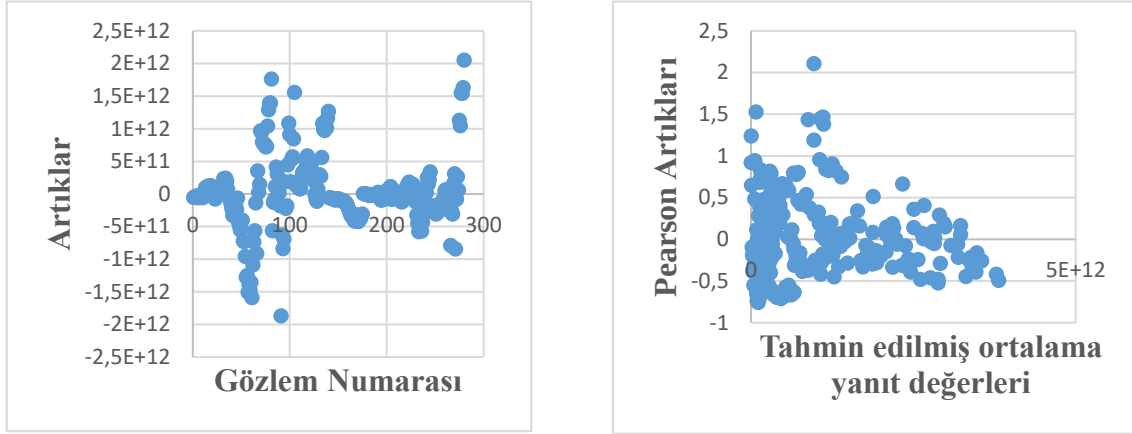
Şekil 4.38. Alt-orta risk grubu ülkelerinin GSYİH'nin gerçek(gözlenen) değerleri ve GTD modeli tahmin değerleri

Alt-orta risk grubundaki ülkelerden İspanya için 1980-2014 yıllarındaki GSYİH'nin gerçek (gözlenen) değerleri ile GTD yaklaşımı ile elde edilen tahmin değerleri Şekil 4.39'da verilmiştir.



Şekil 4.39. İspanya'nın GSYİH'nin gerçek (gözlenen) değerleri ve GTD modeli tahmin değerleri

Alt-orta risk grubundaki ülkelerin GTD yaklaşımı ile kurulan modeldeki uzak ve etkili gözlemlerin tespiti için artıkların grafikleri çizilmiş ve Şekil 4.40'da verilmiştir.



Şekil 4.40 Alt-orta risk grubu ülkelerin ekonomik büyümelerinin GTD ile modellenmesinde artıklar

Şekil 4.40’tan görüldüğü üzere GTD modeli kullanılarak elde edilen artık değerleri sıfır etrafında yoğunlaşmış olup, pozitif ya da negatif yönde bir kümelenme söz konusu değildir.

4.3.3. Üst-Orta risk grubu ülkelerin ekonomik büyümelerinin incelenmesi için GTD yaklaşımının uygulanması

Üst-Orta risk grubu ülkelerin (Kolombiya, Mısır, Endonezya, İsrail, Malezya, Meksika, Peru, Filipinler, Suudi Arabistan, Güney Afrika, Tayland, Türkiye) GSYİH’nin potansiyel tüm değişkenler dikkate alınarak GTD yaklaşımı ile modellenmesinde, hangi link fonksiyonunun ve “çalışan korelasyon matris” yapısının kullanılacağına karar vermek için uyum-iyiliği test istatistiklerinin değerlerine bakılmıştır ve elde edilen sonuçlar Çizelge 4.37’de verilmiştir.

Çizelge 4.37. Üst-Orta risk grubu ülkelerin ekonomik büyümesi için GTD yaklaşımında link fonksiyonları ve çalışan korelasyon matrislerinin karşılaştırılması için uyum iyiliği test istatistiklerinin değerleri

Dağılım	Link Fonksiyonu	Korelasyon Matrisi	QIC	QICC
Gamma	Log	Bağımsız	194.080*	147.269*
		AR(1)	498.514	406.163
		Değiştirilebilir	612.946	378.116
		M-bağımlı (M=2)	345.918	279.769
		Yapılandırılmamış	-	-
	Ters	Bağımsız	240.002	209.122
		AR(1)	1549.528	266.955
		Değiştirilebilir	774.792	273.117
		M-bağımlı (M=2)	513.482	309.163
		Yapılandırılmamış	611.496	528.768

Çizelge 4.37’de verilen uyum-iyiliği test istatistiği değerlerine göre en iyi link fonksiyonu “log” link fonksiyonu ve en iyi “çalışan korelasyon matrisi” bağımsız korelasyon matrisi olarak belirlenmiştir. Düşük risk grubu ülkeler için $\alpha = 0.05$ anlam düzeyinde GTD modelinde yer alan istatistiksel olarak anlamlı değişkenlere ilişkin değerler Çizelge 4.38’de verilmiştir.

Çizelge 4.38. Üst-Orta Risk Grubu ülkeler için GTD’de yer alan istatistiksel olarak anlamlı değişkenlere ilişkin sonuçlar

Bağımsız Değişkenler	$\hat{\beta}$	$s.e(\hat{\beta})$	%95 güven aralığı		Hipotez testi		
			Alt sınır	Üst sınır	Wald Ki-Kare	s.d	p değeri
Sabit terim	25.885	0.3103	25.277	26.493	6959.424	1	0.000
Elektrik tüketimi	-0.00014	6.584E-05	0.000	-1.50E-05	4.789	1	0.029
CO ₂ emisyonu	0.147	0.0339	0.081	0.214	18.777	1	0.000
Doğrudan yabancı yatırım	8.49E-11	5.569E-12	7.40E-11	9.59E-11	232.891	1	0.000
Nüfus artış oranı	-0.462	0.1290	-0.715	-0.209	12.822	1	0.000

1980-2014 yılları arasında üst-orta risk grubu ülkelerinin GSYİH’nin log-link fonksiyonu kullanılarak kurulan GTD modeli;

$$\log(\hat{\mu}_{ij}) = 25.885 - 0.00014(Elektrik)_{ij} + 0.147(CO_2)_{ij} + 8.49E^{-11}(DYY)_{ij} - 0.462(Nüfus)_{ij},$$

$$i = \text{Kolombiya, Mısır, Endonezya, İsrail, Malezya, Meksika, Peru, Filipinler, Suudi Arabistan, Güney Afrika, Tayland, Türkiye}$$

$$j = 1980, 1986, \dots, 2014$$
(4.23)

veya

$$\hat{\mu}_{ij} = \exp \left(\begin{matrix} 25,885 - 0,00014(Elektrik)_{ij} + 0,147(CO_2)_{ij} \\ 8,49E^{-11}(DYY)_{ij} - 0,462(Nüfus)_{ij} \end{matrix} \right),$$

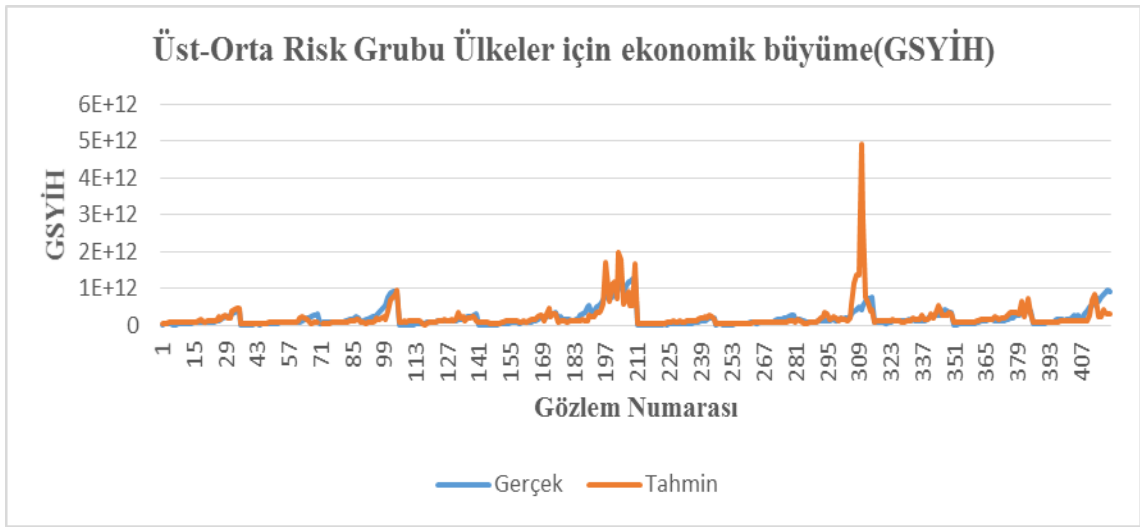
$$i = \text{Kolombiya, Mısır, Endonezya, İsrail, Malezya, Meksika, Peru, Filipinler, Suudi Arabistan, Güney Afrika, Tayland, Türkiye}$$

$$j = 1980, 1986, \dots, 2014$$
(4.24)

şeklindedir. Burada üst orta risk grubundaki herhangi bir ülkede elektrik tüketimindeki 1 birimlik artış GSYİH’nin tahmin değerini $\exp(-0.00014) = 0.9999$ katına, nüfus artış oranındaki 1 birimlik artış 1 birimlik artış GSYİH’nin tahmin değerini $\exp(-0.462) = 0.6300$ katına düşürmekte iken, CO₂ emisyonundaki 1 birimlik artış GSYİH’nin tahmin değerini $\exp(0.147) = 1.1584$ katına, doğrudan yabancı yatırım

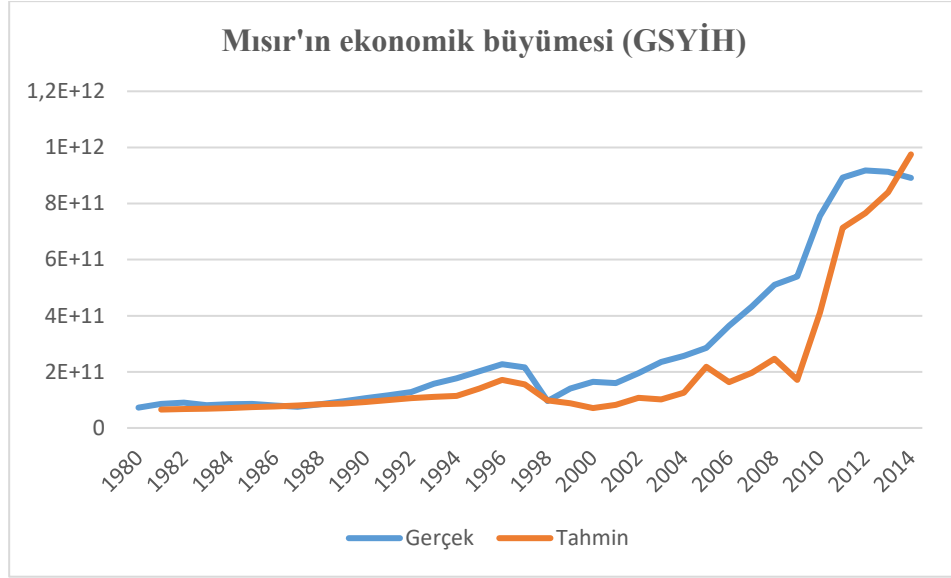
miktardaki 1 birimlik artış GSYİH'nin tahmin değerini $\exp(8.49E^{-11}) \cong 1$ katına çıkarmaktadır.

Üst-orta risk grubu ülkelerinin ekonomik büyümesinin 1980-2014 yıllarına ait gerçek (gözlenen) değerleri ile GTD yaklaşımı ile elde edilen tahmin değerleri Şekil 4.41'de verilmiştir. Ayrıca, örnek olarak üst-orta risk grubu ülkelerden Mısır'ın ekonomik büyümesinin 1980-2014 gerçek (gözlenen) değerleri ile GTD yaklaşımı ile elde edilen tahmin değerleri Şekil 4.42'de verilmiştir. Burada tahmin grafiğindeki sapmalar, modelde kullanılan değişkenlerin sapmanın olduğu yıllardaki değişimlerinin diğer yıllardakine göre daha fazla olmasından kaynaklanmaktadır.



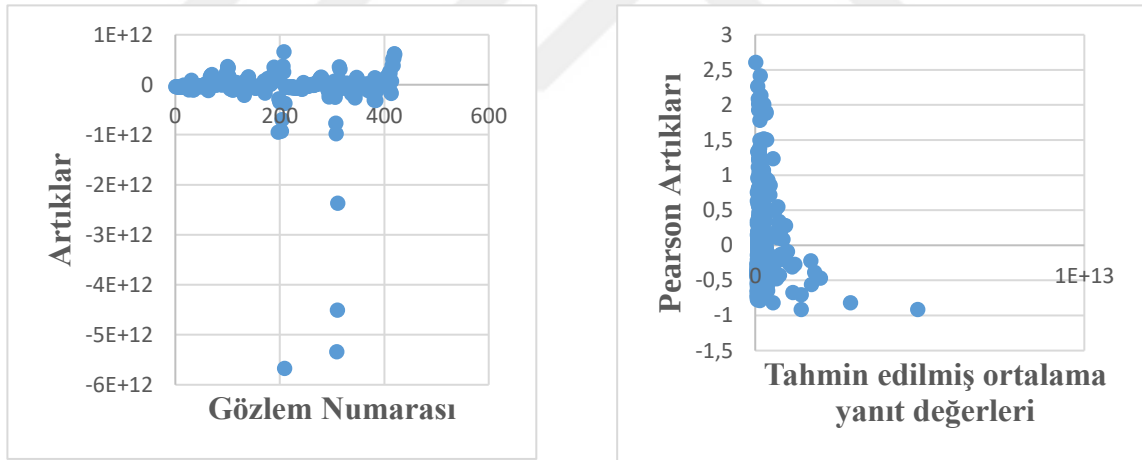
Şekil 4.41. Üst-orta risk grubu ülkelerin GSYİH'nin gerçek (gözlenen) değerleri ve GTD modeli Tahmin değerleri

Üst-orta risk grubundaki ülkelere Mısır için 1980-2014 yıllarındaki GSYİH'nin gerçek (gözlenen) değerleri ile GTD yaklaşımı ile elde edilen tahmin değerleri Şekil 4.42'de verilmiştir.



Şekil 4.42. Mısır'ın GSYİH'nin gerçek (gözlenen) değerleri ve GTD modeli tahmin değerleri

Üst-orta risk grubundaki ülkelerin GTD yaklaşımı ile kurulan modeldeki uzak ve etkili gözlemlerin tespiti için artıkların grafikleri çizilmiş ve Şekil 4.43'te verilmiştir.



Şekil 4.43. Üst-orta risk grubu ülkelerin ekonomik büyümelerinin GTD ile modellenmesinde artıklar

Şekil 4.43'ten görüldüğü üzere GTD modeli kullanılarak elde edilen artık değerleri sıfır etrafında yoğunlaşmış olup, pozitif ya da negatif yönde bir kümelenme sözkonusu değildir. Buradaki aykırı gözlemlerin etkili gözlem olup olmadığını anlamak için, bu gözlemler çıkarılarak yeniden model oluşturulmuştur. Yeni elde edilen modelin QIC bilgi kriteri değeri, tüm gözlemler dahil edildiğinde elde edilen QIC bilgi kriteri değerinden daha büyük olduğu için bu gözlemlerin çıkarılmaması gerektiğine karar verilmiştir.

4.3.4. Yüksek risk grubu ülkelerin ekonomik büyümelerinin incelenmesi için GTD yaklaşımının uygulanması

Yüksek risk grubu ülkelerin (Kamerun, Fildişi Sahili, Kenya, Nepal, Sri Lanka, Sudan) GSYİH'nin potansiyel tüm değişkenler dikkate alınarak GTD yaklaşımı ile modellenmesinde, hangi link fonksiyonunun ve “çalışan korelasyon matrisi” yapısının kullanılacağına karar vermek için uyum-iyiliği test istatistiklerinin değerlerine bakılmıştır ve elde edilen sonuçlar Çizelge 4.39’da verilmiştir.

Çizelge 4.39. Yüksek risk grubu ülkelerin ekonomik büyümesi için GTD yaklaşımında link fonksiyonları ve çalışan korelasyon matrislerinin karşılaştırılması için uyum iyiliği test istatistiklerinin değerleri

Dağılım	Link Fonksiyonu	Korelasyon Matrisi	QIC	QICC
Gamma	Log	Bağımsız	63.609*	38.608*
		AR(1)	228.362	98.640
		Değiştirilebilir	288.711	97.184
		M-bağımlı (M=2)	136.494	68.389
		Yapılandırılmamış	143.378	98.536
	Ters	Bağımsız	62.811	53.425
		AR(1)	228.903	108.711
		Değiştirilebilir	70.453	53.716
		M-bağımlı (M=2)	102.824	62.449
		Yapılandırılmamış	98.979	80.089

Çizelge 4.39’da verilen uyum-iyiliği test istatistiği değerlerine göre en iyi link fonksiyonu “log” link fonksiyonu ve en iyi “çalışan korelasyon matrisi” bağımsız korelasyon matrisi olarak belirlenmiştir. Düşük risk grubu ülkeler için $\alpha = 0.05$ anlam düzeyinde GTD modelinde yer alan istatistiksel olarak anlamlı değişkenlere ilişkin değerler Çizelge 4.40’da verilmiştir.

Çizelge 4.40. Yüksek Risk Grubu ülkeler için GTD’de yer alan istatistiksel olarak anlamlı değişkenlere ilişkin sonuçlar

Bağımsız Değişkenler	$\hat{\beta}$	$s.e(\hat{\beta})$	%95 güven aralığı		Hipotez testi		
			Alt sınır	Üst sınır	Wald Ki-Kare	s.d.	p değeri
Sabit terim	21.453	.4089	20.652	22.254	2752.504	1	0.000
Doğrudan yabancı yatırım	9.57E-10	3.103E-11	8.96E-10	1.01E-09	952.402	1	0.000
Enerji kullanımı	0.004	0.0011	0.002	0.006	11.162	1	0.001
İhracat	-0.013	0.0048	-0.023	-0.004	7.924	1	0.005
Elektrik tüketimi	0.003	0.0008	0.002	0.005	16.822	1	0.000

1980-2014 yılları arasında yüksek risk grubu ülkelerin GSYİH'nin log-link fonksiyonu kullanılarak kurulan GTD modeli;

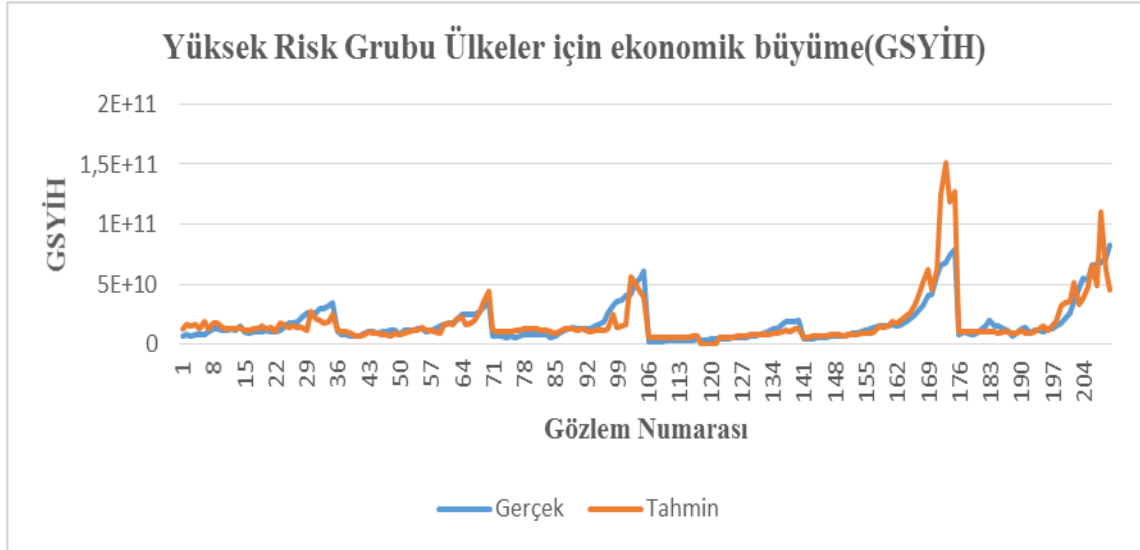
$$\begin{aligned} \log(\hat{\mu}_{ij}) = & 21.453 - 9,57E^{-10} (DYY)_{ij} + 0.004(Enerji)_{ij} \\ & - 0.013(\dot{I}hracat)_{ij} + 0.003(Elektrik)_{ij}, \\ & i = \text{Kamerun, Fildişi Sahili, Kenya, Nepal,} \\ & \quad \text{Sri Lanka, Sudan} \\ & j = 1980, 1986, \dots, 2014 \end{aligned} \quad (4.25)$$

veya

$$\begin{aligned} \hat{\mu}_{ij} = \exp \left(\begin{aligned} & 21.453 - 9,57E^{-10} (DYY)_{ij} + 0.004(Enerji)_{ij} \\ & - 0.013(\dot{I}hracat)_{ij} + 0.003(Elektrik)_{ij}, \end{aligned} \right) \\ & i = \text{Kamerun, Fildişi Sahili, Kenya, Nepal,} \\ & \quad \text{Sri Lanka, Sudan} \\ & j = 1980, 1986, \dots, 2014 \end{aligned} \quad (4.26)$$

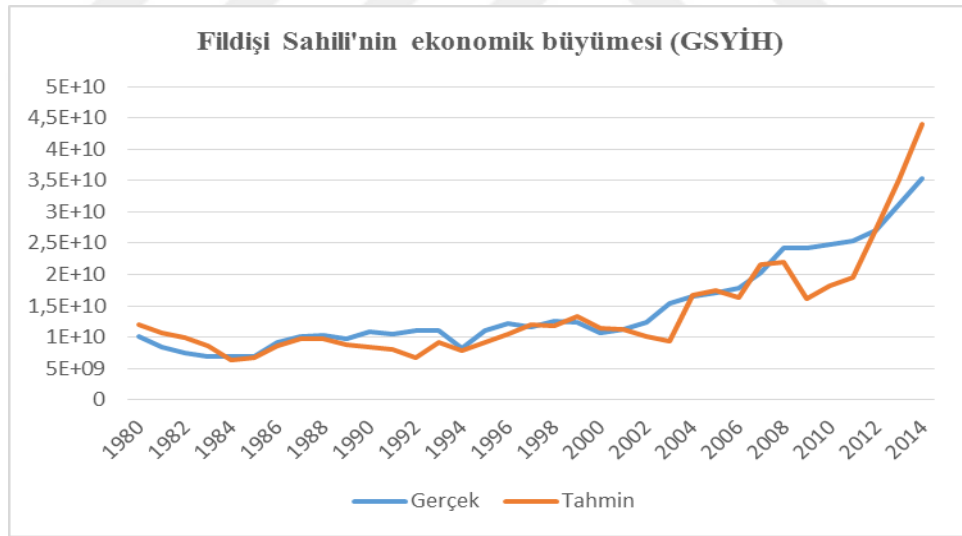
şeklindedir. Burada herhangi bir ülkede Doğrudan yabancı yatırımdaki 1 birimlik artış GSYİH'nin tahmin değerini $\exp(-9.57E^{-10}) \cong 1$ katına, ihracattaki 1 birimlik artış GSYİH'nin tahmin değerini $\exp(-0.013) = 1.0131$ katına düşürmekte iken enerji kullanımındaki 1 birimlik artış GSYİH'nin tahmin değerini $\exp(0.004) = 1.0040$ katına, elektrik tüketimindeki 1 birimlik artış GSYİH'nin tahmin değerini $\exp(0.003) = 1.0030$ katına çıkarmaktadır.

Yüksek risk grubu ülkelerinin ekonomik büyümesinin 1980-2014 yıllarına ait gerçek (gözlenen) değerleri ile GTD yaklaşımı ile elde edilen tahmin değerleri Şekil 4.44'te verilmiştir. Ayrıca, örnek olarak üst-yüksek risk grubu ülkelerden Fildişi Sahili'nin ekonomik büyümesinin 1980-2014 gerçek (gözlenen) değerleri ile GTD yaklaşımı ile elde edilen tahmin değerleri Şekil 4.45'te verilmiştir. Burada tahmin grafiğindeki sapmalar, modelde kullanılan değişkenlerin sapmanın olduğu yıllardaki değişimlerinin diğer yıllardakine göre daha fazla olmasından kaynaklanmaktadır.



Şekil 4.44.Yüksek risk grubu ülkelerin GSYİH'nin gerçek (gözlenen) değerleri ve GTD modeli tahmin değerleri

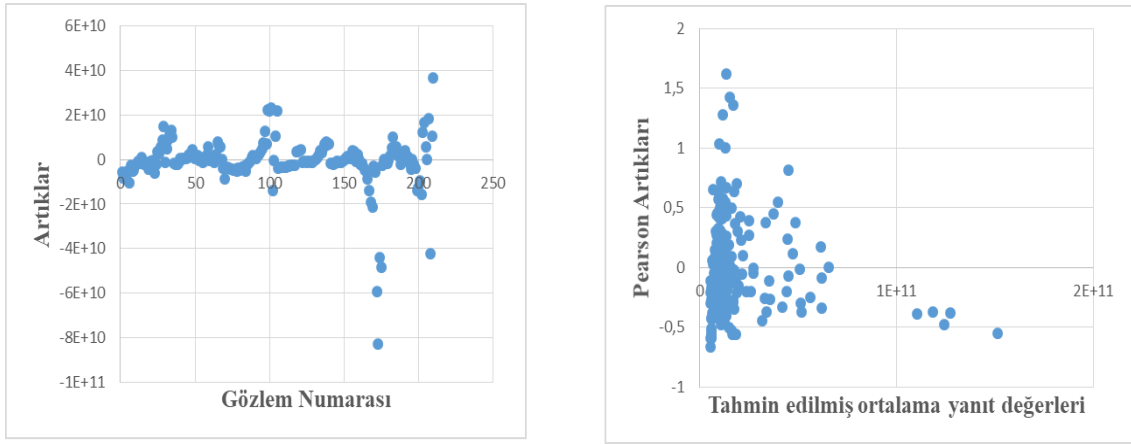
Yüksek risk grubundaki ülkelerden Fildişi için 1980-2014 yıllarındaki GSYİH'nin gerçek (gözlenen) değerleri ile GTD yaklaşımı ile elde edilen tahmin değerleri Şekil 4.45'te verilmiştir.



Şekil 4.45. Fildişi Sahili'nin GSYİH'nin gerçek (gözlenen) değerleri ve GTD modeli tahmin değerleri

Yüksek risk grubundaki ülkelerin GTD yaklaşımı ile kurulan modeldeki uzak ve etkili gözlemlerin tespiti için artıkların grafikleri çizilmiş ve Şekil 4.46'da verilmiştir.

Kurulan modelde uzak ve etkili gözlemlerin tespiti için artıkların grafikleri çizilmiş ve Şekil 4.46'da verilmiştir.



Şekil 4.46. Yüksek risk grubu ülkelerin ekonomik büyümelerinin GTD ile modellenmesinde artıklar

Şekil 4.46’da görüldüğü üzere GTD modeli kullanılarak elde edilen artık değerleri sıfır etrafında yoğunlaşmış olup, pozitif ya da negatif yönde bir kümelenme söz konusu değildir. Buradaki aykırı gözlemlerin etkili gözlem olup olmadığını anlamak için, bu gözlemler çıkarılarak yeniden model oluşturulmuştur. Yeni elde edilen modelin QIC bilgi kriteri değeri, tüm gözlemler dahil edildiğinde elde edilen QIC bilgi kriteri değerinden daha büyük olduğu için bu gözlemlerin çıkarılmaması gerektiğine karar verilmiştir.

4.4. Risk Gruplarına Göre Ülkelerin 2008 Global Ekonomik Kriz Yılındaki Ekonomik Büyümelerinin İncelenmesi için GLM Yaklaşımının Uygulanması

Bu bölümde, ekonomik büyüme (GSYİH) bağımlı değişken olarak diğer değişkenler ise bağımsız değişken olarak alınarak risk grupları için GLM’ler oluşturulmuştur. Modellemede hangi link fonksiyonunun kullanılacağına karar vermek için AIC, BIC, AICc ve CAIC bilgi kriterleri kullanılmıştır.

4.4.1. Düşük risk grubu ülkelerin 2008 global ekonomik kriz yılındaki ekonomik büyümelerinin incelenmesi için GLM yaklaşımının uygulanması

2008 global ekonomik kriz yılında, düşük risk grubu ülkelerin (Avustralya, Avusturya, Kanada, Danimarka, Finlandiya, İrlanda, Hollanda, Norveç, İsveç) Gamma dağılımına sahip olduğu varsayılan GSYİH’nin Şekil 4.2’deki potansiyel değişkenler dikkate alınarak yapılan GLM yaklaşımı ile modellenmesinde uygun link fonksiyonuna

karar vermek için uyum-iyiliği test istatistiklerinin değerlerine bakılmıştır ve Çizelge 4.41’de verilmiştir.

Çizelge 4.41. Düşük risk grubu ülkelerin ekonomik büyümeleri için GLM yaklaşımında farklı link fonksiyonlarının karşılaştırılması için uyum-iyiliği test istatistiklerinin değerleri

Link Fonksiyonu	AIC	AICc	BIC	CAIC
Log	500,085	510,085	500,874	504,874
Ters	500,222	510,222	501,011	505,011
Ters Kare	499,721*	509,721*	500,510*	504,510*

Çizelge 4.41’de verilen uyum-iyiliği test istatistiklerinin değerlerine göre en iyi link fonksiyonu bilgi kriterlerinin en küçük değerlerine sahip olan “ters kare” link fonksiyonu olarak belirlenmiş olup, düşük risk grubu ülkeler için $\alpha = 0.05$ anlam düzeyinde, GLM’de yer alan istatistiksel olarak anlamlı değişkenlere ilişkin değerler Çizelge 4.42’de verilmiştir.

Çizelge 4.42. Düşük risk grubu ülkeler için GLM’de yer alan istatistiksel olarak anlamlı değişkenlere ilişkin sonuçlar

Bağımsız Değişkenler	$\hat{\beta}$	$s.e(\hat{\beta})$	%95 güven aralığı		Hipotez testi		
			Alt sınır	Üst sınır	Wald Ki-Kare	s.d.	P-değeri
Sabit terim	7.944E-24	1.9567E-24	4.109E-24	1.178E-23	16.484	1	0.000
Enerji kullanımı	-2.496E-27	8.5723E-28	-4.176E-27	-8.155E-28	8.475	1	0.004
Elektrik tüketimi	7.870E-28	3.5335E-28	9.441E-29	1.479E-27	4.960	1	0.026

Düşük risk grubu ülkelerin 2008 global ekonomik kriz yılı GSYİH’nin ters-kare link fonksiyonu kullanılarak kurulan GLM;

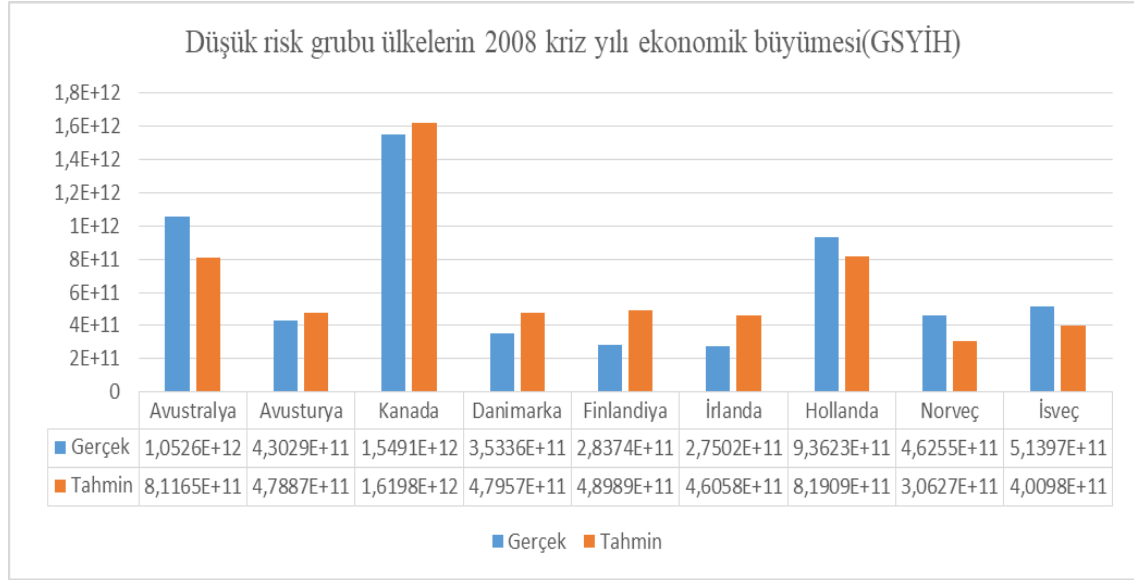
$$1/(\hat{\mu})_i^2 = 7.944E^{-24} - 2.496E^{-27} (Enerji\ kullanımı)_i + 7.870E^{-28} (Elektrik)_i, \\ i = \text{Avustralya, Avusturya, Kanada, Danimarka, Finlandiya, İrlanda, Hollanda, Norvec, İsvec} \quad (4.27)$$

veya

$$\hat{\mu}_i = 1/\left(7.944E^{-24} - 2.496E^{-27} (Enerji\ kullanımı)_i + 7.870E^{-28} (Elektrik)_i\right)^{1/2}, \\ i = \text{Avustralya, Avusturya, Kanada, Danimarka, Finlandiya, İrlanda, Hollanda, Norvec, İsvec} \quad (4.28)$$

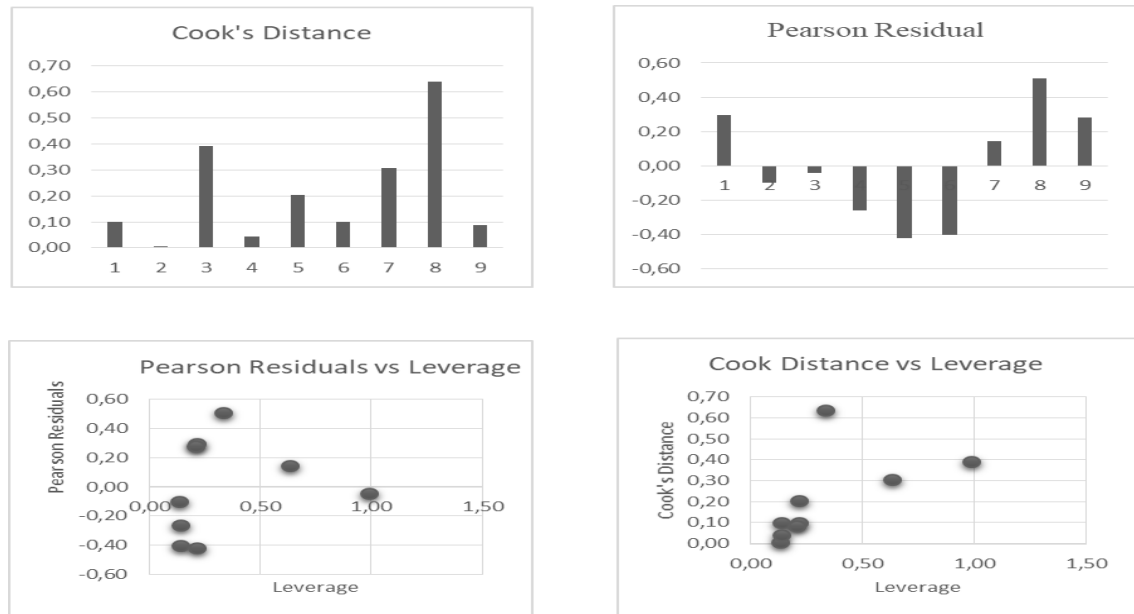
şeklinde. Enerji kullanımındaki artış, GSYİH'nin tahmin değerini artırmakta iken, elektrik tüketimindeki artış GSYİH'nin tahmin değerini azaltmaktadır.

Düşük risk grubu ülkelerinin 2008 global ekonomik kriz yılı GSYİH gerçek (gözlenen) değerleri ile GLM'den elde edilen tahmin değerleri Şekil 4.47'de verilmiştir.



Şekil 4.47 Düşük risk grubu ülkelerin GSYİH gerçek (gözlenen) değerleri ve GLM tahmin değerleri

Kurulan modelde uzak ve etkili gözlemlerin tespiti için model teşhis ölçütleri Şekil 4.48'de verilmiştir.



Şekil 4.48. Düşük risk grubu ülkelerin GSYİH'nin GLM ile modellenmesine ilişkin model teşhis ölçütleri

Şekil 4.48’de görüldüğü üzere gözlemlere ait Cook uzaklığı değerleri 1’den küçük olduğu için etkili gözlem yoktur. Leverage değerleri 1’e yakın olanlar uzak gözlemlerdir, fakat etkili olmadıkları için göz ardı edilebilir. Ayrıca artıklar rasgele dağılmıştır.

4.4.2. Alt-Orta risk grubu ülkelerin 2008 global ekonomik kriz yılındaki ekonomik büyümelerinin incelenmesi için GLM yaklaşımının uygulanması

2008 global ekonomik kriz yılında, alt-orta risk grubu ülkelerin (Arjantin, Fransa, Almanya, İtalya, Portekiz, Singapur, İspanya, İngiltere) Gamma dağılımına sahip olduğu varsayılan GSYİH’nin Şekil 4.2’deki potansiyel değişkenler dikkate alınarak yapılan GLM yaklaşımı ile modellenmesinde uygun link fonksiyonuna karar vermek için uyum-iyiliği test istatistiklerinin değerlerine bakılmıştır ve Çizelge 4.43’te verilmiştir.

Çizelge 4.43. Alt-orta risk grubu ülkelerin ekonomik büyümeleri için GLM yaklaşımında farklı link fonksiyonlarının karşılaştırılması için uyum-iyiliği test istatistiklerinin değerleri

Link Fonksiyonu	AIC	AICc	BIC	CAIC
Log	460,944*	474,277*	461,261*	465,261*
Ters	466,885	480,219	467,203	471,203
Ters Kare	-	-	-	-

Çizelge 4.43’te verilen uyum-iyiliği test istatistiklerinin değerlerine göre en iyi link fonksiyonu bilgi kriterlerinin en küçük değerlerine sahip olan log-link fonksiyonu olarak belirlenmiş olup, alt-orta risk grubu ülkeler için $\alpha = 0.05$ anlam düzeyinde GLM’de yer alan istatistiksel olarak anlamlı değişkenlere ilişkin değerler Çizelge 4.44’te verilmiştir.

Çizelge 4.44. Alt-orta risk grubu ülkeler için GLM’de yer alan istatistiksel olarak anlamlı değişkenlere ilişkin sonuçlar

Bağımsız Değişkenler	$\hat{\beta}$	$s.e(\hat{\beta})$	%95 güven aralığı		Hipotez testi		
			Alt sınır	Üst sınır	Wald Ki-Kare	s.d.	p-değeri
Sabit terim	25.273	0.6329	24.032	26.513	1594.513	1	0.000
Elektrik tüketimi	0.001	0.0001	0.000	0.001	27.204	1	0.000
İthalat	-0.021	0.0031	-0.027	-0.015	46.594	1	0.000

Alt-orta risk grubu ülkelerin 2008 global ekonomik kriz yılı GSYİH’nin log-link fonksiyonu kullanılarak kurulan GLM;

$$\log(\hat{\mu}_i) = 25.273 + 0.001(Elektrik)_i - 0.021(\hat{Ithalat})_i,$$

$$i = \text{Arjantin, Fransa, Almanya, İtalya, Portekiz, Singapur, İspanya, İngiltere}$$
(4.27)

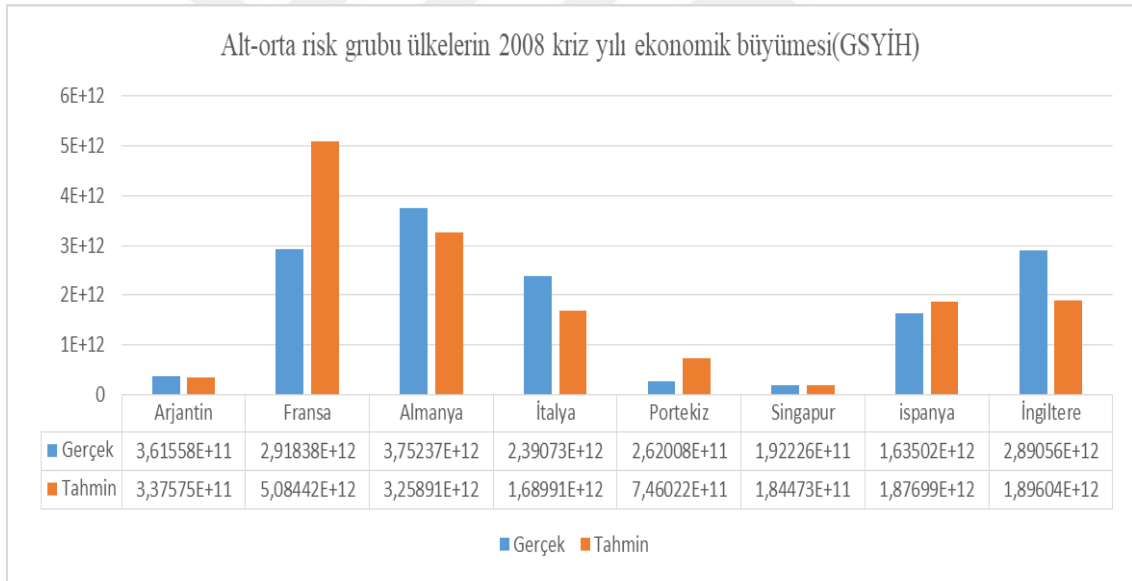
veya

$$\hat{\mu}_i = \exp(25.273 + 0.001(Elektrik)_i - 0.021(\hat{Ithalat})_i),$$

$$i = \text{Arjantin, Fransa, Almanya, İtalya, Portekiz, Singapur, İspanya, İngiltere}$$
(4.28)

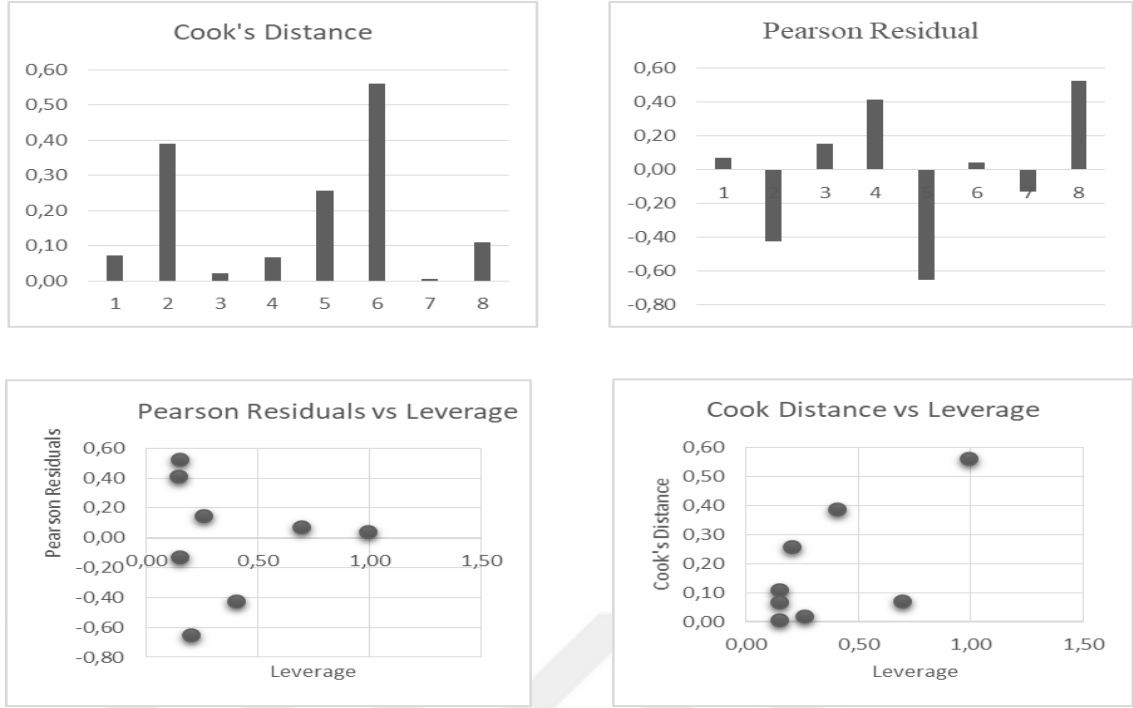
şeklinde. Burada elektrikteki 1 birimlik artış GSYİH'nin tahmin değerini $\exp(0.001) = 1.0010$ katına çıkarmakta iken ithalattaki 1 birimlik artış GSYİH'nin tahmin değerini $\exp(-0.021) = 0.9792$ katına düşürmektedir.

Alt-orta risk grubu ülkelerinin 2008 global ekonomik kriz yılı GSYİH gerçek (gözlenen) değerleri ile GLM'den elde edilen tahmin değerleri Şekil 4.49'da verilmiştir.



Şekil 4.49 Alt-orta risk grubu ülkelerin GSYİH gerçek (gözlenen) değerleri ve GLM tahmin değerleri

Kurulan modelde uzak ve etkili gözlemlerin tespiti için model teşhis ölçütleri Şekil 4.50'de verilmiştir.



Şekil 4.50. Alt-orta risk grubu ülkelerin GSYİH'nin GLM ile modellenmesine ilişkin model teşhis ölçütleri

Şekil 4.50'de görüldüğü üzere gözlemlere ait Cook uzaklığı değerleri 1'den küçük olduğu için etkili gözlem yoktur. Leverage değerleri 1'e yakın olanlar uzak gözlemlerdir, fakat etkili olmadıkları için göz ardı edilebilir. Ayrıca artıklar rasgele dağılmıştır.

4.4.3. Üst-Orta risk grubu ülkelerin 2008 global ekonomik kriz yılındaki ekonomik büyümelerinin incelenmesi için GLM yaklaşımının uygulanması

2008 global ekonomik kriz yılında, üst-orta risk grubu ülkelerin (Kolombiya, Mısır, Endonezya, İsrail, Malezya, Meksika, Peru, Filipinler, Suudi Arabistan, Güney Afrika, Tayland, Türkiye) Gamma dağılımına sahip olduğu varsayılan GSYİH'nin Şekil 4.2'deki potansiyel değişkenler dikkate alınarak yapılan GLM yaklaşımı ile modellenmesinde uygun link fonksiyonuna karar vermek için uyum-iyiliği test istatistiklerinin değerlerine bakılmıştır ve Çizelge 4.45'te verilmiştir.

Çizelge 4.45. Üst-orta risk grubu ülkelerin ekonomik büyümeleri için GLM yaklaşımında farklı link fonksiyonlarının karşılaştırılması için uyum-iyiliği test istatistiklerinin değerleri

Link Fonksiyonu	AIC	AICc	BIC	CAIC
Log	652.977	658.691	654.917	658.917
Ters	652.032*	657.746*	653.971*	657.971*
Ters Kare	653.988	659.702	655.928	659.928

Çizelge 4.45'te verilen uyum-iyiliği test istatistiklerinin değerlerine göre en iyi link fonksiyonu bilgi kriterlerinin en küçük değerlerine sahip olan ters-link fonksiyonu olarak belirlenmiş olup üst-orta risk grubu ülkeler için $\alpha = 0.05$ anlam düzeyinde GLM'de yer alan istatistiksel olarak anlamlı değişkenlere ilişkin değerler Çizelge 4.46'da verilmiştir.

Çizelge 4.46. Üst-orta risk grubu ülkeler için GLM'de yer alan istatistiksel olarak anlamlı değişkenlere ilişkin sonuçlar

Bağımsız Değişkenler	$\hat{\beta}$	$s.e(\hat{\beta})$	%95 güven aralığı		Hipotez testi		
			Alt sınır	Üst sınır	Wald Ki-Kare	s.d.	p-değeri
Sabit terim	2.712E-12	6.9532E-13	1.349E-12	4.075E-12	15.211	1	0.000
Nüfus Artış Oranı	1.866E-12	5.8763E-13	7.140E-13	3.018E-12	10.081	1	0.001
Doğrudan Yabancı Yatırım	-1.516E-22	2.7200E-23	-2.049E-22	-9.824E-23	31.046	1	0.000

Üst-orta risk grubu ülkelerin 2008 global ekonomik kriz yılı GSYİH'nin ters link fonksiyonu kullanılarak kurulan GLM;

$$1/\hat{\mu}_i = 2.712E^{-12} - 1.866E^{-12}(Nüfus)_i - 1.516E^{-22}(DYY)_i, \quad (4.27)$$

$i = \text{Kolombiya, Mısır, Endonezya, İsrail, Malezya, Meksika, Peru, Filipinler, Suudi Arabistan, Güney Afrika, Tayland, Türkiye}$

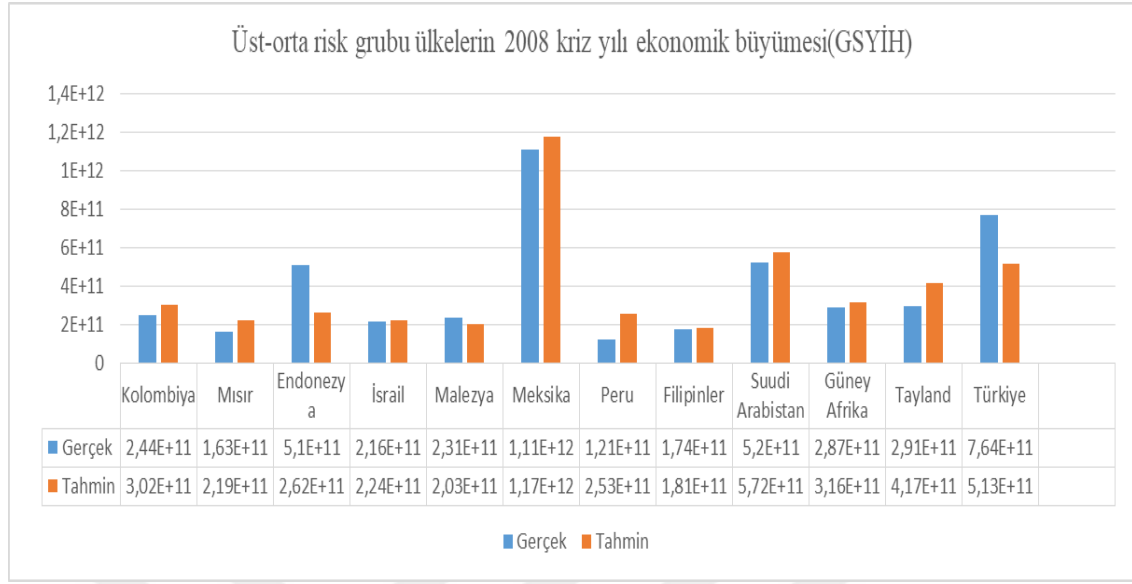
veya

$$\hat{\mu}_i = 1 / (2.712E^{-12} - 1.866E^{-12}(Nüfus)_i - 1.516E^{-22}(DYY)_i), \quad (4.28)$$

$i = \text{Kolombiya, Mısır, Endonezya, İsrail, Malezya, Meksika, Peru, Filipinler, Suudi Arabistan, Güney Afrika, Tayland, Türkiye}$

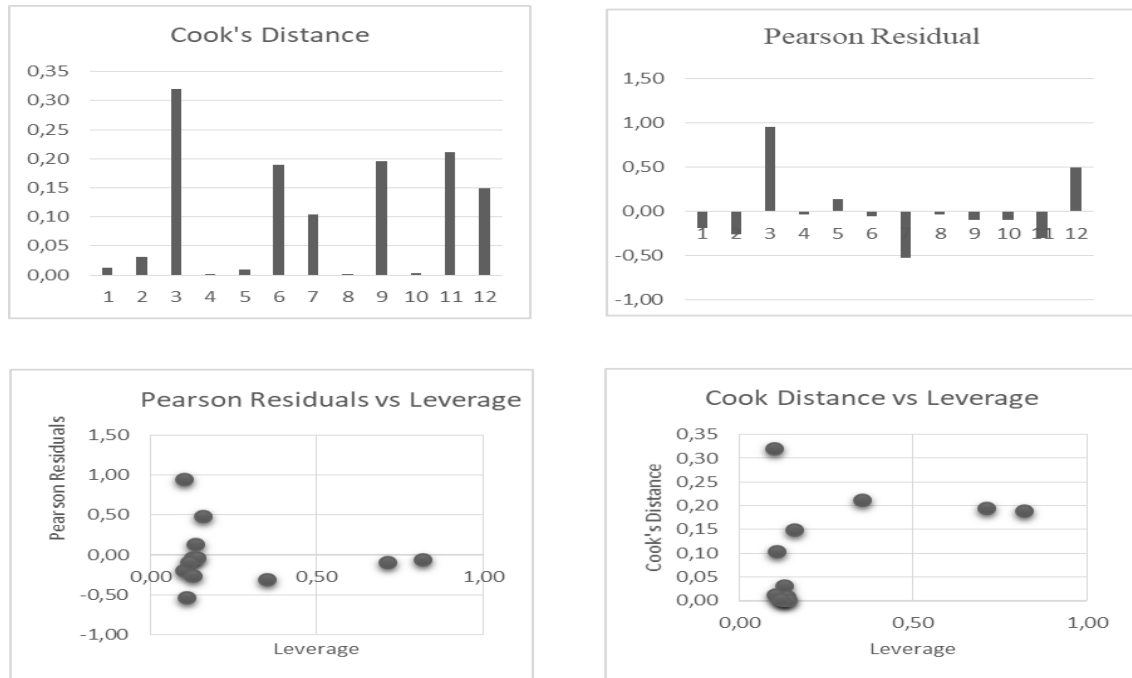
şeklinde. Nüfus artış oranı ve doğrudan yabancı yatırım miktarındaki artış GSYİH'nin tahmin değerini arttırmaktadır.

Üst-orta risk grubu ülkelerinin 2008 global ekonomik kriz yılı GSYİH gerçek (gözlenen) değerleri ile GLM'den elde edilen tahmin değerleri Şekil 4.51'de verilmiştir.



Şekil 4.51 Üst-orta risk grubu ülkelerin GSYİH gerçek (gözlenen) değerleri ve GLM tahmin değerleri

Kurulan modelde uzak ve etkili gözlemlerin tespiti için model teşhis ölçütleri Şekil 4.52'de verilmiştir.



Şekil 4.52. Üst-orta risk grubu ülkelerin GSYİH'nin GLM ile modellenmesine ilişkin model teşhis ölçütleri

Şekil 4.52’de görüldüğü üzere gözlemlere ait Cook uzaklığı değerleri 1’den küçük olduğu için etkili gözlem yoktur. Leverage değerleri 1’e yakın olanlar uzak gözlemlerdir, fakat etkili olmadıkları için göz ardı edilebilir. Ayrıca artıklar rasgele dağılmıştır.

4.4.4. Yüksek risk grubu ülkelerin 2008 global ekonomik kriz yılındaki ekonomik büyümelerinin incelenmesi için GLM yaklaşımının uygulanması

2008 global ekonomik kriz yılında, yüksek risk grubu ülkelerin (Kamerun, Fildişi Sahili, Kenya, Nepal, Sri Lanka, Sudan) Gamma dağılımına sahip olduğu varsayılan GSYİH’nin Şekil 4.2’deki potansiyel değişkenler dikkate alınarak yapılan GLM yaklaşımı ile modellenmesinde uygun link fonksiyonuna karar vermek için uyum-iyiliği test istatistiklerinin değerlerine bakılmıştır ve Çizelge 4.47’de verilmiştir.

Çizelge 4.47. Yüksek risk grubu ülkelerin ekonomik büyümeleri için GLM yaklaşımında farklı link fonksiyonlarının karşılaştırılması için uyum-iyiliği test istatistiklerinin değerleri

Link Fonksiyonu	AIC	AICc	BIC	CAIC
Log	297,342*	337,342*	296,509*	300,509*
Ters	298,121	338,121	297,288	301,288
Ters Kare	298,539	338,539	297,707	301,707

Çizelge 4.47’de verilen uyum-iyiliği test istatistiklerinin değerlerine göre en iyi link fonksiyonu bilgi kriterlerinin en küçük değerlerine sahip olan log-link fonksiyonu olarak belirlenmiş olup, alt-orta risk grubu ülkeler için $\alpha = 0.05$ anlam düzeyinde GLM’de yer alan istatistiksel olarak anlamlı değişkenlere ilişkin değerler Çizelge 4.48’de verilmiştir.

Çizelge 4.48. Yüksek risk grubu ülkeler için GLM’de yer alan istatistiksel olarak anlamlı değişkenlere ilişkin sonuçlar

Bağımsız Değişkenler	$\hat{\beta}$	$s.e(\hat{\beta})$	%95 güven aralığı		Hipotez testi		
			Alt sınır	Üst sınır	Wald Ki-Kare	s.d	p değeri
Sabit terim	24.698	0.5230	23.673	25.723	2230.382	1	0.000
İthalat	-0.040	0.0151	-0.070	-0.010	7.017	1	0.008
CO ₂ emisyonu	2.313	0.7648	0.814	3.812	9.149	1	0.002

Yüksek risk grubu ülkelerin 2008 global ekonomik kriz yılı GSYİH’nin log-link fonksiyonu kullanılarak kurulan GLM;

$$\log(\hat{\mu}_i) = 24.698 - 0.040(\hat{Ithalat})_i + 2.313(CO2)_i,$$

$$i = \text{Kamerun, Fildişi Sahili, Kenya, Nepal, Sri Lanka, Sudan}$$
(4.27)

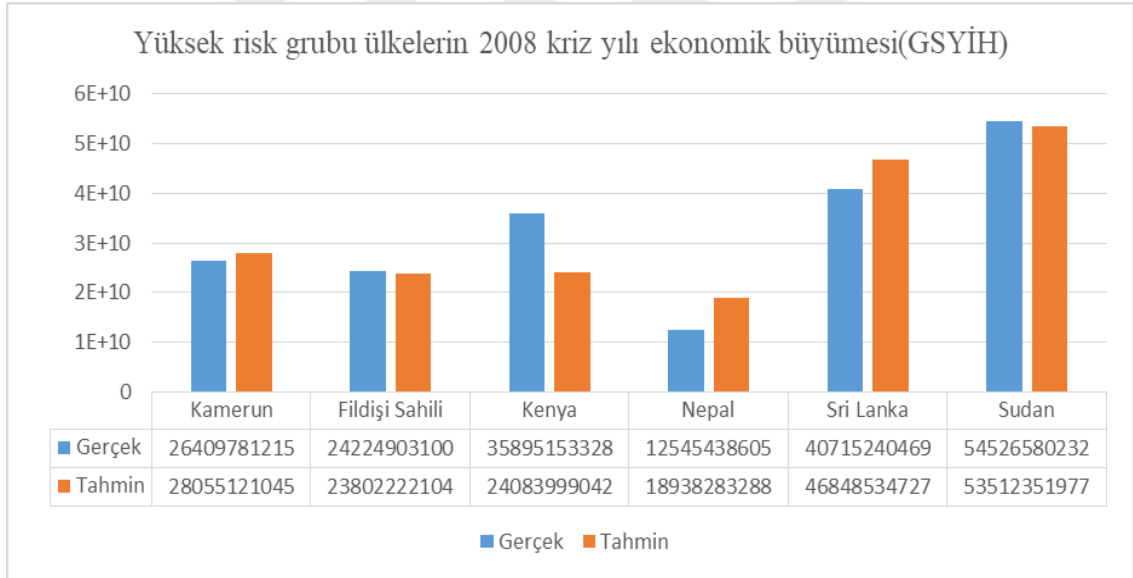
veya

$$\hat{\mu}_i = \exp(24.698 - 0.040(\hat{Ithalat})_i + 2.313(CO2)_i),$$

$$i = \text{Kamerun, Fildişi Sahili, Kenya, Nepal, Sri Lanka, Sudan}$$
(4.28)

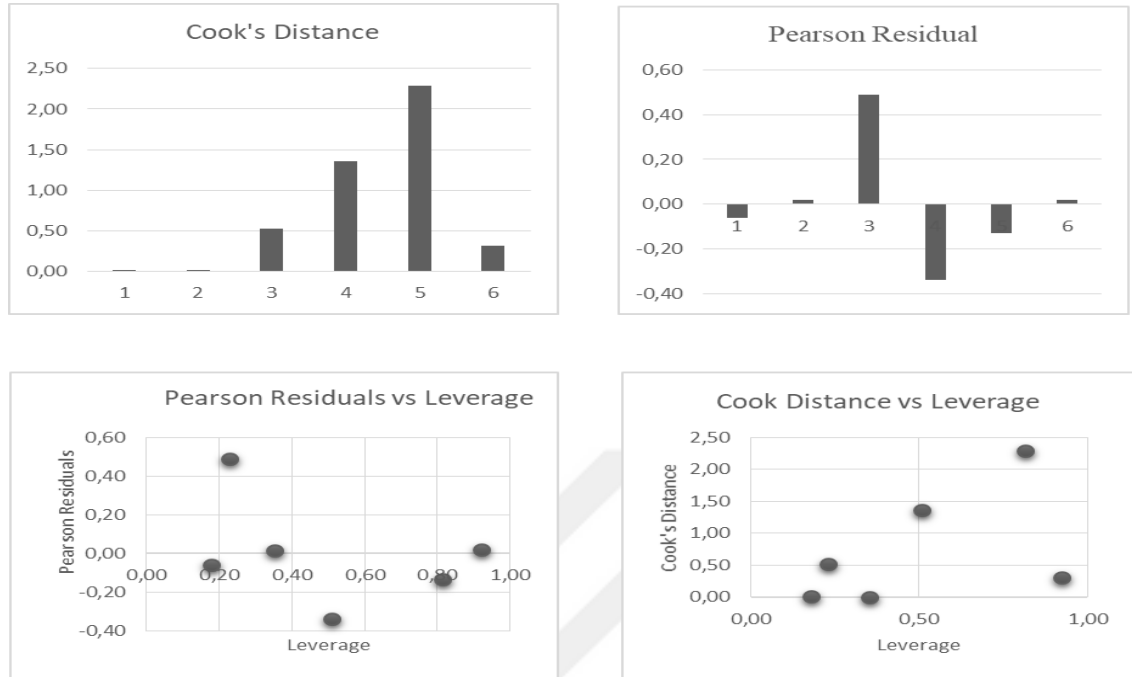
şeklindedir. Burada ithalattaki 1 birimlik artış GSYİH'nin tahmin değerini $\exp(-0.040) = 0.9608$ katına düşürmekte iken ithalattaki 1 birimlik artış GSYİH'nin tahmin değerini $\exp(2.313) = 10.1047$ katına çıkarmaktadır.

Yüksek risk grubu ülkelerinin 2008 global ekonomik kriz yılı GSYİH gerçek (gözlenen) değerleri ile GLM'den elde edilen tahmin değerleri Şekil 4.53'te verilmiştir.



Şekil 4.53 Yüksek risk grubu ülkelerin GSYİH gerçek (gözlenen) değerleri ve GLM tahmin değerleri

Kurulan modelde uzak ve etkili gözlemlerin tespiti için model teşhis ölçütleri Şekil 4.54’de verilmiştir.



Şekil 4.54. Yüksek risk grubu ülkelerin GSYİH'nin GLM ile modellenmesine ilişkin model teşhis ölçütleri

Şekil 4.54'te görüldüğü üzere gözlemlere ait Cook uzaklığı değerleri 1'den küçük olduğu için etkili gözlem yoktur. Leverage değerleri 1'e yakın olanlar uzak gözlemlerdir, fakat etkili olmadıkları için göz ardı edilebilir. Ayrıca artıklar rasgele dağılmıştır.

Ülkelerin ekonomik büyümelerinde ekonomik büyümenin nedeni olan değişkenler, ekonomik büyümenin nedeni olan değişkenler ile kurulan GTD modelinde anlamlı çıkan değişkenler ve tüm potansiyel değişkenler ile kurulan GTD modelinde anlamlı çıkan değişkenler ülke grupları için Çizelge 4.49'da verilmiştir.

Risk grupları için ekonomik büyümenin nedeni olan değişkenler, GTD modelinde anlamlı çıkan değişkenler ve 2008 global ekonomik kriz yılı için kurulan GLM modelinde anlamlı çıkan değişkenler ise Çizelge 4.50'de verilmiştir.

Çizelge 4.49. Ülke gruplarının değerlendirmesinde elde edilen sonuçlar

Ülke Grupları	Ekonomik büyümenin nedeni olan değişkenler	Ekonomik büyümenin nedeni olan değişkenler ile kurulan GTD modelinde anlamlı çıkan değişkenler	Tüm potansiyel değişkenler ile kurulan GTD modelinde anlamlı çıkan değişkenler
OECD üyesi ülkeler grubu	CO ₂ emisyonu, elektrik tüketimi, enerji kullanımı, ihracat, ithalat, doğrudan yabancı yatırım miktarı ve nüfus artış oranı	CO ₂ emisyonu, elektrik tüketimi, nüfus artış oranı	CO ₂ emisyonu, elektrik tüketimi, nüfus artış oranı
AB üyesi ülkeler grubu	CO ₂ emisyonu, ithalat, ihracat ve nüfus artış oranı	Nüfus artış oranı ve ihracat	Enerji kullanımı, nüfus artış oranı
Yüksek gelirli ülkeler grubu	CO ₂ emisyonu, elektrik tüketimi, enerji kullanımı, ihracat, ithalat, doğrudan yabancı yatırım miktarı ve nüfus artış oranı	İthalat, elektrik tüketimi, enerji kullanımı ve doğrudan yabancı yatırım miktarı	İthalat, elektrik tüketimi enerji kullanımı ve doğrudan yabancı yatırım miktarı
Üst-Orta gelirli ülkeler grubu	CO ₂ emisyonu ve nüfus artış oranı	CO ₂ emisyonu, nüfus artış oranı	Doğrudan yabancı yatırım miktarı ve nüfus artış oranı
Alt-Orta gelirli ülkeler grubu	Elektrik tüketimi, ithalat ve nüfus artış oranı	Elektrik tüketimi, ithalat ve nüfus artış oranı	İthalat ve enerji kullanımı
Düşük gelirli ülkeler grubu	-	-	İthalat

Çizelge 4.50. Risk gruplarının değerlendirmesinde elde edilen sonuçlar

Risk Gruplarına göre Ülkeler	Ekonomik büyümenin nedeni olan değişkenler	GTD modelinde anlamlı çıkan değişkenler	2008 global ekonomik kriz yılı için kurulan GLM modelinde anlamlı çıkan değişkenler
Düşük risk grubu ülkeler	CO ₂ emisyonu ve enerji kullanımı	Elektrik tüketimi, enerji kullanımı, doğrudan yabancı yatırım ve nüfus artış oranı	Enerji kullanımı ve elektrik tüketimi
Alt-orta risk grubu ülkeler	İthalat	Elektrik tüketimi, doğrudan yabancı yatırım ve ithalat	Elektrik tüketimi ve ithalat
Üst-orta risk grubu ülkeler	İthalat ve nüfus artış oranı	Elektrik tüketimi, CO ₂ emisyonu, doğrudan yabancı yatırım miktarı ve nüfus artış oranı	Nüfus artış oranı ve doğrudan yabancı yatırım miktarı
Yüksek risk grubu ülkeler	Elektrik tüketimi	Doğrudan yabancı yatırım miktarı, enerji kullanımı, ihracat ve elektrik tüketimi	İthalat ve CO ₂ emisyonu

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1. Sonuçlar

Bu çalışmada ülkelerin ekonomik büyümelerinin değerlendirilmesinde Şekil 4.1’de verilen çeşitli makro-ekonomik göstergelerden faydalanılmıştır. Çalışmada ele alınan farklı ülke grupları için ekonomik büyümenin en önemli göstergelerinden biri olan GSYİH’nin nedeni olan değişkenler nedensellik analizleri ile tespit edilmiş olup, bu ülke gruplarının ekonomik büyümesini açıklayan GLM’ler ve GTD kurulmuştur. Yapılan uygulamalar sonucunda aşağıda verilen sonuçlar elde edilmiştir.

OECD üyesi ülkeler grubuna ilişkin elde edilen sonuçlar

OECD üyesi ülkeler grubunun Toda-Yamamoto nedensellik testi sonuçlarına göre 1985-2016 yılları arasında GSYİH bazında ekonomik büyümelerinin nedeni olan değişkenler; CO₂ emisyonu, elektrik tüketimi, enerji kullanımı, ihracat, ithalat, doğrudan yabancı yatırım miktarı ve nüfus artış oranıdır.

OECD üyesi ülkeler grubunun GSYİH bazında ekonomik büyümeleri için potansiyel tüm değişkenler dikkate alınarak yapılan GTD uygulamasında CO₂ emisyonu, elektrik tüketimi, nüfus artış oranı değişkenleri istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

AB üye ülkeler grubuna ilişkin elde edilen sonuçlar

AB üyesi ülkeler grubunun Toda-Yamamoto nedensellik testi sonuçlarına göre 1970-2010 yılları arasında GSYİH bazında ekonomik büyümelerinin nedeni olan değişkenler; CO₂ emisyonu, ithalat, ihracat ve nüfus artış oranı iken; elektrik tüketimi, enerji kullanımı, doğrudan yabancı yatırım miktarı ise ekonomik büyümelerinin nedeni değildir.

AB üyesi ülkeler grubunun GSYİH bazında ekonomik büyümelerinin nedeni olan değişkenler ile yapılan GTD uygulamasında, AB üyesi ülkeler grubu için ekonomik büyümenin nedeni olan değişkenlerle kurulan GTD’de yer alan istatistiksel olarak anlamlı değişkenler nüfus artış oranı ve ihracattır.

AB üyesi ülkeler grubunun GSYİH bazında ekonomik büyümeleri için potansiyel değişkenler dikkate alınarak yapılan GTD uygulamasında, AB üyesi ülkelerin ekonomik büyümeleri için enerji kullanımı ve nüfus artış oranı değişkenleri istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

AB üyesi ülkeler grubunun ekonomik büyümelerinin nedeni olan değişkenlerle ve tüm potansiyel değişkenlerle kurulan GTD'nin karşılaştırılması için uyum-iyiliği test istatistiklerinin değerlerine göre en iyi model nedeni olan bu değişkenlerle kurulan GTD olarak belirlenmiştir.

Yüksek gelirli ülkeler grubuna ilişkin elde edilen sonuçlar

Yüksek gelirli ülkeler grubunun Toda-Yamamoto nedensellik testi sonuçlarına göre 1970-2016 yılları arasında GSYİH bazında ekonomik büyümelerinin nedeni olan değişkenler; CO₂ emisyonu, elektrik tüketimi, enerji kullanımı, ihracat, ithalat, doğrudan yabancı yatırım miktarı ve nüfus artış oranı olarak belirlenmiştir.

Yüksek gelirli ülkeler grubunun GSYİH bazında ekonomik büyümelerinin modellenmesinde tüm potansiyel değişkenler dikkate alınarak yapılan GTD uygulamasında, yüksek gelirli ülkeler için GTD'de yer alan istatistiksel olarak anlamlı değişkenler ithalat, enerji kullanımı ve doğrudan yabancı yatırım miktarıdır.

Üst-Orta gelirli ülkeler grubuna ilişkin elde edilen sonuçlar

Üst-Orta gelirli ülkeler grubunun Toda-Yamamoto nedensellik testi sonuçlarına göre 1980-2016 yılları arasında GSYİH bazında ekonomik büyümelerinin nedeni olan değişkenler; CO₂ emisyonu ve nüfus artış oranı iken; elektrik tüketimi, enerji kullanımı, ihracat, ithalat, doğrudan yabancı yatırım miktarı ve nüfus artış oranı ise ekonomik büyümelerinin nedeni değildir.

Üst-Orta gelirli ülkeler grubunun GSYİH bazında ekonomik büyümelerinin nedeni olan değişkenler ile yapılan GTD uygulamasında, Üst-Orta gelirli ülkeler için ekonomik büyümenin nedeni olan değişkenlerle kurulan GTD'de yer alan istatistiksel olarak anlamlı değişkenler CO₂ emisyonu, nüfus artış oranıdır.

Üst-Orta gelirli ülkeler grubunun GSYİH bazında ekonomik büyümelerinin potansiyel değişkenler dikkate alınarak yapılan GTD uygulamasında, Üst-Orta gelirli

lkeleri için tüm değişkenlerle kurulan GTD’de yer alan istatistiksel olarak anlamlı değişkenler doğrudan yabancı yatırım miktarı ve nüfus artış oranıdır.

Üst-Orta gelirli ülkeler grubunun ekonomik büyümenin nedeni olan değişkenlerle ve potansiyel değişkenlerle kurulan GTD’nin karşılaştırılması için uyum-iyiliği test istatistiklerinin değerlerine göre en iyi model GSYİH’nin nedeni olan değişkenlerle kurulan GTD olarak belirlenmiştir.

Alt-Orta gelirli ülkeler grubuna ilişkin elde edilen sonuçlar

Alt-Orta gelirli ülkeler grubunun Toda-Yamamoto nedensellik testi sonuçlarına göre 1970-2016 yılları arasında GSYİH bazında ekonomik büyümelerinin nedeni olan değişkenler; elektrik tüketimi, ithalat ve nüfus artış oranı iken; CO₂ emisyonu, enerji kullanımı, ihracat ve doğrudan yabancı yatırım miktarı ekonomik büyümenin nedeni değildir.

Alt-Orta gelirli ülkeler grubunun GSYİH bazında ekonomik büyümelerinin nedeni olan değişkenler ile yapılan GTD uygulamasında, Alt-Orta gelirli ülkeler için ekonomik büyümenin nedeni olan değişkenlerle kurulan GTD’ de yer alan istatistiksel olarak anlamlı değişkenler elektrik tüketimi, ithalat ve nüfus artış oranıdır.

Alt-Orta gelirli ülkeler grubunun GSYİH bazında ekonomik büyümelerinin potansiyel değişkenler dikkate alınarak yapılan GTD uygulamasında, Alt-Orta gelirli ülkeler için potansiyel değişkenler ile kurulan GTD’de yer alan istatistiksel olarak anlamlı değişkenler ithalat ve enerji kullanımıdır.

Alt-Orta gelirli ülkeler grubunun ekonomik büyümesinin nedeni olan değişkenlerle ve tüm potansiyel değişkenlerle kurulan GTD’nin karşılaştırılması için uyum-iyiliği test istatistiklerinin değerlerine göre ekonomik büyümenin nedeni olan değişkenler dikkate alınarak elde edilen GTD’e ilişkin tahmin değerlerinin gerçek (gözlenen) değerler ile daha çok uyuştuğu gözlenmiştir.

Düşük gelirli ülkeler grubuna ilişkin elde edilen sonuçlar

Düşük gelirli ülkeler grubunun 1970-2016 yılları arasında Toda-Yamamoto nedensellik testi sonuçlarına göre GSYİH bazında ekonomik büyümelerinin hiçbir değişken nedeni olarak bulunamamıştır. Kısacası bu ülke grubunun potansiyel değişkenlerle ekonomik büyümesi arasında hiçbir nedensellik ilişkisi tespit

edilememiştir. Ayrıca, düşük gelirli ülkeler için elektrik tüketimi ve enerji kullanımı verileri olmadığından bu değişkenlerle nedenselliklere bakılamamıştır.

Düşük gelirli ülkeler grubunun GSYİH bazında ekonomik büyümeleri için tüm potansiyel değişkenler dikkate alınarak yapılan GTD uygulamasında, yüksek gelirli ülkeler için GTD’de yer alan istatistiksel olarak anlamlı değişken ithalattır.

Düşük risk grubu ülkelere ilişkin elde edilen sonuçlar

Düşük risk grubu ülkelerde CO₂ emisyonu ve enerji kullanımı GSYİH’nin nedeni iken, elektrik tüketimi, ithalat, ihracat, doğrudan yabancı yatırım ve nüfus artış oranı GSYİH’nin nedeni değildir.

Düşük risk grubu ülkeler için GTD’de yer alan istatistiksel olarak anlamlı değişkenler elektrik tüketimi, enerji kullanımı, doğrudan yabancı yatırım ve nüfus artış oranıdır.

Düşük risk grubu ülkelerinin 2008 global ekonomik kriz yılı için GLM’de yer alan istatistiksel olarak anlamlı değişkenler enerji kullanımı ve elektrik tüketimidir.

Alt-Orta risk grubu ülkelere ilişkin elde edilen sonuçlar

Alt-orta risk grubu ülkelerde yalnızca ithalat GSYİH’nin nedeni iken, CO₂ emisyonu, elektrik tüketimi, enerji kullanımı, ihracat, doğrudan yabancı yatırım ve nüfus artış oranı GSYİH’ nin nedeni değildir.

Alt-Orta risk grubu ülkelerinin GSYİH bazında ekonomik büyümeleri için GTD yaklaşımında, istatistiksel olarak anlamlı değişkenler elektrik tüketimi, doğrudan yabancı yatırım ve ithalattır.

Alt-orta risk grubu ülkelerinin 2008 global ekonomik kriz yılı için GLM’de yer alan istatistiksel olarak anlamlı değişkenler elektrik tüketimi ve ithalattır.

Üst-orta risk grubu ülkelere ilişkin elde edilen sonuçlar

Üst-orta risk grubu ülkelerde ithalat ve nüfus artış oranı GSYİH’nin nedeni iken, CO₂ emisyonu, elektrik tüketimi, enerji kullanımı, ihracat ve doğrudan yabancı yatırım GSYİH’nin nedeni değildir.

Üst-orta risk grubu ülkelerinin GSYİH bazında ekonomik büyümeleri için GTD yaklaşımında, istatistiksel olarak anlamlı değişkenler elektrik tüketimi, CO₂ emisyonu, doğrudan yabancı yatırım miktarı ve nüfus artış oranıdır.

Üst-orta risk grubu ülkelerinin 2008 global ekonomik kriz yılı için GLM’de yer alan istatistiksel olarak anlamlı değişkenler nüfus artış oranı ve doğrudan yabancı yatırım miktarıdır.

Yüksek risk grubu ülkelere ilişkin elde edilen sonuçlar

Yüksek risk grubu ülkelerde yalnızca elektrik tüketimi GSYİH’nin nedeni iken, CO₂ emisyonu, enerji kullanımı, ithalat, ihracat, doğrudan yabancı yatırım miktarı ve nüfus artış oranı GSYİH’nin nedeni değildir.

Yüksek risk grubu ülkelerinin GSYİH bazında ekonomik büyümesi için GTD yaklaşımında, istatistiksel olarak anlamlı değişkenler doğrudan yabancı yatırım miktarı, enerji kullanımı, ihracat ve elektrik tüketimidir.

Yüksek risk grubu ülkelerinin 2008 global ekonomik kriz yılı için GLM’de yer alan istatistiksel olarak anlamlı değişkenler ithalat ve CO₂ emisyonudur.

5.2. Öneriler

Ülkelerin, bu çalışma ile gerçekleştirilen nedensellik analizlerinde ve GLM-GTD modellerinde anlamlı çıkan değişkenleri dikkate alarak yapacağı ekonomik büyüme faaliyetleri, ülkelerin kalkınma planlamalarında yol gösterici olabilir.

GLM ve GTD yaklaşımları ile model kurulumundan önce bir önsel bilgi dahilinde nedensellik analizleri ile değişkenler arasındaki sebep-sonuç ilişkilerinin araştırılmasının model kurulumu açısından faydasının incelenmesi için bir simülasyon çalışmasının yapılması önerilebilir.

Ayrıca kullanılan değişken sayısı çeşitlendirilerek, ekonomik büyümenin nedeni olan farklı değişkenler tespit edilebilir ve ekonomik büyümeyi açıklayan farklı modeller kurularak bu çalışmada elde edilen modeller ile karşılaştırılabilir.

Bu çalışmanın ışığında her bir ülke için ayrı ayrı ekonomik büyüme modelleri kurularak, ülkelerin gelecek planlamalarını daha iyi yapmasına yardımcı olunabilir.

KAYNAKLAR

- Acion, C. L., 2011, Criteria for generalized linear model selection based on Kullback's symmetric divergence.
- Agresti, A. ve Kateri, M., 2011, Categorical data analysis, In: International encyclopedia of statistical science, Eds: Springer.
- Agresti, A., 2015, Foundations of Linear and Generalized Linear Models, John Wiley & Sons.
- Ağcakaya, S., Afşar, B. ve Öğrekçi, S., 2016, Kriz-Disiplinlerarası Bir İnceleme, *Bursa*, Ekin Yayınevi.
- Ahmad, J. ve Kwan, A. C., 1991, Causality between exports and economic growth: empirical evidence from Africa, *Economics letters*, 37 (3), 243-248.
- Ahmad, J. ve Harnhirun, S., 1996, Cointegration and causality between exports and economic growth: evidence from the ASEAN countries, *The Canadian Journal of Economics/Revue canadienne d'Economie*, 29, S413-S416.
- Ahmad, J., 2001, Causality between exports and economic growth: what do the econometric studies tell us?, *Pacific Economic Review*, 6 (1), 147-167.
- Akaike, H., 1974, A new look at the statistical model identification, *IEEE transactions on automatic control*, 19 (6), 716-723.
- Akdeniz, F. ve Öztürk, F., 1996, Lineer Modeller, *Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Döner Sermaye İşletmesi Yayınları* (38), 86-119.
- Akgül, I., 2003, Zaman serilerinin analizi ve arıma modelleri, Der Yayınevi.
- Alguacil, M. T., Cuadros, A. ve Orts, V., 2002, Foreign direct investment, exports and domestic performance in Mexico: a causality analysis, *Economics Letters*, 77 (3), 371-376.
- Altınay, G. ve Karagöl, E., 2005, Electricity consumption and economic growth: evidence from Turkey, *Energy economics*, 27 (6), 849-856.
- Anderson, D., Feldblum, S., Modlin, C., Schirmacher, D., Schirmacher, E. ve Thandi, N., 2004, A practitioner's guide to generalized linear models, *Casualty Actuarial Society Discussion Paper Program*, 1-116.
- Atkinson, P. M. ve Massari, R., 1998, Generalised linear modelling of susceptibility to landsliding in the central Apennines, Italy, *Computers & Geosciences*, 24 (4), 373-385.
- Awokuse, T. O. ve Yang, J., 2003, The informational role of commodity prices in formulating monetary policy: a reexamination, *Economics Letters*, 79 (2), 219-224.

- Awokuse, T. O., 2005, Exports, economic growth and causality in Korea, *Applied Economics Letters*, 12 (11), 693-696.
- Aydın, D., 2014, Uygulamalı regresyon analizi: kavramlar ve R hesaplamaları, Nobel Akademik Yayıncılık.
- Ballinger, G. A., 2004, Using generalized estimating equations for longitudinal data analysis, *Organizational research methods*, 7 (2), 127-150.
- Bhatti, M. I. ve Al-Shanfari, H., 2017, Econometric analysis of model selection and model testing, Routledge.
- Bickel, P. J. ve Doksum, K. A., 2015, Mathematical statistics: basic ideas and selected topics, CRC Press.
- Blough, D. K., Madden, C. W. ve Hornbrook, M. C., 1999, Modeling risk using generalized linear models, *Journal of health economics*, 18 (2), 153-171.
- Chatfield, C., Zidek, J. ve Lindsey, J., 2010, An introduction to generalized linear models, Chapman and Hall/CRC.
- Chen, J. ve Lazar, N. A., 2012, Selection of working correlation structure in generalized estimating equations via empirical likelihood, *Journal of Computational and Graphical Statistics*, 21 (1), 18-41.
- Chowdhury, A. ve Mavrotas, G., 2005, FDI and growth: a causal relationship, 2005/25, Research Paper, UNU-WIDER, United Nations University (UNU).
- Cui, J., 2007, QIC program and model selection in GEE analyses, *Stata journal*, 7 (2), 209.
- Cynthia, M. ve Rivera, R., 2017, Applications of Regression Models in Epidemiology, John Wiley & Sons.
- Çil Yavuz, N., 2015, Finansal Ekonometri, *Baskı, Der Yayınları, İstanbul*.
- Çodur, M. Y., Tortum, A. ve Çodur, M., 2013, Genelleştirilmiş lineer regresyon ile erzurum kuzey çevre yolu kaza tahmin modeli, *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 3 (1), 79-84.
- Dahmen, G. ve Ziegler, A., 2004, Generalized estimating equations in controlled clinical trials: hypotheses testing, *Biometrical Journal: Journal of Mathematical Methods in Biosciences*, 46 (2), 214-232.
- Davis, C. S., 2002, Statistical methods for the analysis of repeated measurements, Springer Science & Business Media.
- De Jong, P. ve Heller, G. Z., 2008, Generalized linear models for insurance data, *Cambridge Books*.

- Dickey, D. A. ve Fuller, W. A., 1979, Distribution of the estimators for autoregressive time series with a unit root, *Journal of the American statistical association*, 74 (366a), 427-431.
- Diggle, P., Liang, K. ve Zeger, S., 1994, Analysis of longitudinal data oxford statistical science series 13, Clarendon Press, Oxford.
- Dobson, A. J. ve Barnett, A., 2008, An introduction to generalized linear models, CRC press.
- Dritsaki, M., Dritsaki, C. ve Adamopoulos, A., 2004, A causal relationship between trade, foreign direct investment and economic growth for Greece, *American Journal of applied sciences*, 1 (3), 230-235.
- Dritsakis, N. ve Stamatiou, P., 2017, Foreign Direct Investments, Exports, Unemployment and Economic Growth in the New EU Members-A Panel Data Approach, *Economia Internazionale/International Economics*, 70 (4), 443-468.
- Dumitrescu, E.-I. ve Hurlin, C., 2012, Testing for Granger non-causality in heterogeneous panels, *Economic Modelling*, 29 (4), 1450-1460.
- Duncan, T. E., Duncan, S. C., Hops, H. ve Stoolmiller, M., 1995, An analysis of the relationship between parent and adolescent marijuana use via generalized estimating equation methodology, *Multivariate Behavioral Research*, 30 (3), 317-339.
- Eğilmez, M., 2018, Makroekonomi, *İstanbul*, Remzi Kitabevi.
- Engle, R. F. ve Granger, C. W., 1987, Co-integration and error correction: representation, estimation, and testing, *Econometrica: journal of the Econometric Society*, 251-276.
- Faraway, J. J., 2016, Extending the linear model with R: generalized linear, mixed effects and nonparametric regression models, CRC press.
- Farnum, N. R. ve Stanton, L. W., 1989, Quantitative forecasting methods, Pws Pub Co.
- Fırat, M. Z. ve Ahmet, O., 1999, Bitki Doku Kültürü Çalışmalarından Elde Edilen Binom Verilerinin Genelleştirilmiş Lineer Modeller Kullanılarak Analizi.
- Fitzmaurice, G., Davidian, M., Verbeke, G. ve Molenberghs, G., 2008, Longitudinal data analysis, CRC Press.
- Fitzmaurice, G. ve Molenberghs, G., 2009, Advances in longitudinal data analysis: an historical perspective, *Longitudinal Data Analysis*, 3-30.
- Fitzmaurice, G. M., Laird, N. M. ve Rotnitzky, A. G., 1993, Regression models for discrete longitudinal responses, *Statistical Science*, 284-299.

- Fitzmaurice, G. M., Laird, N. M. ve Ware, J. H., 2012, Applied longitudinal analysis, John Wiley & Sons.
- Fox, J., 2015, Applied regression analysis and generalized linear models, Sage Publications.
- FSI, 2018, Fragile State Index, <http://fundforpeace.org/fsi/>: [05.04.2018].
- Geert, M. ve Geert, V., 2005, Models for discrete longitudinal data, New York: Springer.
- Gosho, M., Hamada, C. ve Yoshimura, I., 2011, Criterion for the selection of a working correlation structure in the generalized estimating equation approach for longitudinal balanced data, *Communications in Statistics-Theory and Methods*, 40 (21), 3839-3856.
- Gosho, M., 2014, Criteria to select a working correlation structure for the generalized estimating equations method in SAS, *Journal of Statistical Software*, 57 (1), 1-10.
- Gotway, C. A. ve Stroup, W. W., 1997, A generalized linear model approach to spatial data analysis and prediction, *Journal of Agricultural, Biological, and Environmental Statistics*, 157-178.
- Granger, C. W., 1969, Investigating causal relations by econometric models and cross-spectral methods, *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 424-438.
- Gujarati, D. N., 1999, Temel Ekonometri (Çev. Ümit Şenesen, Gülay Günlük Şenesen), *Birinci Basım, İstanbul: Literatür Yayınları*.
- Güriş, S., 2018, Uygulamalı Panel Veri Ekonometrisi, *İstanbul, DER*.
- Halekoh, U., Højsgaard, S. ve Yan, J., 2006, The R package geepack for generalized estimating equations, *Journal of Statistical Software*, 15 (2), 1-11.
- Halicioglu, F., 2009, An econometric study of CO2 emissions, energy consumption, income and foreign trade in Turkey, *Energy Policy*, 37 (3), 1156-1164.
- Hardin, J. W. ve Hilbe, J. M., 2002, Generalized estimating equations, Chapman and Hall/CRC.
- Hedeker, D. ve Gibbons, R. D., 2006, Longitudinal data analysis, John Wiley & Sons.
- Hendricks, S. A., Wassell, J. T., Collins, J. W. ve Sedlak, S. L., 1996, Power determination for geographically clustered data using generalized estimating equations, *Statistics in Medicine*, 15 (18), 1951-1960.
- Heyde, C. C., 2008, Quasi-likelihood and its application: a general approach to optimal parameter estimation, Springer Science & Business Media.

- Hin, L.-Y., Carey, V. J. ve Wang, Y.-G., 2007, Criteria for working-correlation-structure selection in GEE: Assessment via simulation, *The American Statistician*, 61 (4), 360-364.
- Hin, L. Y. ve Wang, Y. G., 2009, Working-correlation-structure identification in generalized estimating equations, *Statistics in medicine*, 28 (4), 642-658.
- Horton, N. J. ve Lipsitz, S. R., 1999, Review of software to fit generalized estimating equation regression models, *The American Statistician*, 53 (2), 160-169.
- Hsiao, F. S. ve Hsiao, M.-C. W., 2006, FDI, exports, and GDP in East and Southeast Asia—Panel data versus time-series causality analyses, *Journal of Asian Economics*, 17 (6), 1082-1106.
- Hutchings, C. B., Knight, S. ve Reading, J. C., 2003, The use of generalized estimating equations in the analysis of motor vehicle crash data, *Accident Analysis & Prevention*, 35 (1), 3-8.
- Hwang, H. ve Takane, Y., 2005, Estimation of growth curve models with structured error covariances by generalized estimating equations, *Behaviormetrika*, 32 (2), 155-163.
- Hyun, H. J., 2006, Quality of institutions and foreign direct investment in developing countries: Causality tests for cross-country panels, *Journal of Business Economics and Management*, 7 (3), 103-110.
- Im, K. S., Pesaran, M. H. ve Shin, Y., 2003, Testing for unit roots in heterogeneous panels, *Journal of econometrics*, 115 (1), 53-74.
- Işığık, E., 1994, Zaman serilerinde nedensellik çözümlemesi: Türkiye'de para arzı ve enflasyon üzerine ampirik bir araştırma, Uludağ Üniversitesi Basımevi.
- Iyit, N., 2018, Modelling world energy security data from multinomial distribution by generalized linear model under different cumulative link functions, *Open Chemistry*, 16 (1), 377-385.
- Iyit, N. ve Mashhadani, A. A. J. A., 2017, An Application of Generalized Linear Model (GLM) to Child Mortality Data in Iraq Based on Socio-Economic Indicators, *Turkish World Socio-Economic Strategies* 195-203.
- Iyit, N., Yonar, H. ve Genç, A., 2016, Generalized Linear Models for European Union Countries Energy Data, *Acta Physica Polonica, A*, 130 (1), 397-400.
- Jang, M. J., 2011, Working correlation selection in generalized estimating equations.
- Jennrich, R. I. ve Schluchter, M. D., 1986, Unbalanced repeated-measures models with structured covariance matrices, *Biometrics*, 805-820.

- Kanumuri, S., Subramanian, S. G., Cosman, P. C. ve Reibman, A. R., 2006, Predicting H. 264 packet loss visibility using a generalized linear model, *Image Processing, 2006 IEEE International Conference on*, 2245-2248.
- Kaur, G., Sarin, V. ve Dhami, J. K., 2017, Causality Between Exports and GDP: An Empirical Evidence from BIMSTEC Region, In: *Current Issues in Economics and Finance*, Eds: Springer.
- Kendall, M. G., 1961, *The advanced theory of statistics: Inference and relationship*, Charles Griffin.
- Kılıç, S., 2012, Genelleştirilmiş Tahmin Denklemlerinde Çalışan Korelasyon Yapısına Entropi Yaklaşımı, *İstanbul: Marmara Üniversitesi SBE* (s 19).
- Kónya, L., 2006, Exports and growth: Granger causality analysis on OECD countries with a panel data approach, *Economic Modelling*, 23 (6), 978-992.
- Kumar Narayan, P. ve Smyth, R., 2006, Higher education, real income and real investment in China: evidence from Granger causality tests, *Education Economics*, 14 (1), 107-125.
- Kutlar, A., 2005, *Uygulamalı ekonometri*, Nobel Kitabevi.
- Lee, C.-C. ve Chang, C.-P., 2009, FDI, financial development, and economic growth: international evidence, *Journal of applied economics*, 12 (2), 249-271.
- Liang, K.-Y. ve Zeger, S. L., 1986, Longitudinal data analysis using generalized linear models, *Biometrika*, 73 (1), 13-22.
- Lindsey, J. K., 2000, *Applying generalized linear models*, Springer Science & Business Media.
- Lipsitz, S. R., Fitzmaurice, G. M., Orav, E. J. ve Laird, N. M., 1994, Performance of generalized estimating equations in practical situations, *Biometrics*, 270-278.
- Lord, D. ve Persaud, B., 2000, Accident prediction models with and without trend: application of the generalized estimating equations procedure, *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board* (1717), 102-108.
- Lord, D., Guikema, S. D. ve Geedipally, S. R., 2008, Application of the Conway–Maxwell–Poisson generalized linear model for analyzing motor vehicle crashes, *Accident Analysis & Prevention*, 40 (3), 1123-1134.
- McCullagh, P. ve Nelder, J. A., 1989, *Generalized linear models*, CRC press.
- Montgomery, D. C., Peck, E. A. ve Vining, G. G., 2012, *Introduction to linear regression analysis*, John Wiley & Sons.

- Myers, R. H., Montgomery, D. C., Vining, G. G. ve Robinson, T. J., 2012, Generalized linear models: with applications in engineering and the sciences, John Wiley & Sons.
- Narayan, P. K. ve Smyth, R., 2005, Electricity consumption, employment and real income in Australia evidence from multivariate Granger causality tests, *Energy policy*, 33 (9), 1109-1116.
- Narayan, P. K. ve Prasad, A., 2008, Electricity consumption–real GDP causality nexus: Evidence from a bootstrapped causality test for 30 OECD countries, *Energy Policy*, 36 (2), 910-918.
- Nelder, J. A. ve Wedderburn, R. W., 1972, Generalized linear models, *Journal of the Royal Statistical Society: Series A (General)*, 135 (3), 370-384.
- Nelder, J. A., Pawitan, Y. ve Lee, H. J., 2006, Generalized linear models with random effects: unified analysis via H-likelihood, Chapman and Hall/CRC.
- Olsson, U., 2002, Generalized linear models, *An applied approach. Studentlitteratur, Lund*, 18.
- Ozaltın, O. ve İyit, N., 2018, Modelling the US Diabetes Mortality Rates via Generalized Linear Model with the Tweedie Distribution, *International Journal of Science and Research (IJSR)*, 7 (2).
- Özkan, C. ve Sunar, F., 2008, Deniz Yağ Kirliliğinin Tespiti İçin Yapay Zeka Optimizasyon Yöntemlerinin Genelleştirilmiş Lineer Model Sınıflandırmasında Kullanımı.
- Pan, W., 2001, Akaike's information criterion in generalized estimating equations, *Biometrics*, 57 (1), 120-125.
- Pan, W. ve Connett, J. E., 2002, Selecting the working correlation structure in generalized estimating equations with application to the lung health study, *Statistica Sinica*, 475-490.
- Paradis, E. ve Claude, J., 2002, Analysis of comparative data using generalized estimating equations, *Journal of Theoretical Biology*, 218 (2), 175-185.
- Payne, J. E., 2010, Survey of the international evidence on the causal relationship between energy consumption and growth, *Journal of Economic Studies*, 37 (1), 53-95.
- Pesaran, M. H., 2004, General diagnostic tests for cross section dependence in panels.
- Pesaran, M. H., 2007, A simple panel unit root test in the presence of cross-section dependence, *Journal of Applied econometrics*, 22 (2), 265-312.
- Pesaran, M. H. ve Yamagata, T., 2008, Testing slope homogeneity in large panels, *Journal of econometrics*, 142 (1), 50-93.

- Phillips, P. C. ve Perron, P., 1988, Testing for a unit root in time series regression, *Biometrika*, 75 (2), 335-346.
- Raftery, A. E., 1996, Approximate Bayes factors and accounting for model uncertainty in generalised linear models, *Biometrika*, 83 (2), 251-266.
- Rotnitzky, A. ve Jewell, N. P., 1990, Hypothesis testing of regression parameters in semiparametric generalized linear models for cluster correlated data, *Biometrika*, 77 (3), 485-497.
- Ryan, L., 1992, The use of generalized estimating equations for risk assessment in developmental toxicity, *Risk Analysis*, 12 (3), 439-447.
- Sarul, L. S. ve Balaban, M. E., 2014, Premium Pricing And Risk Assessment For Claim Amounts Based On Generalized Linear Models (GLM), *Dumlupinar University Journal of Social Science/Dumlupinar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*.
- Scott Long, J., 1997, Regression models for categorical and limited dependent variables, *Advanced quantitative techniques in the social sciences*, 7.
- Segond, M.-L., Onof, C. ve Wheeler, H., 2006, Spatial-temporal disaggregation of daily rainfall from a generalized linear model, *Journal of Hydrology*, 331 (3-4), 674-689.
- Sengupta, D. ve Jammalamadaka, S. R., 2003, Linear models: an integrated approach, World Scientific.
- Serfling, R. J., 2009, Approximation theorems of mathematical statistics, John Wiley & Sons.
- Sethi, S., 2015, Inflation, Inflation Volatility and Economic Growth: The Case of India, *IUP Journal of Applied Economics*, 14 (3).
- Sevüktekin, M. ve Nargeleçekenler, M., 2007, Ekonometrik zaman serileri analizi: EViews uygulamalı, Nobel Yayın Dağıtım.
- Shan, J. ve Tian, G. G., 1998, Causality between exports and economic growth: the empirical evidence from Shanghai, *Australian Economic Papers*, 37 (2), 195-202.
- Shen, C. W. ve Chen, Y. H., 2012, Model selection for generalized estimating equations accommodating dropout missingness, *Biometrics*, 68 (4), 1046-1054.
- Shirazi, N. S. ve Manap, T. A. A., 2005, Export-led growth hypothesis: Further econometric evidence from South Asia, *The Developing Economies*, 43 (4), 472-488.
- Shults, J. ve Chaganty, N. R., 1998, Analysis of serially correlated data using quasi-least squares, *Biometrics*, 1622-1630.

- Sims, C. A., 1980, Macroeconomics and reality, *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 1-48.
- Soytas, U. ve Sari, R., 2003, Energy consumption and GDP: causality relationship in G-7 countries and emerging markets, *Energy economics*, 25 (1), 33-37.
- StataCorp, L., 2007, Stata data analysis and statistical Software, *Special Edition Release*, 10, 733.
- Swamy, P. A., 1970, Efficient inference in a random coefficient regression model, *Econometrica: journal of the Econometric Society*, 311-323.
- Tari, R., 2010, Ekonometri, *Umuttepe Yayınları, Kocaeli*.
- Toda, H. Y. ve Yamamoto, T., 1995, Statistical inference in vector autoregressions with possibly integrated processes, *Journal of econometrics*, 66 (1-2), 225-250.
- Twisk, J. W., 2004, Longitudinal data analysis. A comparison between generalized estimating equations and random coefficient analysis, *European journal of epidemiology*, 19 (8), 769-776.
- Twisk, J. W., 2013, Applied longitudinal data analysis for epidemiology: a practical guide, Cambridge University Press.
- Wackerly, D., Mendenhall, W. ve Scheaffer, R. L., 2014, Mathematical statistics with applications, Cengage Learning.
- Walls, T. A. ve Schafer, J. L., 2006, Models for intensive longitudinal data, Oxford University Press.
- Wang, M. ve Long, Q., 2011, Modified robust variance estimator for generalized estimating equations with improved small-sample performance, *Statistics in medicine*, 30 (11), 1278-1291.
- Wang, M., 2014, Generalized estimating equations in longitudinal data analysis: a review and recent developments, *Advances in Statistics*, 2014.
- Wedderburn, R. W., 1974, Quasi-likelihood functions, generalized linear models, and the Gauss—Newton method, *Biometrika*, 61 (3), 439-447.
- Weiss, R. E., 2005, Modeling longitudinal data, Springer Science & Business Media.
- Wiener, N., 1956, The theory of prediction, *Modern mathematics for engineers*.
- Wood, S. N., 2017, Generalized additive models: an introduction with R, CRC press.
- World_Data_Bank, 2018, Income Groups of Countries [online], <https://datahelpdesk.worldbank.org/knowledgebase/articles/906519-world-bank-country-and-lending-groups>: [5 November 2018].

- WorldBank, 2018, World Development Indicators [online], <https://www.worldbank.org/>: [7 August 2018].
- Yerdelen-Tatoğlu, F., 2017, Panel Zaman Serileri Analizi, *Beta Basım Yayım Dağıtım AŞ, İstanbul*.
- Yerdelen Tatoğlu, F., 2012, İleri panel veri analizi, stata uygulamalı, *Beta Yayıncılık, İstanbul*.
- Yonar, H. ve İyit, N., 2018, Modeling The Causality Relationships Between Gdp/Gni and Electricity Consumption According to Income Levels of Countries By Generalized Estimating Equations, *Selcuk University Social Sciences Institute Journal* (39), 191-200.
- Zanin, L. ve Marra, G., 2012, A comparative study of the use of generalized additive models and generalized linear models in tourism research, *International Journal of Tourism Research*, 14 (5), 451-468.
- Zeger, S. L. ve Liang, K.-Y., 1986, Longitudinal data analysis for discrete and continuous outcomes, *Biometrics*, 121-130.
- Zeger, S. L., Liang, K.-Y. ve Albert, P. S., 1988, Models for longitudinal data: a generalized estimating equation approach, *Biometrics*, 1049-1060.
- Zeger, S. L. ve Karim, M. R., 1991, Generalized linear models with random effects; a Gibbs sampling approach, *Journal of the American statistical association*, 86 (413), 79-86.
- Ziegler, A., 2011, Generalized estimating equations, Springer Science & Business Media.
- Zorn, C. J., 2001, Generalized estimating equation models for correlated data: A review with applications, *American Journal of Political Science*, 470-490.

EKLER

EK-1 Üstel Dağılımlar Ailesi Üyelerinin Beklenen Değer ve Varyansı

Üstel dağılımlar ailesinin genel formu Eşitlik (3,37) ile verildiği üzere, GLM’de kullanılan bağımlı değişkeninin olabilirlik fonksiyonu;

$$L(\theta, \phi; y) = \prod_{i=1}^N f(y_i; \theta, \phi) \quad (E1.1)$$

şeklinde tanımlanır. GLM’de kullanılan bağımlı değişkeninin log-olabilirlik (log-olabilirlik) fonksiyonu ise;

$$l(\theta, \phi; y) = \log L(\theta, \phi; y) = \sum_{i=1}^n \frac{y_i \theta_i - b(\theta_i)}{a(\phi)} + \sum_{i=1}^n c(y_i, \phi) \quad (E1.2)$$

şeklinde tanımlanır. Log-olabilirlik fonksiyonu ile ilgili iki önemli özellik (Serfling, 2009; Bickel ve Doksum, 2015; Wood, 2017);

$$\bullet E \left[\frac{\partial l(\theta, \phi; Y)}{\partial \theta} \right] = 0 \quad (E1.3)$$

$$\bullet E \left[\frac{\partial^2 l(\theta, \phi; Y)}{\partial \theta^2} \right] + E \left[\left[\frac{\partial l(\theta, \phi; Y)}{\partial \theta} \right]^2 \right] = 0 \quad (E1.4)$$

şeklinde dir. Bu iki özellikten Eşitlik (E1.3) ile verilen ilkinin açılımı;

$$\begin{aligned} E \left[\frac{\partial l(\theta, \phi; Y)}{\partial \theta} \right] &= E \left[\frac{\frac{\partial f(Y, \theta)}{\partial \theta}}{f(Y, \theta)} \right] \\ &= \int \frac{1}{f(y, \theta)} \frac{\partial f(y, \theta)}{\partial \theta} f(y, \theta) dy \\ &= \int \frac{\partial f(y, \theta)}{\partial \theta} dy \\ &= \frac{\partial}{\partial \theta} \int \underbrace{f(y, \theta)}_1 dy = \frac{\partial}{\partial \theta} (1) = 0 \end{aligned}$$

şeklinde elde edilir

Eşitlik (E1.4) ile verilen ikinci özelliğin ispatı için öncelikle Eşitlik (E1.2) ile verilen log-olabilirlik fonksiyonunun θ 'ya göre türevinin beklenen değeri;

$$E\left[\frac{\partial l(\theta, \phi; Y)}{\partial \theta}\right] = \int \frac{\partial l(\theta, \phi; y)}{\partial \theta} f(y, \theta) dy = 0$$

olarak elde edilir. Bu ifadenin θ 'ya göre ikinci dereceden türevi;

$$\int \frac{\partial^2 l(\theta, \phi; y)}{\partial \theta^2} f(y, \theta) + \frac{\partial l(\theta, \phi; y)}{\partial \theta} \frac{\partial f(y, \theta)}{\partial \theta} dy = 0 \quad (\text{E1.5})$$

şeklindedir. Burada,

$$\frac{\partial l(\theta, \phi; y)}{\partial \theta} = \frac{1}{f(y, \theta)} \frac{\partial f(y, \theta)}{\partial \theta}$$

olmak üzere;

$$\frac{\partial f(y, \theta)}{\partial \theta} = \frac{\partial l(\theta, \phi; y)}{\partial \theta} f(y, \theta) \quad (\text{E1.6})$$

şeklindedir Eşitlik (E1.6) kullanılarak Eşitlik (E1.5) tekrar düzenlenirse;

$$= \int \frac{\partial^2 l(\theta, \phi; y)}{\partial \theta^2} f(y, \theta) + \left[\frac{\partial l(\theta, \phi; y)}{\partial \theta} \right]^2 f(y, \theta) dy = 0$$

$$\int \frac{\partial^2 l(\theta, \phi; y)}{\partial \theta^2} f(y, \theta) + \left[\frac{\partial l(\theta, \phi; y)}{\partial \theta} \right]^2 f(y, \theta) dy = 0$$

$$E\left[\frac{\partial^2 l(\theta, \phi; Y)}{\partial \theta^2}\right] + E\left[\left[\frac{\partial l(\theta, \phi; Y)}{\partial \theta}\right]^2\right] = 0$$

formuna ulaşılır (Bickel ve Doksum, 2015; Wood, 2017).

Log-olabilirlik fonksiyonu ile ilgili Eşitlik (E1.3) ve Eşitlik (E1.4)'de verilen iki temel özellik kullanılarak GLM'de kullanılan bağımlı değişkeninin beklenen değeri ve varyansı;

$$E(Y) = b'(\theta) \quad (\text{E1.7})$$

$$\text{Var}(Y) = b''(\theta)a(\phi) \quad (\text{E1.8})$$

olarak elde edilir. Bu eşitliklerin elde edilişi aşağıda verilmiştir.

Eşitlik (E1.2) ile verilen log-olabilirlik fonksiyonunun θ 'ya göre 1.mertebeden türevinin alınması ile;

$$\frac{\partial l(\theta, \phi; y)}{\partial \theta} = \frac{y - b'(\theta)}{a(\phi)} \quad (\text{E1.9})$$

eşitliğine ulaşılır. Burada $b'(\theta); b(\theta)$ fonksiyonunun birinci mertebeden türevini göstermektedir. Log-olabilirlik fonksiyonunun Eşitlik (E1.3)'de verilen özellik kullanılarak,

$$\begin{aligned} E \left(\frac{Y - b'(\theta)}{a(\phi)} \right) &= 0 \\ \frac{1}{a(\phi)} [E(Y) - b'(\theta)] &= 0 \\ E(Y) &= b'(\theta) \end{aligned}$$

eşitliğine ulaşılır. Dolayısıyla GLM'de bağımlı değişkeninin beklenen değerine bakıldığında, sadece θ parametresine bağlı olduğu açıkça görülmektedir. Eşitlik (E1.2) ile verilen log-olabilirlik fonksiyonunun θ 'ya göre 2. mertebeden türevi;

$$\frac{\partial^2 l(\theta, \phi; y)}{\partial \theta^2} = -\frac{b''(\theta)}{a(\phi)} \quad (\text{E1.10})$$

şeklinde olup, Eşitlik (E1.4) ile verilen log-olabilirlik fonksiyonunun ikinci özelliği kullanılarak,

$$\begin{aligned} E \left[-\frac{b''(\theta)}{a(\phi)} \right] + E \left\{ \left[\frac{Y - b'(\theta)}{a(\phi)} \right]^2 \right\} &= 0 \\ -\frac{b''(\theta)}{a(\phi)} + \frac{1}{a(\phi)^2} E(Y - b'(\theta))^2 &= 0 \\ -\frac{b''(\theta)}{a(\phi)} + \frac{1}{a(\phi)^2} E(Y - E(Y))^2 &= 0 \\ -\frac{b''(\theta)}{a(\phi)} + \frac{1}{a(\phi)^2} \text{Var}(Y) &= 0 \end{aligned}$$

$$-b''(\theta)a(\phi) + \text{Var}(Y) = 0$$

$$\text{Var}(Y) = b''(\theta)a(\phi)$$

eşitliğine ulaşılır. Burada $a(\phi) = \phi$ formunda kullanılmakta olup; w ; önsel ağırlıklandırma için önceden belirlenen bir sabit olup, genellikle $a(\phi) = \phi / w$ olarak alınır (Agresti, 2015). Herhangi bir önsel ağırlıklandırma yapılmadığı sürece $w=1$ olarak kullanılmaktadır. Böylece,

$$\text{Var}(Y) = b''(\theta)\phi \quad (\text{E1.11})$$

formunda yazılabilir. Çalışmada, GLM’de Eşitlik (E1.8) ile verilen bağımlı değişkeninin varyansı; Eşitlik (E1.7) ile verilen bağımlı değişkeninin beklenen değerinin bir fonksiyonu olarak ele alınacaktır. Bunun nedeni; Eşitlik (E1.7) ile verilen bağımlı değişkeninin beklenen değerinin θ parametresine bağlı olmasıdır. Ayrıca GLM’de Eşitlik (E1.8) ile verilen bağımlı değişkeninin varyansı; genel olarak $V(\mu) = b''(\theta)$ olmak üzere $\text{Var}(Y) = V(\mu)\phi$ şeklinde tanımlanabilir (Olsson, 2002; Wood, 2017).

EK-2 Bazı dağılımların üstel dağılımlar ailesi formunda elde edilmesi;

- Normal Dağılımın üstel dağılımlar ailesi formunda elde edilmesi;

$Y \sim N(\mu, \sigma^2)$ için olasılık yoğunluk fonksiyonu;

$$f(y) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \exp\left[-\frac{(y-\mu)^2}{2\sigma^2}\right] \quad -\infty < y < \infty \quad -\infty < \mu < \infty \text{ ve } 0 < \sigma^2 < \infty$$

şeklinde. Normal dağılımın olasılık yoğunluk fonksiyonunu üstel aile formunda yazabilmek için bir takım işlemlerle,

$$\begin{aligned} f(y) &= \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \exp\left[-\frac{(y-\mu)^2}{2\sigma^2}\right] \\ &= \exp\left[\log_e\left(\left(\frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma}\right) \exp\left[-\frac{(y-\mu)^2}{2\sigma^2}\right]\right)\right] \\ &= \exp\left[\log_e\left(\frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma}\right) - \frac{(y-\mu)^2}{2\sigma^2}\right] \\ &= \exp\left[\log_e\left(\frac{1}{(2\pi\sigma^2)^{1/2}}\right) + \left[-\frac{(y^2 - 2y\mu + \mu^2)}{2\sigma^2}\right]\right] \\ &= \exp\left[\log_e\left(\frac{1}{(2\pi\sigma^2)^{1/2}}\right) + \frac{2(y\mu - \frac{1}{2}\mu^2)}{2\sigma^2} - \frac{y^2}{2\sigma^2}\right] \\ &= \exp\left[(\log_e((2\pi\sigma^2)^{-1/2})) + \frac{(y\mu - \frac{1}{2}\mu^2)}{\sigma^2} - \frac{y^2}{2\sigma^2}\right] \\ &= \exp\left[\frac{y\mu - \frac{1}{2}\mu^2}{\sigma^2} - \frac{y^2}{2\sigma^2} - \frac{1}{2}\log_e(2\pi\sigma^2)\right] \end{aligned}$$

eşitliğine ulaşılır. Burada sırasıyla $\theta = \mu$, $b(\theta) = \frac{1}{2}\mu^2 = \frac{1}{2}\theta^2$, $\phi = \sigma^2$, $a(\phi) = \phi$ ve

$$c(y, \phi) = -\frac{1}{2}\left[\frac{y^2}{\phi} + \log_e(2\pi\phi)\right] \text{ olarak elde edilir.}$$

Normal dağılımdan gelen bağımlı değişkeninin üstel aile formu;

$$f(y; \theta, \phi) = \exp \left\{ \frac{y\theta - \frac{1}{2}\theta^2}{\phi} - \frac{1}{2} \left[\frac{y^2}{\phi} + \log_e(2\pi\phi) \right] \right\}$$

şeklindedir.

- **Binom Dağılımının üstel dağılımlar ailesi formunda elde edilmesi;**

$Y \sim \text{Binom}(n, p)$ için olasılık fonksiyonu;

$$f(y) = \begin{cases} \binom{n}{y} p^y (1-p)^{n-y} & y = 0, 1, 2, \dots, n \\ 0 & \text{d.d} \end{cases}$$

şeklindedir. Binom dağılımın olasılık fonksiyonunu üstel aile formunda yazabilmek için bir takım işlemlerle,

$$\begin{aligned} f(y) &= \binom{n}{y} p^y (1-p)^{n-y} \\ &= \exp \left\{ \log_e \left[\binom{n}{y} p^y (1-p)^{n-y} \right] \right\} \\ &= \exp \left\{ \log_e \left[\binom{n}{y} \left(\frac{p}{1-p} \right)^y (1-p)^n \right] \right\} \\ &= \exp \left\{ \log_e \binom{n}{y} + \log_e \left(\frac{p}{1-p} \right)^y + \log_e (1-p)^n \right\} \\ &= \exp \left\{ \underbrace{y \log_e \left(\frac{p}{1-p} \right)}_{\theta} + n \log_e (1-p) + \log_e \binom{n}{y} \right\} \end{aligned}$$

eşitliğine ulaşılır. Burada sırasıyla $\theta = \log_e \left(\frac{p}{1-p} \right)$ ve $e^{-\theta} = \left(\frac{1-p}{p} \right) \Rightarrow p = (1 + e^{-\theta})^{-1}$

olarak elde edilir. Ayrıca $p = (1 + e^{-\theta})^{-1}$ eşitliği kullanarak,

$n \log_e (1-p) = n \log_e \left(1 - \left[(1 + e^{-\theta})^{-1} \right] \right)$ eşitliği elde edilir. Son olarak,

$$n \log_e \left(1 - \left[(1 + e^{-\theta})^{-1} \right] \right) = n \log_e \left(1 - \frac{1}{1 + e^{-\theta}} \right) = n \log_e \left(\frac{e^{-\theta}}{1 + e^{-\theta}} \right) = -n \log_e \left(\frac{1 + e^{-\theta}}{e^{-\theta}} \right) = -n \log_e (1 + e^{\theta})$$

eşitliğine ulaşılır.

Burada sırasıyla $\theta = \log_e \left(\frac{p}{1-p} \right)$, $b(\theta) = n \log_e (1 + e^{\theta})$, $\phi = 1$, $a(\phi) = \phi$

ve $c(y, \phi) = \log_e \binom{n}{y}$ olarak elde edilir. Binom dağılımından gelen bağımlı değişkeninin

üstel aile formu;

$$f(y; \theta, \phi) = \exp \left\{ y \log_e \left(\frac{p}{1-p} \right) + n \log_e (1 + e^{\theta}) + \log_e \binom{n}{y} \right\}$$

şeklindedir.

- **Poisson Dağılımının üstel dağılımlar ailesi formunda elde edilmesi;**

$Y \sim \text{Poisson}(\mu)$ için olasılık fonksiyon

$$f(y) = \frac{e^{-\mu} \mu^y}{y!} \quad y = 0, 1, 2, \dots; \quad 0 < \mu < \infty$$

şeklindedir. Poisson dağılımının olasılık fonksiyonunu üstel aile formunda yazabilmek için bir takım işlemlerle,

$$\begin{aligned} f(y) &= \frac{e^{-\mu} \mu^y}{y!} \\ &= \exp \left\{ \log_e \left(\frac{e^{-\mu} \mu^y}{y!} \right) \right\} \\ &= \exp \left\{ \log_e (e^{-\mu}) + \log_e (\mu^y) - \log_e (y!) \right\} \\ &= \exp \left\{ y \log_e (\mu) - \mu - \log_e (y!) \right\} \end{aligned}$$

eşitliğine ulaşılır. Burada sırasıyla $\theta = \log_e(\mu) \Rightarrow \mu = e^\theta$, $b(\theta) = \mu = e^\theta$, $\phi = 1$, $a(\phi) = \phi$ ve $c(y, \phi) = -\log_e(y!)$ olarak elde edilir. Poisson dağılımından gelen bağımlı değişkeninin üstel aile formu;

$$f(y; \theta, \phi) = \exp \left\{ y \log_e(\mu) + e^\theta - \log_e(y!) \right\}$$

şeklindedir.

- **Gamma Dağılımının üstel dağılımlar ailesi formunda elde edilmesi;**

$Y \sim \text{Gamma}(\alpha, \beta)$ için olasılık yoğunluk fonksiyonu;

$$f(y) = \begin{cases} \frac{y^{\alpha-1} e^{-y/\beta}}{\Gamma(\alpha) \beta^\alpha} & y > 0 \\ 0 & d.d \end{cases}$$

şeklindedir. Burada $\alpha = v$ ve $\beta = \frac{\mu}{v}$ olarak alınırsa,

$$f(y) = \frac{1}{\Gamma(v)} \left(\frac{v}{\mu} \right)^v y^{v-1} \exp \left(-\frac{vy}{\mu} \right)$$

şeklinde elde edilir. Gamma dağılımının olasılık yoğunluk fonksiyonunu üstel aile formunda yazabilmek için bir takım işlemlerle,

$$\begin{aligned} f(y) &= \frac{1}{\Gamma(v)} \left(\frac{v}{\mu} \right)^v y^{v-1} \exp \left(-\frac{vy}{\mu} \right) \\ &= \exp \left\{ \log_e \left[\frac{1}{\Gamma(v)} \left(\frac{v}{\mu} \right)^v y^{v-1} \exp \left(-\frac{vy}{\mu} \right) \right] \right\} \\ &= \exp \left\{ -\log_e \Gamma(v) + v \log_e(v) - v \log_e(\mu) + (v-1) \log_e(y) - \frac{vy}{\mu} \right\} \\ &= \exp \left\{ v \left[-\frac{y}{\mu} - \log_e \mu \right] + v \log_e(v) + v \log_e(y) - \log_e(y) - \log_e \Gamma(v) \right\} \end{aligned}$$

$$= \exp \left\{ \frac{-\frac{1}{\mu} y - \log_e \mu}{\frac{1}{v}} + v \log_e (vy) - \log_e [y \Gamma(v)] \right\}$$

eşitliğine ulaşılır. Burada sırasıyla $\theta = -\frac{1}{\mu}$, $b(\theta) = \log_e \mu = -\log_e (-\theta)$, $\phi = \frac{1}{v}$,

$a(\phi) = \phi = \frac{1}{v}$ ve $c(y, \phi) = v \log_e (vy) - \log_e [y \Gamma(v)] = \frac{1}{\phi} \log_e \left(\frac{1}{\phi} y \right) - \log_e \left(y \Gamma \left(\frac{1}{\phi} \right) \right)$ olarak

elde edilir. Gamma dağılımdan gelen bağımlı değişkeninin üstel aile formu;

$$f(y; \theta, \phi) = \exp \left\{ \frac{y\theta - (-\log_e \theta)}{\phi} + \frac{1}{\phi} \log_e \left(\frac{1}{\phi} y \right) - \log_e \left(y \Gamma \left(\frac{1}{\phi} \right) \right) \right\}$$

şeklindedir.

- **Ters Normal Dağılımın üstel dağılımlar ailesi formunda elde edilmesi;**

$Y \sim IG(\mu, \gamma)$ için olasılık yoğunluk fonksiyonu;

$$f(y) = \sqrt{\frac{\gamma}{2\pi y^3}} \exp \left[-\frac{\gamma(y-\mu)^2}{2\mu^2 y} \right] \quad \gamma > 0; \mu > 0$$

şeklindedir. Ters normal dağılımın olasılık yoğunluk fonksiyonunu üstel aile formunda yazabilmek için bir takım işlemlerle,

$$\begin{aligned} f(y) &= \sqrt{\frac{\gamma}{2\pi y^3}} \exp \left[-\frac{\gamma(y-\mu)^2}{2\mu^2 y} \right] \\ &= \exp \left[\log_e \left(\sqrt{\frac{\gamma}{2\pi y^3}} \exp \left[-\frac{\gamma(y-\mu)^2}{2\mu^2 y} \right] \right) \right] \\ &= \exp \left\{ \log_e \left[\frac{\gamma}{2\pi y^3} \right]^{\frac{1}{2}} - \frac{\gamma(y-\mu)^2}{2\mu^2 y} \right\} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= \exp \left\{ -\frac{\gamma(y^2 - 2y\mu + \mu^2)}{2\mu^2 y} + \log_e \left[\frac{2\pi y^3}{\gamma} \right]^{-\frac{1}{2}} \right\} \\
&= \exp \left\{ -\gamma \left[\frac{y}{2\mu^2} - \frac{1}{\mu} + \frac{1}{2y} \right] - \frac{1}{2} \log_e \left[\frac{2\pi y^3}{\gamma} \right] \right\} \\
&= \exp \left\{ \frac{-\frac{y}{2\mu^2} + \frac{1}{\mu} - \frac{1}{2y}}{\frac{1}{\gamma}} - \frac{1}{2} \log_e \left[\frac{2\pi y^3}{\gamma} \right] \right\} \\
&= \exp \left\{ \frac{-\frac{y}{2\mu^2} + \frac{1}{\mu}}{\frac{1}{\gamma}} - \frac{1}{2} \gamma - \frac{1}{2} \log_e \left[\frac{2\pi y^3}{\gamma} \right] + \right\} \\
&= \exp \left\{ \frac{-\frac{y}{2\mu^2} + \frac{1}{\mu}}{\frac{1}{\gamma}} - \frac{1}{2} \left(\log_e \left[\frac{2\pi y^3}{\gamma} \right] + \frac{\gamma}{y} \right) \right\}
\end{aligned}$$

eşitliğine ulaşılır. Burada sırasıyla $\theta = -\frac{1}{2\mu^2}$, $b(\theta) = \frac{1}{\mu} = -\sqrt{-2\theta}$, $\phi = \frac{1}{\gamma}$,

$a(\phi) = \phi = \frac{1}{\gamma}$ ve $c(y, \phi) = -\frac{1}{2} \left(\log_e \left[\frac{2\pi y^3}{\gamma} \right] + \frac{\gamma}{y} \right) = -\frac{1}{2} \left(\log_e [2\pi y^3 \phi] + \frac{1}{\phi y} \right)$ olarak elde

edilir. Ters Normal dağılımdan gelen bağımlı değişkeninin üstel aile formu;

$$f(y; \theta, \phi) = \exp \left\{ \frac{y\theta - (-\sqrt{2\theta})}{\phi} - \frac{1}{2} \left[\log(2\pi y^3) + \frac{1}{\phi y} \right] \right\}$$

şeklindedir.

EK-3 GLM’de kanonik link fonksiyonu kullanıldığı durumda $\hat{\beta}$ parametre vektörünün elde edilişi

Kanonik link fonksiyonunun kullanımı ile, Eşitlik (3.42) ile verilen log-olabilirlik fonksiyonunu maksimum yapan β parametre vektörünü bulmak için zincir kuralını kullanırsak;

$$\frac{\partial l}{\partial \beta} = \frac{\partial l}{\partial \theta_i} \frac{\partial \theta_i}{\partial \beta} \quad (\text{E3.1})$$

şeklinde log-olabilirlik fonksiyonunun 1.mertebeden türevi yazılır. Eşitlik (E3.1)’deki kısmi türevler, $\frac{\partial l}{\partial \theta_i}$ ifadesi için;

$$\begin{aligned} \frac{\partial l}{\partial \theta_i} &= \sum_{i=1}^n \frac{1}{a(\phi)} \left[y_i - \frac{\partial b(\theta_i)}{\partial \theta_i} \right] \\ &= \frac{1}{a(\phi)} \sum_{i=1}^n [y_i - \mu_i] \end{aligned} \quad (\text{E3.2})$$

şeklinde elde edilir. $\frac{\partial \theta_i}{\partial \beta}$ ifadesi; kanonik link fonksiyonunun kullanımında, $\theta_i = \eta_i$ ve

$\eta_i = g[E(y_i)] = g(\mu_i) = x_i' \beta$ eşitliklerinden yararlanarak;

$$\frac{\partial \theta_i}{\partial \beta} = x_i \quad (\text{E3.3})$$

şeklinde elde edilir. Eşitlik (E3.2) ve Eşitlik (E3.3)’te elde edilen denklemler yardımıyla;

$$\frac{\partial l}{\partial \beta} = \frac{1}{a(\phi)} \sum_{i=1}^n [y_i - \mu_i] x_i \quad (\text{E3.4})$$

formuna ulaşılır. Burada $a(\phi)$ sabit olup, Eşitlik (E3.4) ile verilen log-olabilirlik fonksiyonunun β parametre vektörüne göre türevinin sıfıra eşitlenmesi ile;

$$\frac{\partial l}{\partial \boldsymbol{\beta}} = \frac{1}{a(\phi)} \sum_{i=1}^n [y_i - \mu_i] x_i = 0 \quad (\text{E3.5})$$

şeklinde elde edilir ve bu denklem sisteminin çözümü ile, $\boldsymbol{\beta}$ parametre vektörünün EÇO tahminleri elde edilir (Montgomery ve ark., 2012). Burada, her bir model parametresi için p denklemlilik bir sistem söz konusudur. $\boldsymbol{\mu}' = [\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_p]$ ve $\mathbf{y}' = [y_1, y_2, \dots, y_p]$ olmak üzere Eşitlik (E3.5) ile verilen denklem sistemi matris formunda;

$$\mathbf{X}'(\mathbf{y} - \boldsymbol{\mu}) = 0 \quad (\text{E3.6})$$

şeklinde elde edilir. Bu denklemler, en çok olabilirlik skor denklemleri olarak adlandırılır (Montgomery ve ark., 2012). GLM'de Eşitlik (16) ile verilen log-olabilirlik fonksiyonu; $\boldsymbol{\beta}$ parametre vektörüne göre türevi alınarak elde edilen skor denklemler açık formda yazılamadığı için Eşitlik (E3.6) ile verilen skor denklemlerinin çözümünde IRLS yöntemi kullanılır. IRLS yöntemi aslında NR yöntemine alternatif olarak kullanılan iteratif bir yöntemdir ve NR yöntemi ile aynı iterasyon adımlarını kullanır (Myers ve ark., 2012; Fox, 2015).

Eşitlik (E3.6) ile verilen denklem sisteminin çözümüne, birinci dereceden Taylor serisi açılımı kullanılarak, η_i^* komşuluğunda;

$$y_i - \mu_i \approx \frac{\partial \mu_i}{\partial \eta_i} (\eta_i^* - \eta_i) \quad (\text{E3.7})$$

yaklaşımı ile başlanır ve kanonik link fonksiyonu ($\eta_i = \theta_i$) kullanılarak, Eşitlik (E3.7) yeniden düzenlenirse;

$$y_i - \mu_i \approx \text{Var}(\mu_i) (\eta_i^* - \eta_i)$$

formu elde edilir. Elde edilen bu form, Eşitlik (E3.6) ile verilen skor denkleminde yerine koyulursa;

$$\frac{1}{a(\phi)} \sum_{i=1}^n (\eta_i^* - \eta_i) \text{Var}(\mu_i) x_i = 0$$

ifadesi elde edilir. $V = \text{diag}(\text{Var}(\mu_i))$ matrisi; köşegen elemanları lineer kestiricinin varyanslarından oluşan bir matris olup;

$$\mathbf{y} - \boldsymbol{\mu} \approx \mathbf{V}^{-1}(\boldsymbol{\eta}^* - \boldsymbol{\eta})$$

şeklinde ifade edilebilir. Burada, GLM'nin sistematik bileşenini oluşturan $\boldsymbol{\eta} = \mathbf{X}\boldsymbol{\beta}$ formu kullanılarak, yukarıdaki ifade matris formunda yeniden yazılırsa;

$$\mathbf{X}'\mathbf{V}^{-1}(\boldsymbol{\eta}^* - \mathbf{X}\boldsymbol{\beta}) = 0$$

$\boldsymbol{\beta}$ parametre vektörünün EÇO tahmin edicisi;

$$\hat{\boldsymbol{\beta}} = (\mathbf{X}'\mathbf{V}^{-1}\mathbf{X})^{-1}\mathbf{X}'\mathbf{V}^{-1}\boldsymbol{\eta}^*$$

şeklinde elde edilir. Burada $\boldsymbol{\eta}^*$ bilinmediğinden;

$$z_i = \hat{\eta}_i + (y_i - \hat{\mu}_i) \frac{\partial \eta_i}{\partial \mu_i}$$

eşitliğine dayalı iteratif yöntemle $\boldsymbol{\beta}$ 'nın EÇO tahmin edicisi elde edilir. Burada $\mathbf{z}' = [z_1, z_2, \dots, z_n]$ olmak üzere, NR iteratif yöntemine dayanan IRLS yöntemi kullanılarak, $\boldsymbol{\beta}$ parametre vektörünün tahmin edicisi;

$$\hat{\boldsymbol{\beta}} = (\mathbf{X}'\mathbf{V}^{-1}\mathbf{X})^{-1}\mathbf{X}'\mathbf{V}^{-1}\mathbf{z} \quad (\text{E 3.8})$$

formunda elde edilir (Montgomery ve ark., 2012; Myers ve ark., 2012)

EK-4 OECD üye ülkeler, AB üye ülkeler, Yüksek Gelir grubundaki ülkeler, Yüksek-Orta Gelir grubundaki ülkeler, Düşük Gelir grubundaki ülkeler, Düşük Gelir grubundaki ülkeler (World_Data_Bank, 2018).

Çizelge E4.1. OECD üye ülkeler

Almanya	Finlandiya	İzlanda	Norveç
Amerika Birleşik Devletleri	Fransa	Japonya	Polonya
Avustralya	Hollanda	Kanada	Portekiz
Avusturya	İrlanda	Kore	Slovakya
Belçika	İspanya	Letonya	Slovenya
Birleşik Krallık	İsrail	Litvanya	Şili
Çek Cumhuriyeti	İsveç	Lüksemburg	Türkiye
Danimarka	İsviçre	Macaristan	Yeni Zelanda
Estonya	İtalya	Meksika	Yunanistan

Çizelge E4.2. AB üye ülkeler

Almanya	Estonya	İsveç	Malta
Avusturya	Finlandiya	İtalya	Polonya
Belçika	Fransa	Kıbrıs	Portekiz
Birleşik Krallık	Hırvatistan	Letonya	Romanya
Bulgaristan	Hollanda	Litvanya	Slovakya
Çek Cumhuriyeti	İrlanda	Lüksemburg	Slovenya
Danimarka	İspanya	Macaristan	Yunanistan

Çizelge E4.3. Yüksek Gelir grubundaki ülkeler

Almanya	Danimarka	Kanada	Porto Riko
Amerika Birleşik Devletleri	Estonya	Katar	San Marino
Andorra	Faroe Adaları	Kıbrıs	Seyşeller
Antigua ve Barbuda	Finlandiya	Kore Cumhuriyeti	Sint Maarten
Arjantin	Fransa	Kuveyt	Singapur
Aruba	Fransız Polinezyası	Kuzey Mariana Adaları	Slovakya
Avustralya	Grönland	Letonya	Slovenya
Avusturya	Guam	Lihtenştayn	Saint Kitts ve Nevis
Bahamalar	Hırvatistan	Litvanya	Saint Martin
Bahreyn	Hollanda	Lüksemburg	Suudi Arabistan
Barbados	Hong Kong Sar, Çin	Macao Sar, Çin	Şili
Belçika	Britanya Virgin Adaları	Macaristan	Trinidad ve Tobago
Bermuda	İrlanda	Malta	Turks ve Caicos Adaları
Birleşik Arap Emirlikleri	İspanya	Man Adası	Umman
Birleşik Krallık	İsrail	Monaco	Uruguay
Brunei	İsveç	Norveç	Virgin Adaları
Cayman Adaları	İsviçre	Palau	Yeni Kaledonya
Cebelitarık	İtalya	Panama	Yeni Zelanda
Curaçao	İzlanda	Polonya	Yunanistan
Çek Cumhuriyeti	Japonya	Portekiz	

Çizelge E4.4. Yüksek-Orta Gelir grubundaki ülkeler

Amerikan Samoası	Ermenistan	Küba	Rusya Federasyonu
Arnavutluk	Fiji	Libya	Saint Lucia
Azerbaycan	Gabon	Lübnan	Saint Vincent ve Grenadinler
Belarus	Grenada	Makedonya	Samoa
Belize	Guatemala	Maldivler	Sırbistan
Bosna Hersek	Guyana	Malezya	Surinam
Botsvana	Güney Afrika	Marshall Adaları	Tayland
Brezilya	Irak	Mauritius	Tonga
Bulgaristan	İran	Meksika	Tuvalu
Cezayir	Jamaika	Namibya	Türkiye
Çin	Karadağ	Nauru	Türkmenistan
Dominik Cumhuriyeti	Kazakistan	Paraguay	Ürdün
Ekvador	Kolombiya	Peru	Venezuela
Ekvator Ginesi	Kosta Rika	Romanya	

Çizelge E4.5. Yüksek-Orta Gelir grubundaki ülkeler

Angola	Gana	Lesotho	Sao Tome ve Principe
Bangladeş	Gürcistan	Mısır	Solomon Adaları
Bhutan	Hindistan	Mikronezya	Sri Lanka
Bolivya	Honduras	Moğolistan	Sudan
Cabo Verde	Kamboçya	Moldova	Swaziland
Cibuti	Kamerun	Moritanya	Tunus
Doğu Timor	Kenya	Myanmar	Ukrayna
El Salvador	Kırgız Cumhuriyeti	Nijerya	Vanuatu
Endonezya	Kiribati	Nikaragua	Vietnam
Fas	Kongo	Özbekistan	Zambiya
Fildişi Sahili	Kosova	Pakistan	
Filipinler	Laos	Papua Yeni Gine	

Çizelge E4.6. Düşük Gelir grubundaki ülkeler

Afganistan	Güney Sudan	Nijer	Uganda
Benin	Haiti	Orta Afrika Cumhuriyeti	Yemen
Burkina Faso	Komorlar	Ruanda	Zimbabve
Burundi	Kongo	Senegal	
Çad	Liberya	Sierra Leone	
Eritre	Madagaskar	Somali	
Etiyopya	Malavi	Suriye	
Gambia	Mali	Tacikistan	
Gine	Mozambik	Tanzanya	
Gine-Bissau	Nepal	Togo	

EK-5 Toda-Yamamoto Nedensellik Testinde Uygun Gecikme Uzunluklarının Belirlenmesinde Bilgi Kriterleri Değerleri

Çizelge E5.1. OECD üye ülkeler grubu analizi için uygun gecikme uzunlukları

Gecikme	log L	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	-2060.28	-	1.21E+49	138.5524	139.3931	138.821
1	-1876.62	232.6392	1.77E+46	131.7083	136.3322	133.18
2	-1652.16	149.6405*	1.08E+43*	122.1442*	130.5514*	124.83*

Çizelge E5.2. AB üye ülkeler grubu analizi için uygun gecikme uzunlukları

Gecikme	logL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	704.6721	-	4.13E-27	-35.21242	-34.44462	--34.93694
1	936.6032	333.0723	2.06E-30	-42.95401	-38.7311*	-41.43887
2	1059.786	120.0246*	5.41E-31*	-45.1172*	-37.43927	-42.3624*

Çizelge E5.3. Yüksek gelirli ülkeler grubu analizi için uygun gecikme uzunlukları

Gecikme	log L	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	747.4888	-	6.63E-27	-34.7375	-33.9928	-34.4646
1	987.7747	354.7077*	3.77E-30	-42.3226	-38.2266*	-40.82128
2	1081.828	98.5319	3.84E-30	-42.9441	-35.4970	-40.21451
3	1240.889*	98.4662	7.61E-31*	-46.6613*	-35.8629	-42.7033*

Çizelge E5.4. Üst-Orta gelirli ülkeler grubu analizi için uygun gecikme uzunlukları

Gecikme	logL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	-2425.383	-	3.51E+49	139.6219	140.4218	139.8980
1	-2184.308	330.6183	4.55E+45	130.4747	134.8741*	131.9934
2	-2040.544	123.2263*	4.23E+44*	126.8882*	134.8871	129.649*

Çizelge E5.5. Alt-Orta gelirli ülkeler grubu analizi için uygun gecikme uzunlukları

Gecikme	logL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	889.1848	-	2.35E-29	-40.55530	-36.29941	-39.00716
1	1069.229	175.4281*	3.34E-31*	-45.6015*	-37.9235*	-42.8467*

Çizelge E5.6. Düşük gelirli ülkeler grubu analizi için uygun gecikme uzunlukları

Gecikme	logL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	305.6107	-	6.61E-20	-24.30089	-23.61369	-24.11858
1	429.1262	154.3943*	1.73E-22*	-30.5105*	-27.4181*	-29.6901*

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Harun YONAR
Uyruğu : T.C.
Doğum Yeri ve Tarihi : ELAZIĞ /07.05.1986
Telefon : 05453112080
Faks :
e-mail : harunyonar@hotmail.com

EĞİTİM

Derece	Adı, İlçe, İl	Bitirme Yılı
Lise	: Elazığ Anadolu Lisesi, ELAZIĞ	2005
Üniversite	: Fırat Üniversitesi, ELAZIĞ	2010
Yüksek Lisans	: Fırat Üniversitesi, ELAZIĞ	2012
Doktora	: Selçuk Üniversitesi, KONYA	

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi
2011-2013	Fırat Üniversitesi	Araştırma Görevlisi
2013-	Selçuk Üniversitesi	Araştırma Görevlisi

UZMANLIK ALANI: İSTATİSTİK

YABANCI DİLLER: İNGİLİZCE

YAYINLAR

- İyit, N., Yonar, H., & Genç, A. (2016). Generalized Linear Models for European Union Countries Energy Data. Acta Physica Polonica, A, 130(1), 397-400. (Doktora tezinden)
- Yonar, H., & İyit, N. (2017). Earthquake Risk Assessment by Using Collective Risk Models. International Journal of Research and Review 4 (12), 29-33.(Doktora tezinden)
- Yonar, H., & İyit, N. (2018). Modeling The Causality Relationships Between Gdp and Electricity Consumption According to Income Levels of Countries by Generalized Estimating Equations. Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, (39), 191-200. (Doktora tezinden)