



T.C.

BANDIRMA ONYEDİ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ

SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

EKONOMETRİ ANABİLİM DALI

Yüksek Lisans Tezi

**TRAFİK KAZALARI VE EKONOMİK BÜYÜME
İLİŞKİSİNİN YUMUŞAK GEÇİŞLİ PANEL
REGRESYON YÖNTEMİYLE İNCELENMESİ**

Arda YILDIRIM

175010005

Tez Danışmanı

Doç. Dr. Necla TEKTAŞ

Bandırma 2020

T.C.
BANDIRMA ONYEDİ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
EKONOMETRİ ANABİLİM DALI

Yüksek Lisans Tezi

TRAFİK KAZALARI VE EKONOMİK BÜYÜME
İLİŞKİSİNİN YUMUŞAK GEÇİŞLİ PANEL
REGRESYON YÖNTEMİYLE İNCELENMESİ

Arda YILDIRIM
175010005

Tez Danışmanı
Doç. Dr. Necla TEKTAŞ

Bandırma 2020

YÜKSEK LİSANS TEZ ONAY SAYFASI

Bandırma Onyedİ Eylöl Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, EKONOMETRİ Anabilim Dalı, Ekonometri Programında Yüksek Lisans Öğrencisi Arda YILDIRIM tarafından Doç. Dr. Necla TEKTAŞ'ın danışmanlığında hazırlanan “Trafik Kazaları ve Ekonomik Büyüme İlişkisinin Yumuşak Geçişli Panel Regresyon Yöntemiyle İncelenmesi” başlıklı tez aşağıdaki jüri üyeleri tarafından 10/07/2020 tarihinde yapılan Tez Savunma Sınavında oybirliği ile başarılı bulunmuş ve Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı

Dr. Öğr. Üyesi Rüya ATAKLI YAVUZ

Jüri-Danışman

Doç. Dr. Necla TEKTAŞ

Jüri Üyesi

Doç. Dr. Celil AYDIN

ETİK BEYAN SAYFASI

TÜRKİYE CUMHURİYETİ BANDIRMA ONYEDİ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

Hazırladığım tez çalışması bulunan verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak hazırladığımı, tez çalışmasında yararlandığım eserlerin hepsine kurallara uygun bir biçimde atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi, kullandığım verilerde bir değişiklik yapmadığımı ve bu tez çalışmasının özgün olduğunu, bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Arda YILDIRIM

10/07/2020

ÖZET

TRAFİK KAZALARI VE EKONOMİK BÜYÜME İLİŞKİSİNİN YUMUŞAK GEÇİŞLİ PANEL REGRESYON YÖNTEMİYLE İNCELENMESİ

Arda YILDIRIM

Doğrusal regresyon modelleri, iktisat alanı başta olmak üzere pek çok alandaki bir takım olaylar veya durumlar arasındaki karmaşık ilişkileri açıklamada yetersiz kalmaktadır. Doğrusal olmayan regresyon modelleri ise, doğrusal regresyon modellerini de kapsadığından bu karmaşık ilişkileri açıklamada daha kapsayıcı ve güvenilirlerdir. Bu kapsamda, çalışmada doğrusal olmayan panel regresyon modelleri incelenmiş ve doğrusal olmayan panel regresyon modellerinden biri olan yumuşak geçişli panel regresyon (YGPR) yöntemi kullanılarak, OECD ülkelerinde 1996-2017 yılları arasında meydana gelen trafik kazaları ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkide kişi başına düşen GSYİH düzeyinin rolü üzerine bir uygulama yapılmıştır.

Elde edilen sonuçlar doğrultusunda; kişi başına düşen GSYİH düzeyine ait eşik parametresi 10,919, yani 55.215,55 \$ olarak hesaplanmıştır. Dolayısıyla bu eşik seviyesinin altında trafik kazaları artmakta iken, bu eşik seviyesinin üzerinde olması durumunda trafik kazaları azalmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Doğrusal Olmayan Panel Regresyon, Yumuşak Geçişli Panel Regresyon, Trafik, Trafik Kazaları, Ekonomik Büyüme.

ABSTRACT

ANALYSIS OF THE RELATIONSHIP BETWEEN TRAFFIC ACCIDENTS AND ECONOMIC GROWTH BY SMOOTH TRANSITION PANEL REGRESSION METHOD

Arda YILDIRIM

Linear regression models are inadequate to explain the complex relationships between a number of events or situations in many fields, especially in the field of economics. On the other hand nonlinear regression models, are more inclusive and reliable in explaining these complex relationships since they also include linear regression models. In this context, the role of GDP per capita in the relationship between traffic accidents and economic growth in OECD countries between 1996-2017 using the smooth transtion panel regression models which is one of the nonlinear panel regression models, examined and an application was made about this subject.

According to the results obtained; The threshold parameter for the GDP level was calculated as 10,919 (55.215,55 \$). Therefore, while traffic accidents increase below this threshold level, traffic accidents decrease if they are above the threshold level.

Key Words: Non-Linear Panel Regression, Smooth Transition Panel Regression, Traffic, Traffic Accidents, Economic Growth.

ÖNSÖZ

Yüksek lisans tez çalışmamın şekillenmesinde bana yön veren, çalışmalarımın her safhasında değerli vaktini, bilgisini ve yardımlarını paylaşarak bana her türlü desteği sağlayan, inanma ve başarıma azmini aşılayıp akademik yolda kendimden emin ve özgüvenli bir biçimde ilerlememi sağlayan danışman hocam Sayın Doç. Dr. Necla TEKTAŞ'a en içten teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca lisans eğitimim boyunca donanımsal açıdan beni bugünlere getiren Karadeniz Teknik Üniversitesi öğretim üyeleri Sayın Prof. Dr. Rahmi YAMAK, Sayın Prof. Dr. Necati Türedi, Sayın Prof. Dr. Hilmi Zengin ve Sayın Doç. Dr. Zehra Abdioğlu'na bilgi ve tecrübelerini benimle paylaşıp bu yolda başarılı bir şekilde ilerlememi sağladıkları için en içten teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmamın önemli aşamalarında değerli vakitlerini ayırıp, fikirlerini, önerilerini ve tecrübelerini paylaşan Bandırma Onyediy Eylül Üniversitesi öğretim üyesi Sayın Prof. Dr. Mehmet TEKTAŞ'a ve Sayın Doç. Dr. Celil AYDIN'a katkılarından dolayı teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek Lisans tez çalışmam süresince gösterdiği sabır, anlayış ve desteklerinden dolayı arkadaşlarım Abdurrahim Eyüp CANBALOĞLU, Cuma ÇİÇEK ve Mervenur POLAT'a, teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca yanımda olmasalar da uzaktan desteklerini esirgemeyen arkadaşlarım Semanur ÇAKIR, Mert ÖZCAN, Meral DOĞAN, Erol ERGÜVEN, Dilara YAPICI ve Zehra YILMAZOĞLU'na teşekkürlerimi sunarım.

Son olarak eğitim hayatım boyunca desteklerini hiçbir zaman eksik etmeyen, beni bu konumlara taşıyan Canım Ailem'e ve her zaman yanımda olduğuna inandığım Rahmetli Babam'a en içten teşekkürlerimi sunarım.

Arda YILDIRIM

Bandırma/BALIKESİR

10/07/2020

İÇİNDEKİLER

Sayfalar

YÜKSEK LİSANS TEZ ONAY SAYFASI	ii
ETİK BEYAN SAYFASI	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
ÖNSÖZ	vi
İÇİNDEKİLER	vii
TABLolar	x
GRAFİKLER	xi
KISALTMALAR	xii
GİRİŞ	1

BİRİNCİ BÖLÜM

DOĞRUSAL OLMAYAN PANEL REGRESYON MODELLERİ

1. DOĞRUSALLIK VE DOĞRUSAL DIŞILIK KAVRAMLARI	3
2. EŞİKLİ PANEL REGRESYON (EPR) MODELLERİ	5
2.1. EPR Modeli.....	6
2.1.1. EPR Modelinin Tahmini.....	7
2.1.2. EPR Modelinde Eşik Testi	8
2.1.3. EPR Modelinde Eşik Değer Tahmininin Güven Aralıkları.....	10
2.1.4. EPR Modelinde Eğim Katsayılarının Güven Aralıkları.....	11
2.2. Çok Eşikli Panel Regresyon (ÇEPR) Modeli	12
2.2.1. ÇEPR Modeli: Tahmin Aşaması.....	12
2.2.2. ÇEPR Modeli: Eşik Sayısının Belirlenmesi	14
2.2.3. ÇEPR Modeli: Güven Aralıklarının Oluşturulması	15
2.3. Eşikli Dinamik Panel Regresyon (EDPR) Modeli	15
2.3.1. EDPR Modelinin Tahmini.....	17
2.3.2. EDPR Modelinde Eşik Değerin Hesaplanması ve Güven Aralıkları.....	17

3. YUMUŞAK GEÇİŞLİ PANEL REGRESYON (YGPR) MODELLERİ	19
3.1. YGPR Modeli.....	19
3.2. YGPR Modellerinin Kurulması	23
3.2.1. Model Spesifikasyon(Belirleme) Aşaması: Doğrusallık Testi	24
3.2.2. Parametre Tahmini	27
3.2.3. Model Değerlendirme Aşaması: Yanlış Tanımlama Testleri	29
3.2.3.1. Parametre Sabitliliği Testi.....	29
3.2.3.2. Kalan Heterojenliğin Testi	31
3.2.4. Rejim Sayısının Belirlenmesi	32

İKİNCİ BÖLÜM

TRAFİK KAZALARI VE EKONOMİK BÜYÜME İLİŞKİSİ

1. TRAFİK KAZALARI	35
1.1. Trafik İle İlgili Tanımlamalar	35
1.2. Trafik Kazaları	36
1.2.1. Trafik Kazalarına Bakış.....	37
1.2.2. Trafik Kazalarının Nedenleri	42
1.2.3. Trafik Kazalarına Neden Olan Faktörler	46
1.2.3.1. İnsan Faktörü.....	46
1.2.3.2. Araç Faktörü.....	47
1.2.3.3. Çevre Faktörü	48
2. EKONOMİK BÜYÜME	49
2.1. Ekonomik Büyüme Kavramı ve Bazı Temel Kavramlar	49
2.2. Ekonomik Büyümenin Türleri	51
2.3. Ekonomik Büyümenin Belirleyicileri.....	54
2.3.1. Emek (İşgücü).....	54
2.3.2. Sermaye	55
2.3.3. Doğal Kaynaklar	56
2.3.4. Organizasyon ve Müteşebbis	57

3. TRAFİK KAZALARININ EKONOMİK BÜYÜME İLE İLİŞKİSİ	57
3.1. Trafik Kazaları İle İlgili Sosyal ve Ekonomik Göstergeler	59
3.1.1. Gayri Safi Yurtiçi Hasıla (GSYİH).....	59
3.1.2. Nüfus	61
3.1.3. Beşeri Sermaye	61
3.1.4. Kamu Maliyesi.....	62
3.1.5. Eğitim	63
3.1.6. Sağlık.....	64
4. TRAFİK KAZALARI VE EKONOMİK BÜYÜME İLİŞKİSİ İLE İLGİLİ LİTERATÜR TARAMASI.....	65

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

TRAFİK KAZALARI VE EKONOMİK BÜYÜME İLİŞKİSİ: OECD ÜLKELERİ ÜZERİNE BİR UYGULAMA

1. ARAŞTIRMANIN ÖNEMİ	75
2. ARAŞTIRMANIN AMACI	76
3. ARAŞTIRMADA KULLANILAN VERİ SETİ	77
4. ARAŞTIRMANIN KISITLARI	77
5. ARAŞTIRMANIN MODELİ VE HİPOTEZLERİ	78
6. ARAŞTIRMANIN YÖNTEMİ	79
6.1. YGPR Yöntemi	79
6.2. Birimler Arası Korelasyon.....	80
6.3. Durağanlık.....	84
7. ANALİZ SONUÇLARI	87
7.1. Tanımlayıcı İstatistikler	88
7.2. Birimler Arası Korelasyon Test Sonuçları.....	88
7.3. Birim Kök Testi Sonuçları	89
7.4. Yumuşak Geçişli Panel Regresyon (YGPR) Sonuçları	90
SONUÇ	94
KAYNAKÇA	99

TABLÖLAR

Tablo 2.1: OECD Ülkelerine Ait Trafik Kaza İstatistikleri	39
Tablo 2.2: 2008-2018 Dönemi Türkiye'ye Ait Trafik Kaza İstatistikleri.....	41
Tablo 3.1: Tanımlayıcı İstatistikler	88
Tablo 3.2: Birimler Arası Korelasyon Test Sonuçları	89
Tablo 3.3: Pesaran (2007) CADF Birim Kök Test Sonuçları	89
Tablo 3.4: Doğrusallık Testi Sonuçları	90
Tablo 3.5: Uygun Konum Parametre Sayısının Bulunması	91
Tablo 3.6: YGPR Modeli Tahmin Sonuçları.....	91

GRAFİKLER

Grafik 3.1: Kişi başına düşen GSYİH’ya İlişkin YGPR Modeli ile Elde Edilen Tahmini Geçiş Fonksiyonu	92
--	----



KISALTMALAR

ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
AUS	: Akıllı Ulaşım Sistemleri
CADF	: Cross-Section Augmented Dickey Fuller
CIPS	: Cross Sectionally Im, Pesaran ve Shin
ÇEPR	: Çok Eşikli Panel Regresyon
EDPR	: Eşikli Dinamik Panel Regresyon
EKK	: En Küçük Kareler
EPR	: Eşikli Panel Regresyon
GMM	: Genelleştirilmiş Momentler Metodu
GSYİH	: Gayri Safi Yurtiçi Hasıla
İ.İ.D	: Bağımsız ve Özdeş Dağılım
KBGSYİH	: Kişi Başına Düşen Gayri Safi Yurtiçi Hasıla
KGM	: Karayolları Genel Müdürlüğü
LM	: Lagrange Çarpanı
LRT	: Benzerlik Oranı Testi
OECD	: Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü
TKS	: Trafik Kaza Sayısı
WHO	: Dünya Sağlık Örgütü
YGPR	: Yumuşak Geçişli Panel Regresyon
ZD-YGPR	: Zamanla Değişen Yumuşak Geçişli Panel Regresyon Modeli

GİRİŞ

İktisat teorisinde, iktisadi olaylar veya durumlar arasındaki ilişkilerin geçerliliği konusunda yapılan uygulamalı çalışmalar ilişkilerin doğrusal olduğu varsayımına dayanmaktadır. Bu durum iktisadi değişkenlerin arttığı ve azaldığı dönemlerde, iktisadi olaylar üzerindeki mutlak etkisinin aynı olduğunu söylemektedir. Diğer bir ifadeyle ilişkilerin simetrik olduğu yani doğrusal olduğu kabul edilmektedir. Ancak iktisat teorisinde, iktisadi ilişkilerin doğrusal olduğu varsayılsa da ilişkilerin doğrusal olmadığı durumlarda bulunmaktadır. Bunun en temel nedeni, iktisadi değişkenlerin, veri üretme süreçlerinde doğrusallıktan sapmalarına neden olabilecek faktörlerin varlığıdır. Örneğin; yapılan politika değişiklikleri, piyasalarda homojen olmayan oyuncuların varlığı, piyasalara yapılan müdahaleler, oluşan ekonomik krizler ve ekonomik ortamın yeniden yapılanması için gerçekleştirilen kurumsal değişiklikler vb. sayılabilmektedir. Bu tür durumlar iktisadi değişkenlerin davranışlarını etkilemekte ve aralarındaki ilişki doğrusal olmayan karakter taşıyabilmektedir. Doğrusal olmayan karakterli yapılar asimetriktir ve doğrusal modeller ile yakalanamamaktadır. Bu nedenle analizlerde doğrusal olmayan modeller tercih edilmektedir. Doğrusal olmayan bir modelde iktisadi ilişkilerin birbirine tepkisi asimetrik olduğundan, iktisadi değişkenlerin arttığı dönemdeki etkisi ile azaldığı dönemdeki etkisi, aynı değildir. Sonuç olarak, iktisadi değişkenler arasındaki ilişkileri ve bu ilişkilerdeki değişimleri sağlıklı bir şekilde incelemek, ölçmek ve analiz etmek için doğrusal bir yapı yeterli olmamaktadır. Dolayısıyla, iktisadi değişkenlerin zamana bağlı değişimleri ve karşılıklı etkileşimleri incelenirken doğrusal olmayan modellerin kullanılması gerekmektedir (Yılcı, 2012; Aydın, 2017).

OECD ülkelerinde 1996-2017 yılları arasında meydana gelen trafik kazalarının ekonomik büyüme ile ilişkisinin incelendiği bu çalışmanın birinci bölümünde, doğrusal olmayan panel regresyon modellerine değinilmiştir. Bu bağlamda, doğrusal olmayan panel regresyon modelleri kavramsal olarak açıklanmış ve doğrusal olmayan panel regresyon modellerinden olan ve rejim değiştirme modelleri olarak bilinen Eşikli Panel Regresyon (EPR) modelleri, Eşikli Dinamik Panel Regresyon (EDPR) modelleri ve Yumuşak Geçişli Panel Regresyon (YGPR) modellerinin kavramsal ve kuramsal çerçevesine yer verilmiştir. Bölüm altında modellerin yapısı detaylı olarak açıklanmış ve bu modellerin tahmin aşamaları hakkında detaylı bilgiler verilmiştir.

Çalışmanın ikinci bölümünde; öncelikle trafik kazaları, trafik kazalarının nedenleri ve trafik kazalarına neden olan faktörler açıklanmıştır. Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütünden elde edilen trafik kazalarına ait istatistikler doğrultusunda konunun önemine dikkat çekilmiştir. Sonra, ekonomik büyüme kavramı açıklanmış ve ekonomik büyümenin göstergelerinden bahsedilmiştir. Daha sonra trafik kazaları ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki açıklanmıştır. Bölümün sonunda konuyla ilgili yapılan literatür çalışmalarına yer verilmiştir.

Çalışmanın üçüncü bölümünde ise; 1996-2017 yılları arasında OECD ülkelerinde meydana gelen trafik kazalarının ekonomik büyüme ile olan ilişkisi yumuşak geçişli panel regresyon (YGPR) yöntemiyle analiz edilmiş ve analiz sonuçları ortaya konmuştur. Sonuçlar doğrultusunda, trafik olgusuna dikkat çekmek ve ileride yapılacak çalışmalara ışık tutmak amacıyla önerilerde bulunulmuştur.

BİRİNCİ BÖLÜM

DOĞRUSAL OLMAYAN PANEL REGRESYON MODELLERİ

Bu bölüm altında ilk adımda, doğrusallık ve doğrusal dışılık kavramları tanımlanacaktır. İkinci adımda ise, doğrusal olmayan panel regresyon modellerinden ilki olan ve Hansen (1999) tarafından geliştirilen Eşikli Panel Regresyon (EPR) Modelinin, Kremer vd. (2013) tarafından geliştirilen Eşikli Dinamik Panel Regresyon (EDPR) Modelinin ve González vd. (2005) tarafından geliştirilen Yumuşak Geçişli Panel Regresyon (YGPR) Modelinin kavramsal ve kuramsal çerçevesi açıklanacaktır.

1. DOĞRUSALLIK VE DOĞRUSAL DIŞILIK KAVRAMLARI

Doğrusallık kavramı düz, eğri olmayan kavramından türetilmiştir ve değişkenlerde doğrusallık ve parametrelerde doğrusallık olarak ikiye ayrılmaktadır. Değişkenlerde doğrusallık; Y 'nin koşullu beklenen değerinin X 'in doğrusal fonksiyonu olması şeklinde ifade edilirken, parametrelerde doğrusallık; Y 'nin koşullu beklenen değerinin β katsayılarının doğrusal fonksiyonu olması şeklinde ifade edilmektedir (Bülbül, 2018).

Aşağıda yer alan (1.1), (1.2) ve (1.3) numaralı denklemlerde Y ve X arasındaki ilişkiler verilmiştir. Bu denklemlerde, Y bağımlı değişkeni, X bağımsız değişkeni, $\varepsilon_{i,t}$ hata terimini, β_0 ve β_1 parametreleri göstermektedir:

$$E(Y / X_{i,t}) = \beta_0 + \beta_1 X_{i,t} + \varepsilon_{i,t} \quad (1.1)$$

$$E(Y / X_{i,t}) = \beta_0 + \beta_1 X_{i,t}^3 + \varepsilon_{i,t} \quad (1.2)$$

$$E(Y / X_{i,t}) = \beta_0 + \beta_1^3 X_{i,t} + \varepsilon_{i,t} \quad (1.3)$$

Denklem (1.1), Y ve X arasında doğrusal bir ilişkiyi açıklamaktadır. Burada, denklem (1.1) düz bir regresyon doğrusudur ve bağımsız değişken X 'te meydana gelen bir birimlik değişme, bağımlı değişken Y üzerinde her zaman aynı etkiyi gösterecektir. Diğer bir ifade ile denklem (1.1)'deki değişken ve parametre katsayıları doğrusal olduğundan, model doğrusal regresyon teknikleri kullanılarak analiz edilebilmektedir.

Denklem (1.2), Y ve X arasında değişkenlerde doğrusal olmayan bir ilişkiyi açıklamaktadır ve X değişkeni, modelde X^3 olarak yer almaktadır. Burada X^3 değişkeni üzerinde yapılan logaritmik dönüşüm işlemi sonucu, model doğrusal bir yapıya indirgenmekte ve doğrusal regresyon teknikleri kullanılarak analiz edilebilmektedir.

Denklem (1.3) ise, Y ve X arasında parametrelerde doğrusal olmayan bir ilişkiyi açıklamaktadır ve β parametresi, modelde β_1^3 olarak yer almaktadır. Burada β_1^3 parametresi üzerinde yapılan dönüşüm işlemleri modeli doğrusal bir yapıya indirgeyemediğinden dolayı, modelin doğrusal olmayan regresyon model teknikleri kullanılarak analiz edilmesi gerekmektedir.

Yukarıda görüldüğü üzere değişkenler açısından doğrusal olmayan modeller doğrusal regresyon model yaklaşımlarıyla tahmin edilebilirken, parametreler açısından doğrusal olmayan modeller ise doğrusal olmayan regresyon model yaklaşımları kullanılarak tahmin edilebilmektedir (Bülbül, 2018).

Doğrusal olmayan regresyon modelleri, gerçekte doğrusal ve gerçekte doğrusal olmayan regresyon modelleri olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Ters, üstel veya logaritmik dönüşüm gibi dönüşüm işlemleri yapıldıktan sonra model doğrusal forma geçiyorsa, bu model gerçekte doğrusal model olarak tanımlanmaktadır. Ancak yapılan tüm dönüşüm işlemlerine rağmen modelin yapısı doğrusal olmayan süreçte devam ediyorsa, bu model gerçekte doğrusal olmayan model olarak tanımlanmaktadır (Şahin, 2018).

Panel regresyon modellerinin doğrusal olmayan regresyon formlarına geçirilmesi ise zor bir durumdur. Doğrusal olmayan modelleri uydurmak için genellikle doğrusallaştırılmış regresyon ile yakın sonuçlar elde edilmeye çalışılmaktadır. Bu yaklaşım, kümelenmiş veriler için geçerli olacağından, bilinen panel veri yöntemleri ile çalışmamaktadır. Diğer bir ifade ile, doğrusal süreçlere uygunluk göstermeyen ilişkilerin, doğrusal sürece uygunluk gösterdiğini varsayarak doğrusal regresyon ve doğrusal panel regresyon yaklaşımları ile modellemek doğrusal regresyon ve doğrusal panel regresyon modellerinin gücünü azaltmakta ve bunun yanı sıra sistematik hata, model belirleme hatası ve parametre yanlılığı gibi sorunlara yol açabilmektedir. Bu durumda doğrusal panel regresyon modellerini de kapsayan, doğrusal olmayan panel regresyon modellerinin kullanılması gerekmektedir (Greene, 2012; Yılcı 2012; Şahin, 2018).

Panel regresyon modellerinde en yaygın sorunlardan birisi de heterojenite sorunudur. Heterojenlik, örnekleme yer alan verilerin sahip oldukları özelliklere göre ortaya çıkan, örnekleme dağılımına bağlı olarak modelin katsayılarının ve parametrelerinin (kesme ve/veya eğim) her bir birim için veya her bir zaman dönemi için veya hem her bir birim için hem de her bir zaman dönemi için farklılık göstermesi olarak tanımlanabilir. Heterojenite, bir panel veri setinde yer alan her birimin farklı olması ve yapısal ilişkilerin bu birimler arası farklılık göstermesi olarak tanımlanabilir (Tüzüntürk, 2007; Wang Q., 2015).

Panel regresyon modellerinde karşılaşılan verilerdeki heterojenliğin, sabit veya rastgele bireysel etkiler ve zaman etkileri ile tamamen yakalanabileceği varsayılmaktadır. Böylece gözlemlenen açıklayıcı değişkenlerin katsayıları tüm gözlemler için aynı olmaktadır. Diğer bir ifade ile, panel regresyon modellerinde, bir örnekteki tüm gözlemlerin regresyon fonksiyonları aynıdır. Bu durum panel verilerinde standart bir varsayımdır ve havuzlanabilirlik varsayımı olarak adlandırılan bu varsayım, bazı durumlarda ihlal edilebilmektedir. Hansen (1999) bu sorun için bireysel gözlemlerin gözlemlenebilir bir değişkene göre sınıflara ayrıldığı bir alternatif önermiştir. Eğer regresyon fonksiyonları bir sınıftaki tüm gözlemler için aynıysa ve bu tüm sınıflar için geçerliyse, bu varsayım Hansen'in Eşikli Panel Regresyon (EPR) Modeli olarak tanımlanmaktadır (González, Teräsvirta, & Dijk, 2005).

2. EŞİKLİ PANEL REGRESYON (EPR) MODELLERİ

Literatürde, regresyon katsayılarının zaman içinde ve yatay kesit birimleri arasında değişmesine izin veren çeşitli panel veri modelleri geliştirilmiştir*. Bu modellerden birisi de Hansen (1999) tarafından geliştirilen parametre heterojenliğinin özel bir örneği olan Eşikli Panel Regresyon (EPR) Modelidir. EPR modelinde gözlemleri gruplandırmak için kullanılan eşik değişkeninin zamanla değişmesi durumunda bireylerin tüm zaman dilimleri için aynı kümede kalmalarının kısıtlanmaması bu modeli cazip hale getiren bir özelliktir (Hansen, 1999; González, Teräsvirta, Dijk, & Yang, 2017).

* Bkn. (Hsiao, 2003; Pesaran, 2015)

2.1. EPR Modeli

Doğrusal olmayan panel regresyon modellerinden olan ve sabit bireysel etkilere izin veren EPR modellerinde gözlemlenebilir bir değişkenin değerine bağlı olarak, regresyon katsayıları farklı birkaç değer alabilmektedir. Yani paneldeki gözlemler, her biri farklı rejimlerde farklı regresyon katsayılarına sahip birkaç “homojen kümeye” veya “rejime” ayrılmaktadır (González, Teräsvirta, Dijk, & Yang, 2017).

Hansen’in tek eşik değer işlevine sahip EPR modeli aşağıdaki gibi tanımlanmaktadır:

$$y_{i,t} = \mu_i + \beta'_0 x_{i,t} I(q_{i,t} \leq \gamma) + \beta'_1 x_{i,t} I(q_{i,t} > \gamma) + u_{i,t} \quad (1.4)$$

Denklem (1.4) verilen, $1 \leq i \leq N$ olmak üzere, $i = 1, 2, \dots, N$ panelin yatay kesit boyutunu, $1 \leq t \leq T$ olmak üzere, $t = 1, 2, \dots, T$ ise panelin zaman boyutunu göstermektedir. Bağımlı değişken $y_{i,t}$ ve eşik değişkeni $q_{i,t}$ skaler bir vektör, bağımsız değişken $x_{i,t}$ ise dışsal değişkenlerin k -boyutlu bir vektörü ve $I(.)$ gösterge fonksiyonudur. μ_i yatay kesite ait sabit etkileri ve $u_{i,t}$ ise hata terimlerini göstermektedir. Hata terimleri $u_{i,t}$ sıfır ortalama ($\mu = 0$) ve sonlu varyans (σ^2) ile bağımsız ve özdeş (i.i.d) dağılmaktadır. Ayrıca bağımlı ve bağımsız değişkenlerin durağan olduğu varsayılmaktadır (Hansen, 1999; Chang & Chiang, 2007; Chang, Huang, & Lee, 2009; Chang, Khamkaew, & McAleer, 2009; Yılcı, 2012; Wang Q., 2015; Koçbulut & Altıntaş, 2019; İzgi, 2019).

Denklem (1.4)’te yer alan model alternatif olarak aşağıdaki şekilde yazılabilmektedir:

$$y_{i,t} = \begin{cases} \mu_i + \beta'_0 x_{i,t} + u_{i,t}, & q_{i,t} \leq \gamma \\ \mu_i + \beta'_1 x_{i,t} + u_{i,t}, & q_{i,t} > \gamma \end{cases} \quad (1.5)$$

Denklem (1.4)’te yer alan model aşağıdaki gibi de yazılabilmektedir:

$$y_{i,t} = \mu_i + \beta' x_{i,t}(\gamma) + u_{i,t}, \quad \left\{ \begin{array}{l} \beta = \beta'_0, \beta'_1 \\ x_{i,t}(\gamma) = \begin{pmatrix} x_{i,t} I(q_{i,t} \leq \gamma) \\ x_{i,t} I(q_{i,t} > \gamma) \end{pmatrix} \end{array} \right. \quad (1.6)$$

Denklem (1.6)'da yer alan $\beta'x_{i,t}(\gamma)$ ifadesi, $\beta = (\beta'_0, \beta'_1)'$ olmak üzere denklem (1.4)'teki $\beta'_0 x_{i,t} I(q_{i,t} \leq \gamma)$ ve $\beta'_1 x_{i,t} I(q_{i,t} > \gamma)$ yerine yazılmıştır. Burada gözlemler $q_{i,t}$ eşik değişkeninin γ eşik parametresinden daha küçük veya daha büyük olmasına göre iki rejime ayrılmaktadır. Rejimler, farklı β_0 ve β_1 eğim katsayıları ile birbirinden ayrılmaktadır. β_0 ve β_1 parametrelerinin tanımlanması için $x_{i,t}$ değişkeninin zamanla değişmez olmaması gerekmektedir. Ayrıca $q_{i,t}$ eşik değişkeninin de zamanla değişmez olmadığı varsayılmaktadır. Eşik değişkeni $q_{i,t}$, bağımsız değişken $x_{i,t}$ 'in elemanı olabileceği gibi, model dışından da belirlenebilmektedir (Hansen, 1999; Yıllancı, 2012).

2.1.1. EPR Modelinin Tahmini

Denklem (1.6)'da yer alan EPR modelini tahmin etmek için bireye özgü ortalamalar kaldırılarak, μ_i bireysel etkilerin yok edilmesi gerekmektedir. t zaman boyutu boyunca modelin ortalaması aşağıdaki şekilde yazılmaktadır:

$$\bar{y}_{i,t} = \mu_i + \beta' \bar{x}_{i,t}(\gamma) + \bar{u}_{i,t} \quad (1.7)$$

Burada yer alan $\bar{y}_{i,t}$, $\bar{x}_{i,t}(\gamma)$ ve $\bar{u}_{i,t}$ değerleri bireye özgü ortalamaları ifade etmektedir ve sırasıyla; $\bar{y}_{i,t} = T^{-1} \sum_{t=1}^T y_{i,t}$, $\bar{x}_{i,t}(\gamma) = T^{-1} \sum_{t=1}^T x_{i,t}(\gamma) = \left(\frac{T^{-1} \sum_{t=1}^T x_{i,t} I(q_{i,t} \leq \gamma)}{T^{-1} \sum_{t=1}^T x_{i,t} I(q_{i,t} > \gamma)} \right)$ ve $\bar{u}_{i,t} = T^{-1} \sum_{t=1}^T u_{i,t}$ şeklinde gösterilmektedir (Hansen, 1999).

Denklem (1.6)'da yer alan modelden, bireye özgü ortalamaları gösteren denklem (1.7)'deki model çıkarıldığında, EPR modeli aşağıdaki şekilde yazılmaktadır:

$$y_{i,t}^* = \beta' x_{i,t}^*(\gamma) + u_{i,t}^* \quad (1.8)$$

Burada $y_{i,t}^* = y_{i,t} - \bar{y}_{i,t}$, $x_{i,t}^*(\gamma) = x_{i,t}(\gamma) - \bar{x}_{i,t}(\gamma)$ ve $u_{i,t}^* = u_{i,t} - \bar{u}_{i,t}$ şeklindedir.

EPR yönteminde panelde yer alan bütün yatay kesitler için yığılmış veri matris formunda aşağıdaki şekilde gösterilmektedir:

$$y_{i,t}^* = \begin{bmatrix} y_{i,2}^* \\ \vdots \\ y_{i,T}^* \end{bmatrix}, \quad x_{i,t}^*(\gamma) = \begin{bmatrix} x_{i,2}^*(\gamma)' \\ \vdots \\ x_{i,T}^*(\gamma)' \end{bmatrix}, \quad u_{i,t}^* = \begin{bmatrix} u_{i,2}^* \\ \vdots \\ u_{i,T}^* \end{bmatrix} \quad (1.9)$$

Denklem (1.9)' da yer alan matris gösterimleri kullanılarak Denklem (1.8) şu şekilde yazılmaktadır:

$$Y^* = X^*(\gamma)\beta + u^* \quad (1.10)$$

Denklem (1.10)'da yer alan eğim katsayısı β , eşik değeri γ 'nin herhangi bir değeri için En Küçük Kareler (EKK) yöntemiyle hesaplanabilmektedir:

$$\hat{\beta}(\gamma) = (X^*(\gamma)'X^*(\gamma))^{-1}X^*(\gamma)'Y^* \quad (1.11)$$

Burada Y^* ve X^* bireye özgü ortalamalar kaldırıldıktan sonra tüm birimler için yığılmış verileri göstermekte ve hata terimleri vektörü $\hat{u}^*(\gamma) = Y^* - X^*(\gamma)\hat{\beta}(\gamma)$ şeklinde ifade edilmektedir. Hata terimlerinin kareler toplamı ise aşağıdaki gibi yazılmaktadır:

$$S_1(\gamma) = \hat{u}^*(\gamma)'\hat{u}^*(\gamma) = Y^{*'}(I - X^*(\gamma)'(X^*(\gamma)'X^*(\gamma))^{-1}X^*(\gamma)')Y^* \quad (1.12)$$

Denklem (1.12)'deki yoğunlaştırılmış hata kareler toplamının minimizasyonu için γ eşik değerinin EKK ile tahmin edilmesi gerekmektedir (Chan, 1993; Hansen, 1999; Hansen, 2000; Yılancı, 2012).

Bu bağlamda γ eşik değerinin EKK tahmincisi şu şekilde gösterilmektedir:

$$\hat{\gamma} = \underset{\gamma}{argmin} S_1(\gamma) \quad (1.13)$$

$\hat{\gamma}$ değeri, EKK ile elde edildiğinde eğim katsayısı tahmini $\hat{\beta} = \hat{\beta}(\hat{\gamma})$ olur. Hata terimleri vektörü $\hat{u}^* = \hat{u}^*(\hat{\gamma})$ şeklinde ifade edilmektedir. Hata terimleri varyansı ise şu şekilde hesaplanmaktadır:

$$\hat{\sigma}^2 = \frac{1}{N(T-1)} \hat{u}_{i,t}^*{}' \hat{u}_{i,t}^* = \frac{1}{N(T-1)} S_1(\hat{\gamma}) \quad (1.14)$$

2.1.2. EPR Modelinde Eşik Testi

EPR modelinde eşik etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığını belirlemek önemlidir. Bu bağlamda, modelin doğrusal olduğu ve eşik etkisinin olmadığını söyleyen boş hipotez $H_0: \beta_0 = \beta_1$, modelin doğrusal olmadığını ve eşik etkisinin

olduğunu söyleyen alternatif hipotez ise $H_1: \beta_0 \neq \beta_1$ şeklinde kurulmaktadır. Burada boş hipotez H_0 altında, γ eşik değeri tanımlanamamaktadır ve bu nedenle eşik testi için kullanılacak testler standart olmayan dağılımlara sahip olmaktadır. Hansen (1996) çalışmasında, denklem (1.8)'deki gibi sabit etkili modellerde, Benzerlik Oranı Testinin (LRT) asimptotik dağılımını benzetmek için özçıkırım yaklaşımının kullanabileceğini belirtmiştir (Hansen, 1996; Hansen, 1999; Yılancı, 2012).

Modelin doğrusal olduğunu ve eşik etkisinin olmadığını söyleyen H_0 boş hipotezi altında model şu şekilde gösterilmektedir:

$$y_{i,t} = \mu_i + \beta_0' x_{i,t} + u_{i,t} \quad (1.15)$$

Denklem (1.15), sabit etkiler dönüşümü yapıldıktan sonra, şu şekilde gösterilmektedir:

$$y_{i,t}^* = \beta_0' x_{i,t}^* + u_{i,t}^* \quad (1.16)$$

Burada β_0 regresyon parametresinin EKK tahmincisi $\tilde{\beta}_0$ 'dır. $\tilde{u}_{i,t}^*$ ise, hata terimlerinin EKK tahmincisidir. $S_0 = \tilde{u}_{i,t}^{*'} \tilde{u}_{i,t}^*$ ise hata terimlerinin kareleridir.

Modelin doğrusal olmadığını ve eşik etkisinin olduğunu söyleyen H_1 alternatif hipotez altında ise model şu şekilde gösterilmektedir:

$$y_{i,t}^* = \beta' x_{i,t}^*(\gamma) + u_{i,t}^* \quad (1.17)$$

Eşik etkisinin olup olmadığını test etmek için kullanılan, LRT istatistiği şu şekilde hesaplanmaktadır:

$$F_1(\gamma) = \frac{(S_0 - S_1(\hat{\gamma}))}{\hat{\sigma}^2} \quad (1.18)$$

Burada S_0 değeri, H_0 hipotezi altında yer alan eşik etkisi olmayan doğrusal modelin hata kareler toplamını, S_1 değeri, H_1 hipotezi altında yer alan eşik etkisi olan modelin hata kareler toplamını göstermektedir. $\hat{\sigma}^2$ değeri, denklem (1.14)'teki hata terimleri varyansıdır. Aynı şekilde burada, $F_1(\gamma)$ test istatistiği asimptotik dağılımı standart dışıdır ve χ_k^2 dağılımı sergilemektedir. H_0 boş hipotezi altında da γ eşik değeri

tanımlanmamıştır. Bu durumun örneklem momentlerine bağlı olduğu görülmektedir ve dolayısıyla kritik değerler tablo haline getirilememektedir. Hansen (1996) çalışmasında, özçıkırım yaklaşımının birinci mertebeden asimptotik dağılıma ulaştığını tespit etmiş ve özçıkırım yaklaşımından elde edilen p değerlerinin asimptotik olarak geçerli olduğunu belirtmiştir. Eğer, $F_1(\gamma)$ istatistiği istenen kritik değerden yüksekse, eşik etkisinin olmadığını gösteren $H_0: \beta_0 = \beta_1$ boş hipotezi reddedilmektedir. Başka bir deyişle, $F_1(\gamma)$ istatistiği için asimptotik p değerinin özçıkırım tahmini istenen kritik değerden küçükse, eşik etkisinin olmadığını söyleyen boş hipotez reddedilmektedir (Hansen, 1996; Hansen, 1999; Chang & Chiang, 2007; Chang, Huang, & Lee, 2009; Yılcı, 2012; Wang Q., 2015; Aydiner, 2016).

2.1.3. EPR Modelinde Eşik Değer Tahmininin Güven Aralıkları

Eşik etkisinin olması ($\beta_0 \neq \beta_1$) durumunda $\hat{\gamma}$ değerinin, γ_0 (γ 'nin gerçek değeri) için tutarlı olup olmadığı belirlenmelidir*. Bu durum, eşik değer tahmini etrafında güven aralıklarının hesaplanmasını gerektirmektedir. γ eşik değeri için güven aralıkları oluşturmanın en iyi yolu, LRT istatistiklerini kullanarak $H_0: \gamma = \gamma_0$ boş hipotezinin testi için ret edilmeme bölgesi oluşturmaktır (Hansen, 1999; Hansen, 2000; Chang & Chiang, 2007; Chang, Huang, & Lee, 2009; Chang, Khamkaew, & McAleer, 2009; Yılcı, 2012; Wang Q., 2015; Koçbulut & Altıntaş, 2019).

Bu bağlamda, LRT istatistiği aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır:

$$LR_1(\gamma) = \frac{(S_1(\gamma) - S_1(\hat{\gamma}))}{\hat{\sigma}^2} \quad (1.19)$$

Burada $H_0: \gamma = \gamma_0$ boş hipotezi, $LR_1(\gamma_0)$ 'nin büyük değerleri için reddedilmektedir. γ için geçerli asimptotik güven aralıklarını oluşturmak üzere $N \rightarrow \infty$ veya $T \rightarrow \infty$ için asimptotik dağılım mevcuttur. Dolayısıyla, $H_0: \gamma = \gamma_0$ boş hipotezi altında $N \rightarrow \infty$ olmak üzere, $LR_1(\gamma) \rightarrow d\xi$ 'dir (Hansen, 1999; Hansen, 2000; Chang & Chiang, 2007).

* “Bir eşik etkisinin olması ($\beta_0 \neq \beta_1$) durumunda $\hat{\gamma}$ değeri, γ_0 için tutarlı ve asimptotik dağılımın standart dışı olduğu gösterilmiştir.” **Bkn.** (Chan, 1993; Hansen, 1999; Hansen, 2000)

ξ , aşağıda gösterilen bir dağılım fonksiyonuna sahiptir:

$$P(\xi \leq x) = (1 - \exp(-x/2))^2 \quad (1.20)$$

Denklem (1.20)'de, ξ rassal bir değişkendir ve dağılım fonksiyonu ise *LRT* istatistiğinin, asimptotik dağılımının standart dışı olduğunu fakat sorunlu parametreler içermediğini göstermektedir. Burada, $N \rightarrow \infty$ iken, $(\beta_1 - \beta_0) \rightarrow 0$ olduğunu gösteren bir durum söz konusudur. Bu durum, iki rejim arasındaki eğimlerdeki farkın örnek büyüklüğüne göre küçük olduğu anlamına gelmektedir. Dolayısıyla bu asimptotik dağılım geçerli asimptotik güven aralıklarının oluşturulması için kullanılabilmektedir (Hansen, 1999; Hansen, 2000; Chang, Huang, & Lee, 2009; Yılancı, 2012).

Denklem (1.20)'deki dağılım fonksiyonunun, kritik değerleri hesaplamının kolay olduğu ters fonksiyon formu bulunmaktadır ve aşağıdaki gibi yazılmaktadır:

$$c(\alpha) = -2\log(1 - \sqrt{1 - \alpha}) \quad (1.21)$$

Burada, $LR_1(\gamma_0)$ istatistiği, $c(\alpha)$ kritik değerini aşarsa, $H_0: \gamma = \gamma_0$ hipotezi asimptotik α düzeyinde reddedilmektedir. γ için $(1 - \alpha)$ asimptotik güven aralığı, $LR_1(\gamma) \leq c(\alpha)$ olmak üzere γ 'nin değerler kümesidir. Bu güven aralığı yapısı eşik değer γ için asimetrik güven aralıkları üretebilmektedir (Chang & Chiang, 2007).

Dikkat edilmesi gereken bir noktada denklem (1.18)'deki $F_1(\gamma)$ istatistiği $H_0: \beta_0 = \beta_1$ hipotezini test ederken, denklem (1.19)'daki $LR_1(\gamma)$ istatistiği $H_0: \gamma = \gamma_0$ hipotezini test etmektedir (Hansen, 1999).

2.1.4. EPR Modelinde Eğim Katsayılarının Güven Aralıkları

Eşik değer için güven aralıklarını belirledikten sonra, eğim katsayılarına karşılık gelen güven aralığı, eğim katsayıları ve eşik değer beraber tahmin edilebildiğinden dolayı kolayca hesaplanabilmektedir (Chang, Khamkaew, & McAleer, 2009).

Eğim katsayılarının $\hat{\beta} = \hat{\beta}(\hat{\gamma})$ tahmincisi, β üzerindeki çıkarımları zorlaştırdığı bilinen eşik değer $\hat{\gamma}$ 'nin tahminine bağlıdır. Eşik değer tahminine bağlılık birinci mertebeden asimptotik öneme sahip olmadığından, β üzerinde yapılacak çıkarımlar, $\hat{\gamma}$ eşik değer tahmini gerçek değermiş gibi yapılabilmektedir. Bu bağlamda, $\hat{\beta}$ asimptotik olarak normaldir ve aşağıdaki eşitlikte verilen kovaryans matrisiyle tahmin

edilebilmektedir (Hansen, 1999; Hansen, 2000; Chang & Chiang, 2007; Chang, Huang, & Lee, 2009; Yılcı, 2012):

$$\hat{V} = \left(\sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T x_{i,t}^*(\hat{\gamma}) x_{i,t}^*(\hat{\gamma})' \right)^{-1} \hat{\sigma}^2 \quad (1.22)$$

γ eşik değerinin güven aralıklarını oluşturmak için hataların normal dağıldığı varsayılması gerekmektedir, eğim katsayıları için bu varsayım gevşetilebilmektedir. Hataların koşullu olarak heteroskedastik olmasına izin verilirse $\hat{\beta}$ için doğal kovaryans matris tahmincisi şu şekilde gösterilmektedir (Hansen, 1999; Chang, Huang, & Lee, 2009):

$$\begin{aligned} \hat{V}_h &= \left(\sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T x_{i,t}^*(\hat{\gamma}) x_{i,t}^*(\hat{\gamma})' \right)^{-1} \left(\sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T x_{i,t}^*(\hat{\gamma}) x_{i,t}^*(\hat{\gamma})' (\hat{u}_{i,t}^*)^2 \right) \left(\sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T x_{i,t}^*(\hat{\gamma}) x_{i,t}^*(\hat{\gamma})' \right)^{-1} \end{aligned} \quad (1.23)$$

2.2. Çok Eşikli Panel Regresyon (ÇEPR) Modeli

Hansen (1999)'in EPR modeli tek eşik değer işlevine sahiptir. Ancak bazı uygulamalarda EPR modeli birden fazla eşik değere sahip olabilmektedir. Bu bağlamda Hansen'in EPR modelinin tahmin ve test aşamaları; tahmin, iki eşik değer varlığının test edilmesi ve eşik parametreleri γ_1 ve γ_2 için güven aralıklarının oluşturulması olmak üzere çok eşikli panel regresyon modelleri için genelleştirilebilmektedir (Hansen, 1999).

2.2.1. ÇEPR Modeli: Tahmin Aşaması

İki eşik değer işlevine sahip ÇEPR modeli şu şekilde tanımlanmaktadır:

$$y_{i,t} = \mu_i + \beta_0' x_{i,t} I(q_{i,t} \leq \gamma_1) + \beta_1' x_{i,t} I(\gamma_1 < q_{i,t} \leq \gamma_2) + \beta_2' x_{i,t} I(\gamma_2 < q_{i,t}) + u_{i,t} \quad (1.24)$$

Burada yer alan eşik değerler $\gamma_1 < \gamma_2$ şeklinde tanımlanmaktadır. γ_1 ve γ_2 değerleri, β_0' , β_1' ve β_2' katsayılarıyla ÇEPR modelini üç rejime bölen eşik değerleridir.

ÇEPR modeli, verilen eşik değerler için eğim katsayıları β'_0 , β'_1 ve β'_2 ' de doğrusal olduğundan EKK ile tahmin edilebilmektedir. Dolayısıyla verilen eşik değerler γ_1 ve γ_2 için yoğunlaştırılmış hata kareler toplamı $S(\gamma_1, \gamma_2)$, tek eşikli EPR modelindeki gibi hesaplanabilmektedir. γ_1 ve γ_2 eşik değerlerinin ortak en küçük kareler tahminleri tanım gereği, $S(\gamma_1, \gamma_2)$ değerini birlikte minimize eden değerlerdir. Burada (γ_1, γ_2) üzerinde yapılacak ızgara araması, yaklaşık olarak $N^2 = (nT)^2$ sayıda regresyon gerektirmektedir. Ancak bu durumun pratikte uygulanması oldukça maliyetli ve külfetlidir. Dolayısıyla uygulamalarda bu maliyetten kaçınmak için Hansen (1999) çalışmasında; çoklu değişim noktası modelleri için geliştirilen ardışık tahmin yönteminin ÇEPR modellerine de uygulanabileceğini belirtmiştir. Burada ardışık tahmin yönteminin tutarlı olması önem arz etmektedir. $S_1(\gamma)$, denklem (1.12)'de tanımlanan tek eşikli modelin hata kareler toplamını ve $\hat{\gamma}_1$, $S_1(\gamma)$ değerini en aza indiren eşik değer tahminini göstermek üzere, eşik değer $\hat{\gamma}_1$ tahmini, γ_1 ve γ_2 için tutarlı olmaktadır* (Hansen, 1999; Chang & Chiang, 2007; Chang, Khamkaew, & McAleer, 2009; Dalgıç, 2011; Yılcı, 2012).

Ardışık tahmin yöntemi şu şekilde çalışmaktadır:

İlk aşamada elde edilen eşik değer $\hat{\gamma}_1$ tahmini sabit tutularak, ikinci aşama için şu kriterler dikkate alınmaktadır:

$$S_2^r(\gamma_2) = \begin{cases} S(\hat{\gamma}_1, \gamma_2) & , \hat{\gamma}_1 < \gamma_2 \\ S(\gamma_2, \hat{\gamma}_1) & , \gamma_2 < \hat{\gamma}_1 \end{cases} \quad (1.25)$$

Buradan hareketle ikinci aşamada γ_2 eşik değer tahmincisi şu şekilde yazılmaktadır:

$$\hat{\gamma}_2^r = \underset{\gamma_2}{\operatorname{argmin}} S_2^r(\gamma_2) \quad (1.26)$$

Burada herhangi bir rejimde az sayıda gözlem olması istenmeyen bir durum olduğundan rejimlerde yapılacak arama kısıtlanabilir. Böylelikle üç rejimin her birine minimum sayıda gözlem düşmektedir (Hansen, 1999).

* $\hat{\gamma}_1$ eşik değer tahmininin tutarlı olmasının nedeni tek eşikli modelde hata kareler toplamı fonksiyonu $S_1(\gamma)$ 'nin asimptotik olarak γ_1 ve γ_2 'de iki yerel minimum değeri olan bir sınır fonksiyonuna yaklaşmasıdır (Hansen, 1999; Dalgıç, 2011).

Bai (1997) çalışmasında, $\hat{\gamma}_2^r$ tahmincisinin asimptotik etkin olduğunu, ancak $\hat{\gamma}_1$ tahmincisinin etkin olmadığını göstermiştir. Bunun nedeni; $\hat{\gamma}_1$ eşik değer tahmincisinin, ikinci eşiği ihmal eden hata kareler toplamından elde edilmiş olmasıdır. Dolayısıyla Bai (1997), γ_1 eşik değerinin asimptotik etkin bir tahmincisini elde edebilmek için bir tahmin aşamasının daha gerektiğini belirtmiştir. Daha genel bir ifadeyle $\hat{\gamma}_2^r$ 'nin asimptotik etkinliği, $\hat{\gamma}_1$ 'nin üçüncü aşama tahminiyle sağlanabilmektedir. İkinci aşamada yer alan $\hat{\gamma}_2^r$ eşik değer tahmincisi sabit tutularak, üçüncü tahmin aşaması için şu kriterler dikkate alınmaktadır (Bai, 1997; Hansen, 1999; Chang, Khamkaew, & McAleer, 2009; Chang, Huang, & Lee, 2009; Dalgıç, 2011; Yılancı, 2012):

$$S_1^r(\gamma_1) = \begin{cases} S(\gamma_1, \hat{\gamma}_2^r) & , \quad \gamma_1 < \hat{\gamma}_2^r \\ S(\hat{\gamma}_2^r, \gamma_1) & , \quad \hat{\gamma}_2^r < \gamma_1 \end{cases} \quad (1.27)$$

Buradan hareketle, γ_1 eşik değerinin tahmincisi ise şu şekilde elde edilmektedir:

$$\hat{\gamma}_1^r = \underset{\gamma_1}{\operatorname{argmin}} S_1^r(\gamma_1) \quad (1.28)$$

Denklem (1.26)'da ve denklem (1.28)'de $\hat{\gamma}^r = (\hat{\gamma}_1^r, \hat{\gamma}_2^r)$ elde edildiğinde, eğim katsayısı tahmini $\hat{\beta} = \hat{\beta}(\hat{\gamma}^r)$ olur (Hansen, 1999; Lamadrid-Contreras & Ramírez-Rondán, 2018).

Yukarıda bahsedilen üç aşamalı ardışık tahmin yöntemi, eşik parametreleri $\hat{\gamma}_1^r$ ve $\hat{\gamma}_2^r$ 'nin asimptotik etkin tahmincisini verir (Chang, Khamkaew, & McAleer, 2009).

2.2.2. ÇEPR Modeli: Eşik Sayısının Belirlenmesi

ÇEPR modelinde eşik sayısının belirlenmesi için uygulanan test aşamaları, EPR modelinde olduğu gibi uygulanmaktadır. EPR modelinde eşik etkisinin olmadığını söyleyen $H_0: \beta_0 = \beta_1$ boş hipotezini denklem (1.18)'deki F_1 istatistiği redderse, bu durum EPR modelinde bir eşik etkisinin bulunduğunu göstermektedir. Bu adımdan sonra bir eşik etkisi ve iki eşik etkisi arasında seçim yapılması gerekmektedir.

Ardışık tahmin yönteminin ikinci aşamasında yer alan eşik değer $\hat{\gamma}_2^r$ tahmininden elde edilen minimize edilmiş hata kareler toplamının varyans tahmini $\hat{\sigma}^2 = \frac{S_2^r(\hat{\gamma}_2^r)}{N(T-1)}$ ile $S_2^r(\hat{\gamma}_2^r)$ şeklinde gösterilmektedir.

Dolayısıyla bir eşik etkisinin olduğunu söyleyen boş hipotez, iki eşik etkisinin olduğunu söyleyen alternatif hipoteze karşı sınanırken LRT istatistiği aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır:

$$F_2(\gamma) = \frac{(S_1(\hat{\gamma}_1) - S_2^r(\hat{\gamma}_2^r))}{\hat{\sigma}^2} \quad (1.29)$$

Burada $S_1(\hat{\gamma}_1)$ ardışık tahmin yönteminin ilk aşamasından elde edilen hata kareler toplamını ve $S_2^r(\hat{\gamma}_2^r)$ ardışık tahmin yönteminin ikinci aşamasından elde edilen hata kareler toplamını göstermektedir. $\hat{\sigma}^2$ ise, ardışık tahminin ikinci aşamasında yer alan hata terimleri varyansıdır. Eğer F_2 istatistiği istenen kritik değerden büyükse, bir eşik etkisinin olduğunu söyleyen H_0 boş hipotezi reddedilmektedir (Hansen, 1999; Chang, Khamkaew, & McAleer, 2009; Yılcı, 2012).

2.2.3. ÇEPR Modeli: Güven Aralıklarının Oluşturulması

ÇEPR modellerindeki eşik değer tahmincileri $\hat{\gamma}_1^r$ ve $\hat{\gamma}_2^r$, EPR modelindeki tek eşik değer tahmini ile aynı asimptotik dağılıma sahip olduğundan iki eşik değer tahmini için güven aralıkları tek eşik değer varlığındaki gibi oluşturulmaktadır ve aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır:

$$LR_2^r(\gamma) = \frac{(S_2^r(\gamma) - S_2^r(\hat{\gamma}_2^r))}{\hat{\sigma}^2} \quad , \quad LR_1^r(\gamma) = \frac{(S_1^r(\gamma) - S_1^r(\hat{\gamma}_1^r))}{\hat{\sigma}^2} \quad (1.30)$$

$S_2^r(\gamma)$ ve $S_1^r(\gamma)$ sırasıyla denklem (1.25)'te ve denklem (1.27)'de tanımlanmıştır. Burada γ_1 ve γ_2 için asimptotik güven aralığı; $(1 - \alpha)\%$, $LR_1^r(\gamma) \leq c(\alpha)$ ve $LR_2^r(\gamma) \leq c(\alpha)$ olmak üzere γ 'nin değerler kümesidir (Hansen, 1999; Chang, Khamkaew, & McAleer, 2009; Chang, Huang, & Lee, 2009; Yılcı, 2012).

2.3. Eşikli Dinamik Panel Regresyon (EDPR) Modeli

Hansen (1999)'in çalışmasında içsel tahmin edicilere yönelik geliştirdiği statik bir model olan EPR modelinde tüm bağımsız değişkenlerin dışsal olması, modelin en önemli kısıtıdır. Ancak bazı iktisadi uygulamalarda kullanılan bağımsız değişkenler içsel olabilmektedir. Kremer vd. (2013) çalışmalarında, bağımsız değişkenlerin içsel olmasına

izin veren ve Hansen'in EPR modelinin genelleştirilmiş bir versiyonu olan Eşikli Dinamik Panel Regresyon (EDPR) Modelini literatüre kazandırmışlardır. Bu modelde, bağımlı değişkenin bir gecikmeli değerinin, içsel bağımsız değişken olarak kullanılması modeli dinamik yapıya dönüştürmektedir (Kremer, Bick, & Nautz, 2013; Vinayagathan, 2013; Aydın, Akıncı, & Yılmaz, 2016; Özçoban, 2019).

EDPR Modeli, içsellığe izin vermek için Genelleştirilmiş Momentler Metodu (*GMM*) tipi tahmincilerin kullanıldığı Caner ve Hansen (2004)'in kesitsel eşik modelini temel almaktadır (Kremer, Bick, & Nautz, 2013).

Bu model şu şekilde yazılmaktadır:

$$y_{i,t} = \mu_i + \beta'_0 z_{i,t} I(q_{i,t} \leq \gamma) + \beta'_1 z_{i,t} I(q_{i,t} > \gamma) + u_{i,t} \quad (1.31)$$

Burada $i = 1, 2, \dots, N$ panelin yatay kesit boyutunu, $t = 1, 2, \dots, T$ ise panelin zaman boyutunu göstermektedir. μ_i yatay kesite ait sabit etkileri ve $u_{i,t}$ hata terimlerini göstermektedir. Hata terimleri, $i. i. d \sim (0, \sigma^2)$ 'dir. $I(.)$ fonksiyonu, eşik değişkeni $q_{i,t}$ ve eşik parametresi γ tarafından tanımlanan ve eşik değişkeninin, eşik parametresinden daha az veya daha fazla olmasına bağlı olarak 0 veya 1 değerini alan gösterge fonksiyonunu temsil etmektedir. Bu durum gözlemleri eğim katsayıları β'_0 ve β'_1 olmak üzere iki gruba ayırmaktadır. Ayrıca denklem (1.31)'de $z_{i,t}$ ise, bağımlı değişken $y_{i,t}$ ve diğer içsel değişkenlerin gecikmeli değerlerini içerebilen bağımsız değişkenlerin m boyutlu bir vektörünü göstermektedir. Bağımsız değişkenler vektörü $z_{i,t}$; $u_{i,t}$ ile korelasyonsuz dışsal değişkenlerin bir alt kümesi $z_{1i,t}$ değerine ve $u_{i,t}$ ile korelasyonlu içsel değişkenlerin bir alt kümesi $z_{2i,t}$ değerine bölünerek modelde yer almaktadır. Ek olarak denklem (1.31)'deki yapısal eşitlik modelinin tahmini, $z_{1i,t}$ dâhil, $k \geq m$ olmak üzere bir dizi araç değişken ($x_{i,t}$) kümesi gerektirmektedir (Kremer, Bick, & Nautz, 2013; Vinayagathan, 2013; Aydın, Akıncı, & Yılmaz, 2016; Özçoban, 2019; Akıncı & Akıncı, 2019).

EDPR modelinde tutarlı tahminler elde edebilmek için dikkat edilmesi gereken iki önemli nokta bulunmaktadır. Bunlardan ilki modelde yatay kesite özgü sabit etkilerin bulunması, ikincisi ise, modelde bağımsız değişkenler arasında içsel değişkenlerin yer almasıdır. Vinayagathan (2013) çalışmasında, EDPR modellerinde içsel değişkenlerin sapma sorununu azaltmak için model tahmininde bu iki konuyu ele almıştır.

2.3.1. EDPR Modelinin Tahmini

EDPR modelinde, ilk aşamada, eğim katsayılarını ve potansiyel eşik noktasını tahmin edebilmek için denklem (1.31)'deki yatay kesite ilişkin sabit etkilerin (μ_i) ortadan kaldırılması gerekmektedir. Ancak dinamik panellerde, dönüştürülmüş bağımlı değişken gecikmesi, dönüştürülmüş hata terimleri ile negatif korelasyona neden olduğundan sabit etkilerin ortadan kaldırılması mümkün olmamaktadır. Bu doğrultuda, yatay kesite ait sabit etkileri yok ederken, Arellano & Bover (1995) tarafından önerilen ileri ortogonal sapma dönüşüm yöntemi kullanılmaktadır (Kremer, Bick, & Nautz, 2013; Vinayagathan, 2013).

Hata terimi için gerekli dönüşüm şu şekilde yazılmaktadır:

$$u_{i,t}^* = c_t \left[u_{i,t} - \frac{1}{(T-t)} (u_{i,(t+1)} + \dots + u_{i,T}) \right] \quad (1.32)$$

Burada $c_t = \sqrt{\frac{T-t}{T-t+1}}$ ve $Var(u_{i,t}) = \sigma^2 I_T$ serisel korelasyonlu değildir. Aynı zamanda $Var(u_{i,t}^*) = \sigma^2 I_{T-1}$ ile de serisel korelasyon yoktur.

Yatay kesite özgü sabit etkilerin elimine edilmesinden sonra, EDPR modelinde içsellik problemini gidermek için bir takım araç değişken dizisi gerekmektedir. Burada içsel değişken için, araç değişken ve tüm dışsal değişkenlerin bir fonksiyonu olarak indirgenmiş regresyon kurulmaktadır. İndirgenmiş regresyon İki Aşamalı En Küçük Kareler Yöntemi kullanılarak tahmin edilmektedir. Tahmin sürecinde içsel değişkenlerin yerine modelden elde edilen içsel değişkenlerin tahmin değerleri kullanılmaktadır (Vinayagathan, 2013; Kremer, Bick, & Nautz, 2013; Akıncı & Akıncı, 2019).

2.3.2. EDPR Modelinde Eşik Değerin Hesaplanması ve Güven Aralıkları

Son olarak eşik değeri γ koşullu en küçük kareler yöntemiyle hesaplanmaktadır. Bu bağlamda yukarıda bahsedilen tahmin süreci, $q_{i,t}$ eşik değişkeninin her bir alt kümesi için tekrarlanmaktadır ve hata kareler toplamı $S(\gamma)$ değerini en aza indiren değer uygun eşik değeri $\hat{\gamma}$ olarak seçilmektedir (Vinayagathan, 2013).

$\hat{\gamma}$ eşik değeri tahmincisi aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır:

$$\hat{\gamma} = \underset{\gamma}{argmin} S_n(\gamma) \quad (1.33)$$

Eşik değeri için güven aralıkları ise aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır:

$$\Gamma = \{ \gamma : LR(\gamma) \leq c(\alpha) \} \quad (1.34)$$

Burada yer alan LRT , temelde her bir yatay kesit birimi için kullanılan zaman periyotlarını dikkate alacak şekilde ayarlanmıştır. $LR(\gamma)$, LRT istatistiğine ilişkin asimptotik dağılımı gösterirken, $c(\alpha)$ ise bu dağılımın güven düzeyini yani %95'ini göstermektedir. Eşik değeri $\hat{\gamma}$ belirlendikten sonra, eğim katsayıları, daha önce kullanılan araç değişkenler ve bir önceki tahmini eşik değeri $\hat{\gamma}$ için GMM kullanılarak tahmin edilmektedir. Burada eşik seviyesinin önemli olup olmadığı, $H_0: \beta_0 = \beta_1$ boş hipotezi test edilerek bulunabilmektedir (Hansen, 1999; Vinayagathan, 2013; Kremer, Bick, & Nautz, 2013; Aydın, Akıncı, & Yılmaz, 2016; Özçoban, 2019).

EPR modelleri farklı gözlem gruplarını birbirinden keskin “sınırlar” veya “eşikler” ile sadece eşik değişkeninin değerine dayanarak birkaç kümeye veya gruba ayırır. EPR modellerinde birbirinden ayrılan bu gözlem grupları arasındaki rejim değişim hızı yüksektir yani bir rejimden diğer bir rejime geçiş ani olmaktadır. Ama uygulamada bu durum her zaman mümkün olamamaktadır. Literatürde, enflasyon, çevre kirliliği, karbon emisyonu, gelir dağılımı ve işsizlik gibi konuların ekonomik büyüme ile ilişkisi üzerine yapılan çalışmalarda, EPR modeli panele dahil edilen ülkeleri belirli bir ekonomik büyüme seviyesine göre gruplara ayırmakta ve her grup için farklı parametre tahminleri yapmaktadır. Dolayısıyla büyüme oranının yüksek olduğu ülkeler ile düşük olduğu ülkeler arasında kesin farklılıklar olduğu varsayılmaktadır. Böylelikle bir ülkenin aniden gelişmiş ülke sınıfına girdiği kabul görmektedir. Bu durum gerçek dışı bir yaklaşımdır. Çünkü bir ülkenin gelişmiş bir ülke sınıfına girmesi, zaman içinde yavaş bir şekilde gerçekleşmektedir. Başka bir ifade ile ekonomik etkileşimler bir zaman süreci gerektirmektedir.

Hansen (1999) çalışmasının sonunda bu sorunlara karşı yumuşak geçişi olan modellerin uygulanabileceğini belirtmiştir. Bu durumda, gözlemlenebilir bir değişken tarafından kontrol edilen, bir aşırı rejimden diğerine geçişin yumuşak bir şekilde gerçekleştiği modeller geçerli olacaktır. Yumuşak Geçişli Panel Regresyon modelleri olarak adlandırılan bu yöntem, bu duruma benzer varsayımları dikkate alacak şekilde tasarlanmıştır (Hansen, 1999; González, Teräsvirta, & Dijk, 2005).

3. YUMUŞAK GEÇİŞLİ PANEL REGRESYON (YGPR) MODELLERİ

González vd. (2005) çalışmalarında, regresyon katsayılarının dışsal bir değişkenin fonksiyonu olarak yavaş ve yumuşak bir şekilde değişmesine izin veren, dinamik olmayan sabit etkili doğrusal olmayan bir panel veri modeli geliştirmişlerdir. Yumuşak Geçişli Panel Regresyon (YGPR) modeli olarak adlandırılan bu model, Hansen (1999) tarafından geliştirilen EPR modeline karşı alternatif olarak geliştirilmiştir.

3.1. YGPR Modeli

Doğrusal olmayan panel veri modellerinden biri olan, YGPR modeli, bir “aşırı” rejimden diğer bir rejime geçerken regresyon katsayılarının yavaş ve yumuşak bir şekilde değişmesine izin vererek EPR modellerini genelleştirir.

YGPR modeli bağımsız dışsal değişkenlere sahip, sabit etkili panel veri modelidir ve bu model, regresyon katsayılarının bireyler arasında ve zaman içinde değiştiği doğrusal heterojen bir panel modeli olarak ele alınabilmektedir. Böylelikle regresyon katsayılarındaki heterojenliğe, bu katsayıların geçiş değişkeni adı verilen gözlemlenebilir bir değişkenin sürekli fonksiyonları ile sınırlandırıldığı varsayılarak izin verilmektedir. Bu durum, regresyon katsayılarının sınırlı sayıda (genellikle iki) aşırı rejim arasında değişmesine izin verir. Geçiş değişkeni, bireye özel ve zaman içinde değiştiği için regresyon katsayılarının paneldeki her bir birey için farklı olmasına ve zaman içinde değişmesine izin vermektedir (González, Teräsvirta, & Dijk, 2005).

İki rejime ve tek geçiş işlevine sahip yumuşak geçişli panel regresyon modeli şu şekilde tanımlanmaktadır:

$$y_{i,t} = \mu_i + \lambda_T + \beta'_0 x_{i,t} + \beta'_1 x_{i,t} g(q_{i,t}; \gamma, c) + u_{i,t} \quad (1.35)$$

Burada , $i = 1, 2, \dots, N$ panelin yatay kesit boyutunu, $t = 1, 2, \dots, T$ ise panelin zaman boyutunu göstermektedir. Bağımlı değişken $y_{i,t}$ skaler bir vektör, bağımsız değişken $x_{i,t}$ ise zamanla değişen dışsal değişkenlerin k-boyutlu bir vektörüdür. $g(q_{i,t}; \gamma, c)$ geçiş fonksiyonunu, $q_{i,t}$ geçiş değişkenini, γ eğim (düzleştirme) parametresini, c konum (eşik) parametresini, μ_i ve λ_T sırasıyla bireysel sabit etkileri ve zaman etkilerini, $u_{i,t}$ ise hata terimlerini göstermektedir.

Denklem (1.35)'teki geçiş fonksiyonu $g(q_{i,t}; \gamma, c)$, lojistik fonksiyon formunda tanımlanmaktadır:

$$g(q_{i,t}; \gamma, c) = \left(1 + \exp \left(-\gamma(q_{i,t} - c) \right) \right)^{-1}, \quad \gamma > 0 \quad (1.36)$$

Burada c , $g(q_{i,t}; \gamma, c) = 0$ ve $g(q_{i,t}; \gamma, c) = 1$ değerlerine karşılık gelen konum parametresidir diğer bir ifade ile iki rejim arasındaki eşik parametresidir. γ ise eğim parametresidir ve eğim parametresi lojistik fonksiyonun değerlerindeki değişimin düzgünlüğünü, yani bir rejimden diğer bir rejime geçişin hızını belirlemektedir. $\gamma > 0$ sınırlaması ise tanımlama amacıyla yazılmıştır (Güloğlu & Nazlıoğlu, 2013).

$\gamma \rightarrow \infty$ olduğu durumda, geçiş fonksiyonu $g(q_{i,t}; \gamma, c)$ 'deki 0'dan 1'e doğru olan değişme, $q_{i,t} = c$ olduğu noktada bir rejimden diğer rejime geçiş anlık ve EPR modelinde olduğu gibi keskin bir biçimde olacaktır. Bu nedenle modelin tahmini EPR yaklaşımlarıyla yapılmalıdır. $\gamma \rightarrow 0$ olduğu durumda ise, lojistik fonksiyon bir sabite eşit olacak ve $\gamma = 0$ durumunda lojistik fonksiyon yatay kesit etkileri içeren doğrusal bir modele indirgenecektir. Bu durumda modelin tahmini panel kesit içi tahmincisi kullanılarak yapılmalıdır (Güloğlu & Nazlıoğlu, 2013; Fouquau, Hurlin, & Rabaud, 2008; Aydın, 2017).

Denklem (1.35)'teki $g(q_{i,t}; \gamma, c)$ geçiş fonksiyonu, geçiş değişkeni $q_{i,t}$ 'nin sürekli bir fonksiyonudur ve 0 ile 1 arasında sınırlandırılarak standardize edilmiştir. Bu iki uç

değer β'_0 ve $\beta'_0 + \beta'_1$ regresyon katsayılarıyla ilişkilidir. Geçiş fonksiyonu sıfır (0) değerini alırsa regresyon katsayısı β'_0 , geçiş fonksiyonu bir (1) değerini alırsa regresyon katsayısı $\beta'_0 + \beta'_1$ a eşit olur. Eğer geçiş fonksiyonu 0 ile 1 arasında bir değer alırsa, regresyon parametresi β'_0 ve β'_1 tahminlerinin ağırlıklı ortalaması olur. Daha genel olarak geçiş değişkeni $(q_{i,t})$ değerleri, geçiş fonksiyonu $g(q_{i,t}; \gamma, c)$ 'nin değerini belirler ve dolayısıyla t zamanda i birimi için etkin regresyon katsayısı $\beta'_0 x_{i,t} + \beta'_1 x_{i,t} g(q_{i,t}; \gamma, c)$ şeklinde gösterilir. Bu nedenle, YGPR modelinde parametre tahminlerini yorumlamak yerine parametre tahminlerinin işaretleri yorumlanmakta ve bağımsız değişkenin bağımlı değişken üzerindeki etkisinin pozitif mi yoksa negatif mi olduğu söylenmekte ve zamana göre esneklikler yorumlanmaktadır (Fouquau, Hurlin, & Rabaud, 2008; Yılcı, 2012; Güloğlu & Nazlıoğlu, 2013; González, Teräsvirta, Dijk, & Yang, 2017; Aydın, 2017, Aydın, Darıcı, & Kutlu, 2019).

Geçiş değişkeninin, açıklayıcı değişkenlerden farklı olduğu ($q_{i,t} \neq x_{i,t}$) durumda esneklik aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır:

$$e_{i,t} = \frac{\partial y_{i,t}}{\partial x_{i,t}} = \beta_0 + \sum_{j=1}^r \beta_j g_j(q_{i,t}^{(j)}; \gamma_j, c_j) \quad (1.37)$$

Geçiş değişkeninin, açıklayıcı değişkenlerden herhangi birinin fonksiyonu olduğu ($q_{i,t} = x_{i,t}$) durumda ise esneklik aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır:

$$e_{i,t} = \frac{\partial y_{i,t}}{\partial x_{i,t}} = \beta_0 + \sum_{j=1}^r \beta_j g_j(q_{i,t}^{(j)}; \gamma_j, c_j) + \sum_{j=1}^r \beta_j \frac{\partial g_j(q_{i,t}^{(j)}; \gamma_j, c_j)}{\partial x_{i,t}} x_{i,t} \quad (1.38)$$

Denklem (1.35)'teki iki rejimli YGPR modeli, ikiden fazla rejimli bir modelde olabilir. İkiiden fazla farklı rejim değişimine izin veren YGPR modeli aşağıda verilmiştir:

$$y_{i,t} = \mu_i + \lambda_T + \beta'_0 x_{i,t} + \sum_{j=1}^r \beta'_j x_{i,t} g_j(q_{i,t}^{(j)}; \gamma_j, c_j) + u_{i,t} \quad (1.39)$$

Burada $g_j(q_{i,t}^{(j)}; \gamma_j, c_j)$ geçiş fonksiyonu, γ_j eğim parametreleri ve c_j konum parametrelerine bağlıdır ve geçiş fonksiyonu $g_j(q_{i,t}^{(j)}; \gamma_j, c_j), j = 1, 2, \dots, r$ olmak üzere denklem (1.40)'ta tanımlandığı gibi m_j . dereceli bir polinomu gösterir ve lojistik formdadır. Eğer tüm $j = 1, 2, \dots, r$, değerleri için, $m_j = 1$, $q_{i,t}^{(j)} = q_{i,t}$ ve $\gamma_j \rightarrow \infty$ ise, denklem (1.39) Hansen'in (1999) çalışmasındaki $r + 1$ rejimli EPR modeline dönüşmektedir. Sonuç olarak, bu YGPR modeli Hansen'in çok rejimli eşikli regresyon modelinin genelleştirilmiş formu olarak tanımlanmaktadır (Chang, Kang, & Chiang, 2010; González, Teräsvirta, Dijk, & Yang, 2017).

Bunlara ek olarak, ele alınan en geniş model $r = 1$ ve $m = 1$ veya $m = 2$ olan iki rejimli YGPR modeli denklem (1.35) olduğunda, denklem (1.39), tahmin edilen YGPR modelinin yani denklem (1.35)'in değerlendirilmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Daha spesifik açıdan ele alındığında denklem (1.39)'daki çoklu rejim modeli, kalan heterojenliğin tanısal testlerinde doğal bir alternatif hipotez oluşturmaktadır (González, Teräsvirta, Dijk, & Yang, 2017).

González vd. (2005), Granger & Teräsvirta (1993), Teräsvirta (1994) ve Jansen & Teräsvirta (1996) yılındaki çalışmalarını takip ederek, ikiden fazla farklı rejim değişimine izin veren YGPR modellerinde yer alan geçiş fonksiyonu yerine lojistik bir spesifikasyon kullanmışlardır. İkiden fazla rejim değişimine izin veren YGPR modelleri için geçiş fonksiyonu şu şekilde tanımlanmaktadır:

$$g(q_{i,t}; \gamma, c) = \left(1 + \exp \left(-\gamma \prod_{j=1}^m (q_{i,t} - c_j) \right) \right)^{-1}, \quad \gamma > 0 \text{ ve } c_1 < c_2 < \dots < c_m \quad (1.40)$$

Burada, $c = (c_1, c_2, \dots, c_m)'$ konum parametrelerinin m boyutlu vektörüdür ve eğim parametresi γ geçişlerin düzgünlüğünü, yani bir rejimden diğer rejime geçişin hızını belirler. Eğim parametresi γ 'nin küçük bir değer olması durumunda rejim geçişi daha yavaş olurken, büyük bir değer alması durumunda rejim geçişi daha hızlı olmaktadır. $\gamma > 0$ ve konum parametreleri $c_1 < c_2 < \dots < c_m$ sınırlamaları ise tanımlama amacıyla konulmuştur. Uygulamada parametrelerde yaygın olarak karşılaşılan varyasyon türlerine

izin verdiğinden m değerini 1 veya 2 almak yeterli olmaktadır (Chang, Kang, & Chiang, 2010; González, Teräsvirta, Dijk, & Yang, 2017).

$m = 1$ olduğunda, rejim değişimi c_1 merkezinde gerçekleşir ve iki uç rejimin $q_{i,t}$ arttıkça β'_0 'dan ve $\beta'_0 + \beta'_1$ 'e tekdüze geçişin $q_{i,t}$ 'nin düşük ve yüksek değerleriyle ilişkili olduğu bir model haline gelir. Diğer bir deyişle, rejim değişimi c_1 tarafından kontrol edilmekte ve tek bir monotonik yumuşak geçişe izin verilmektedir.

$m = 1$ ve $\gamma \rightarrow \infty$ olduğunda Denklem (1.35) ve Denklem (1.40), Hansen'in (1999) çalışmasındaki iki rejimli EPR modelini tanımlamaktadır.

Bu durumu matematiksel açıdan ifade edersek, $\gamma \rightarrow \infty$ olduğunda, geçiş fonksiyonu $g(q_{i,t}; \gamma, c)$, $I[A]$ olayı meydana geldiğinde, $I[A] = 1$ diğer durumlarda $I[A] = 0$ değerini alan $I[q_{i,t} > c_1]$ şeklinde bir gösterge fonksiyonuna dönüşür. Bu durumda, denklem (1.35)'teki YGPR modeli Hansen'nin iki rejimli eşikli panel regresyon (EPR) modeline indirgenmiş olur.

$m > 1$ ve $\gamma \rightarrow \infty$ olduğunda, birbirinden farklı rejimlerin sayısı 2 kalır ve geçiş fonksiyonu, $c_1, c_2, \dots, c_m$ 'de 0 ile 1 arasında değer alır.

$m = 2$ olduğunda geçiş fonksiyonu, minimum değerini $(c_1 + c_2)/2$ noktasında alır ve $q_{i,t}$ 'nin hem düşük, hem de yüksek değerlerinde bir maksimum değere ulaşır.

$\gamma \rightarrow \infty$ olduğunda geçiş fonksiyonu, dış rejimleri özdeş ve orta rejimden farklı olan üç rejimli eşikli panel modeli (EPR) haline dönüşür.

$\gamma \rightarrow 0$ olduğunda ise, m 'nin herhangi bir pozitif tamsayı değeri için geçiş fonksiyonu sabit hale gelir ve model homojen veya sabit etkili doğrusal panel regresyon formuna indirgenir (González, Teräsvirta, & Dijk, 2005; Chang, Kang, & Chiang, 2010; Yıllancı, 2012; González, Teräsvirta, Dijk, & Yang, 2017).

3.2. YGPR Modellerinin Kurulması

Yumuşak Geçişli Panel Regresyon (YGPR) modeli doğrusal olmayan bir modeldir ve kullanımı dikkatli ve sistematik bir modelleme stratejisi gerektirmektedir. Yumuşak Geçişli Regresyon modelleri için kullanılan modelleme döngüsü, tek bir zaman serisi y_t , $t = 1, 2, \dots, T$ veya potansiyel tek bir yatay kesit y_i , $i = 1, 2, \dots, N$ olmak üzere

panel boyuta kolayca genişletilebilir. Bu bağlamda, YGPR modellerinin oluşturulması spesifikasyon, tahmin ve değerlendirme olmak üzere temelde üç aşamadan oluşmaktadır. Spesifikasyon aşaması, doğrusallığın test edilmesi ve geçiş değişkeni $q_{i,t}$ 'nin seçilmesi ile başlamaktadır. Eğer doğrusallık hipotezi reddedilirse, Denklem (1.40)'ın geçiş fonksiyonunun uygun formunun belirlenmesi, yani $m = 1$ ve $m = 2$ değerleri arasında seçim yapılması gerekmektedir. Tahmin aşamasında, parametre tahmini için doğrusal olmayan en küçük kareler yöntemi kullanılır. Değerlendirme aşamasında ise, tahmin edilen modelin, verilerin yeterli bir tanımını sağlayıp sağlamadığını kontrol etmek için yanlış tanımlama testlerine tabi tutulur. Bu aşamada parametrenin sabitliği, kalan heterojenliği testi ve hatalarda otokorelasyon yoktur boş hipotezleri test edilmektedir. Son olarak, panelde r 'ye bir değer atanmaktadır diğer bir deyişle paneldeki uygun rejim sayısına (r) karar verilmektedir (González, Teräsvirta, & Dijk, 2005; Chang, Kang, & Chiang, 2010; Yıllancı, 2012).

3.2.1. Model Spesifikasyon (Belirleme) Aşaması: Doğrusallık Testi

Modelleme döngüsünün ilk aşaması olan model belirleme aşaması, doğrusallığın test edilmesiyle başlamaktadır. Doğrusallığın test edilmesi, iki nedenden dolayı önem arz etmektedir. Bunun ilk nedeni; veri üretme süreci doğrusalsa, YGPR modelleri tanımlanamaz ve tanımlanamayan tahminlerden kaçınmak için doğrusallık test edilmelidir. İkinci nedeni ise; doğrusallık testi, iktisat teorisindeki önermeleri test etme imkânı vermektedir (González, Teräsvirta, & Dijk, 2005).

Doğrusallık testi, doğrusal modeli gösteren boş hipotezin, YGPR modelini gösteren alternatif hipotezine karşı test edilmesiyle başlamaktadır. Burada doğrusallık hipotez testi denklem (1.35)'teki YGPR modeli için, $H_0: \gamma = 0$ veya $H'_0: \beta_1 = 0$ olmak üzere iki şekilde yapılabilmektedir. Ancak, YGPR modeli her iki boş hipotezde tanımlanamayan sorunlu parametreler içermektedir. Özellikle, her iki hipotez altında konum parametreleri(c) tanımlanamamaktadır. Benzer şekilde, H_0 hipotezi altında β_1 ve H'_0 hipotezi altında ise γ tanımlanamamaktadır. Başka bir ifade ile, β_1 ve c parametreleri, modelde yer almayan ve değerleri log-olabilirlik değerini etkilemeyen sorunlu parametrelerdir. Dolayısıyla doğrusallığı test etmek amacıyla kullanılan Wald (LM_w) testi, Fisher (LM_F) testi ve Benzerlik Oranı (LRT) testi boş hipotez altında standart

asimptotik dağılıma sahip değildirler ve bu testler sorunlu olan c ve β_1 parametrelerinin tutarlı tahmini için kullanılamamaktadırlar. Bu bağlamda, González vd. (2005), Luukkonen, Saikkonen & Teräsvirta (1988) çalışmalarını takiben, tanımlanamayan sorunlu parametreler için $H_0: \gamma = 0$ doğrusallık hipotezini kullanarak denklem (1.35)'teki $g(q_{i,t}; \gamma, c)$ geçiş fonksiyonunun yerine $\gamma = 0$ değeri etrafında birinci mertebeden Taylor serisi açılımı kullanmışlar ve parametrelerin yeniden belirlenmesinden sonra aşağıda yer alan yardımcı regresyon denklemini elde etmişlerdir (González, Teräsvirta, & Dijk, 2005; Kavkler, Mikek, Böhm, & Boršič, 2007; Yılcı, 2012; Harb, 2016; González, Teräsvirta, Dijk, & Yang, 2017):

$$y_{i,t} = \mu_i + \beta_0' x_{i,t} + \beta_1' x_{i,t} q_{i,t} + \dots + \beta_m' x_{i,t} q_{i,t}^m + u_{i,t}^* \quad (1.41)$$

Yardımcı regresyon denklemindeki, $\beta_1' + \dots + \beta_m'$, parametre vektörleri γ 'nin katıdır ve $u_{i,t}^* = u_{i,t} + R_m \beta_1' x_{i,t}$ eşitliğinde yer alan R_m Taylor açılımının kalıntılarını göstermektedir. Taylor serisi yaklaşımın iki avantajı bulunmaktadır. Birincisi, alternatif hipotez altındaki modelin tahmin edilmesi gerekmemektedir. İkincisi ise, test istatistikleri için, asimptotik kritik değerler elde etmeye yönelik asimptotik teori bulunmaktadır (Dijk, Teräsvirta, & Franses, 2002).

Dijk vd. (2002) çalışmalarında, denklem (1.35)'e uyguladıkları birinci mertebeden Taylor serisi açılımı sonucu, parametrelerin yeniden belirlenmesi ile denklem (1.41)'deki tanımlama sorununun ortadan kalktığını teyit etmektedirler.

Dolayısıyla denklem (1.35)'teki $H_0: \gamma = 0$ hipotezinin test edilmesi, denklem (1.41)'deki $H_0: \beta_1^* = \dots = \beta_m^* = 0$ boş hipotezinin test edilmesiyle eşdeğer olmaktadır. Ayrıca boş hipotez altında, $R_m \equiv 0$ ve $\{u_{i,t}^*\} = \{u_{i,t}\}$ olduğundan, Taylor açılımının kalıntıları boş hipotez altındaki hataların özelliklerini etkilememektedir. Yani doğrusallık bir LM testi ile test edildiğinde, Taylor serisi yaklaşımı asimptotik dağılım teorisini etkilememektedir. Daha genel bir ifade ile doğrusallık testi, artık standart bir asimptotik χ^2 dağılımı veya F dağılımı ile Lagrange Çarpanı (LM) testi kullanılarak yapılabilmektedir (Dijk, Teräsvirta, & Franses, 2002; Yılcı, 2012; Harb, 2016; González, Teräsvirta, Dijk, & Yang, 2017).

Doğrusallık hipotezini sınamak için kullanılan, Wald Testi (LM_w), Fisher Testi (LM_F) ve Benzerlik Oranı Testi (LRT)’nin hesaplanma yöntemi aşağıda verilmiştir:

$$LM_w = \frac{(RSS_0 - RSS_1)}{RSS_0} * NT \sim \chi^2_{mk} \quad (1.42)$$

$$LM_F = \frac{(RSS_0 - RSS_1)/mk}{RSS_0/(NT - N - m(k + 1))} \sim F_{((mk), (NT - N - m(k + 1)))} \quad (1.43)$$

$$LRT = -2[\log(RSS_1) - \log(RSS_0)] \sim \chi^2_{mk} \quad (1.44)$$

Burada RSS_0 (Residual Sum of Squares) değeri, H_0 hipotezi altında yer alan bireysel etkili doğrusal panel veri modelinin panel kalıntı kareler toplamını, RSS_1 (Residual Sum of Squares) değeri ise, H_1 hipotezi altında yer alan iki rejimli YGPR modelinin, panel kalıntı kareler toplamını göstermektedir. k, N ve T sırasıyla açıklayıcı değişken sayısını, paneldeki birim sayısını ve paneldeki yıl sayısını göstermektedir. Denklem (1.42)’deki LM_w ve denklem (1.44)’deki LRT istatistikleri, (mk) serbestlik dereceli asimptotik bir χ^2 dağılımına, denklem (1.43)’de yer alan LM_F istatistiği ise, (mk) pay serbestlik dereceli ve $(NT - N - m(k + 1))$ payda serbestlik dereceli asimptotik yaklaşık bir F dağılımına sahiptir. Testin F-versiyonunun küçük örneklerde asimptotik χ^2 temelli istatistiğe göre daha iyi boyut özelliklerine sahip olduğu belgelenmiştir (González, Teräsvirta, & Dijk, 2005; Colletaz & Hurlin, 2006; Lee & Chiu, 2011; Yılcı, 2012; Harb, 2016).

Doğrusallık testi ile ilgili iki önemli nokta bulunmaktadır. İlk nokta, bu test YGPR modellerinde uygun geçiş değişkeni ($q_{i,t}$) seçmek için kullanılmaktadır. Bu durumda, Taylor açılımı vasıtasıyla bir dizi “aday” geçiş değişkeni için test yapılır ve geçiş değişkeni olarak doğrusallığın en güçlü reddini(varsa) sağlayan değişken seçilir. İkinci nokta ise, bu test denklem (1.40)’da yer alan lojistik geçiş fonksiyonundaki geçiş değişkeninin uygun mertebesini (m) seçmek için kullanılmaktadır (Yılcı, 2012; González, Teräsvirta, Dijk, & Yang, 2017).

González vd. (2005), Granger & Teräsvirta (1993) ve Teräsvirta (1994) çalışmalarını takip ederek, $m = 1$ ve $m = 2$ arasında seçim yapmak için ardışık bir dizi test önermişlerdir. Mevcut duruma uygulanan bu test dizisi şu şekildedir:

Öncelikle, $m = 3$ seçilir ve Denklem (1.41)'deki yardımcı regresyon modeli kullanılarak $H_0^*: \beta_3^* = \beta_2^* = \beta_1^* = 0$ boş hipotezi test edilir ve bu hipotez reddedilirse, $H_3^*: \beta_3^* = 0, H_2^*: \beta_2^* = 0 | \beta_3^* = 0$ ve $H_1^*: \beta_1^* = 0 | \beta_3^* = \beta_2^* = 0$ boş hipotezleri sırasıyla test edilir. Eğer ki, H_2^* boş hipotezinin reddedilmesi diğer hipotezlerin reddedilmesi durumundan daha güçlüyse m değeri 2 olarak seçilmekte, aksi halde m değeri 1 olarak seçilmektedir. Buradaki reddedilmenin güçlü olması durumu, hesaplanan test istatistiklerinin olasılık değerleriyle ilişkilidir. Hesaplanan test istatistiklerinde en küçük olasılık değeri, ilgili hipotezi daha güçlü bir şekilde reddetmektedir (Yılcı, 2012; González, Teräsvirta, Dijk, & Yang, 2017).

3.2.2. Parametre Tahmini

Denklem (1.35)'deki YGPR modelindeki, $\theta = (\beta_0', \beta_1', \gamma, c')$ parametrelerini tahmin etmek, sabit etki tahmincisinin ve doğrusal olmayan en küçük karelerin basit bir uygulamasıdır. Parametre tahmini iki adımda yapılmaktadır. İlk adımda bireye özgü ortalamaları kaldırmak suretiyle, μ_i bireysel etkilerin yok edilmesi gerekmektedir. İkinci adımda ise dönüştürülen bu verilere doğrusal olmayan en küçük kareler yöntemi uygulanır. Burada sabit etkileri yok ederken kullanılan iç dönüşüm yöntemi, doğrusal panel veri modellerinde standart olmasına rağmen doğrusal olmayan model bağlanımda daha dikkatli bir uygulama gerektirmektedir (Yılcı, 2012; González, Teräsvirta, Dijk, & Yang, 2017).

Denklem (1.35)'deki YGPR modeli aşağıdaki gibi yeniden yazılabilir:

$$y_{i,t} = \mu_i + \beta' x_{i,t}(\gamma, c) + u_{i,t} \quad (1.45)$$

Burada $x_{i,t}(\gamma, c) = (x'_{i,t}, x'_{i,t}g(q_{i,t}; \gamma, c))'$ ve $\beta = (\beta_0', \beta_1')'$ şeklindedir.

Denklem (1.45)'ten bireye özgü ortalamaların çıkarılması durumunda model aşağıdaki şekilde ifade edilir:

$$\tilde{y}_{i,t} = \beta' \tilde{x}_{i,t}(\gamma, c) + \tilde{u}_{i,t} \quad (1.46)$$

Burada $\tilde{y}_{i,t} = y_{i,t} - \bar{y}_{i,t}$, $\tilde{x}_{i,t}(\gamma, c) = (x'_{i,t} - \bar{x}'_{i,t}, x'_{i,t}g(q_{i,t}; y, c) - \bar{w}_{i,t}(\gamma, c))'$ ve $\tilde{u}_{i,t} = u_{i,t} - \bar{u}_{i,t}$ şeklindedir. $\bar{y}_{i,t}$, $\bar{x}'_{i,t}$, $\bar{w}_{i,t}$ ve $\bar{u}_{i,t}$ bireye özgü ortalamaları göstermektedir. Ayrıca, $\bar{w}_{i,t}(\gamma, c) \equiv T^{-1} \sum_{t=1}^T x_{i,t} g(q_{i,t}; y, c)$ şeklindedir. Denklem (1.46)'da yer alan $\tilde{x}_{i,t}(\gamma, c)$ açıklayıcı değişkenler matrisi, hem düzeyde hem de bireysel ortalamalarda geçiş fonksiyonundaki γ ve c değerlerine bağlıdır. Bu nedenle doğrusal olmayan en küçük kareler optimizasyonunda, $\tilde{x}_{i,t}(\gamma, c)$ değerinin her yinelemede yeniden hesaplanması gerekmektedir. Son olarak denklem (1.46)'dan, YGPR modelinin, β 'da γ ve c 'ye koşullu olarak bağlı doğrusal olduğu görülmektedir. Bu nedenle, yoğunlaştırılmış kalıntı kareler toplamını en aza indiren bu parametrelerin değerlerini bulmak için, doğrusal olmayan en küçük kareler yöntemi kullanılmaktadır (Kavkler, Mikek, Böhm, & Boršič, 2007; Yılcı, 2012; González, Teräsvirta, Dijk, & Yang, 2017).

$$Q^c(\gamma, c) = \sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T \left(\tilde{y}_{i,t} - \hat{\beta}(\gamma, c)' \tilde{x}_{i,t}(\gamma, c) \right)^2 \quad (1.47)$$

Burada yer alan $\hat{\beta}(\gamma, c)$ değeri, doğrusal olmayan optimizasyonla her yinelemede en küçük kareler yöntemiyle Denklem (1.46)'dan elde edilmektedir. Denklem (1.45)'te yer alan kalıntıların $u_{i,t}$, normal dağılım sergilemesi halinde bu tahmin yöntemi, maksimum benzerlik yöntemine eşdeğer olur. Burada benzerlik fonksiyonu ilk olarak sabit etkiler μ_i 'ye göre yoğunlaştırılır (Yılcı, 2012; González, Teräsvirta, Dijk, & Yang, 2017).

YGPR modellerinin tahmininde önemli olan, doğrusal olmayan en küçük kareler optimizasyonu için başlangıç değerlerinin seçilmesidir. İyi başlangıç değerleri sayısal optimizasyonu önemli ölçüde kolaylaştırmaktadır, tersine uygun olmayan başlangıç değerleri ise sorunlara neden olabilmektedir. González vd. (2005) çalışmalarında, YGPR modellerinde $g(q_{i,t}; y, c)$ geçiş fonksiyonundaki parametreler arasında bir ızgara araması

yoluyla başlangıç değerleri elde etmek için ortak bir uygulamayı kullanmışlardır. Bu yaklaşım γ ve c sabitlendiğinde, Denklem (1.46)'nın β 'da, doğrusal olduğu gerçeğine dayanmaktadır. Dolayısıyla, γ ve c değerler dizisi için, $\gamma > 0$, $c_{j,min} > \min_{i,t}\{q_{i,t}\}$, $c_{j,max} < \max_{i,t}\{q_{i,t}\}$ ve $j = 1, 2, \dots, m$, olmak üzere Denklem (1.47)'deki yoğunlaştırılmış kalıntı kareler toplamı kolayca hesaplanabilmektedir. Böylece $Q^c(\gamma, c)$ 'yu en aza indiren değerler doğrusal olmayan optimizasyon algoritmasının başlangıç değerleri olarak kullanılabilir.

3.2.3. Model Değerlendirme Aşaması: Yanlış Tanımlama Testleri

Parametrelerin hesaplanmasından sonra YGPR modellerinin oluşturulmasının en önemli aşaması da tahmini YGPR modelinin değerlendirilmesidir. Bu doğrultuda bir dizi yanlış tanımlama testi yapılmaktadır. Bu testlerden ilki parametre sabitliliği testi ve ikincisi ise kalan heterojenliğin testi yani heterojenliğin kalmadığı ifade eden homojenlik testidir. Buradaki homojenlik testi, Eitrheim ve Teräsvirta (1996) tarafından Tek Değişkenli Yumuşak Geçişli Otoregresif Regresyon Modelleri için geliştirilen doğrusallık testinin panel veri için genişletilmiş versiyonudur (González, Teräsvirta, & Dijk, 2005; Yılcı, 2012; González, Teräsvirta, Dijk, & Yang, 2017).

3.2.3.1. Parametre Sabitliliği Testi

Panel veri modellerinde parametre sabitliliğini test etmek, zaman serisi literatüründe olduğu kadar ilgi görmemiştir. Bunun nedeni, panel veri uygulamalarında zaman boyutunun, kesit boyutuna göre daha küçük olmasından kaynaklanmaktadır. Bununla birlikte daha büyük zaman boyutuna, yani T 'ye sahip ampirik panel veri kümelerinin sayısının artması nedeniyle, parametre sabitliliğini test etmekte önem kazanmıştır (González, Teräsvirta, & Dijk, 2005; Yılcı, 2012; González, Teräsvirta, Dijk, & Yang, 2017).

González vd. (2005) çalışmalarında, YGPR modelleri için yeni bir parametre sabitliliği testi önermişlerdir. Boş hipotez altında yer alan parametre sabitliliği, alternatif hipotez altında yer alan Denklem (1.35)'teki YGPR modelinin parametrelerinin zaman içerisinde yavaş ve yumuşak bir biçimde değiştiğine karşı test edilmektedir (González, Teräsvirta, & Dijk, 2005; Chang, Kang, & Chiang, 2010; Yılcı, 2012; González, Teräsvirta, Dijk, & Yang, 2017).

Alternatif hipotez altındaki Zamanla Değişen Yumuşak Geçişli Panel Regresyon Modeli (ZD-YGPR) aşağıdaki gibi tanımlanmaktadır:

$$y_{i,t} = \mu_i + \left(\beta'_{10} x_{i,t} + \beta'_{11} x_{i,t} g(q_{i,t}; \gamma_1, c_1) \right) + f(t/T; \gamma_2, c_2) \left(\beta'_{20} x_{i,t} + \beta'_{21} x_{i,t} g(q_{i,t}; \gamma_1, c_1) \right) + u_{i,t} \quad (1.48)$$

Burada $g(q_{i,t}; \gamma_1, c_1)$ geçiş fonksiyonu Denklem (1.40)'ta tanımlanmıştır ve $f(t/T; \gamma_2, c_2)$ zamana dayalı başka bir geçiş fonksiyonunu göstermektedir. Ayrıca denklem (1.48)'deki modelin zaman değişiminin deterministik yapısı aşağıdaki gibi gösterilebilir (Yılancı, 2012; González, Teräsvirta, Dijk, & Yang, 2017):

$$y_{i,t} = \mu_i + \left(\beta'_{10} x_{i,t} + \beta'_{20} x_{i,t} f(t/T; \gamma_2, c_2) \right)' x_{i,t} + \left(\beta'_{11} x_{i,t} + \beta'_{21} x_{i,t} f(t/T; \gamma_2, c_2) \right)' x_{i,t} g(q_{i,t}; \gamma_1, c_1) + u_{i,t} \quad (1.49)$$

ZD-YGPR modeli, $f(t/T; \gamma_2, c_2)$ tanımına bağlı olarak parametre sabitliliğine çeşitli alternatifler içerir. Bu fonksiyonun şu şekilde olduğu varsayılmaktadır:

$$f(t/T; \gamma_2, c_2) = \left(1 + \exp \left(-\gamma_2 \prod_{j=1}^h (t/T - c_{2,j}) \right) \right)^{-1} \quad (1.50)$$

Burada $c_2 = (c_{21}, \dots, c_{2h})'$ konum parametrelerinin h boyutlu bir vektörüdür, $\gamma_2 > 0$ olmak üzere eğim parametresidir ve t/T ise geçiş değişkenidir.

$h = 1$ olduğunda ZD-YGPR modeli tek bir monotonik değişime izin verirken, $h = 2$ olduğunda değişim $c_{21} + c_{22}/2$ etrafında gerçekleşir ve simetriktir.

Geçişlerin düzgünlüğü γ_2 tarafından kontrol edilmektedir. $\gamma_2 \rightarrow \infty$ olduğunda, $f(t/T; \gamma_2, c_2)$ fonksiyonu $h = 1$ durumunda $I[t/T > c_{21}]$ gösterge fonksiyonuna, $h = 2$ durumunda ise, $1 - [t/T > c_{21}]$ gösterge fonksiyonuna dönüşür. Bu durumda denklem (1.50)'deki fonksiyon yapısal kırılmalara uğrar.

$\gamma_2 \rightarrow 0$ olduğunda ise, $f(t/T; \gamma_2, c_2) \equiv 1/2$ olur. Böylelikle denklem (1.48) sabit parametrelere sahip olacaktır ve $H_0: \gamma_2 = 0$ parametre sabitliliği boş hipotezi test edilebilecektir. Boş hipotez altında denklem (1.48)'de yer alan β'_{20}, β'_{21} parametreleri ve c_2 konum parametreleri tanımlanmadığı için, $f(t/T; \gamma_2, c_2)$ fonksiyonu yerine $\gamma_2 = 0$ etrafında birinci mertebeden Taylor açılımı uygulanması gerekmektedir. Taylor açılımı sonucunda aşağıdaki yardımcı regresyon denklemi elde edilmektedir (Yılcı, 2012; González, Teräsvirta, Dijk, & Yang, 2017):

$$y_{i,t} = \mu_i + \beta'_{10}x_{i,t} + \beta'_1x_{i,t}(t/T) + \beta'_2x_{i,t}(t/T)^2 + \dots + \beta'_hx_{i,t}(t/T)^h + (\beta'_{11}x_{i,t} + \beta'_{h+1}x_{i,t}(t/T) + \dots + \beta'_{2h}x_{i,t}(t/T)^h)g(q_{i,t}; \gamma_1, c_1) + u^*_{i,t} \quad (1.51)$$

Burada denklem(1.51) de yer alan yardımcı regresyon denklemindeki, β^*_j parametre vektörleri, $j = 1, 2, \dots, h, h+1, \dots, 2h$ olmak üzere γ_2 'nin katlarıdır, $u^*_{i,t} = u_{i,t} + R_h(t/T, \gamma_2, c_2)$ ve $R_h(t/T, \gamma_2, c_2)$ Taylor açılımının kalıntılarını göstermektedir. Bu durumda denklem (1.48)'deki $H_0: \gamma_2 = 0$ boş hipotezi, denklem (1.51)'deki yardımcı regresyon denkleminde yer alan $j = 1, 2, \dots, h, h+1, \dots, 2h$ olmak üzere, $H_0: \beta^*_j = 0$ şeklinde yeniden formüle edilebilmektedir (Yılcı, 2012; González, Teräsvirta, Dijk, & Yang, 2017).

H_0 altında $\{u^*_{i,t}\} = \{u_{i,t}\}$ olduğu için Taylor serisi yaklaşımı asimptotik dağılım teorisini etkilemez. Burada $LM_{\mathcal{X}^2}$, $2hk$ serbestlik dereceli asimptotik bir $\mathcal{X}^2$ dağılımına, LM_F istatistiği ise, $(2hk)$ pay serbestlik dereceli ve $(NT - N - 2k(h+1) - (m+1))$ payda serbestlik dereceli asimptotik yaklaşık bir F dağılımına sahiptir. Denklem (1.48)'de bulunan, $\beta_{11} \equiv \beta_{20} \equiv \beta_{21} \equiv 0$ olduğunda, denklem (1.51)'in basitleştirilmiş bir formu $(\beta'_{11}x_{i,t} + \beta'_{h+1}x_{i,t}(t/T) + \dots + \beta'_{2h}x_{i,t}(t/T)^h)g(q_{i,t}; \gamma_1, c_1)$ terimi olmadan bir parametre sabitliliği testine dönüşmektedir (Yılcı, 2012; González, Teräsvirta, Dijk, & Yang, 2017).

3.2.3.2. Kalan Heterojenliğin Testi

İki rejimli yumuşak geçişli panel regresyon modelinin, panel verilerindeki heterojenliği tamamen yakalayıp yakalayamadığı birçok yolla test edilebilmektedir. Bu

bağlamda, Denklem (1.39)'daki YGPR modeli, alternatif olarak üç rejimli bir YGPR modeli olarak ele alınabilir (Yılancı, 2012; González, Teräsvirta, Dijk, & Yang, 2017):

$$y_{i,t} = \mu_i + \beta'_0 x_{i,t} + \beta'_1 x_{i,t} g_1(q_{i,t}^{(1)}; \gamma_1, c_1) + \beta'_2 x_{i,t} g_2(q_{i,t}^{(2)}; \gamma_2, c_2) + u_{i,t} \quad (1.52)$$

Burada geçiş değişkenleri $q_{i,t}^1$ ve $q_{i,t}^2$ 'nin birbirine eşit olmasına gerek yoktur. İki rejimli YGPR modelinde heterojenlik kalmadığını ifade eden denklem (1.52) için boş hipotez $H_0: \gamma_2 = 0$ şeklinde gösterilebilir. Burada da boş hipotez altında tanımlanamayan parametreler olduğu için $g_2(q_{i,t}^2; \gamma_1, c_1)$ fonksiyonu yerine $\gamma_2 = 0$ etrafında birinci mertebeden Taylor açılımı yapılması gerekmektedir. Taylor açılımı sonucu aşağıdaki yardımcı regresyon denklemi elde edilmektedir:

$$y_{i,t} = \mu_i + \beta_0'^* x_{i,t} + \beta_1' x_{i,t} g_1(q_{i,t}^{(1)}; \hat{\gamma}_1, \hat{c}_1) + \beta_{21}'^* x_{i,t} q_{i,t}^{(2)} + \dots + \beta_{2m}'^* x_{i,t} q_{i,t}^{(2)m} + u_{i,t}^* \quad (1.53)$$

Burada $\hat{\gamma}_1$ ve $\hat{c}_1$ boş hipotez altındaki tahminlerdir. $\beta_{21}^*, \dots, \beta_{2m}^*$ parametre vektörleri γ 'nin katı olduğundan, heterojenlik kalmadığını gösteren boş hipotez $H_0^*: \beta_{21}^* = \dots = \beta_{2m}^* = 0$ şeklinde yazılabilir. Denklem (1.53)'te $\beta_0 \equiv 0$ olması durumunda, test daha önce bahsi geçen doğrusallık testine dönüşmektedir. H_0^* boş hipotezi reddedilemediği zaman, $LM_{\mathcal{X}^2}$, (mk) serbestlik dereceli asimptotik bir $\mathcal{X}^2$ dağılımına, LM_F istatistiği ise, (mk) pay serbestlik dereceli ve $(NT - N - 2 - k(m + 2))$ payda serbestlik dereceli asimptotik yaklaşık bir F dağılımına sahip olacaktır (Yılancı, 2012; González, Teräsvirta, Dijk, & Yang, 2017).

Kalan heterojenliğin testi YGPR modelinde rejim sayısını belirlemek için de kullanılabilir.

3.2.4. Rejim Sayısının Belirlenmesi

Kalan heterojenlik diğer adıyla doğrusal dışılığın kalmadığını gösteren hipotez testinin amacı iki yönlüdür. Bu test yanlış tanımlama testi olarak kullanılmasının yanı sıra, YGPR modelindeki geçiş sayısını belirlemek amacıyla da kullanılmaktadır (González, Teräsvirta, Dijk, & Yang, 2017).

Burada doğrusallık hipotezini reddettiğimizi varsayarsak, bir geçiş fonksiyonunun varlığını gösteren $H_0: r = 1$ boş hipotezi, en az iki geçiş fonksiyonunun varlığını gösteren $H_1: r = 2$ alternatif hipotezine karşı test edilerek uygun rejim sayısı belirlenebilmektedir. $r = 2$ olmak üzere YGPR modeli aşağıdaki gibi yazılabilir:

$$y_{i,t} = \mu_i + \beta'_0 x_{i,t} + \beta'_1 x_{i,t} g_1(q_{i,t}^{(1)}; \gamma_1, c_1) + \beta'_2 x_{i,t} g_2(q_{i,t}^{(2)}; \gamma_2, c_2) + u_{i,t} \quad (1.54)$$

Burada test aşaması, ikinci geçiş fonksiyonu $g_2(q_{i,t}^{(2)}; \gamma_2, c_2)$ yerine, $\gamma_2 = 0$ etrafında birinci mertebeden Taylor açılımı uygulanması ve parametreler üzerindeki doğrusal kısıtlamaların test edilmesinden oluşmaktadır. Taylor açılımı sonucu aşağıdaki regresyon denklemi elde edilir:

$$y_{i,t} = \mu_i + \beta'_0 x_{i,t} + \beta'_1 x_{i,t} g_1(q_{i,t}^{(1)}; \gamma_1, c_1) + \theta'_1 x_{i,t} q_{i,t}^{(2)} + u_{i,t} \quad (1.55)$$

Burada doğrusallık kalmadığını gösteren boş hipotez $H_0: \theta'_1 = 0$ şeklinde tanımlanmakta ve bu hipotez doğrusallık testinde kullanılan LM testiyle test edilebilmektedir. LM testinde yer alan RSS_0 (Residual Sum of Squares) değeri, H_0 hipotezi altında yer alan tek geçiş fonksiyonlu panel veri modelinin panel kalıntı kareler toplamını, RSS_1 (Residual Sum of Squares) değeri ise, H_1 hipotezi altında denklem (1.55)'teki YGPR modelinin, panel kalıntı kareler toplamını göstermektedir (Fouquau, Hurlin, & Rabaud, 2008; Yılancı, 2012).

YGPR modelinde rejim sayısı belirlerken kullanılan testlerin sırası, şu şekilde gerçekleştirilmektedir (González, Teräsvirta, Dijk, & Yang, 2017):

- Doğrusal bir model tahmin edilir ve önceden belirlenmiş bir anlamlılık (α) seviyesinde modelin doğrusallığı test edilir.
- Doğrusallık reddedilirse, iki rejimli bir YGPR modeli tahmin edilir.
- Bu model için kalan heterojenlik test edilir. Kalan heterojenlik hipotezi $\tau\alpha$ anlamlılık seviyesinde reddedilirse, $0 < \tau < 1$ olmak üzere $r = 2$ ile bir YGPR tahmin edilir.

- Son olarak heterojenitenin kalmadığını gösteren hipotezin kabul edilmesine kadar bu işlemlere devam edilir.

Test sürecini genelleştirerek açıklamak gerekirse öncelikle; r^* sayıdaki veri geçiş fonksiyonlu YGPR modeli için, $H_0: r = r^*$ boş hipotezi, $H_1: r = r^* + 1$ alternatif hipotezine karşı test edilmesi ile başlanmaktadır. Boş hipotezin reddedilememesi durumunda test etme işlemi sona erdirilir. Aksi durumda, $H_0: r = r^* + 1$ boş hipotezi $H_1: r = r^* + 2$ alternatif hipotezine karşı test edilir. Test sürecine H_0 hipotezinin ilk kabul edilmesi durumuna kadar devam ettirilir. Bu sürecin her adımında anlamlılık düzeyi $\tau\alpha$ burada, $0 < \tau < 1$ olmak üzere, bir sabit faktör ile aşırı büyük modellerden kaçınmak amacıyla azaltılır*(González, Teräsvirta, & Dijk, 2005; Yılandı, 2012; González, Teräsvirta, Dijk, & Yang, 2017).

YGPR modeli, panel verilerinde heterojenliği yakalamak için iyi bir alternatif sunmakta ve González vd. (2005)'den günümüze çok farklı alanlarda uygulanmış ve uygulanmaya devam etmektedir. Çevre Kirliliği ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki (Aslanidis & Xepapadeas, 2006; Aydın, Darıcı, & Kutlu, 2019), Ekonomik Büyüme ve Enflasyon Bağlantısı (Espinoza, Leon, & Prasad, 2012; Seleteng, Bittencourt, & Eyden, 2013; Omay, Eyden, & Gupta, 2017), Petrol Fiyatlarının, Petrol İhraç Eden Ülkelerin Cari Hesabına Etkileri (Allegret, Couharde, Coulibaly, & Mignon, 2014), Finansal Kriz Sırasında Avrupa Ülkelerinin Borçlanma Maliyetleri (Delatte, Gex, & López-Villavicencio, 2012; Delatte, Fouquau, & Portes, 2017), Feldstein-Horioka Bulmacası: İç tasarruf ve Yatırım Oranları (Fouquau, Hurlin, & Rabaud, 2008), Sıcaklık ve Elektrik Tüketimi Arasındaki İlişki (Bessec & Fouquau, 2008), İlaç Endüstrisindeki Patentler ve Piyasa Değeri Arasındaki İlişki (Chen, Shih, & Chang, 2013), Firmaların Doğrusal Olmayan Kazanç Kalıcılığı (Cheng & Wu, 2013), Enflasyonun Tarımsal Fiyatlar Üzerindeki Etkisi (Güloğlu & Nazlıoğlu, 2013), Gelir Dağılımı ve Ekonomik Kalkınma İlişkisi (Karhan & Güdelci, 2017), Bölgesel Enflasyonun, Bölgesel İşsizlik ve Büyüme Üzerine Etkisi (Aydın, 2017) vb. YGPR modelinin uygulandığı çalışmalardan bazılarıdır.

* González vd. (2005) çalışmalarında bu sabit faktörün 0,5 alınmasının uygun olduğunu tespit etmişlerdir.

İKİNCİ BÖLÜM

TRAFİK KAZALARI VE EKONOMİK BÜYÜME İLİŞKİSİ

Bu bölüm altında YGPR yönteminin uygulaması olan trafik kazaları ve ekonomik büyüme ilişkisi incelenecektir. İlk adımda trafik kazaları ile ilgili kavramsal ve kuramsal çerçeveye yer verilecek ve konunun önemi istatistikler ile desteklenecektir. İkinci adımda ekonomik büyüme kavramı, ekonomik büyümenin türleri ve ekonomik büyümenin belirleyicileri tanımlanacaktır. Üçüncü adımda ise; trafik kazaları ve ekonomik büyüme ilişkisi açıklanacak ve önemi ele alınacaktır. Son adımda, trafik kazaları ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki için yapılan literatür çalışmalarına yer verilecektir.

1. TRAFİK KAZALARI

Burada trafik kazaları ile ilgili tanımlamalar, trafik kazaları, trafik kazalarının nedenleri ve trafik kazalarına neden olan faktörler incelenecektir.

1.1. Trafik İle İlgili Tanımlamalar

Dilimize Fransızcadan geçen, İtalyanca karşılığı “traffico” ve Fransızca karşılığı “Trafic” olan bu sözcük “gidiş-geliş, alışveriş, ticaret, araç seyrüseferi” anlamına gelmektedir. İtalyanca sözcüğün muhtemelen Arapçadan alıntı olduğu düşünülmektedir. Dolayısıyla bu sözcüğün kökeni belirsizdir (Nişanyan, 2018).

Trafik, Türk Dil Kurumu’nun sözlüğüne göre ulaşım yollarında yayaların ve her türlü taşıtın bulunması, bu yolların yayalar ve her türlü taşıt tarafından kullanılması, olarak tanımlanmıştır (Türk Dil Kurumu Sözlükleri, 2019).

Trafik, Karayolları Trafik Yönetmeliği Mevzuatında yer alan daha özel tanım itibari ile, yayaların, hayvanların ve araçların karayolları üzerindeki hal ve hareketleri olarak tanımlanmaktadır (Karayolları Trafik Yönetmeliği, 1997).

Karayolu; Trafik Yönetmeliği Mevzuatına göre; trafik için, kamunun yararlanmasına açık olan arazi şeridi, köprüler ve alanlardır. Türk Dil Kurumu’nun sözlüğüne göre ise; yerleşim merkezlerini birbirine bağlayan yol olarak tanımlanmıştır (Karayolları Trafik Yönetmeliği, 1997; Türk Dil Kurumu Sözlükleri, 2019).

Karayolları trafik yönetmeliği mevzuatına göre aracın tanımı; karayollarında kullanılabilen motorlu, motorsuz ve özel amaçlı taşıtlar ile iş makineleri ve lastik tekerlekli traktörlerin genel adı olarak belirtilmiştir. Taşıt ise; karayolunda insan, hayvan ve yük taşımaya yarayan araçlar olarak tanımlanmıştır. Bunlardan makine gücü ile yürütülenlere “motorlu taşıt” insan ve hayvan gücü ile yürütülenlere “motorsuz taşıt” denmektedir. Ayrıca, bir kazanç kaydı olmaksızın kullanılanlara “hususî taşıt”, çeşitli şekillerde kazanç sağlamak amacıyla kullanılanlara “ticarî taşıt”, Taşıt Kanunu kapsamına girenlere “resmî taşıt”, resmî olmakla birlikte ticarî nitelik taşıyanlara da “resmî ticarî taşıt” denir (Karayolları Trafik Yönetmeliği, 1997).

Mevzuatta yer alan sürücü ise; karayolunda, motorlu veya motorsuz bir aracı veya taşıtı sevk ve idare eden kişi ve yaya da araçlarda bulunmayan, karayolunda hareketsiz veya hareket halinde bulunan insan olarak tanımlanmıştır (Karayolları Trafik Yönetmeliği, 1997).

1.2. Trafik Kazaları

Kaza ne zaman ve nerede olacağı tahmin edilemeyen aniden ortaya çıkan, bilinen yanlış davranışlar veya ihmaller sonucunda can ve mal kaybına sebebiyet veren olaylar olarak tanımlanmıştır (Ocaktan, 2017).

Türk Dil Kurumu’nun sözlüğüne göre kaza; istem dışı veya umulmayan bir olay dolayısıyla bir kimsenin, bir nesnenin veya bir aracın zarara uğraması olarak tanımlanmıştır. Kaza, AFAD Açıklamalı Afet Yönetimi Terimleri Sözlüğüne göre ise; kasıt olmaksızın beklenmedik bir zamanda ve şekilde, yaralanmalara, can ve mal kayıplarına neden olan olay şeklinde tanımlanmıştır (Türk Dil Kurumu Sözlükleri, 2019; AFAD, 2019).

Trafik kazası ise, Trafik Yönetmeliği Mevzuatına ve AFAD Açıklamalı Afet Yönetimi Terimleri Sözlüğüne göre; karayolu üzerinde hareket halinde olan bir veya birden fazla aracın karıştığı ölüm, yaralanma ve/veya zararlı sonuçlanmış olan olay olarak tanımlanmıştır.

Bu tanıma göre, bir olayın trafik kazası olarak ifade edilebilmesi için bazı faktörlere sahip olması gerekmektedir. Vakada bulunması gerek-şart faktörler şunlardır:

- Bir veya daha fazla araç karışmalı,
- Araçlar karayolu üzerinde olmalı,
- Araç ya da araçlardan biri, hareket halinde olmalı,
- Olay sonucunda kişiye veya eşyaya zarar gelmeli,
- Olayın meydana gelmesinde kasıt olmamalı,
- Ölüm, yaralanma veya zarar meydana gelmelidir.

Bu faktörlerden birinin eksik olması durumunda vaka, asayiş vakası şeklinde değerlendirilmekte olup, trafik kazası olarak ifade edilmemektedir (Karayolları Trafik Yönetmeliği, 1997; Şen, 2013; AFAD, 2019).

1.2.1. Trafik Kazalarına Bakış

Trafik kazalarının geçmişine baktığımızda, ilk trafik kazası 1899 yılında Londra'da tekerlek patlaması sonucu meydana gelmiş ve ölümle sonuçlanmıştır. Ülkemizde ise, ilk yaralanmalı trafik kazası 28 Mart 1910 yılında İstanbul'da bir otomobilin yayaya çarpması sonucu gerçekleşmiştir. İlk ölümlü trafik kazası ise, 26 Ocak 1912 yılında Zincirlikuyu'dan Beyoğlu'na giden, İtalyan Sefaretinde görev yapan Frederico Rasi'nin, Şişli Camisi önünde İdris adlı bir vatandaşa çarpması sonucu gerçekleşmiştir. Gerçekleşen ilk trafik kazasından günümüze kadar olan süreçte, trafik kazaları, ülkelerin toplumsal yapısında mücadele etmesi gereken ve hayati derecede önem taşıyan sorunlardan biri konuma gelmiştir (Altun & Sarioğlu, 2006; Murat B., 2010).

Trafik kazaları, ne zaman ve nerede meydana geleceği önceden tahmin edilemeyen, meydana gelişleri objektif olarak izlenemeyen olaylardır. Bu nedenle trafik kazaları; savaş, deprem ve salgın hastalıklardan bile daha fazla can ve mal kaybına neden olmaktadır. Ayrıca yol açtığı yüksek ölüm, sakatlık ve iş gücü kayıpları nedeniyle, yıllardır bir türlü iyileştirilemeyen müzmin ve tehlikeli bir yara hâlini almış ve WHO tarafından da halk sağlığı sorunu olarak kabul görmüştür (Bayrakdar & Camkesen, 1997; Murat B., 2010; Akdağ, 2019).

Trafik kazalarında her yıl ortalama 1,35 milyon kişi hayatını kaybetmektedir. Trafik kazaları sonucu, 20 ile 50 milyon arasında insan trafik kazaları sonucu yaralanmakta veya birçoğu sakat kalmakta ve 5 ile 29 yaş grubunda yaralanmalar en önemli ölüm nedeni olmaktadır. Bu bağlamda meydana gelen trafik kazaları ve bu trafik kazaları sonucu oluşan ölüm ve yaralanmalar ciddi bir trafik güvenliği problemi oluşturmaktadır. Trafik kazaları sonucu oluşan bu ölüm ve yaralanmalardan, en çok gelişmekte ve gelişmişliğe geçiş aşamasında olan ölkeler etkilenmektedir (Akgüngör & Doğan, 2008; WHO, 2018).

Tablo 2.1’de OECD ülkelerinde meydana gelen ölümlü-yaralanmalı trafik kazaları, bu kazalar sonucu yaralanan ve ölen bireylere ait istatistikler verilmiştir.

Tablo 2.1 OECD Ülkelerine Ait Trafik Kaza İstatistikleri

Ülkeler	Ölümlü-Yaralanmalı Trafik Kazası	Yaralı Sayısı	Ölü Sayısı
ABD*	1.923.000 ^e	2.746.000 ^e	37.133
Almanya	308.721	396.018	3.275
Avustralya	-	-	-
Avusturya	36.846	46.525	409
Belçika	38.455	48.750	604
Çekya	21.889	27.680	656
Danimarka	-	-	-
Estonya	1.469	1.832	67
Finlandiya	4.288 ^p	5.277 ^p	234 ^p
Fransa	55.766	69.887	3.248
Güney Kore	217.148	323.037	3.781
Hollanda	-	-	-
İngiltere	128.207 ^p	167.261 ^p	1.837 ^p
İrlanda	-	-	-
İspanya	102.299	138.609	1.806
İsrail	12.557	22.703	316
İsveç	14.233	18.501	324
İsviçre	18.033	21.831	233
İtalya	172.344	242.621	3.325
İzlanda	868	1.271	18
Japonya	430.601	525.212	4.166
Kanada*	114.158 ^p	154.886 ^p	1.841 ^p
Letonya	3.073	4.795	151
Litvanya	2.926	3.390	173
Lüksemburg	-	-	-
Macaristan	16.951	21.999	633
Meksika*	11.873	8.905	2.919
Norveç*	4.086	5.262	106
Polonya	31.674	37.359	2.862
Portekiz*	34.416	43.893	602
Slovakya	5.689	6.915	260
Slovenya*	6.185	7.901	104
Şili	39.194	61.040	1.955
Türkiye	186.832	307.071	6.675
Yeni Zelanda	11.690	14.697	377
Yunanistan	10.743 ^p	13.091 ^p	700 ^p

Kaynak: (OECD, 2020)

(*) 2017 yılına ait verileri ifade etmektedir.

(e) Tahmini değeri göstermektedir.

(p) İlgili veri için geçici değeri göstermektedir.

(-) Veri yoktur.

Tablo 2.1’de meydana gelen ölümlü yaralanmalı trafik kazalarını incelediğimizde, kazaların en fazla olduğu ülkelerin başında ABD yer almaktadır. 2018 yılında ABD’de 1.923.000 ölümlü-yaralanmalı trafik kazası meydana gelmiştir. İkinci sırada 430.601 trafik kazası ile Japonya, üçüncü sırada 308.721 trafik kazası ile Almanya, dördüncü sırada 217.148 trafik kazası ile Güney Kore yer almaktadır. Türkiye ise; 186.832 ölümlü-yaralanmalı trafik kazası ile beşinci sırada yer almaktadır. Ölümlü-yaralanmalı Trafik kazalarının en az meydana geldiği ülkeler ise 868 trafik kazası ile İzlanda, 1.469 trafik kazası ile Estonya, 2.926 trafik kazası ile Litvanya, 3.073 trafik kazası ile Letonya ve 4.086 trafik kazası ile Norveç olmuştur. Ölümlü-yaralanmalı kazalar sonucu yaralanan bireyleri incelediğimizde ise; ABD 2.746.000 yaralı ile birinci sırada yer almaktadır. İkinci sırada 525.212 yaralı ile Japonya, üçüncü sırada 396.018 yaralı ile Almanya ve dördüncü sırada 323.037 yaralı ile Güney Kore yer almaktadır. Türkiye ise; 307.071 yaralı ile beşinci sırada yer almaktadır. Ölümlü-yaralanmalı trafik kazaları sonucu yaralı sayısının en az olduğu ülkeler; 1.832 yaralı ile Estonya, 1.271 yaralı ile İzlanda, 3.390 yaralı ile Litvanya, 4.795 yaralı ile Letonya ve 5.262 yaralı ile Norveç olmuştur. Son olarak Ölümlü-yaralanmalı trafik kazaları sonucu ölen bireyleri incelediğimizde; birinci sırada 36.750 ile kayıp veren ABD yer almaktadır. İkinci sırada 6.675 ile kayıp veren Türkiye, üçüncü sırada 4.166 ile kayıp veren Japonya, dördüncü sırada 3.781 ile kayıp veren Güney Kore ve beşinci sırada 3.325 ile kayıp veren İtalya yer almaktadır. Ölümlü-yaralanmalı trafik kazaları sonucu ölü sayısının en az olduğu ülkeler ise; 18 ölüm ile İzlanda, 67 ölüm ile Estonya, 104 ölüm ile Slovenya, 106 ölüm Norveç ve 151 ölüm ile Letonya olmuştur.

Tablo 2.2’de 2008-2018 dönemi Türkiye’ye ait trafik kaza istatistikleri verilmiştir.

Tablo 2.2 2008-2018 Dönemi Türkiye’ye Ait Trafik Kaza İstatistikleri

Yıllar	Kaza Türleri		Toplam Kaza Sayısı	Yaralı Sayısı	Ölü Sayısı		
	Maddi Hasarlı Kaza Sayısı	Ölümlü Yaralanmalı Kaza Sayısı			Kaza Yerinde	Kaza Sonrası(*)	Toplam Ölü Sayısı
2008	845.908	104.212	950.120	184.468	4.236	-	4.236
2009	942.224	111.121	1.053.345	201.380	4.324	-	4.324
2010	988.397	116.804	1.105.201	211.496	4.045	-	4.045
2011	1.097.083	131.845	1.228.928	238.074	3.835	-	3.835
2012	1.143.082	153.552	1.296.634	268.079	3.750	-	3.750
2013	1.046.048	161.306	1.207.354	274.829	3.685	-	3.685
2014	1.030.498	168.512	1.199.010	285.059	3.524	-	3.524
2015	1.130.348	183.011	1.313.359	304.421	3.831	3.699	7.530
2016	997.363	185.128	1.182.491	303.812	3.493	3.807	7.300
2017	1.020.047	182.669	1.202.716	300.383	3.534	3.893	7.427
2018	1.042.532	186.832	1.229.364	307.071	3.368	3.307	6.675

Kaynak: (TÜİK, 2019)

(*) Ölü sayıları 2015 yılına kadar sadece kaza yerinde tespit edilen ölümleri kapsarken, 2015 yılından itibaren trafik kazasında yaralanıp sağlık kuruluşuna sevk edilenlerden kazanın sebep ve tesiriyle 30 gün içinde ölenleri kapsamaktadır.

(-) Veri yoktur.

Tablo 2.2’de yer alan trafik kaza istatistiklerini incelediğimizde; en az kaza 2008 yılında meydana gelmiştir. 2008 yılında; 845.908 kazanın maddi hasarlı, 104.212 kazanın ölümlü-yaralanmalı olduğu ve toplamda 950.120 kazanın meydana geldiği görülmektedir. Bu kazalar sonucu 184.468 vatandaşımız yaralanmış, 4.236 vatandaşımız ise ölmüştür. En fazla kaza ise 2015 yılında meydana gelmiştir. 2015 yılında; 1.130.348 kazanın maddi hasarlı, 183.011 kazanın ölümlü-yaralanmalı olduğu ve toplamda 1.313.359 kazanın meydana geldiği görülmektedir. Bu kazalar sonucu 304.421 vatandaşımız yaralanmış, 3.831 vatandaşımız kaza esnasında, 3.699 vatandaşımız hastaneye kaldırıldıktan 30 gün içinde toplamda ise 7.530 vatandaşımız ölmüştür. En fazla maddi hasarlı kaza 1.143.082 ile 2012 yılında, en fazla ölümlü-yaralanmalı kaza 186.832 ile 2018 yılında meydana gelmiştir. Ayrıca kaza sonrası yaralı ve ölü sayılarının maksimum değerlerini incelediğimizde; 2018 yılında 307.071 vatandaşımız yaralanmış ve 2015 yılında 7.530 vatandaşımız ölmüştür.

Tablo 2.2’de Türkiye’nin 10 yıllık sürecine bakıldığında bu istatistikler; trafik kazalarının sürekli arttığını, trafik kazaları sonucu yaralı ve ölü sayılarında ise, büyük artışların olduğu ve bu artışların; ülkemiz ekonomisine ve hane ekonomilerine ciddi maliyetler yüklediğini göstermektedir.

Görüldüğü üzere, hem ülkemizde hem de diğer ülkelerde trafik kazaları, neden olduğu maddi kayıpların yanı sıra, ölüm ve ömür boyu sakat kalma gibi kazayı hatırlatacak izler bırakmasıyla manevi kayıplara da neden olmaktadır. Bu kayıplar kişi için olduğu kadar toplum ve ülke ekonomisi için de çok önemli sorun ve külfet getirmektedir. Bu durumlar, trafik kazalarının meydana gelmesinin arkasında yatan nedenlerin araştırılması ve azaltılmasına yönelik alınabilecek önlemlerin belirlenebilmesi için, ilgili çalışmaların yapılması gerektiğini göstermektedir (Saplıoğlu & Karaşahin, 2006).

1.2.2. Trafik Kazalarının Nedenleri

Trafik kazaları birçok nedenden dolayı meydana gelmektedir. Trafik kazalarının nedenleri, bilinmesine ve bu alan ile ilgili birçok araştırma yapılmasına rağmen hala etkisi devam etmektedir (Akdağ, 2019). Trafik kazalarının nedenleri şu şekilde sıralanabilir:

- Trafik kurallarına uymama
 - Aşırı hız
 - Hatalı sollama,
 - Alkollü araç kullanma
 - Uykusuz ve yorgun araç kullanma
 - Takip mesafesine uymama
 - Şerit ihlali
 - Aşırı ve hatalı yükleme
 - Hatalı dönüşler
 - Kavşaklarda geçiş önceliğine uymama
 - Trafik uyarı levhalarına ve ışıklarına uymama
- Karayollarındaki bozukluklar
- Sürücü kurslarında eğitimin yetersiz olması
- Araçların bakımsız olması

- Çok yaşlı araçların trafiğe çıkmaları
- Yayaların trafik kurallarına uygun davranmaması
- Otoyol ve karayollarında hayvanların aniden yola çıkması
- Karayollarında çığ, heyelan, kaya düşmesi gibi doğal afetler

Trafik kazalarının nedenlerini tamamen ortadan kaldırmak mümkün olmadığından, kazaların azaltılmasına yönelik adımlar atılması gerekmektedir. Bu nedenle trafik kazaları sonucu meydana gelen mal ve can kayıplarını önleyebilmek için kazaların nedenleri üzerinde kapsamlı çalışmaların yapılması ve yasal süreçlerin eksiksiz uygulanması gerekmektedir (İstanbul Büyükşehir Belediyesi İtfaiye Daire Başkanlığı, 2008).

Gelişmiş ve gelişmekte olan pek çok ülke trafik kazalarının nedenleri üzerinde kapsamlı çalışmalar yürütmektedir. Bu bağlamda trafik güvenliğini sağlamaya yönelik stratejiler geliştirmişlerdir. Bu stratejiler İngilizcede “4E” gösteriminin baş harflerinden oluşmaktadır ve dört grup altında incelenmektedir. Bunlar:

- Eğitim (Education)
- Alt yapı, araç ve yol gibi teknik konular (Engineering)
- Yasal düzenlemeler ve denetim (Enforcement)
- Acil ve İlk yardım (Emergency care-first aid)

4E gösteriminin ilki olan eğitim; trafik kazalarının azaltılmasında en önem arz eden konudur. Bireylerde trafik bilgisinin, kültürünün ve bilincinin oluşması için trafikle ilgili eğitimin okullarda ve sürücü kurslarında uzman kişiler tarafından verilmesi gereklidir. Günümüzün, teknolojik imkânları doğrultusunda internet ve bilgi çağına dönüşmesiyle yazılı ve görsel medyanın etkisi artmıştır. Bu durum dikkate alınarak trafik eğitimi konusunda televizyon programlarının yapılması veya internet içeriklerinin üretilmesi ve bunların arttırılması trafik eğitiminin gelişiminde önemli bir rol üstlenmektedir. Trafik etik ve kurallarına uygun davranışları bireylere kazandırmak için yapılacak bu çalışmaların, trafik kazalarını azaltmadaki rolünün uzun vadede trafik cezalarının arttırılmasından daha etkili olacağı düşünülmektedir (Çodur, 2012).

4E gösteriminin ikincisi mühendislik; trafik güvenliğinin sağlanması ve trafik kazalarının azaltılması için, araçların yaya ve yolcu güvenliğini en üst düzeyde

sağlayacak şekilde tasarlanmadır. Bunun yanında, yollarda gerekli bakım ve onarımların yapılması gerekmektedir. Ayrıca yollarda yeterli düzeyde trafik uyarıcı, levha ve ışıklandırmaların bulunması da trafik kazalarının azalmasında ve önlenmesinde etkili olabileceği düşünülmektedir (Çodur, 2012).

4E gösteriminin üçüncüsü yasal düzenleme ve denetim; Trafik güvenliğinin sağlanması ve trafik kazalarının önlenmesi için uygulanmaktadır. Trafik denetimlerinin etkin ve sürekli yapılması ve trafik cezalarının artırılarak caydırıcı olması, sürücü, yaya ve yolcuların kurallara uymasını sağlamada önemli bir rol oynamaktadır.

Ülkemizde de, trafik kazalarının nerede ve hangi nedenlerle meydana geldiğinin bilinmesi, alınacak önlemlerin belirlenmesi ve sınırlı mali kaynakların etkin kullanılması açısından önem arz etmektedir. Bu doğrultuda yasal düzenleme ve denetimlerin yapılabilmesi için, ülkemizde 18195 sayılı, 2918 numaralı Karayolları Trafik Kanunu 13.10.1983 tarihinde resmi gazete de yayınlanmıştır. T.C. Cumhurbaşkanlığı Hukuk ve Mevzuat Genel Müdürlüğü mevzuat bilgi sisteminde de yer alan 2918 numaralı bu kanunun amacı; karayollarında, can ve mal güvenliği yönünden trafik düzenini sağlamak ve trafik güvenliğini ilgilendiren tüm konularda alınacak önlemleri belirlemektir. Ayrıca bu kanun; araçların trafiğe çıkabilmesi için gereken işlemleri ve belgeleri, hangi motorlu taşıtların kimler tarafından ve hangi koşullarda trafiğe çıkarılabileceğini belirleyen kuralları içermektedir. Bunların yanında Karayolları Trafik Kanunu, trafikle ilgili kuralları, şartları, hak ve yükümlülükleri, bunların uygulanmasını ve denetlenmesini, ilgili kuruluşları ve bunların görev, yetki ve sorumluluk, çalışma usulleri ile diğer hükümleri kapsamaktadır (Karayolları Trafik Kanunu, 1983; Kaygısız, Düzgün, Akın, & Çelik, 2012; Çodur, 2012).

4E gösteriminin sonuncusu olan acil ve ilk yardım ise; trafik kazasından sonra, yerinde ve zamanında yapılacak basit acil müdahale ve ilk yardım uygulamalarını içermekte ve dolayısıyla trafik kazası sonrası oluşabilecek kayıpların en aza indirilmesinde etkili olmaktadır. Bu nedenle acil ve ilk yardım uygulamaları konusunda yetkili kişiler dışında, bireylerin de gerekli eğitimleri teorik ve uygulamalı olarak alması önem arz etmektedir.

Bütün ülkeler, trafik kazalarının azaltılabilmesi için yukarıda da açıklanan, bu 4 temel unsurun eksikliklerinin giderilip, geliştirilmesi gerektiği konusunda aynı görüşü paylaşmaktadırlar (Murat B., 2010).

Dünya Sağlık Örgütü'nün (WHO), 2018 yılı sonunda yayınladığı karayolu güvenliği raporunda, trafik kazaları sonucu meydana gelen maddi ve manevi kayıpların azaltılması için alınacak önlemlerden bahsedilmiştir. Alınan önlemler şu şekilde sıralanmaktadır:

- Hız limitlerinin en uygun şekilde ayarlanması
- Alkollü araç kullananlara yaptırımların arttırılması
- Emniyet kemeri kullanımının daha iyi denetlenmesi
- Mevcut yolların kalitesinin arttırılması veya akıllı yol sistemlerinin desteklenmesi
- Motosiklet kaskları ve çocuk emniyet kemeri kullanma zorunluluklarının getirilmesi
- Kaldırımların iyileştirilmesi, bisikletçiler ve motosikletliler için özel şeritler gibi daha güvenli yolların yapılması
- Elektronik denge kontrolü, gelişmiş frenleme teknolojisi, gelişmiş çarpışma güvenliği bulunan araçlara kullanım zorunluluğu getirilmesi

Yüksek gelirli 48 ülkede alınan bu önlemlerin, trafik kazaları sonucu meydana gelen maddi ve manevi kayıpların azaltılmasında önemli rol oynadığı tespit edilmiştir. Ayrıca raporda pek çok ülkenin uyguladığı trafik yasaları da ele alınmıştır. Ortalama 3 milyar kişinin yaşadığı 46 ülkede uygulanan hız limiti yasaları trafik kazalarının azalmasında önem rol oynarken, ortalama 2.3 milyar kişinin yaşadığı 45 ülkede alkollü araba kullanımına getirilen yasak, ortalama 2.7 milyar kişinin yaşadığı 49 ülkede motosiklette kask giyme zorunluluğu ve ortalama 5.3 milyar kişinin yaşadığı 105 ülkede getirilen kemer takma zorunluluğu da ölü sayısının azalmasında önemli rol oynadığı ortaya koymuştur (WHO, 2018).

Trafik güvenliğini sağlamaya yönelik geliştirilen stratejileri gösteren 4E, trafik kazalarının önlenmesi, azaltılması ve meydana gelebilecek maddi ve manevi kayıpların en aza indirilmesi konusunda büyük bir önem taşımaktadır.

1.2.3. Trafik Kazalarına Neden Olan Faktörler

Trafik kazalarının meydana gelmesinin arkasında pek çok faktör olsa da, temelde bu faktörler insan, araç ve çevre üçlüsü etrafında gruplandırılmaktadır. İnsan, araç ve çevre faktörü arasındaki etkileşimin başarısız veya hatalı bir harekete dönüşmesi ile trafik kazaları meydana gelmektedir (Murat B., 2010; Akdağ, 2019). Bu üç faktör içerisinde yer alan unsurlardan bazıları ise; sürücülerin yorgun, dikkatsiz ve stresli olması, aşırı hızlı araç kullanmaları, trafik uyarıcılarının yetersizlikleri, yolun geometrik standartlarının istenilen niteliklerde olmaması, araç donanımının eski ve yetersiz olması, atmosferik hava koşullarının sürücü ve araç üzerindeki etkileri, denetimlerin esnek ve yaptırımların yetersiz olması vb. sayılabilir.

Gelişmiş ülkelerde trafik kazaları; insan faktörünün yanında, araç ve çevre faktörü açısından da konunun eğitimini almış teknik personel tarafından değerlendirilmektedir. Ülkemizde ise yalnızca insan faktörünün trafik kazalarında temel unsur olarak görülmesi ve trafik kazalarının basit bir trafik kaza tahkik kursu almış trafik polisi ve jandarma trafik personelinin oluşan trafik kaza ekipleri tarafından yapılması, trafik kazalarının araç ve çevre faktörleri açısından eksik değerlendirilmesine yol açmaktadır (Murat B., 2010).

1.2.3.1. İnsan Faktörü

Trafik kazalarının meydana gelmesinde en çok kusur payı insan faktörüne aittir. İnsanlar tarafından yapılan bilinçsizce davranışlar trafikte istenmeyen sonuçların ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Trafik kazalarının meydana gelmesinde insandan (sürücü, yaya ve yolcu) kaynaklı ana nedenler şu şekilde sıralanabilir (Murat B., 2010; Eygü, 2018; Akdağ, 2019):

- Eğitim ve bilinç eksikliği,
- Karşı karşıya kalınabilecek risklerin yeterince ve doğru algılanamaması,
- Uykusuzluk, yorgunluk ve dikkatsizlik,
- Bedensel yetersizlik ve ruhi dengesizlik,
- Trafik ve trafik kurallarına karşı ihmalkarlık, vurdumduymazlık ve konsantrasyon eksikliğidir.

Trafik kazalarında ana unsur olan insan faktörü değerlendirilirken dikkat edilmesi gereken bir nokta, trafikte bireylerin sürücü, yolcu ve yaya olmak üzere üç farklı konumda bulunabilmesidir (Bagherinabel, 2014). Bu bağlamda, insan faktörü daha özel çerçevede incelenebilmektedir.

İnsan faktörü içerisinde yer alan sürücü kusurlarına bağlı gerçekleşen trafik kazaları önemli bir yer tutmaktadır. Trafik kazalarının neredeyse tümü kurallara uymayan sürücü davranışlarından kaynaklanmaktadır. Sürücülerin, aşırı hız ve hatalı sollama yapması, takip mesafesini yakın tutması, alkollü araç kullanması, trafik işaretlerine uymaması, trafik akışının yoğun olduğu bölgelerde ya da yanlış bir bölgede yolcu veya yük indirmesi, hatalı park yapması, yorgun ve uykusuz araç kullanması gibi trafik etiğine uygun olmayan davranışlar sergilemesi sürücü kusurlarından kaynaklı trafik kazalarına neden olmaktadır. Sürücü kusurlarının yanı sıra yolcuların hatalı ve ihmalkâr davranışlarda bulunmaları sonucu da trafik kazaları olmaktadır. Yolcuların, toplu taşıma taşıtlarına habersiz inmeleri ve binmeleri, taşıt dışında ve açık yük üzerinde seyir etmeleri, seyir halindeki taşıttan yere atlamaları ve seyir halindeki taşıttan sarkmaları gibi hatalı ve ihmalkâr davranışları sürücü kusurlarından kaynaklı trafik kazalarına örnek gösterilebilir. İnsan faktörünün en son unsuru da yayalardır. Trafik kazalarının meydana gelmesinde yaya kusurları da önem arz etmektedir. Yayaların, yol ortasında yürümek, yola aniden çıkmak, yolda oynamak, kırmızı ışıkta geçmek, taşıtlara ilk geçiş hakkını vermemek, yaya uyarıcılarına dikkat etmemek ve görüntü arttırıcı tedbirler almamak gibi davranışlarda bulunmaları yaya kusurlarından kaynaklı kazalarda rol oynamaktadır (Cengiz, 2013; Akdağ, 2019).

1.2.3.2. Araç Faktörü

Trafik kazalarına neden olan kusurlar arasında araç faktöründen kaynaklı kusurlar da yer almaktadır. Araç faktörüne bağlı kusurlar araçların fiziksel nitelikleri ve teknik niteliklerine göre iki gruba ayrılabilir. Araca bağlı kusurlardan bazıları; lastik patlaması, kusurlu fren, kusurlu direksiyon, arka lambalar, kapı kusuru, kusurlu rot, far kusuru, aks kırılması, makas arızası, şaft arızası, şanzıman arızası ve dönüş sinyali arızası vb. sayılabilir. Görüldüğü gibi araç kusurlarından dolayı meydana gelen kazalar, genellikle araçlardaki mekanik arızalar veya sorunlardan dolayı kaynaklanabilmektedir. Bu sorunlar genellikle, teknik yetersizlikler, araç bakımlarının düzenli bir şekilde ve zamanında

yaptırılmaması, araca uygun olmayan veya düşük kalitede yedek parçaların kullanımı ve muayene dönemlerinin geciktirilmesi gibi nedenlerden kaynaklanmaktadır. Örneğin; bir aracın seyir esnasında hidrolik sistemlerinin boşalıp, fren sisteminin devre dışı kalması veya seyir esnasında lastiklerin patlaması trafik kazasına sebebiyet verebilmektedir. Bu nedenle araç faktörüne bağlı kazaların azaltılması için araçların bakımlarının zamanında, işin eğitimini almış, yetkili servisler ve uzman kişilerce yaptırılmasına özen gösterilmeli, arıza durumlarında ise araca uygun kaliteli parçaların kullanılmasına dikkat edilmelidir (Cengiz, 2013; Akdağ, 2019).

Trafik kazaları hangi nedenle ve hangi kusurla meydana gelirse gelsin taşıtlar ile yapılmaktadır. Trafik kazalarında araç faktörünün yüzdelik dilimi küçük bir alanı ifade etse de, ülkeler ve bireyler için maddi ve manevi açıdan önem taşımaktadır. Bu sebeple taşıtlar, kaza sonrası oluşabilecek kayıpları minimize edebilecek ve taşıt üzerinde alınması mümkün bütün güvenlik önlemleri alınmış bir şekilde tasarlanmalı ve üretilmelidir. Günümüzde otomotiv sektörleri, sürücü ve yolcu güvenliğinin arttırılmasını ön planda tutan yaklaşımlarla taşıt üretmektedirler (Murat B., 2010; Akdağ, 2019).

1.2.3.3. Çevre Faktörü

Çevre faktörü yol durumu, trafik durumu ve hava şartları gibi unsurların oluşturduğu olumsuz durumları içermektedir. Çevre faktörünü yol ve trafik durumu açısından incelediğimizde; yolun geometrik yapısı, yapım kalitesi, yolun tipi, geçit ve kavşakların varlığı, kullanışlılığı ve ergonomikliği, trafik yoğunluğu, trafik kontrol noktalarının ve trafik işaretlerinin yerleri, sürekliliği ve görünürlüğü gibi durumlar sürücü ve araç performansını etkileyebilmektedir. Çevre faktöründe yer alan diğer bir unsur iklim şartlarıdır. İklim şartları, sürücüleri ve araçları etkilediği gibi yol ve trafik durumunu da doğrudan ya da dolaylı olarak etkileyerek trafik kazalarına neden olabilmektedir (Murat B., 2010; Sungur, Akdur, & Piyal, 2014; Bagherinabel, 2014). Örneğin; yağışlı, kasvetli ve kapalı bir hava şartında sürücülerin depresif bir ruh halinde olması olasıdır. Bu durum karşısında da sürücünün hata yapması kaçınılmazdır. Aynı zamanda yolların kaygan olması ve kullanılan aracın hava şartına uygun olmayışı da kaza riskini arttırmaktadır.

Trafiği felce uğratan ve kazalara zemin hazırlayan jeolojik, topografik ve klimatolojik gibi şartları engellemek mümkün değildir, ancak bu koşulların oluşturduğu olumsuz etkileri ve bunların sonucu oluşan trafik kazalarını azaltmak için çeşitli önlemler alınabilir (Çodur, 2012).

Trafik kazalarını sadece insan-araç-çevre etkileşimi içerisinde sınırlandırarak incelemek yeterli olmamaktadır. İlgili kanunlar, yönetmelikler, denetimler, yerleşim planları, ulaşım planlaması, trafik düzeninin sağlanması ve son derece önemli olan acil ve acil yardım konularındaki sorunlar, trafik kazalarını ve sonuçlarını etkileyerek trafik güvenliğinin arzu edilen seviyeye ulaşmasını engellemektedir. Trafik güvenliğini arzu edilen seviye ulaştırabilmek için de trafik kazalarının azaltılması son derece önemlidir. Doğru ve zamanında hazırlanmış trafik istatistikleri; trafik kazalarını azaltma çalışmalarında en önemli kaynaktır. Hazırlanan istatistikler doğrultusunda, tespit edilen sorunlar, çözümüne yönelik yapılacak çalışmalar ve yatırımlar ile trafik, korku duyulan bir olgu olmaktan çıkacak ve insana hizmet verecek hale getirilecektir (Karpaz & Yılmaz, 2002; Murat B., 2010).

2. EKONOMİK BÜYÜME

İktisatçıların her dönemde tartıştığı, gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin üzerinde durduğu en önemli sosyal ve ekonomik konulardan biriside ekonomik büyüme kavramıdır. Ekonomik büyüme, bir yıl içinde bir ülkede üretilen malların ve hizmetlerin kapasitesindeki artışı temsil etmektedir. Bir ülkede gerçekleşen ekonomik büyüme, o ülkede yaşayan bireylerin alım güçlerinin ve kişi başına düşen gelirin sürekli olarak artması anlamına gelmektedir. Bu durum, makroekonomik açıdan ekonominin sağlıklı bir şekilde büyüdüğünün göstergesidir (Alptekin, Aladağ, & Alptekin, 2017).

2.1. Ekonomik Büyüme Kavramı ve Bazı Temel Kavramlar

Ekonomik büyüme bir ülkenin bir yıl içinde üretim kapasitesinde veya reel GSYİH’da görülen ve sayısal olarak ölçülebilen artış olarak tanımlanmaktadır. Nominal GSYİH’nın ekonomik büyümeyi ölçmek için kullanılması doğru değildir. Çünkü Nominal GSYİH meydana gelen artışların bir kısmı üretilen mal ve hizmet sayısında olurken, diğer bir kısmı yıllık fiyat değişimlerinden yani enflasyondan kaynaklı olabilmektedir. Bu nedenle tanımda yer alan reel artış, fiyat değişimlerinin etkisi yok

edildikten sonraki artış oranıdır. Ekonomik büyümenin sağlıklı ve doğru bir şekilde ölçülebilmesi için fiyat değişimlerinin yok edilmesi gerekmektedir (Yağcı, 2016; Türüoğlu, 2019).

Ekonominin üretim kapasitesini ise üretim imkânları eğrisi göstermektedir. Üretim imkânları eğrisi belirli bir dönemde bir ekonominin, üretim faktörleri ve üretim teknolojisi sabit iken maksimum düzeyde üretebileceği çeşitli çıktı bileşimlerini gösteren iç bükey bir eğridir. Üretim imkânları eğrisinin iç bükey olmasının nedeni artan fırsat maliyetidir. Artan fırsat maliyeti ise bir malın daha fazla üretilmesi için diğer maldan artan miktarlarda vazgeçilmesi olarak tanımlanmaktadır. Ekonomide kaynaklar sınırlı olduğundan hangi mal ve hizmetlerin hangi oran ve miktarlarda üretileceği konusunda tercih yapılmalıdır. Dolayısıyla malların miktarları arasındaki tüm bu üretim kombinasyonlarının birleştirilmesiyle üretim imkânları eğrisi elde edilmektedir. Üretim imkânları eğrisinin dışında yer alan noktalarda yeterli kaynak bulunmadığı için üretim imkânsızdır, üretim imkânları eğrisinin içinde yer alan noktalarda üretim gerçekleştirilebilir fakat atıl kapasite ve işsizlik söz konusudur. Üretim imkânları eğrisinin üzerinde yer alan noktalarda ise ekonomi tam istihdamdadır yani üretim faktörleri tam ve etkin kullanılmaktadır.

Üretim faktörlerinden bir veya bir kaçının artması sonucu meydana gelen üretim artışı ekonomik büyüme olarak ifade edilmektedir. Burada ekonomik büyüme iki şekilde gerçekleşebilmektedir. İlk olarak, tam istihdam durumunda kullanılan kaynakların daha verimli bir şekilde kullanılmaya başlanmasıdır. İkinci olarak, tam istihdam durumunda kullanılan kaynak sayısına yenilerinin eklenerek üretimin gerçekleştirilmesidir. Bu bağlamda, ülkelerin sahip olduğu kıt kaynakların niteliklerinin ve miktarının zaman içerisinde iyileşmesi ve artması, üretim imkânları eğrisini sağa kaydırmaktadır. Diğer bir ifade ile, ekonomik büyüme gerçekleşmektedir (Türüoğlu, 2019).

Bir ekonomide toplam ekonomik faaliyetler her zaman düzenli hareket etmezler, bazı durumlarda, zaman içinde artarak veya azalarak dalgalı bir şekilde hareket ederler. Burada toplam ekonomik faaliyetlerin büyüklüğü reel GSYİH ile gösterilmektedir. Reel GSYİH'nın yükselmesi ekonomik faaliyetlerin artması, reel GSYİH'nın düşmesi ise ekonomik faaliyetlerin azalması anlamına gelmektedir. Bu bağlamda, yatay ekseninde zamanın, dikey ekseninde ise reel üretim düzeyinin bulunduğu bir şekilde toplam ekonomik

faaliyetlerdeki ortaya çıkan iniş ve çıkışlar konjonktürel dalgalanmaları göstermektedir. Bir konjonktür dalgalanma devresinde reel GSYİH'nın ulaştığı en yüksek noktaya tepe ya da zirve, en düşük noktaya ise dip denir. Konjonktür dalgalarının tepe ve dip noktalarına da dönüm noktası denir. Tepe noktasından tepe noktasına veya dip noktasından dip noktasına kadar geçen zaman süreci ise konjonktür devresi olarak adlandırılmaktadır. Zirveden dibe kadar geçen dönem daralma olarak adlandırılırken ekonominin dibe vurduğu noktadan bir sonraki zirve noktasına kadar geçen dönem genişleme olarak adlandırılmaktadır. Her daralma bir genişleme ile sonuçlanmaktadır. Genişleme döneminde, istihdam düzeyi artarken daralma döneminde istihdam düzeyi düşer. Buna bağlı olarak genişleme döneminde fiili üretim potansiyel hasılanın üstüne çıkarken daralma döneminde fiili üretim tam istihdam üretim hacminin altına düşmekte yani, üretim açığı verildiği anlamına gelmektedir. Üretim açığı ise, bir ekonominin fiili hasılası ile mevcut kaynakların tam istihdam edilmesiyle üretilebilecek olan hasıla arasındaki farktır. Genişleme döneminde yüksek bir büyüme hızına ulaşılırken, işsizlik oranı düşmekte ve enflasyon oranı artmaktadır. Resesyon döneminde ise; büyüme hızı düşerken işsizlik oranı artmakta ve enflasyon oranı düşmektedir. Resesyon aslında ekonomik kriz dönemlerine verilen isimdir. Resesyonun derinleşmesi durumunda ekonomide depresyon görülmektedir (Bocutoğlu, 2012).

2.2. Ekonomik Büyümenin Türleri

Ekonomik büyüme türlerini dokuz ana başlık altında toplamak mümkündür. Bunlar; dışa açık büyüme, dışa kapalı büyüme, dengeli büyüme, dengesiz büyüme, durgun büyüme, planlı büyüme, spontane büyüme, üstel büyüme ve biyolojik büyüme olarak yer almaktadır. Ayrıca birleşmiş milletlerin 1996 yılında yayınladığı İnsani Kalkınma Raporu'nda, ülkelerin ekonomileri açısından kaçınması gerektiği beş kötü büyüme türü de bu başlık altında incelenmiştir. Bunlar; acımasız büyüme, işsiz büyüme, köksüz büyüme, sessiz büyüme ve geleceksiz büyümedir.

Dışa Açık Büyüme: Ekonomik büyümede uluslararası emek ve sermaye önemli bir yer tutmaktadır. Dışa açık büyüme ihracat ve diğer kaynaklardan elde edilen döviz gelirlerinin artırılması, ekonomide devlet müdahalesinin en aza indirilmesi, mal, üretim faktörleri ve döviz piyasalarında piyasa mekanizmasının egemen kılınması ve ekonominin dünya ekonomisiyle bütünleştirilmesi yönündeki çabaları içeren büyüme

politikası olarak tanımlanmaktadır. Bu büyüme türü serbest piyasa ekonomisini benimseyen bütün ülkelerde görülmektedir.

Dışa Kapalı Büyüme: Ekonomik büyümede ana amaç dışa bağımlılığın yok edilmesi ise dışa kapalı büyüme söz konusu olmaktadır. Bu büyüme türünde devlet ekonomiye her şekilde müdahale etmekte ve devlet ülkesinin kaynaklarına dayalı üretim yapmaktadır. Yani dışa kapalı büyüme ülkenin kendi öz kaynaklarına dayanmaktadır. Bu bağlamda dış ülkelerle yapılan ticaret miktarı da oldukça düşük seviyelerde gerçekleşmektedir.

Dengeli Büyüme: Dengeli büyümede sektörler arası bağımlılık söz konusu olmaktadır. Bu bağımlılık hem üretim hem de tüketimde geçerlidir. Dolayısıyla üretime katılan kaynaklarla elde edilen mal ve hizmetler, kaynak israfının olmaması için her üretim birimi çıktısına karşılık talebini yani pazarını bulmasını sağlayan büyüme türüdür.

Dengesiz Büyüme: Dengesiz büyüme ise, ekonomik büyümenin sürekli olarak dengeli bir şekilde büyümediği düşüncesiyle ortaya çıkmıştır. Belirlenen bir ya da birkaç sektöre yatırım yapılarak büyümenin gerçekleşmesi hedeflenmektedir. Dengesiz büyümeyi ilk ele alan F. Perroux'a göre, ekonomilerde yer alan eşitsizliklerden, dengesizliklerden ve hiyerarşiden yararlanılması yönünde politikalar izlenilmesi daha etkili olmaktadır. Dengesiz Büyüme doktrini Hirschman'a göreyse, az gelişmiş ülkeler yeterli kaynaklara sahip olmadıkları gibi, bunlardan ekonomik bir şekilde yararlanmayı da bilmemektedir. Yani az gelişmiş ülkelerde kıt olan kaynakları bir araya getirerek işletecek araç ve karar verme mekanizması yetersizdir. Bu nedenle az gelişmiş ülkeler dengesiz büyümek zorundadır (Yağcı, 2016; Türüoğlu, 2019).

Durgun Büyüme: Durgun büyüme, ekonomik büyümenin göstergelerinden biri olan GSYİH artış hızının, nüfus artış hızına eşit olduğu takdirde gerçekleşmektedir. Bu bağlamda kişi başına düşen gelir artış hızı sıfır olmaktadır.

Planlı Büyüme: Planlı büyüme, ülkelerin kıt olan kaynaklarını etkili ve verimli bir şekilde nasıl kullanabileceği ile ilgilenmektedir. Bu doğrultuda planlı büyüme, kıt kaynakların hangi malların üretiminde kullanılacağı ve hangi malların üretimine ne oranda tahsis edileceği belirli bir plan dâhilinde yürütülerek gerçekleştirilmektedir.

Spontane Büyüme: Spontane büyüme, devletin ekonomiye asgari düzeyde müdahalesi ile kaynakların kendiliğinden harekete geçerek belirli bir oranda büyüme sağlanması olarak tanımlanmaktadır.

Üstel Büyüme: Üstel büyüme, büyüme hızının gittikçe katlanarak arttığı büyüme türüdür.

Biyolojik Büyüme: Bu büyüme türünde, ekonomik büyüme canlıların büyüme sürecine benzetilmektedir. Yani ekonomik büyüme öncelikle hızlı bir şekilde gerçekleşmekte, daha sonra büyüme süreci yavaşlamakta ve sonunda bu büyüme süreci bir yerde durmakta ve hatta gerilemeye başlamaktadır.

Acımasız Büyüme: Bu tür büyüme sürecinde, gelir artışı ve üretim artışı yaşanırken, toplumda bu gelirin dağılımı konusunda adaletsizlikler yaşanmaktadır. Zengin sınıfın gelirden aldığı pay giderek artmakta ve daha zengin hale gelmektedir. Maddi imkânsızlıklarla mücadele eden insanlar ise daha kötü duruma gelmekte ve fakirlik sınırının altına itilen insan sayısı artmaktadır. Kısacası bu büyüme sürecinde gelir dağılımındaki makas giderek açılmakta ve gelir dağılımı eşitsizliği yaşanmaktadır.

İşsiz Büyüme: Ekonomik büyüme gerçekleşmesine rağmen yeterli istihdam alanının yaratılamaması sonucu, istihdam sorununun giderek hissedildiği ve işsizlik oranının arttığı büyüme türü işsiz büyüme olarak tanımlanmaktadır.

Köksüz Büyüme: Ekonomik büyüme sürecinde toplumların kültürel değerlerinde değişimler ve bozulmalar meydana gelmekte ve kimliklerinden uzaklaşabilmektedir. Yani büyüme sürecinde toplumlarda kültürel değer kaybı yaşanmaktadır. Bu durum köksüz büyüme olarak tanımlanmaktadır.

Sessiz Büyüme: Ekonomik büyüme gerçekleşmesine rağmen ülkelerde demokratik iyileşme sağlanamamaktadır. Bireysel hak ve özgürlükler zarar görmekte ve sıkıntılar yaşanmaktadır. Bu büyüme süreci sessiz büyüme olarak tanımlanmaktadır. Sessiz büyüme süreci toplumların istemediği bir büyüme sürecidir.

Geleceksiz Büyüme: Ekonomik büyümenin yenilemeyen doğal kaynakların üretimde kullanılmasıyla gerçekleşen ekonomik büyüme türüdür. Geleceksiz büyümede ülkenin gelecek kaynakları tükenmekte ve zarar görmektedir. Ayrıca ekonomik büyümenin gerçekleşmesi için doğa tahrip edilmekte ve çevre kirliliğine göz

yumulmaktadır. Bu durum hem ülke ekonomileri hem de gelecek nesiller için tehlike arz etmektedir.

Yukarıda yer alan bilgiler doğrultusunda, iyi bir büyümenin özellikleri şu şekilde sıralanabilir:

- İstihdamı teşvik etmesi
- Bireylere yaşamları hakkında karar verme ve denetleme şansı vermesi
- Refah artışını topluma adaletli bir şekilde dağıtması
- Toplumsal işbirliği ve uyumu sağlaması
- Beşeri gelişmenin geleceğini koruyacak özelliklere sahip olması

2.3. Ekonomik Büyümenin Belirleyicileri

Ekonomik büyüme uzun vadeli bir süreçte, üretim faktörlerinde meydana gelen artışları ifade etmektedir. Bu bağlamda üretim sürecinde yer alan tüm faktörler ekonomik büyümenin belirleyicileri olarak gösterilmektedir. Ekonomik büyümenin belirleyicileri üretim faktörleri olarak bilinen emek, sermaye, doğal kaynaklar ve müteşebbistir. Bu üretim faktörleri, nüfus, bilimsel ve teknolojik gelişmeler, yapısal değişiklikler, sosyal faktörler ve siyasal-yönetimsel faktörler gibi unsurlardan da etkilenmektedir.

2.3.1. Emek (İşgücü)

Emek insanın üretim sürecinde kullandığı fiziksel ve zihinsel gücü ile üretime katkı sağlaması olarak tanımlanmaktadır. Emek vasıflı ve vasıfsız emek olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Vasıflı emek, formel veya informal bir öğrenim sonucu özel bir bilgi ve beceriye gerektiren, diğer bir deyişle nitelikli emek türünü tanımlarken, vasıfsız emek özel bir bilgi ve beceri gerektirmeyen emek türünü tanımlamaktadır. Emegin üretim sürecinde elde ettiği gelire ise ücret denir (Ünsal, 2014).

Emek üretimin en önemli faktörü olma özelliğini her dönemde korumaktadır. Çünkü emek sermayeyi üreten ve doğal kaynakları işleyen üretim faktörüdür. Emek, insanın hem fiziki hem de zihinsel gücünü ifade etmesinden dolayı, toplumdaki bireylerin kabiliyetleri, eğitimleri ve öğretimleri dâhil olmak üzere, fiziki ve entelektüel hizmetlerinin tamamını içermektedir.

2.3.2. Sermaye

Sermaye üretim faktörleri içinde sürekli ön plana çıkarılan bir kavram olmasının yanı sıra, bu kavramın sadece parasal değerlerle bütünleştirilmesi bu kavramın eksik tanımlanmasına neden olmaktadır. Sermaye kavramı mali varlıklar bazında tanımlanan bir kavram olmasına karşın, iktisat terminolojisinde sermaye mal bazında tanımlanan reel bir büyüklüğü temsil etmektedir. Dolayısıyla sermaye kavramı insan tarafından üretilmiş olan ve doğa da bulunmayan, para ve paranın alabildiği üretim mallarının tümü olarak tanımlanmaktadır* (Karagül, 2014; Ünsal, 2014).

Sermaye kavramı fiziki ve beşeri sermaye olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Fiziki sermaye, mal ve hizmet üretimi için gerekli olan üretim faktörlerinin etkin ve verimli kullanılmasını ve üretimin artmasını sağlayan aletler, makineler, teçhizat, ulaşım sistemleri ve araçları, sanayi gereçleri, fabrikalar, tesisler ve donanım gibi unsurları içermektedir. Beşeri sermaye ise insan kaynaklarına yapılan ve işgücünün niteliğini arttıran yatırımlar vasıtasıyla, üretime katılan işgücünün sahip olduğu ve üretim faktörlerinin verimli bir şekilde kullanılmasına olanak sağlayan bilgi, tecrübe ve dinamizm unsurlarını içermektedir (Karagül, 2014; Yağcı, 2016; Türüoğlu, 2019).

Ekonomik büyümenin sağlanmasında da sermaye, üretim faktörleri içerisinde kilit unsurların başında gelmektedir. Bu nedenle ülke ekonomileri için sermayenin birikimi büyük bir önem taşımaktadır. Örneğin; işçilerin üretken olabilmeleri, üretim sürecinde kullanılan fiziki sermayenin varlığına ve sermaye birikiminin yeterliliği ile ilişkilidir. Bu bağlamda sermaye birikimi ülkelerin yatırım ve tasarruf yapılabilecek gelir düzeyine sahip olabilmelerine bağlıdır. Sermaye birikimi yapabilen ülkeler üretim kapasitelerini genişletme imkânına sahiptir bu sayede daha fazla üretim yaparak ekonomik büyüme sağlamaktadırlar. Eğer bir ülke yetersiz sermaye birikimine sahipse, bu ülke sermaye birikimini arttırmak için yatırımları teşvik etmeli, var olan kaynaklarının bir kısmını yatırım için kullanmalıdır. Ülkelerin kaynaklarının bir kısmını yatırıma ayırması tüketimin azaltılmasını sağlayarak gerçekleştirilebilir ki, bu doğrultuda tasarruf yapılması da zorunlu hale gelmektedir (Yağcı, 2016; Türüoğlu, 2019).

* Bu üretim malları, üretim sürecinde uzun süre kullanılıyorsa, bu tip sermayeye sabit sermaye, üretim sürecinde kullanıldıktan sonra yok oluyor ise bu tip sermayeye değişken sermaye denir (Ünsal, 2014).

2.3.3. Doğal Kaynaklar

Doğal kaynaklar, üretim sürecinde kullanılan, insanın dâhil olmadığı her türlü faktördür. Başka bir ifadeyle, doğal kaynaklar toprağın kendisini, toprağın altında ve toprağın üstünde yer alan, yeraltı ve yerüstü kaynaklarını kapsamaktadır. Başlıca doğal kaynaklar; tarımsal araziler, su kaynakları, madenler ve yeraltı zenginlikleri, ormanlar, hayvanlar ve benzerleridir (Ünsal, 2014; Yağcı, 2016; Türüoğlu, 2019).

Doğal kaynaklar, yenilenebilir ve yenilenemeyen doğal kaynaklar olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Yenilenebilir doğal kaynakları, mevcut rezervleri sürekli olarak yenilenen ve daimi olarak kullanılabilen hava, su, ormanlar ve toprak oluşturur. Yenilenemeyen doğal kaynakları ise; mevcut rezervleri üretim faktörlerinde kullanımı ve tüketimi sonucu azalan, fosil kaynaklar ve madenler oluşturmaktadır. Yenilenemeyen doğal kaynakların üretim süreçlerinde kullanılması, bu kaynakların azalmasına ve zamanla yok olmasına neden olmaktadır. Ancak insanoğlunun bilgi ve tecrübeleri arttıkça, teknolojik gelişmelerle birlikte bu kaynaklara alternatif yeni doğal kaynaklar bulunmaktadır (Ünsal, 2014; Yağcı, 2016).

Ülkelerin ekonomik büyüme performansları, mevcut doğal kaynakların azlığına ya da çokluğuna bağlı olabilmektedir. Doğal kaynakların dünya üzerindeki dağılımı homojen olmadığından, azlığı ya da çokluğu ülkeler arası farklılık gösterebilmektedir. Ayrıca, ülkelerin ekonomik büyüme süreçlerine etkileri de farklı olmaktadır. Doğal kaynaklar bakımından fakir olan ya da doğal kaynağa sahip olmayan ülkeler, diğer ülkelerle dış ticaret yaparak, üretim süreçlerinde gerekli doğal kaynağı ithal edebilmektedir. Ekonomik büyüme ve doğal kaynak ilişkisinde en önemli faktör, kaynakların azlığı ya da çokluğu değil, elde olan kıt kaynakların etkin ve verimli bir şekilde, uygun teknoloji ile işlenip üretim süreçlerinde kullanılabilmesidir. Doğal kaynakların üretim sürecinde kullanılmalarına karşılık, toprak sahiplerinin elde ettiği gelir ise rant olarak tanımlanmaktadır (Ünsal, 2014; Yağcı, 2016; Türüoğlu, 2019).

Ekonomik faaliyetlerin gerçekleşmesi için doğal kaynaklara ihtiyaç duyulmaktadır. Çünkü; insanların gerçekleştirdiği ekonomik faaliyetler bir şekilde doğal kaynaklara dayanmaktadır. Örneğin; üretim sürecinin parçası olan sanayi üretimi, hem enerji hem de hammadde olarak doğal kaynaklara ihtiyaç duymaktadır (Karagül, 2014).

2.3.4. Organizasyon ve Müteşebbis

Müteşebbislerin, yukarıda bahsedilen üretim faktörlerini yani emek, sermaye ve doğal kaynakları bir araya getirerek üretim sürecini başlatmaları ya da üretim sürecinde, üretim faktörlerinin etkinliğini ve verimliliğini arttırabilecek düzenlemeler uygulamaları organizasyon olarak tanımlanmaktadır. Bu bağlamda, yeni mal üretme arayışları, yeni teknoloji kullanımı, yeni kaynak arzı, sahip olunan makine, ekipman ve teçhizatın ergonomik hale dönüştürülmesi gibi üretim etkinliğinin ve verimliliğinin artışı sağlayan uygulamaların müteşebbisler tarafından yapılması gerekmektedir. Müteşebbisler, üretim faktörleri olarak tanımlanan emek, sermaye ve doğal kaynak unsurlarını belirli bir malı ya da hizmeti üretebilmek için, belirli bir üretim teknolojisi üzerinden üretim sürecine dâhil edilmesini sağlayan ve üretim süreci esnasında çeşitli risk ve belirsizliklere katlanan özel veya tüzel kişiler olarak tanımlanmaktadır. Bu bağlamda, müteşebbisler her bir süreci fırsata çevirmeye çabalayan ve ekonomilerde risk alan liderlerdir. Müteşebbisler üretim sürecinde önemli bir rol oynamaktadır ve hak ettiği bedeli alması gerekmektedir. Müteşebbisin üretime katkısı karşılığında elde ettiği gelir kâr olarak adlandırılır. Kâr, üretilen malın üretim maliyetinin satış gelirinden çıkartılmasıyla elde edilmektedir. Ancak bu noktada üretimi planlayan müteşebbis ile üretimi fiilen gerçekleştiren arasında maddi dengenin de sağlanması ve korunması gerekmektedir. Ekonomilerde, müteşebbisler daha fazla kâr elde etmek için hem daha önce üretilmemiş malların üretimine yoğunlaşmak isterler, hem de mevcut malları farklı üretim teknikleri ile yeniden üretirler. Dolayısıyla ekonomilerdeki üretim teknikleri sürekli değişmektedir. Ekonomilerdeki üretim tekniklerinin müteşebbisler tarafından daha fazla kâr elde etmek için, sürekli değiştirilmesi ve bu durumda mevcut ekonomik yapının yenilenmesini Avustralyalı İktisatçı Joseph Schumpeter yaratıcı yıkım olarak tanımlamaktadır (Ünsal, 2014; Karagül, 2014).

3. TRAFİK KAZALARININ EKONOMİK BÜYÜME İLE İLİŞKİSİ

Trafik kazalarının ekonomik büyüme ile ilişkisine geçmeden önce, trafik kazalarının ekonomik büyüme ile ilişkisini daha iyi kavrayabilmek adına ulaşım konusuna kısaca değinmek yerinde olacaktır.

Ulaşım, gelişmiş ve gelişmekte olan toplumların ayrılmaz bir parçasıdır. Ulaşım hareketlilikten sorumludur; hizmetlere, işlere ve eğlence faaliyetlerine erişim sağlar ve ürünlerin teslimatında kilit bir unsurdur. (Washington, Karlaftis, & Mannering, 2003). Bu nedenle ulaşımın hızlı, kolay, erişilebilir, ekonomik, güvenli, rahat ve çevre dostu olması önemlidir.

Günümüzde gelişen teknoloji ve artan imkânlar ile beraber yaşanan ekonomik gelişmeler, ülkelerin mevcut ulaşım ağı kapasitesini arttırmış ve ulaşım kavramının ekonomik büyümenin en önemli göstergelerinden biri olarak kabul görmesine neden olmuştur. Bu nedenle karayolları ulaşımı başta olmak üzere, demiryolları, denizyolları ve hava yolları ulaşımı ülke ekonomilerinin temelini oluşturmaktadır (Aydemir & Çubuk, 2016).

Ulaşımın ekonomik büyümede etkili olabilmesi için ulaşım sistemlerinin ve ulaşım altyapısının verimli ve güvenli bir şekilde çalışması gerekmektedir. Verimli ve güvenli bir şekilde çalışan ulaşım sistemleri ve altyapısı hem gelişmiş hem de gelişmekte olan ekonomilere pazar erişilebilirliğini ve üretkenliğini arttırmak, bölgesel ekonomik kalkınmayı sağlamak, istihdam yaratmak, emek hareketliliğini teşvik etmek ve toplulukları birbirine bağlamak gibi ekonomik ve sosyal faydalar sağlamaktadır. Bu nedenle ulaşım sistemleri ve altyapısının verimli ve güvenli bir şekilde nasıl işletileceği ve sürdürüleceği; mobilitenin iyileştirilmesi için değerli kaynakların nasıl harcanacağı, mallara, hizmetlere ve sağlık hizmetlerine nasıl ulaşılacağı, ulaşım ile ilgilenen yöneticiler ve devlet kurumları tarafından çalışılan konular arasında yer almaktadır (Washington, Karlaftis, & Mannering, 2003; OECD, 2019).

Hangi ulaşım türü olursa olsun, ülkelerin ulaşım sistemlerini geliştirmek, verimli ve güvenli kullanmak, etkinliğini arttırmak için yaptıkları yatırımların önem arz ettiği yadsınamaz bir gerçektir. Bu bağlamda, ulaşım etkinliğinin artması politikacılara ve alanındaki kişilerin üzerine önlenmesi ve çözülmesi gereken; çevre kirliliği, ekonomik maliyetler, trafik güvenliği ve kaza riskleri gibi sorunlara yönelik önemli sorumluluklar yüklemektedir. Ulaşım sorunları ulaştırma mühendisleri, kentsel ve bölgesel planlamacılar, ekonomistler, lojistikçiler, psikologlar, sistemler ve güvenlik mühendisleri, sosyal bilimciler, tüketici teorisyenleri, kanun uygulayıcıları ve güvenlik uzmanları dâhil olmak üzere geniş bir disiplin yelpazesindeki profesyoneller için zorluk

oluşturmaktadır. Ulaşım ile ilgili birçok sorun ve zorluk, gözlenen ve gözlemlenmeyen faktörlerden, bilinmeyen şekillerde etkilenen stokastik süreçleri içerir. Ulaşım sorunlarının stokastik niteliği, büyük ölçüde insanların ulaşımında oynadığı rolün bir sonucudur. Dolayısıyla ulaşımın etkinliğini arttıracak politikaların uygulanmasının yanı sıra, etkinliğin yaratacağı sorunları ve olumsuzlukları önleyebilecek politikalarında izlenmesi gerekmektedir (Washington, Karlaftis, & Mannering, 2003; Yıldırım Keser, Ay, & Çetin, 2018). Bu sorunların ve olumsuzlukların başında trafik olgusunun altyapısında yer alan ve en önemli konu olan trafik kazaları gelmektedir.

Günümüzde, trafik kazaları gerek ülkeler açısından, gerekse insanlar üzerinde yarattığı maddi ve manevi kayıplar nedeniyle her ülkeden, her toplumu yakından ilgilendiren güncel bir toplumsal sorun haline gelmiştir. Bu toplumsal sorunun sonucunda ölümler ve sakatlanmalar ile oluşan iş gücü kayıpları ve yaralan bireyler için yapılan sağlık harcamaları göz önünde bulundurulduğunda trafik kazalarının, hem ülke ekonomileri hem de hane ekonomileri için çözülmesi ve düzenlenmesi gereken çok önemli bir sosyo-ekonomik bir problem olduğu görülmektedir (Murat B., 2010).

3.1. Trafik Kazaları İle İlgili Sosyal ve Ekonomik Göstergeler

Trafik kazaları sonucu meydana gelen ölüm ve yaralanmaları, bireylere yüklediği manevi ve maddi kayıpların yanı sıra, makro ölçekte ülke ekonomilerine, mikro ölçekte ise şehir ekonomilerine de ciddi maliyetler yüklemektedir (Sungur, Akdur, & Piyal, 2014).

Bu bağlamda, trafik kazalarının ekonomik büyüme önünde bir engel teşkil ettiği, sosyal ve ekonomik göstergeleri etkilediği söylenebilir. Bu sosyal ve ekonomik göstergeler; GSYİH, Nüfus, Beşeri Sermaye, Kamu Maliyesi, Eğitim ve Sağlık olmak üzere, alt başlıklarda incelenebilmektedir.

3.1.1. Gayri Safi Yurtiçi Hasıla (GSYİH)

Trafik kazaları ve trafik ölümlerindeki azalma, gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde uzun vadeli süreçte ekonomik büyümenin diğer bir ifade ile GSYİH'nın artmasıyla ilişkilidir. Ekonomik büyümeyle beraber artan GSYİH, diğer bir deyişle artan refah seviyesinin, trafik kazalarına ve trafik ölümlerine karşı koruyucu olduğu literatürde yapılan teorik ve uygulamalı çalışmalarla teyit edilmektedir. Örneğin; bireylerin gelirinin

artması, daha kaliteli eğitim alabilmesini, daha kaliteli ve güvenli araçlar alabilmesini ve kullanabilmesini, daha gelişmiş sağlık imkânlarına ulaşabilmesini sağlayacak ve en önemlisi yaşam kalitesi arttığı için canının kıymetini daha iyi bilecektir. Bu durumların yanında ülkelerin, trafik güvenliğinin arttırılmasına yönelik aldığı kararlar ve önlemler doğrultusunda yapılan çalışmalar ve uygulanan politikalarda trafik kazalarının ve trafik ölümlerinin azalmasında etkili olmaktadır. Akıllı ulaşım sistemleriyle donatılmış yolların yapılması, gelişmiş teknolojik ve güvenli araçların üretilmesi, gelişmiş tıbbi tedavilerin yaygınlaştırılması, trafik bilincinin bütün bireylerde oluşabilmesi için gerekli eğitimlerin verilmesi ve yasal düzenlemeler (Hız sınırı, emniyet kemeri ve yasal alkol limitleri vb.) gibi konularda yapılan çalışmalar bu durumlara örnek gösterilebilir. Dolayısıyla artan refah seviyesi trafik kazalarına ve trafik ölümlerine karşı koruyucu olmaktadır (Dadgar & Norström, 2016; Akdağ, 2019).

Trafik kazaları ve GSYİH arasında karşılıklı bir ilişki bulunmaktadır. Bir ülkede gerçekleşen ekonomik büyüme nasıl ki uzun vadeli süreçte trafik kazalarını azaltıyorsa, trafik kazaları da bu süreçte ekonomik büyümeyi olumsuz yönde etkilemektedir. Dünya Sağlık Örgütü, (WHO) 2018 yılında, trafik kazalarının dünya genelinde küresel ekonomiye getirdiği yükü, gayrisafi milli hasılanın %1 ile %3'ü kadar olduğunu, yani bu oranı yılda 500 milyar dolar olarak hesaplamıştır (Yusuff, 2015; WHO, 2018; Eygü, 2018; Akdağ, 2019).

Dünya Sağlık Örgütü'nün (WHO), 2018 yılı sonunda yayınladığı karayolu güvenliği raporunda trafik kazalarında meydana gelen ölümlerin fakir ülkelerde, zengin ülkelere göre üç misli daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Düşük ve orta gelirli ülkeler Dünya'daki motorlu araçların %60'ına sahip olsa da, trafik ölümlerinin %93'ü bu ülkelerde gerçekleşmektedir. 2018 yılına ait istatistikler doğrultusunda, gelir seviyesi düşük ülkelerde her 100.000 kişiden %26,6'sı trafik kazaları sonucu hayatını kaybetmekte, gelir seviyesi yüksek ülkelerde, her 100.000 kişiden %9,3 kişinin hayatını kaybetmekte ve Türkiye'de ise her 100.000 kişide %12,3 kişi hayatını kaybetmektedir. Görüldüğü gibi, trafik kazaları ve kişi başına düşen gelir arasında güçlü ve karşılıklı bir ilişki mevcuttur. Bu ilişkiye göre, yüksek gelir seviyesine sahip ülkelerde, gelir seviyesi arttıkça trafik kazaları belli bir gelir eşik seviyesinden sonra azalmakta, düşük ve orta

gelir seviyesine sahip ülkelerde ise artmaktadır (Beeck, Borsboom, & Mackenbach, 2000; WHO, 2018; Akdağ, 2019).

WHO Genel Müdürü Dr. Tedros Adhanom Ghebreyesu'nun açıklamasına göre; yüksek gelirli ülkelerde karayolları için ayrılan bütçeler ve düzenlemeler daha iyi durumdadır. Yüksek gelirli ülkelerde ölümlü trafik kazalarının görülme oranı düşük gelir seviyesindeki ülkelere göre daha az olmasına rağmen, hükümetlerin ve ortakların bu konuda önlemler alması ve uygulayabilmesi adına adım atmaları gerektiğini vurgulamıştır (WHO, 2018).

3.1.2. Nüfus

Nüfusun büyüklüğü ve ülkenin sosyo-ekonomik yapısı birbirini etkileyen iki değişkendir. Gelişmekte olan ülkelerde son elli yılda yaşanan hızlı nüfus artışı nedeniyle olumsuz yönde bir değişim geçiren trafik olgusu, trafik sorunlarını da beraberinde getirmiştir. Çoğu toplumda nüfus artışı, teknolojik gelişme ve endüstrileşme ile gerçekleşen büyümeyle beraber, araç sayısında da artışa neden olmaktadır. Bu artış sonucunda, trafik yoğunluğunun doyum noktasını aşması ve trafik kazalarının daha sık meydana gelmesi beklenmektedir (Murat & Şekerler, 2009; Bagherinabel, 2014; Akdağ, 2019).

WHO 2018 yılında, trafik kazalarında hayatını kaybedenlerin sayısının, dünya nüfus artış hızına oranla çok daha hızlı bir şekilde arttığını tespit etmiştir. Ayrıca gözlemsel olarak, bir ekonomi nüfus artışından daha fazla büyüdükçe, kişi başına düşen GSYİH da artmaktadır. Bunu, yaşam standartları iyileşeceğinden vatandaşlar tarafından edinilen araç sayısındaki artış takip edecektir. Bunun tersi de geçerlidir (Iwata, 2010).

3.1.3. Beşeri Sermaye

Trafik kazalarının beşeri sermaye üzerinde de etkileri bulunmaktadır. Trafik kazaları sonucu meydana gelen ölüm, yaralanma ve sakat kalma gibi durumlar beşeri sermayeyi, ailelere iş yükü, verimliliğin düşmesi, tedavi maliyetleri, yaşam kalitesinin azalması gibi sosyal, ekonomik ve psikolojik açıdan maliyetler yükleyerek etkilemektedir. Örneğin; ailesine bakan bir bireyin trafik kazası sonucu yaralanması ve bireyde işini yapmaya engel olabilecek kalıcı bir fiziki hasar oluşması, o bireyi işini kaybetme riskiyle karşı karşıya bırakabilmekte ve ailesinin geçim kaynağının kesilmesine

yol açabilmektedir. Dolayısıyla trafik kazası sonucu insanların ölmesi veya sakat kalması durumunda işgücü kalitesi olumsuz etkilenmektedir. Bu durum, üretkenlik ve emek kaybına yol açarak pazar büyüklüğünü azaltmakta ve ekonomik büyümenin yavaşlamasına neden olmaktadır. Trafik kazalarıyla ilgili yapılan çalışmalar da, beşeri sermaye kaybıyla ortaya çıkan ekonomik yükün, sadece trafik kazalarından etkilenen ailelere değil, global pazarda bulunan bütün ülkeler için sorun olduğunu ortaya koyarak, bu durumu desteklemektedir (Yusuff, 2015; Akdağ, 2019).

3.1.4. Kamu Maliyesi

Trafik kazaları ölüm, yaralanma, sakat kalma gibi ekonomik kayıplara yol açmaktadır. Bu kayıplar beşeri sermaye üzerine olduğu kadar, kaza çerçevesinde yer alan diğer unsurlar ve devlet içinde maddi bir yük getirmektedir. Devletin, bu konu üzerine yaptığı yatırımların ve harcamaların payı arttıkça trafik kazalarında da, azalma hızlı olabilmektedir. Dolayısıyla, devletin trafik kazalarını azaltmak, önlemek ve kaza sonrası oluşabilecek maddi ve manevi kayıpları minimize etmek için yaptığı yatırımlar ve harcamalarda kamu maliyesine önemli tutarlar da yükler getirmektedir. Bu da karşılıklı döngüsel bir ilişkiye işaret etmektedir (Bagherinabel, 2014; Akdağ, 2019).

Bir ülkede trafik kazaların maliyeti aynı zamanda kamu maliyesine getirilen yükü göstermektedir. Trafik kazalarının kamu maliyesi üzerine getirdiği yükü daha detaylı bir şekilde anlayabilmek için trafik kazalarının maliyetini hesaplamak gereklidir. Trafik kazalarının kamu maliyesi üzerine getirdiği maliyetlerin hesaplanması karmaşık gibi görünse de, hesaplanması önem arz etmektedir. Bu maliyetler temelde, beşeri maliyetler, araç maliyetleri ve genel maliyetler olmak üzere üç grupta incelenebilmektedir. Beşeri maliyetler genel olarak, tıbbi, iş gücü, yaşam kalitesi, cenaze masrafları ve sigorta şirketlerinin ödedikleri tazminat miktarları gibi maliyetler ile ölçülmektedir. Beşeri maliyetlerin iki ana unsuru ise ölüm ve yaralanmadır. Örneğin; trafik kazaları sonucu meydana gelen ölüm vakalarında, ölümün olay yerinde veya hastanede gerçekleşmesine göre ve trafik kazaları sonucu meydana gelen, hafif, ciddi ve sakatlığa yol açan yaralanmalarda ise tıbbi masraflar değişkenlik gösterebilmektedir. Araç maliyetleri aracın onarım masrafları ve aracın çekilme ücretleri şeklinde gruplandırılabilir. Sigorta masrafları, seyahat gecikmeleri, mahkeme masrafları, polis ve itfaiye ise, genel maliyetler altında gösterilebilir (Bagherinabel, 2014; Akdağ, 2019).

3.1.5. Eğitim

Trafik kazalarına neden olan faktörler arasında insan faktörü en yüksek paya sahiptir. Trafik kazaları, hatalı ve ihmalkâr sürücü, yaya ve yolcu davranışları, nedeniyle meydana gelmektedir. Diğer yandan otomobil ve yol mühendislikleri alanlarında nitelikli bireylerin olmaması, trafik güvenliğinin arttırılmasına ve kazaların azaltılmasına yönelik uygulanacak politikalar konusunda yanlış kararlar verilmesi ve karar mercilerinin trafik konusunda yeterli bilgiye sahip olmaması gibi konularda trafik kazalarının meydana gelmesinde etkili olmaktadır. Bu açıdan bakıldığında trafik kazalarının meydana gelmesinin altında yatan en büyük eksiğinde eğitim olduğu görülmektedir.

Eğitim, hayatımızın bütün alanlarında, doğru bir şekilde verildiğinde insan davranışlarını değiştirmek ve yönlendirmek için en etkili araç olmaktadır. Eğitim bireylerde trafik bilincini oluşturabilmek ve bireyin trafikteki davranışlarını değiştirebilmek için büyük ve önemli bir rol üstlenmektedir. Eğitimin trafik olgusuna etkisinin yanı sıra, eğitimin kimlere verileceği de önemlidir. Eğitimin trafik kazalarına yönelik olumlu katkısı nedeniyle yalnızca sürücülere değil, trafik tanımında yer alan tüm bireylere verilmesi gerekmektedir. Bu nedenle trafik bilincini doğru ve etkili bir şekilde oturtabilmek ve aşılabilmesi adına eğitimlerin öncelikle çocuklara erken yaşlarda verilmesi gerekmektedir. Anneler ve babalar üzerindeki kontrol mekanizmasının da, çocuklarda olduğunu düşünürsek, trafik eğitimin çocuklara erken yaşlarda ve mutlaka okul öncesi eğitimi sırasında verilmesi gerekmektedir. Okul öncesi eğitimi sırasında doğru ve etkin bir trafik eğitimi almış çocuklar ebeveynlerini ve diğer aile büyüklerini sürücü, yolcu veya yaya olarak uyarmaya başlayacaktır. Bu durum da, bir çocuğun en az iki yetişkini, trafikteki davranışlarından ötürü, doğru bilgilerle uyaracağını ve yönlendireceğini göstermektedir. Dolayısıyla, erken yaşlarda verilen trafik eğitimi trafik kazalarına yönelik önleyici ve azaltıcı bir etki oluşturmaktadır (Coşkun, Ocaklı, Saz, & Demir, 2002; Şengül, 2015).

Kişiliğin temel çatısının okul öncesi dönemde olduğu gerçeğinden hareketle, trafik eğitimini bireyin aile çevresinde edinmesinin yanında, sistematik olarak ve bilimsel tekniklerle desteklenerek, örgün eğitim kapsamında çocuklara vermek önem arz etmektedir. Bu bağlamda, bireyin okul öncesi ve ilköğretim eğitiminde edineceği trafik bilgileri, onun trafikteki davranışlarını doğru bir şekilde yönlendirmesini sağlayacak ve

ona yaşamı boyunca rehberlik edecektir. Dolayısıyla trafik konusunda verilen her türlü eğitimin, trafik kazalarının azalması ve önlenmesinde etkili olduğu tartışmasız herkesçe kabul edilmektedir. Buna bağlı olarak, trafik kazalarının azalması ve önlenmesi konusunda bireylerin aldıkları eğitimin yanı sıra aldıkları eğitimin kalitesi ve eğitim düzeyleri de önem arz etmektedir (Coşkun, Ocaklı, Saz, & Demir, 2002; Şengül, 2015; Akdağ, 2019).

Eğitimin trafik kazaları üzerinde etkileri olduğu kadar trafik kazalarının da eğitim üzerinde etkileri bulunmaktadır. Trafik kazasının ölümle sonuçlanması ya da trafik kazası sonucu meydana gelen yaralanmaların bireyde kalıcı fiziksel hasarlar bırakması, bireyde işgücü kaybına yol açmakta, bu durumda bireyi ve ailesini ekonomik açıdan etkilemektedir. Ekonomik açıdan etkilenen ailelerin gelir düzeyinin düşmesine bağlı olarak da aile bireylerinin eğitiminin aksamasına, kesilmesine veya aldıkları eğitimin kalitesinin düşmesine yol açmaktadır (Akdağ, 2019).

3.1.6. Sağlık

Trafik kazaları, bireylerde fiziksel ve psikolojik sağlık sorunlarına sebep olabilmektedir. Bu bireylerde, yaralanma ve yaralanmalar sonucu sakat kalma gibi fiziksel sağlık sorunlarının yanında, meydana gelen ölümler ve yaralanmalar ile çeşitli psikolojik sorunlar ortaya çıkabilmekte ve bu sorunlar uzun süre devam edebilmektedir. Bu bağlamda, bireylerde psikotropik maddelerin tüketimi, yaşamdan önceki gibi zevk alamama, gelecek için plan yapabilmedeki kayıp, ailenin maddiyeatındaki olumsuz değişiklik, kaza kaynaklı oluşan fiziksel hasarlardan dolayı iş değişikliği veya iş kaybı, arkadaş, aile ve iş ilişkilerinde kötüleşme, sosyal izolasyon, boşanma, ayrılma gibi problemlerin oluştuğu tespit edilmiştir. Trafik kazaları sonrası meydana gelen başlıca psikolojik rahatsızlıklar günlük işlere ilgisizlik, sürücülük yeteneğinde kayıp, özgüvensizlik, kaygı krizleri, intihar etme hissi, stres, huzursuzluk, korku, öfke kontrolsüzlüğü, uykusuzluk, sigara tüketimi ve alkol kullanımı şeklindedir. Görüldüğü gibi trafik kazaları, ölü ve yaralı yakınları ile kaza sonucu bireylerde oluşan ve uzun süren fiziksel ve psikolojik sağlık sorunları, bu bireylerin yaşamlarını her yönüyle olumsuz etkilerken, beraberinde ülke ekonomilerine de maddi yük getirmektedir (Akdağ, 2019).

4. TRAFİK KAZALARI VE EKONOMİK BÜYÜME İLİŞKİSİ İLE İLGİLİ LİTERATÜR TARAMASI

Çalışmanın bu başlığı altında trafik kazaları ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkisine dair yapılan literatür çalışmalarına yer verilmiştir. Literatüre bakıldığında, trafik kazaları konusunda pek çok çalışma yapılmıştır. Çalışmaların genelini trafik kazalarını etkileyen parametreler kullanılarak yapılan tahminleme ve modelleme çalışmaları oluşturmaktadır. Trafik kazalarını ekonomik açıdan inceleyen çalışmalara pek rastlanmasa da, trafik kazaları ile ekonomik büyüme veya ekonomik kalkınma arasındaki ilişkinin tespit edilmesi üzerine yapılan çalışmalar bu ilişkinin varlığına işaret etmektedir. Bu ilişkinin altında yatan en önemli mekanizma; büyüyen ekonomilerde teşvik edilen özel ve ticari karayolu taşımacılığının artmasıdır. Bunun yanında, büyüyen ekonomilerde, bireyler gelir artışıyla birlikte daha kaliteli yaşam standartlarına sahip olmakta ve gelirle birlikte refah düzeyinin artması canlarının kıymetini daha iyi kavramalarını sağlamaktadır. Başka bir ifade ile gelir artışları belirli bir noktaya kadar bireylerin araç sahibi olma arzusunu bilinçsizce arttırmakta ve trafiğe çıkan araç sayısının ve bilinçsiz sürücülerin artması trafik kazalarının artmasına neden olmaktadır. Ancak belirli bir noktadan sonra bireylerin araç sahibi olma konusundaki marjinal faydaları trafik kazalarından korunmaya dönmektedir. Yani belirli bir gelir ve refah düzeyinde bireylerin yaşam şartları iyileşmekte ve bireyler iyi bir eğitim imkânına sahip olmaktadır. Dolayısıyla daha kaliteli yaşam şartları ve aldıkları eğitimin kalitesinin artması bireylerde yüksek oranda trafik bilincinin oluşmasını sağlamaktadır. Trafikte bilinçli sürücülerin bulunmasıyla beraber trafik kazaları önemli ölçüde azalmaktadır (Iwata, 2010; Dadgar & Norström, 2016; Akdağ, 2019).

Mekky, gelişmekte olan ülkelerde taşıt sayılarındaki hızlı artışın ölüm oranlarına olan etkisini araştırmıştır. Bulduğu sonuçlara göre sanayileşmiş ülkeler ile gelişmekte olan ülkelere araç başına ölüm oranları ile motorlu taşıt sayıları arasında ters bir ilişkinin olduğunu ortaya koymuştur (Mekky, 1985).

Beeck vd. çalışmalarında 1962-1990 yılları arasında 21 sanayileşmiş ülkeye ait verileri kullanarak refah ile trafik kazası ölüm oranı, trafik hareketliliği ve ölümcül yaralanmalar arasındaki ilişkiyi her bir ülke için ayrı ayrı uzun dönemli olarak

incelemişlerdir. 1960 yıllarında trafik kazası ölümleri ile refah arasındaki pozitif ilişkinin, ilerleyen dönemde belirli bir refah seviyesinden sonra negatif ilişkiye dönüştüğünü tespit etmişlerdir. Bununla birlikte incelenen dönem boyunca refah ve trafik hareketliliği arasında pozitif bir ilişkinin olduğu, refah ve ölümcül yaralanmalar arasındaki ilişkinin ise negatif ve zaman içinde az çok sabit olduğu sonucuna varmışlardır. Refah ve trafik ile ilgili üç değişken arasındaki uzun dönem ilişkisinin kişi başına düşen GSYİH'nın yaklaşık 3000 dolar seviyesine kadar pozitif olduğunu ve bu seviyeden sonra tersine döndüğünü ortaya koymuşlardır. Yani bu seviyenin üzerinde refah, trafik kazası ölümlerine karşı koruyucu olmaktadır. Refah ve trafik kazası ölümleri arasındaki ilişkinin 19 ülke için tersine döndüğünü, 16 ülke için ise, kişi başına düşen GSYİH'nın 2400-3600 dolar seviyesinde tersine döndüğünü tespit etmişlerdir. Yunanistan ve İspanya'da ise bu ilişkinin, kişi başına düşen GSYİH'nın yaklaşık 3000 doları aşan seviyelere ulaşmasına rağmen tersine dönmediğini tespit etmişlerdir. Uzun vadeli süreçte refah ve trafik kazası ölümleri arasındaki ilişkinin doğrusal olmadığı sonucuna varmışlardır. Başka bir deyişle ekonomik kalkınma başlangıçta trafik kazası ölümlerinin artmasına neden olmakta ancak daha sonra koruyucu hale gelmektedir (Beeck, Borsboom, & Mackenbach, 2000).

Kopits ve Cropper çalışmalarında 1963-1999 yılları arasında trafik kazaları sonucu meydana gelen trafik ölümleri ile kişi başına düşen gelir arasındaki ilişkiyi panel veri analizi kullanarak incelemişlerdir ve trafik ölümlerini coğrafi bölgelere göre tahmin etmişlerdir. Sonuçlar doğrultusunda trafik ölümleri ve kişi başına düşen gelir seviyesi arasında ters bir ilişkinin bulunduğunu ve trafik ölümlerinin azalmaya başladığı kişi başına düşen gelir seviyesinin 8600 \$ olduğunu tespit etmişlerdir. Trafik ölümleri tahminleri doğrultusunda küresel trafik ölüm oranının önümüzdeki yirmi yılda %66 oranında büyüyeceğini ortaya koymuşlar. Ancak bu sayının dünyanın farklı bölgelerindeki değişim oranlarını yansıttığı belirtmişlerdir. Ayrıca trafik ölüm oranlarının 2020 yılına kadar gelişmekte olan ülkelerde 10.000 kişide 2'ye çıkacağı, yüksek gelirli ülkelerde ise 10.000 kişide 1'e düşeceği konusunda öngöründe bulunmuşlardır (Kopits & Cropper, 2005).

Korkmaz çalışmasında 1990-2002 yılları arasında gerçekleşen trafik kazalarını etkileyen faktörler arasında basit ve çoklu regresyon analizi yaparak kaza tahmin modelleri oluşturmuştur. Trafik kazalarına etki eden pek çok faktör bulunmasına karşın

veri yetersizliğinden dolayı 12 adet veriyi inceleyebilmiştir. Bağımsız değişkenler olarak; motorlu araç sayısı, ağır vasıta araç sayısı, kişi başına düşen gayri safi milli hâsıla, karayolu ağı uzunluğu, otoyol uzunluğu, bölünmemiş karayolu ağı uzunluğu, nüfus, asfalt-beton yol ağı uzunluğu, trafiğe yeni katılan araç sayısı, yeni ehliyet alan sürücü sayısı, 0-2 yıl arası ehliyet sahibi olan sürücü sayısı ve ehliyet aldıkları yıllara göre ölümlü-yaralanmalı kazaya karışan sürücü sayısını ve bağımlı değişken olarak kaza sayılarını belirlemiştir. İlk olarak değişkenler arası ilişkiyi incelemiş sonrasında basit regresyon analizi yardımıyla bağımsız değişkenlerin hangilerinin bağımlı değişkeni direkt etkilediğini tespit etmiştir. Sonrasında bağımlı ve bağımsız değişkenler arası çoklu regresyon analizi yapmıştır. Analiz sonucu otoyol uzunluğunun ve 0-2 yıl arası sürücü belgesine sahip olan bireylerin artmasının kaza sayısını arttıracaklarını tespit etmiştir. Ayrıca otoyolların standartları yüksek yollardır ve kaza sayısının azalması gerekir fakat yazar bunu kaza istatistiklerinde otoyol kazaları şeklinde ayırım yapılmadığı, tutulan istatistiklerin genel kaza istatistikleri olduğunu ve bu yüzden değer anlamlı çıktığını belirtmiştir. Bu nedenle daha anlamlı sonuçlar elde etmek için otoyol uzunluğunu modelden çıkartıp, tekrardan çoklu regresyon analizi yapmıştır. Modelin R^2 değerini %99,4 gibi yüksek bir değer bulmuştur. Oluşturduğu yeni modelde motorlu araç sayısı, kişi başına düşen gayri safi milli hâsıla ve yeni ehliyet alan sürücü sayısının kaza sayısını arttırdığını, trafiğe yeni katılan araç sayısının ise azalttığını ortaya koymuştur (Korkmaz, 2005).

Bishai vd. çalışmalarında 1992-1996 döneminde 41 ülkenin trafik ölümlerini sabit etkiler regresyon modeliyle incelemişlerdir. Trafik ölümlerini bağımlı değişken olarak belirlerken; araç sayısı, karayolu kilometresi, petrol tüketimi, nüfus, taşımacılık kaza sayısı ve GSYİH'yı bağımsız değişken olarak belirlemişlerdir. Analizler sonucu, düşük gelirli ülkelerde ekonomik büyümeye, trafik kazalarında ve kazalar sonucu yaralanmalarda ve ölümlerde bir artış eşlik ettiğini ve büyümeye beraber kazalar artmaya devam etse de, kişi başına düşen GSYİH 1500-8000 dolar civarında bir eşik değerde olması durumunda ekonomik büyümenin daha fazla trafik ölümlerine yol açmadığı sonucuna varmışlardır. Ayrıca geliri yüksek ülkelerde trafik ölümleri ile GSYİH arasında negatif bir ilişki olduğunu ortaya koymuşlardır. Yani düşük gelirli ülkelerde kişi başına düşen GSYİH'nın artmasının trafik ölümlerini arttırdığını, yüksek gelirli ülkelerde ise

kiři başına dūřen GSYİH'nın artmasının trafik ölümlerini azalttığını tespit etmişlerdir (Bishai, Quresh, James, & Ghaffar, 2006).

Iwata, çalışmasında panel veri analizi yöntemini kullanarak Çin'de meydana gelen trafik kazalarının ekonomik büyüme ile ilişkini incelemiştir. Analizde, trafikte ölüm oranını ve trafikte yaralanma oranını bağımlı değişken, kiři başına dūřen GSYİH ve karayolu uzunluğunu bağımsız değişken olarak kullanmıştır. Analizler sonucu, trafik kazalarının ekonomik büyüme ile ilişkisinin ters U biçiminde olduğunu ortaya koymuştur. Trafikte lm ve yaralanma oranlarının kiři başına dūřen GSYİH ile negatif bir ilişki içinde olduğunu tespit etmiştir (Iwata, 2010).

Kartal vd. Kayseri, Sivas ve Yozgat illerinde 2000-2006 yılları arasında meydana gelen ölümlü-yaralanmalı trafik kazalarını incelemişlerdir. Çalıştıkları illerden kaza tespit tutanaklarından elde ettikleri verilerin ayrı ayrı istatistiki analizlerini yapmışlardır. Daha sonra bütün veriler birleştirilerek lojistik regresyon analizine tabi tutulmuştur. Trafik kazalarının sonucunu gösteren yaralanmalı ve ölümlü olarak iki şıklı cevap değişkeni oluşturulmuştur. lmle sonuçlanan kazaların yaralı ile sonuçlanan kazalara oranını log-bahis oranı olarak göstermişlerdir. Analiz sonucu kusurlardaki artışın log-bahis oranını arttırdığını, aynı şekilde log-bahis oranının Sivas ve Yozgat'a göre Kayseri'de daha yüksek olduğunu ve ölümcül kazaların fazla olduğu durumlarda yaralı sayısının da fazla olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca kişilerin eğitim seviyesinin arttığı log-bahis oranı da düştüğü sonucuna varmışlardır (Kartal, Kutlar, & Beğen, 2011).

Chen alışmasında 32 OECD ülkesinin 1970-2010 yılları arasına ait verilerini kullanarak karayolu ölümlerindeki yıllık değişimler ile ekonomik dalgalanmalar arasındaki ilişkiyi sabit etkili model ve rassal katsayılı model kullanarak incelemiştir. Bu doğrultuda hem tam örneklem analizinin hem de robust sağlamlık analizinin sonuçlarını ortaya koymuştur. alışmasında kullandığı bağımlı değişken karayolu trafik ölümleri, bağımsız değişkenler ise Nüfus ve kiři başına dūřen GSYİH'dır. Sabit etkiler modeli ve rassal katsayılı modeli yöntemi ile ekonomik dalgalanmalara ait tahmin edilen parametreler %5 seviyesinde istatistiksel olarak anlamlı ve sırasıyla 1,084 ve 1,058 olarak bulunmuştur. %5 anlamlılık seviyesinde ekonomik düşüşler ve yükselişler sırasındaki ekonomik dalgalanmalara ait sabit etkili modelin parametre tahmini ekonomik düşüş için 0,928, ekonomik yükseliş için 1,171 değerleri istatistiksel olarak bulunmuştur. Yapılan

Wald testi sonucu ekonomik dalgalanmalar ve karayolu ölümleri arasındaki ilişkinin simetrik olduğu sonucuna varılmıştır. Rassal katsayılı model parametre tahmini ise %5 anlamlılık seviyesinde ekonomik düşüşler için 0,977, ekonomik yükselişler için 1,133 değerleri istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Ayrıca, rassal katsayılı model için ülkelere özgü katsayıların birbirinden önemli ölçüde farklı olup olmadığını belirlemek amacıyla parametre sabitliliği testi uygulamıştır. Sonuçlar doğrultusunda parametre sabitliliğini test eden H_0 boş hipotezi, %5 anlamlılık seviyesinde reddedilmiştir. Sabit etkiler modeli gözlemlenemeyen, ülkelere özgü zamanla değişmez özellikleri ortadan kaldırma avantajına sahipken, rassal katsayılı modeli eğim katsayıları üzerinde heterojenliğe izin vermektedir. 32 OECD ülkesi için yapılan analizler sonucu her iki model tahmininde de kişi başına düşen GSYİH'daki %1'lik artışın, karayolu ölümlerinde %1,1'lik artışa neden olduğunu, bu durumun tersi içinde geçerli olduğunu göstermiştir. Benzer şekilde sağlık analizi sonuçlarında da ekonomik dalgalanmalar ve karayolu ölümleri arasındaki ilişkinin simetrik olduğunu tespit etmiştir. Yani ekonomik düşüşler sırasında karayolu ölümlerinin azaldığını, ekonomik yükselişler sırasında ise karayolu ölümlerinin arttığını ortaya koymuştur (Chen G., 2014).

Bagherinabel çalışmasında doğrusal model kurarak Türkiye'de 1966-2012 yılları arasında meydana gelen trafik kazalarını halk sağlığı açısından zaman serileri analiziyle incelemiştir. Modelde milli geliri, yol yapısını, araç sayısını ve nüfusu bağımsız değişken, kaza sayısını, ölü sayısını ve yaralı sayısını ise bağımlı değişken olarak belirlemiştir. Belirlediği bağımsız değişkenlerin kaza sayısı üzerinde etkisi olup olmadığını en küçük kareler yöntemiyle analiz etmiştir. Zaman serisi analizi yaptığından dolayı verilerini durağanlaştırmak için doğal logaritmik dönüşüm ve fark işlemleri uygulamıştır. Analizler sonucu kaza sayıları ile değişkenler arasında sadece milli gelir ilişkisinin pozitif yönde olduğunu tespit etmiştir. Ayrıca ölüm sayısının, kaza sayısı, yaralı sayısının yanı sıra ve kamyon, minibüs ve otobüs sayısı ile pozitif bir ilişkiye sahip olduğunu, kaza sayısı ile yol uzunluğu arasında ise negatif yönde bir ilişki olduğunu gözlemlemiştir. Yol uzunluğundaki artışın ölüm sayıları üzerinde negatif bir etkisi olduğunu, bunun nedeninin trafik yoğunluğunun azalması olabileceğini belirtmiştir. Araç sayılarını türler bazına indirgediğinde ise kaza sayıları üzerinde belirli araç türlerinin etkileşimde olduğunu tespit etmiştir. Yaralı sayısının ise; kaza sayısı, ölüm sayısı, milli gelir ve otobüs sayısındaki

değişim ile pozitif yönde, yol uzunluğundaki değişim ile negatif yönde olduğunu saptamıştır (Bagherinabel, 2014).

Atalay vd. trafik kazalarında etkili olabileceğini düşündükleri sosyoekonomik ve ulaşım ile ilgili 20 farklı değişken belirlemişlerdir. Türkiye'nin 81 ili için farklı trafik istatistikleri ile trafik veri tabanı oluşturmuşlardır. Belirledikleri değişkenleri gruplar altında toplayabilmek adına faktör analizi uygulamışlardır. Bu değişkenleri gruplar altında topladıktan sonra her il için genel faktör skorları oluşturulmuştur. Belirledikleri sosyoekonomik değişkenler; sosyoekonomik gelişmişlik sırası, nüfus, şehirleşme oranı, nüfus yoğunluğu, okuryazar nüfus oranı, onbin kişiye düşen hekim sayısı, on bin kişiye düşen hastane yatağı sayısı, küçük sanayi sitesi işyeri sayısı, imalat sanayi iş yeri sayısı, fert başına gayri safi yurtiçi hâsıladır. Ulaşım ile ilgili değişkenler ise; kırsalda asfalt yol oranı, TCK asfalt yol oranı, on bin kişiye düşen otomobil sayısı, ortalama motorlu kara taşıt sayısı, ortalama bölünmüş yol uzunluğu, ortalama köy yolu uzunluğu, ortalama devlet yolu-il yolu-otoyol uzunluğu, ortalama taşınan yolcu-km değeri, ortalama seyahat eden taşıt-km değeri, ortalama taşınan ton-km değeridir. Faktör analizi sonucu belirlenen bu değişkenler 4 grup altında toplanmıştır. Faktörlerin adlandırılmasını değişkenlerin toplandığı faktör grubuna göre yapmışlardır. İlk faktörü nüfus-ulaşım, ikinci faktörü gelişmişlik, üçüncü faktörü yol ve dördüncü faktörü sağlık olarak belirlemişlerdir. Genel faktör skoruna iller bazında bakıldığında Ankara, İstanbul ve İzmir'in en yüksek skora sahip olduğunu ve Doğu Anadolu, Güneydoğu Anadolu ve Karadeniz Bölgesinde genel faktör skorunun en düşük skora sahip olduğunu ortaya koymuşlardır. Sonuçlara göre birinci faktör değişkenlerinin azaltılması ve diğer faktör gruplarındaki değişkenlerin değerlerinin arttırılması kazaların azaltılmasını sağlayabileceğini ortaya koymuşlardır. Yaptıkları çoklu regresyon analizi sonucunda ise belirledikleri faktörler trafik kazalarını %91 oranında açıklamakta ve en önemli faktörün birinci faktör olduğunu göstermişlerdir. Yani birinci faktör değişkenlerinin trafik kazaların meydana gelmesinde rolü bulunduğunu tespit etmişlerdir (Atalay, Tortum, & Çodur, 2014).

Enu çalışmasında 1991-2011 yılları arasında Gana'da meydana gelen trafik kazalarının ekonomik büyüme üzerindeki etkisini ve makroekonomik değişkenlerin trafik kazaları üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla EKK yöntemini kullanmıştır. Çalışmasında kullandığı değişkenler kişi başına düşen GSYİH, Trafik Kaza Sayısı,

Toplam İşgücü, Brüt Sabit Sermaye Oluşumu, Kamu Harcamaları Toplamıdır. Analizler sonucu, trafik kazalarına ait eğim katsayısını -0.209588 olarak bulmuş, yani trafik kazalarının ekonomik büyüme üzerinde negatif bir etkisinin bulunduğu sonucuna varmıştır. Başka bir deyişle trafik kazalarında meydana gelen artışların ekonomik büyümeyi olumsuz etkilediğini ortaya koymuştur. Son olarak trafik kazalarını etkileyen başlıca makroekonomik değişkenlerin GSYİH, kişi başına düşen GSYİH ve kamu harcamaları olduğunu göstermiştir (Enu, 2014).

Yannis vd. çalışmalarında 27 Avrupa ülkesinin 1975-2011 yılları arasında trafik kazaları sonucu meydana gelen trafik ölümleri ile kişi başına düşen GSYİH arasındaki ilişkiyi karma doğrusal modeller kullanarak analiz etmişlerdir. Sonuçlar doğrultusunda yıllık trafik ölümleri artışı/azalışı oranı ile GSYİH artışı/azalışı arasında istatistiksel olarak anlamlı ve sistematik bir ilişki bulunmuştur. Ancak kurulan bu modellerin, incelenen değişkenlerin sadece kısa vadeli dinamiklerini karakterize edebileceğini belirtmişlerdir (Yannis, Papadimitriou, & Folla, 2014).

Yusuff çalışmasında 1990-2013 yılları arasında Nijerya’da meydana gelen trafik kazalarının ekonomik büyümeyi ne ölçüde etkilediğini zaman serileri yöntemini kullanarak araştırmıştır. Bu bağlamda trafik kazalarının ekonomik büyüme üzerindeki etkisi ve trafik kazalarının sosyo-ekonomik belirleyicilerinin kapsamı üzerine iki model kurmuştur. Trafik kazalarının ekonomik büyüme üzerindeki etkisi üzerine kurduğu ilk modelde bağımlı değişkeni kişi başına düşen GSYİH, bağımsız değişkeni ise trafik kaza sayısı olarak belirlemiştir. Trafik kazalarının sosyo-ekonomik belirleyicileri üzerine kurduğu ikinci modelde ise bağımlı değişkeni trafik kaza sayısı, bağımsız değişkenleri kişi başına düşen GSYİH, Kamu Harcamaları, Nüfus, Toplam Yol Uzunluğu ve İşgücü Miktarı olarak belirlemiştir. Çalışmasında öncelikle verilerinin normalliğini incelemiş ve zaman serisi analizi kullandığı için modelde yer alan değişkenlere ait durağanlık testi uygulamıştır. Durağanlık sınaması için Phillips Perron testini değişkenlerin hem düzey hem de birinci farkı için uygulamıştır. Durağanlık koşulunu sağladıktan sonra, bağımlı değişken ve açıklayıcı değişkenler arasında uzun dönemli ilişkinin varlığı için Johansen ve Juselius Eşbütünleşme testini kullanmıştır. Eşbütünleşme sonuçları, nüfus, toplam karayolu ağı, kişi başına düşen GSYİH, ekonomik büyüme, hükümet harcamaları ve trafik kazaları arasında %1 anlamlılık seviyesinde en az bir ortak bütünleşmiş serinin

bulundugunu yani değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişkinin varlığını tespit etmiştir. Son olarak model parametrelerini EKK yöntemiyle tahmin etmiştir. Sonuçları doğrultusunda, trafik kazalarının ekonomik büyüme ile ters orantılı olduğunu ortaya koymuş ve kişi başına düşen GSYİH, toplam karayolu ağı ve trafik kazaları arasında negatif bir korelasyon olduğunu tespit etmiştir (Yusuff, 2015).

Bougueroua ve Carnis çalışmalarında karayolu hareketliliğinin ve karayolu ekonomik koşullarının trafik kazaları üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Bu bağlamda 1970-2013 yılları arasında Cezayir'deki trafik kazaları, yakıt tüketimi ve GSYİH arasındaki kısa ve uzun vadeli etkiyi Eşbütünleşme ve Vektör Hatası Düzeltme Modeli kullanarak incelemişlerdir. Çalışmalarında bağımlı değişken olarak trafik kaza sayılarını, bağımsız değişken olarak kişi başına düşen GSYİH ve yakıt tüketimini belirlemişlerdir. Sonuçlar doğrultusunda kısa vadede, yakıt tüketimi ve GSYİH değişkenlerinin trafik kazaları üzerinde anlamlı etkiye ve pozitif bir ilişkiye sahip olduğunu tespit etmişlerdir. Bu ilişkiye göre, trafik kaza sayısını arttıran unsurların gelir artışlarına bağlı olan yakıt tüketimi ve seyahat talebi ile ilgili olduğu sonucuna varılmıştır. Uzun vade de ise, trafik kazaları GSYİH'den önemli düzeyde etkilenmektedir (Bougueroua & Carnis, 2016).

Dadgar ve Norström yaptıkları çalışmada, GSYİH'nın trafik ölüm oranları üzerinde net etkisini tahmin edebilmek için, kısa ve uzun vadeli etkilerin birlikte değerlendirilmesi gerektiğini belirtmişlerdir. Bu bağlamda, 1960-2011 dönemine ait 18 OECD ülkesi için GSYİH'nın trafik ölüm oranları üzerindeki etkisini tahmin etmek için hata düzeltme modelini kullanmışlardır. Ayrıca zamansal ilişkide yapısal kırılma olup olmadığını incelemek amacıyla 1960-1975 ve 1976-2011 olmak üzere iki alt dönemi analiz etmişlerdir. Sonuçlar doğrultusunda, GSYİH'daki bir birimlik (1000 ABD doları) artışın, trafik ölüm hızında anlık ve kısa vadeli 0,58'lik bir artışa neden olduğunu, uzun vade de ise -1,59'luk bir düşüşe neden olduğunu ortaya koymuşlardır. Döneme özgü analizler sonucu; 1960-1975 yılları arasındaki kısa vadeli süreçte devresel etkilerin koruyucu etkilere göre daha ağır bastığını ve 1976-2011 yılları arasındaki uzun vadeli süreçte ise koruyucu etkilerin devresel etkilere göre daha ağır bastığını gösteren yapısal kırılma tespit etmişlerdir. Daha geniş kapsamlı açıklamak gerekirse, kısa vadede yaşanan ekonomik büyüme ile artan trafik, trafik ölüm oranlarında ani artışlar meydana getirmektedir. Uzun vadede ise; ekonomik büyüme, ülkelerdeki trafik ve trafik güvenliği

olgusunu geliştirerek, trafik ölüm oranlarında azalma meydana getirmektedir (Dadgar & Norström, 2016).

Alptekin vd. çalışmalarında 1990-2015 dönemi için, Türkiye’de ekonomik büyüme, trafiğe kayıtlı araç sayısı ve gerçekleşen kaza sayısı arasındaki nedensellik ilişkisini Johansen eşbütünleşme analizi ve Granger nedensellik testi yardımıyla incelemişlerdir. Çalışmalarında öncelikle, ekonomik büyüme, trafiğe kayıtlı araç sayısı ve gerçekleşen kaza sayısı değişkenlerine Augmented Dickey Fuller (ADF) birim kök testi yapılmıştır. Birim kök testi sonuçlarına göre değişkenlerin %10 anlamlılık seviyesinde birinci farkında (I(1)) durağan oldukları sonucuna varılmıştır. Yapılan eşbütünleşme sonuçlarına göre, serilerin eşbütünleşik olmadıkları tespit edilmiştir. Granger nedensellik testi sonuçlarına göre, ekonomik büyüme ile trafiğe kayıtlı araç sayısı, ekonomik büyüme ile gerçekleşen kaza sayısı arasında nedensellik ilişkisinin bulunmadığını, sadece trafiğe kayıtlı araç sayısından gerçekleşen kaza sayısına tek yönlü nedensellik ilişkisinin bulunduğunu tespit etmişlerdir. Bunun yanı sıra, çalışmalarında trafiğe kayıtlı araç sayısında ve gerçekleşen kaza sayısında pozitif bir trend saptanmıştır. Başka bir deyişle trafiğe kayıtlı araç sayısının artmasının gerçekleşen kaza sayılarını arttığı sonucuna varmışlardır. Sonuçlarını genel olarak incelediklerinde trafiğe kayıtlı araç sayısı ve gerçekleşen kaza sayılarının, ekonomik büyümeyi etkilediği ya da ekonomik büyümeden etkilendikleri %90 güven düzeyinde söylenemeyeceğini ortaya koymuşlardır (Alptekin, Aladağ, & Alptekin, 2017).

Wang vd. çalışmalarında 2002-2015 yılları arasında Çin’de meydana gelen endüstriyel kazalar, genel kazalar, trafik kazaları ve GSYİH arasındaki ilişkiyi Bütünleşik Otoregresif Hareketli Ortalama (ARIMA) modelini kullanarak incelemişlerdir. Analizler sonucu, 100 (Milyon ¥) başına düşen kazaların, ölüm ve ölüm oranının ulusal GSYİH artışı ile katlanarak azalan yani üstel bir azalma trendi izlediğini göstermişlerdir. Bütünleşik Otoregresif Hareketli Ortalama (ARIMA) modeli ile yaptıkları kaza öngörü tahminine göre, kazaların iki yıl içinde %4,3 ve %6,5 oranında azalacağını tespit etmişlerdir. Ayrıca model tahmini kazaların Çin’in GSYİH ile ters orantılı olduğunu göstermiştir (Wang, ve diğerleri, 2017).

Akdağ çalışmasında 1995-2017 yılları arasında Türkiye’de meydana gelen trafik kazaları ve ekonomik kalkınma arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Bu kapsamda trafik

kazalarına dair değişkenleri kaza sayısı ve motorlu araç sayısı, ekonomik kalkınmaya dair değişkenleri ise insani gelişmişlik endeksi ve hukukun üstünlüğü endeksi olarak belirlemiştir. Değişkenler arasındaki kısa ve uzun vadeli ilişkiyi tespit edebilmek için Gecikmesi Dağıtılmış Otoregresif Eşbütünleşme (ARDL) modeli kurmuş ve nedensellik analizi yapmıştır. Modelde bağımlı değişken olarak kaza sayısını belirlemiştir. Sonuçlar doğrultusunda kaza sayısı ile ekonomik kalkınma arasında kısa ve uzun dönemli bir ilişkinin bulunduğunu tespit etmiştir. Ayrıca incelediğı dönem aralığında, kaza sayıları üzerinde etkisi en fazla olan değişkenin insani gelişmişlik endeksi olduğu sonucuna varmıştır. Nedensellik analizi sonuçlarına göre ise, motorlu taşıt sayısı ve insani gelişmişlik endeksinde yaşanan artışlar veya azalışlar, trafik kazalarında artışa veya azalışa neden olmaktadır (Akdağ, 2019).

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

TRAFİK KAZALARI VE EKONOMİK BÜYÜME İLİŞKİSİ: OECD ÜLKELERİ ÜZERİNE BİR UYGULAMA

1. ARAŞTIRMANIN ÖNEMİ

İktisat teorisinde, iktisadi ilişkiler analiz edilirken, bu ilişkilerin doğrusal olduğu varsayılmakta ve bu ilişkilerin iyi açıklanabileceği düşünülmektedir. Ancak sosyal veya ekonomik bir ortamda yapılacak bir müdahale doğrusallık varsayımını bozabilmektedir. Doğrusallık varsayımının bozulması durumunda ise, tahmin edilen modellerden yanı ve tutarsız tahminler elde edilecektir. Bu nedenle, bu ilişkileri doğrusal olmayan bir fonksiyonla, daha iyi açıklayabilecek yapıların veya modellerin olabilme ihtimalinin göz ardı edilmemesi gerekmektedir (Güriş & Çağlayan, 2013; Şahin, 2018).

Yapılan çalışmalarda doğrusal modellerin tercih edilmesinin en büyük nedeni model spesifikasyonları, parametre tahminleri ve ekonometrik sorunların giderilmesi vb. durumlar için kullanılan yöntemlerin ve hesaplamaların, doğrusal olmayan modellerin yöntemlerine ve hesaplamalarına göre daha basit olması ve maliyetli olmamasından kaynaklanmaktadır. Fakat günümüz teknolojisiyle beraber gelişen bilgisayar uygulamaları sayesinde pek çok istatistiksel ve matematiksel paket program hayatımıza girmiş ve doğrusal olmayan modellerde karşılaşılan bu karmaşık hesaplamalar kolaylaşmış ve hesaplama maliyetleri azalmıştır.

Dolayısıyla, son yıllarda ekonometri ve iktisat alanlarında hem teorik hem de uygulama üzerine yapılan çalışmalar, başta makroekonomik ve finansal seriler olmak üzere pek çok serinin modellenmesinde doğrusal olmayan regresyon modelleri üzerine yoğunlaşmaktadır (Yılancı, 2012; Uçar, 2013).

Bu çalışmada doğrusal olmayan regresyon modelleri kapsamında, doğrusal olmayan panel regresyon modelleri incelenmiştir. Çalışmanın uygulama kısmında ise; yumuşak geçişli panel regresyon (YGPR) yöntemi kullanılarak trafik kazaları ve ekonomik büyüme arasındaki doğrusal olmayan ilişki analiz edilmiştir.

Günümüzde dünyanın genelinde nüfus yoğunluğunun artması buna paralel olarak ekonomik açıdan gelişen ülkelerdeki imkânların artması, araç sayısı ve sürücü sayısının

artmasına neden olmuştur. Araç sayısındaki bu artış ise karayolu ağlarını geliştirmiş ve karayolu üzerindeki taşıt hareketliliğinin büyümesine neden olmuştur. Artan araç sayısı ile beraber, yaşanacak trafik yoğunluğu ve araçların bekletileceği alanların sınırlı olması, trafik güvenliğini tehlikeye sokmuş ve hem bireyler hem de ülkeler açısından maddi ve manevi kayıplara neden olan trafik kazalarında artışlar meydana gelmiştir. Bu nedenle günümüzde, ulaşım ekonomik büyümenin önemli göstergelerinden biri olarak kabul edilmiştir.

Ekonomik büyümenin bir göstergesi olarak kabul edilen ulaşım ve ulaşım konusu altında yer alan karayolunda meydana gelen trafik kazaları ve etkileri birlikte değerlendirildiğinde çözülmesi gereken en önemli sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. Bunun yanı sıra, ülkelerin gelir seviyesindeki farklılıklar, ülkeler arasında tercih edilen ulaşım türleri ve yöntemi dâhil birçok faktörü de (araç başına düşen bir yılda kat edilen kilometre, yol yapımının kalitesi ve alt yapı gibi) etkileyebilmektedir (Öz, Özkan, & Lajunen, 2010). Buradan da görülmektedir ki ekonomik büyüme ve trafik kazaları doğrudan birbirini etkilemektedir.

Bu sebeple bu çalışma, ekonomik büyüme ve trafik kazaları arasında doğrusal olmayan bir ilişki olduğunu ve bu ilişkinin belli bir eşik seviyesine kadar artacağını, ekonomi bu eşik seviyesini aştığında ise, daha fazla ekonomik gelişmeyle trafik kazalarının azalacağını savunmaktadır. Ayrıca, trafik kazaları ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin incelendiği çalışmalarında sınırlı olması, bu çalışmanın önemini arttırmaktadır. Kısaca, trafik kazaları ve ekonomik büyüme arasındaki çift yönlü ilişkinin anlaşılması adına bu çalışma, diğer yapılacak çalışmalara kaynak teşkil edebilecektir.

2. ARAŞTIRMANIN AMACI

Bu çalışmanın amacı, doğrusal olmayan ilişkileri analiz etmek amacıyla son dönemlerde sıklıkla kullanılan ve rejim değişim modellerinden olan Eşikli Panel Regresyon (EPR) Modellerinin, Eşikli Dinamik Panel Regresyon (EDPR) Modellerinin ve Yumuşak Geçişli Panel Regresyon (YGPR) Modellerinin teorik ve kuramsal çerçevesini açıklayıp, OECD ülkelerinde 1996-2017 yılları arası meydana gelen trafik kazalarının ekonomik büyüme ile olan ilişkisinde doğrusal dışılık üzerine bir uygulama yapmaktır.

Bu bağlamda; Yumuşak Geçişli Panel Regresyon(YGPR) yöntemi kullanılarak ekonomik büyüme değişkenine ait eşik seviyesi belirlenecek, trafik kazalarının bu eşik seviyesinin altında ve üstünde olması durumunda OECD ülkelerinde, ekonomik büyümenin trafik kazaları üzerindeki etkisi ortaya konacaktır.

3. ARAŞTIRMADA KULLANILAN VERİ SETİ

Çalışmanın bu bölümünde 1996-2017 yılları arasında OECD ülkelerinde meydana gelen trafik kazalarını temsilen yıllık Trafik Kaza Sayısı (TKS), ekonomik büyümeyi temsilen ise, 2011 yılı sabit fiyatlarla yıllık kişi başına düşen GSYİH (\$) değişkenleri kullanılmıştır. Ekonomik büyümeyi temsilen kullanılan kişi başına düşen GSYİH (\$) değeri, Satın Alma Gücü Paritesine (SAGP) göre ele alınmıştır. Çalışmada kullanılan trafik ile ilgili veriler Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü'nden(OECD), ekonomik büyüme ve diğer ilgili veriler Dünya Bankası'ndan elde edilmiştir.

4. ARAŞTIRMANIN KISITLARI

Çalışmada kullanılan değişkenlere yönelik bazı kısıtlarımız bulunmaktadır. Bu kısıtlardan birincisi bağımlı değişken olarak kullandığımız trafik kazaları ile ilgilidir. Trafik kazaları karmaşık bir yapıya sahip olup, trafik kazalarını etkileyen sosyal ve ekonomik birçok parametre bulunmaktadır. Trafik parametrelerinin stokastik özellik göstermesi nedeniyle bu parametrelerin tamamının belirlenebilmesi mümkün olamamaktadır. Bu nedenle çalışmamızda ilgili değişkenlerin hepsine ulaşamadığından, bağımsız değişken olarak sadece ekonomik büyüme değişkeni kullanılmıştır.

Çalışmamızın ikinci kısıtı; trafik kazalarıyla ekonomik büyüme arasındaki ilişkide hangi değişkenlerin kullanıldığıyla ilgilidir. Trafik kazalarını temsilen, toplam kaza sayısı ve ekonomik büyümeyi temsilen kişi başına düşen GSYİH düzeyi kullanılmıştır.

Çalışmamızın son kısıtı; kullanılan birimler ve bu birimlerin zaman boyutu ile ilgilidir. Trafik kazaları ve ekonomik büyüme ile ilgili göstergelere ait 1996 yılı öncesi ve 2017 yılı sonrası verilere ulaşamadığından, çalışmamızda 1996-2017 yılları arasına ait veriler kullanılmıştır. Bu dönem aralığında OECD ülkelerinden olan Avustralya, Danimarka, Hollanda, İrlanda ve Lüksemburg'a ait verilere ulaşamadığından çalışma kapsamı dışında bırakılmıştır. Dolayısıyla bu çalışmada 31 OECD ülkesinin 1996-2017 yılları arasına ait verileri ele alınmıştır.

5. ARAŞTIRMANIN MODELİ VE HİPOTEZLERİ

Bu çalışmada, literatürdeki çalışmalardan hareketle trafik kazaları ve ekonomik büyüme arasındaki doğrusal olmayan ilişki incelenmiştir. OECD ülkelerinde 1996-2017 yıllarında meydana gelen trafik kazaları ve ekonomik büyüme arasındaki doğrusal olmayan ilişkide kullanılan model, González vd. (2005)'nin çalışmalarında geliştirdiği ve Denklem (3.1)'te verilmiş olan Yumuşak Geçişli Panel Regresyon (YGPR) modelidir.

Çalışmada kullanılan iki rejimli sabit etkili YGPR modeli aşağıdaki eşitlikte verilmiştir*:

$$LnTKS_{i,t} = \mu_i + \beta_0 LnKBGSYİH_{i,t} + \beta_1 LnKBGSYİH_{i,t} g(q_{i,t}; \gamma, c) + u_{i,t} \quad (3.1)$$

Burada t döneminde, i ülkesi için $LnTKS$, yıllık toplam kaza sayısını (TKS); $LnKBGSYİH$, kişi başına düşen GSYİH düzeyini, u ise, beyaz gürültülü hata terimini ifade etmektedir.

Çalışmanın ana hipotezi, OECD ülkelerinde meydana gelen trafik kazaları ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin doğrusal olmadığı ve bu ilişkide kişi başına düşen gelir düzeyinin önemli bir rol oynadığıdır.

Çalışmanın alt hipotezi ise şu şekilde oluşturulmuştur:

H_0 : Kişi başına düşen GSYİH düzeyinin düşük olduğu durumlarda trafik kazaları artış eğilimi gösterir.

H_1 : Kişi başına düşen GSYİH düzeyinin yüksek olduğu durumlarda trafik kazaları azalma eğilimi gösterir.

* (González, Teräsvirta, & Dijk, 2005) çalışmalarında sabit etkili model üzerinde çalıştıkları için zaman etkilerini gösteren λ_t değerini tüm zaman dönemleri için $\lambda_t = 0$ olarak ayarlamışlardır. Bu çalışmada da $\lambda_t = 0$ olarak dikkate alınmıştır. Ayrıca, Denklem (3.1)'te yer alan bütün değişkenler, doğal logaritmaları alınarak modele dâhil edilmiştir. Bu modelin ampirik açıdan hesaplanmasını kolaylaştırmıştır.

6. ARAŞTIRMANIN YÖNTEMİ

6.1. YGPR Yöntemi

Bu çalışmada, OECD ülkelerinde meydana gelen trafik kazaları ile ekonomik büyüme arasındaki doğrusal olmayan ilişki incelenmiştir. Birinci bölümde bahsedildiği üzere panel veri analizinde değişkenler arasındaki ilişkilerin doğrusal olmadığı durumlarda kullanılan yöntemlerden ilki Hansen (1999) tarafından geliştirilen EPR yöntemidir. Bu yöntemde eşik değişkeninin bağımlı değişken üzerindeki etkisi, eşğin altındaki ve eşğin üzerindeki rejimlerde farklılık gösterebilmektedir. Bu durum, eşik değişkeninin bağımlı değişken üzerindeki etkisini gösteren katsayının rejimlere göre farklı olmasını gerektirmektedir. EDPR modeli ise Kremer vd. (2013) tarafından geliştirilmiştir. Bu modelde EPR modelinden farklı olarak, bağımsız değişkenler içsel değişken olabilmekte ve bağımlı değişkenin bir gecikmeli değeri modelde içsel tahmin edici olarak kullanılmaktadır. EPR ve EDPR yaklaşımında parametrelerin rejimler arasında ani olarak değişiklik gösterdiği varsayılmakta ve her bir rejim, tespit edilen eşik değerine göre birbirinden ayrılmaktadır. Ancak, parametrelerin rejimler arasında ani olarak değişiklik göstermesi iktisadi açıdan her zaman mümkün olamamaktadır. Trafik kazaları ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiye bakıldığında bu yaklaşım, panele dâhil edilen OECD ülkelerini belirlenen ekonomik büyüme değişkenine göre gruplara ayırmakta ve her bir grup için farklı parametreler tahmin etmektedir. Dolayısıyla bu yaklaşım ile ekonomik büyümenin yüksek olduğu gelişmiş ülkeler ile ekonomik büyümenin düşük olduğu gelişmekte olan ülkeler arasında kesin farklılıklar olduğunu varsaymaktadır. Bu durumda gelişmekte olan bir ülkenin aniden gelişmiş ülke sınıfına girdiği kabul edilmektedir. Oysaki gelişmekte olan bir ülkenin, gelişmiş ülke sınıfına girmesi zaman içerisinde gerçekleşmektedir. Bu ise, tahmin edilen parametrelerin aniden değil, yumuşak bir şekilde değiştiği anlamına gelmektedir. Bu nedenle bu çalışmada, regresyon parametrelerinin bir rejimden diğer bir rejime geçerken keskin ve ani değil de kademeli olarak yavaş bir şekilde değişmesine izin veren ve González vd. (2005) tarafından geliştirilen YGPR modeli kullanılmıştır.

OECD ülkelerinde 1996-2017 yılları arasında meydana gelen trafik kazalarının ekonomik büyüme ile ilişkisinin incelendiği bu çalışmada; İlk adımda, çalışmada yer alan değişkenlere ilişkin verilere yatay kesit bağımlılığı testi yapılmıştır. İkinci adımda ise,

yapısal kırılmaları ve yatay kesit bağımlılığını dikkate alan ikincil kuşak panel birim kök testleri yapılmıştır. Son adımda Yumuşak Geçişli Panel Regresyon Yöntemi (YGPR) kullanılarak Denklem (3.1) tahmin edilmiştir.

Model tahmininden önce analizde kullanılan değişkenlere yönelik birimler arası korelasyonun ve durağanlığın incelenmesi adına, bu kavramların ve çalışmada kullanılan birimler arası korelasyon ve birim kök testlerinin açıklanması önem arz etmektedir.

6.2. Birimler Arası Korelasyon

Birimler arası korelasyon, “yatay kesit bağımlılığı” ya da “uzamsal korelasyon” olarak da bilinmekte ve panel regresyon modelinin her birimi için tahmin edilen istatistiklerden elde edilen hata terimleri arasında korelasyon olduğunu ifade etmektedir (Tataloğlu, 2018).

Paneli oluşturan birimlerin birbirinden bağımsız olması, yani birimler arası korelasyon olmaması panel verilerin temel varsayımlarından biridir. Birimler arası korelasyon olmaması, paneli oluşturan birimlerin herhangi birine gelen bir şoktan tüm yatay kesit birimlerinin aynı düzeylerde etkileneceğini ve yatay kesit birimlerinin herhangi birinde ortaya çıkan ekonomik bir şoktan diğer yatay kesit birimlerinin etkileneceğini varsaymaktadır. Birimler arası korelasyon ise, paneli oluşturan birimlerin herhangi birine gelen bir şoktan tüm yatay kesit birimlerinin farklı düzeylerde etkileneceğini ve yatay kesit birimlerinin herhangi birinde ortaya çıkan ekonomik bir şoktan diğer yatay kesit birimlerinin etkilendiğini varsaymaktadır. Diğer bir ifade ile bir ülkede meydana gelen ekonomik şok, diğer ülkeleri de etkilemektedir. Günümüzde de, küreselleşmeyle beraber dünya ekonomilerinin birbirleriyle ilişkili olduğu ve her bir ülkenin farklı niteliklere ve niceliklere sahip olduğu yadsınamaz bir gerçektir. Bu bakımdan, birimler arası korelasyonun dikkate alınmaması durumunda, yapılan analizler tahmin sonuçlarını önemli düzeyde etkilemekte ve model tahminleri sonucu elde edilen tahminler sapmasız, tutarlı ve etkin olmamaktadırlar. Dolayısıyla durağanlık varsayımı için yapılacak birim kök testlerinin seçimi içinde birimler arası korelasyonun incelenmesi önem arz etmektedir (Göçer, Mercan, & Hotunluoğlu, 2012; Menyah, Nazlıoğlu, & Wolde-Rufael, 2014; Altıntaş & Mercan, 2015; Koçbulut & Altıntaş, 2016; Koçbulut & Barış, 2016; Büyükdenez, 2018; Gövdeli & Direkçi, 2018; Tataloğlu, 2018; Özçoban, 2019; Tekkol, 2019).

Birimler arası korelasyonu sınavabilmek için geliştirilen başlıca testler, Breusch ve Pagan (1980) Lagrange Multiplier (LM) testi, Pesaran (2004) Cross-Section Dependence (CD_{LM}) testi ve Pesaran, Ullah ve Yamagata (2008) Bias-Adjusted Cross-Section Dependence Lagrange Multiplier (LM_{adj}) testidir (Breusch & Pagan, 1980; Pesaran, 2004; Pesaran, Ullah, & Yamagata, 2008).

Birimler arası korelasyonun olup olmadığını test etmek için, aşağıdaki hipotezler kurulmaktadır:

$$H_0: cov(u_{i,j}, u_{j,t}) = \rho_{i,j} = 0, \quad (\text{Birimler arası korelasyon yoktur.})$$

$$H_1: cov(u_{i,j}, u_{j,t}) \neq \rho_{i,j} \neq 0, \quad (\text{Birimler arası korelasyon vardır.})$$

Panel verilerde birimler arası korelasyonun varlığını test etmek için kullanılan yöntemlerden ilki Breusch ve Pagan (1980) tarafından geliştirilen Lagrange Multiplier (LM) testidir.

Test istatistiği şu şekilde hesaplanmaktadır:

$$LM = T \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N \hat{\rho}_{i,j}^2 \sim \chi_{N(N-1)/2}^2 \quad (3.2)$$

Burada yer alan, Breusch-Pagan LM test istatistiği, H_0 boş hipotezi altında, $T \rightarrow \infty$ iken N sabit ise, $N(N-1)/2$ serbestlik derecesi ile asimptotik χ^2 dağılımı sergilemektedir.

Denklem (3.2)'de yer alan $\hat{\rho}_{i,j}$ değeri ise, birimlerin hataları arasındaki korelasyon katsayısının örnek tahminidir ve şu şekilde hesaplanmaktadır:

$$\hat{\rho}_{i,j} = \hat{\rho}_{j,i} = \frac{\sum_{t=1}^T u_{i,t} u_{j,t}}{(\sum_{t=1}^T u_{i,t}^2)^{1/2} (\sum_{t=1}^T u_{j,t}^2)^{1/2}} \quad (3.3)$$

Denklem (3.2)'de yer alan, Breusch-Pagan (1980) LM testinin, panele ait yatay kesit boyutunun zaman boyutundan küçük olduğu, yani $(N < T)$ durumunda kullanılabileceği varsayılmaktadır (Pesaran, 2004; Güloğlu & İvrendi, 2010; Koçbulut & Altıntaş, 2016; Tataloğlu, 2018; Gövdeli & Direkçi, 2018; Büyükdeniz, 2018; Tekkol, 2019; Varol, 2019).

Panelin hem yatay kesit boyutunun hem de zaman boyutunun büyük olduğu durumlarda ise Pesaran (2004) tarafından geliştirilen CD_{LM} testi kullanılmaktadır. Pesaran CD_{LM} testi, Bresuch-Pagan LM testinin geliştirilmiş versiyonudur.

Test istatistiği aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır:

$$CD_{LM} = \sqrt{\frac{1}{N(N-1)}} \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N (T\hat{\rho}_{i,j}^2 - 1) \sim N(0,1) \quad (3.4)$$

Burada $N \rightarrow \infty$ ve $T \rightarrow \infty$ olduğu bir durumda, H_0 boş hipotezi altında birimler arası korelasyonun olmadığı varsayılmakta ve CD_{LM} test istatistiği standart normal dağılım göstermektedir (Pesaran, 2004; Güloğlu & İvrendi, 2010; Menyah, Nazlıoğlu, & Wolde-Rufael, 2014; Koçbulut & Altıntaş, 2016; Gövdeli & Direkçi, 2018; Büyükdeniz, 2018; Tekkol, 2019).

CD_{LM} test istatistiğinde $N > T$ olduğu durumlarda, bozulmalar görülmekte ve yatay kesit boyutu N arttıkça sapmalar daha da büyümektedir. Bu nedenle Pesaran (2004), $N > T$ olduğu durumlar için CD testini geliştirmiştir.

CD test istatistiği yatay kesite ait hatalar arasındaki korelasyon katsayıları toplamına dayandırılmakta ve aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır:

$$CD = \sqrt{\frac{2T}{N(N-1)}} \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N \hat{\rho}_{i,j} \sim N(0,1) \quad (3.5)$$

CD testi $N > T$ olduğu bir durumda, LM testine göre daha iyi sonuçlar vermektedir. Ayrıca bu testin, durağan olmama, yapısal kırılma ve heterojenlik durumlarında küçük örneklerde performansının iyi olduğu gösterilmiştir (Pesaran, 2004; Güloğlu & İvrendi, 2010; Menyah, Nazlıoğlu, & Wolde-Rufael, 2014; Koçbulut & Altıntaş, 2016; Gövdeli & Direkçi, 2018; Tataloğlu, 2018; Büyükdeniz, 2018).

Denklem (3.4)'teki CD_{LM} test istatistiği $N > T$ olduğu durumda güç kaybına uğramaktadır. Bu nedenle Pesaran, Ullah ve Yamagata (2008), denklem (3.4)'te yer alan CD_{LM} test istatistiğine ortalamayı ekleyerek, ortalama sapması düzeltilmiş yeni bir test istatistiği elde etmişlerdir. Ancak hesapladıkları yeni test istatistiğinin ortalamasını, tüm yatay kesit N ve tüm zaman boyutu T için sıfır olarak bulmuşlardır. N arttıkça testin gücünün azaldığını ve test istatistiğinin varyansının küçük örnek sapmasına sahip olduğunu tespit etmişlerdir (Tataloğlu, 2018). Bu nedenle test istatistiğini, hem ortalamayı hem de varyansı ekleyerek yeniden düzeltmişlerdir.

Bias-Adjusted Cross-Section Dependence Lagrange Multiplier (LM_{adj}) test istatistiği olarak adlandırılan test istatistiği şu şekilde hesaplanmaktadır:

$$LM_{adj} = \sqrt{\frac{2}{N(N-1)}} \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N \frac{(T-k)\hat{\rho}_{i,j}^2 - \mu_{t,i,j}}{\sqrt{v_{T,i,j}^2}} \sim N(0,1) \quad (3.6)$$

Burada, k bağımsız değişken sayısını, $\mu_{t,i,j}$ ve $v_{T,i,j}^2$ sırasıyla, ortalama ve varyansı ifade etmektedir. Denklem (3.6)'dan elde edilecek test istatistiği asimptotik normal dağılım göstermektedir (Pesaran, Ullah, & Yamagata, 2008; Güloğlu & İvrendi, 2010; Menyah, Nazlıoğlu, & Wolde-Rufael, 2014; Koçbulut & Altıntaş, 2016; Gövdeli & Direkçi, 2018; Büyükdeniz, 2018; Tekkol, 2019; Varol, 2019).

LM , CD_{LM} , CD ve LM_{adj} test istatistiklerinden elde edilen olasılık değerleri 0,05 değerinden küçük, yani $p < 0,05$ olduğunda birimler arası korelasyonun olmadığını söyleyen H_0 boş hipotezi reddedilmektedir (Altıntaş & Mercan, 2015). Eğer H_0 boş hipotezi reddedilirse, panel verilerde durağanlığın tespitinde birimler arası korelasyonu, yani yatay kesit bağımlılığını dikkate alan ikincil kuşak panel birim kök testlerinin kullanılması gerekmektedir.

6.3. Durağanlık

Panel veri ve zaman serileri analizlerinde karşılaşılan problemlerden en önemlisi durağanlık ile ilgilidir. Durağanlık; stokastik süreç içeren veya random bir değişkenin zaman içinde ortalamasının, varyansının ve otokovaryansının sabit olması yani belli bir değere yaklaşması veya beklenen değeri etrafında dalgalanması olarak tanımlanmaktadır.

Analizlerde kullanılan değişkenlerin durağan olmaması, diğer bir deyişle birim kök içermesi durumunda, serilerde durağanlık varsayımı sağlanamadığı için Regresyon Teorisi bozulmaktadır. Bu durum sahte regresyon olarak karşımıza çıkmaktadır. Sahte regresyon durumu sapmalı tahminciler elde edildiğinin ve en önemlisi spesifikasyon hatası yapıldığının bir göstergesidir. Dolayısıyla zaman serilerinde olduğu gibi, panel veri analizlerinde de durağanlığın sağlanması, güvenilir, daha güçlü ve etkin tahminlerin elde edilmesinde, büyük önem taşımaktadır.

Panel veri analizlerinde durağanlığın sağlanması için geliştirilen birim kök testlerinin, zaman serileri için geliştirilen birim kök testlerine göre istatistiksel anlamda daha güçlü olduğu kabul edilmektedir. Bunun nedeni panel veri analizlerinde hem zaman boyutu hem de yatay kesit boyutu bulunması ve analizlere yatay kesit boyutunun eklenmesi sonucu verilerdeki değişkenliğin artmasıdır (Charemza & Deadman, 1997; Göçer, Mercan, & Hotunluoğlu, 2012; Altıntaş & Mercan, 2015; Özçoban, 2019).

Panel birim kök testleri, panelin heterojen veya homojen olmasına ve hatalarda birimler arası korelasyon olup olmamasına göre birincil kuşak panel birim kök testleri ve ikincil kuşak panel birim kök testleri olmak üzere ikiye ayrılmaktadır (Göçer, Mercan, & Hotunluoğlu, 2012; Altıntaş & Mercan, 2015; Özçoban, 2019).

Birincil kuşak panel birim kök testleri birimler arası korelasyon olmadığı varsayımına dayanırken ikincil kuşak panel birim kök testleri birimler arası korelasyonun olduğu varsayımına dayanmaktadır (Koçbulut & Altıntaş, 2016; Büyükdeniz, 2018; Tekkol, 2019).

Birincil kuşak panel birim kök testleri kendi içinde homojen panel birim kök testleri ve heterojen panel birim kök testleri olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Homojen panel birim kök testleri; Levin, Lin ve Chu (LLC) birim kök testi, Harris ve Tzavalis (HT) birim kök testi, Breitung birim kök testi ve Hadri birim kök testidir. Heterojen panel

birim kök testleri ise; Im, Pesaran ve Shin (IPS) birim kök testi ve Choi (2001)'nin çalışmasında Fisher (1932) testine dayanarak kullandığı Fisher Augmented Dickey Fuller (Fisher ADF) birim kök testi ve Fisher Phillips Perron (Fisher PP) birim kök testidir (Göçer, Mercan, & Hotunluoğlu, 2012; Altıntaş & Mercan, 2015; Tataloğlu, 2018; Özçoban, 2019).

Birincil kuşak panel birim kök testleri, birimler arası korelasyonu dikkate almadığı için reddedilmemesi gereken bir hipotezi reddedilebilmektedir ve bu durum yanlış sonuçlara neden olmaktadır. Dolayısıyla durağanlığı incelerken, birimler arası korelasyonu dikkate alan ikincil kuşak panel birim kök testlerinin kullanılması gerekmektedir (Baltagi & Pesaran, 2007; Büyükdeniz, 2018; Tekkol, 2019).

İkincil kuşak panel birim kök testleri ise kendi içinde üç gruba ayrılmaktadır. Birinci grupta, birincil kuşak panel birim kök testlerinin ortalamadan fark alma işlemi ile düzeltilmiş formları yer almaktadır. Burada yapılan ortalamadan fark alma işlemi ile düzeltilen birim kök testleri, heterojen pozitif veya negatif korelasyon olduğu durumlarda, birimler arası korelasyon problemini çözmemekte ve testlerin gücünü azaltmaktadır. Dolayısıyla ikinci grupta bu durumu dikkate alan ve sistem tahminlerine dayanan Görünürde İlişkisiz Regresyon (SUR) temelli birim kök testleri yer almaktadır. Bunlar; Multivariate Augmented Dickey Fuller (MADF) ve Seemingly Unrelated Regression Augmented Dickey Fuller (SURADF) birim kök testleridir. Üçüncü grupta ise ortak faktörler yardımıyla modellenen; Moon ve Perron birim kök testi, Panel Kwiatkowski, Phillips, Schmidt and Shin (PANKPSS) birim kök testi, PANIC birim kök testi, PANICCA birim kök testi, Cross-Section Augmented Sargan ve Bhargava (CSB) birim kök testi ve Cross-Section Augmented Dickey Fuller (CADF) birim kök testi yer almaktadır (Tataloğlu, 2018).

Panel verilerde birim katsayılarının heterojen olduğu ve birimler arası korelasyonun varlığı durumunda, durağanlık sınaması için sıklıkla kullanılan testlerden birisi de Pesaran (2007) tarafından geliştirilen Cross-Section Augmented Dickey Fuller (CADF) birim kök testidir. CADF birim kök testi, zaman serilerinde durağanlığı test etmek için kullanılan ADF testinin, yatay kesit bağımlılığı dikkate alınarak, panel veriler için genişletilmiş versiyonu olarak tanımlanmaktadır (Pesaran, 2007; Büyükdeniz, 2018; Varol, 2019).

Pesaran (2007) birimler arası korelasyonu ortadan kaldırmak ve seriler arası korelasyon hatalarını önlemek için DF veya ADF regresyonlarını, gözlenemeyen ortak faktörü temsilen bağımlı değişkenin birinci farklarını alarak ve gecikme sayılarının yatay kesit ortalamaları ile genişleterek kullanmaktadır (Pesaran, 2007; Tataloğlu, 2018; Büyükdeniz, 2018; Tekkol, 2019; Yıldırım, 2019).

Hata terimlerinde veya ortak faktörde ardışık bağımlılık probleminin olduğu durumlarda, CADF regresyonu, $y_{i,t}$ ve $\bar{y}_{i,t}$ 'nin gecikmeli farklarının eklenmesiyle genişletilebilmektedir (Tataloğlu, 2018).

Bu durumda CADF regresyonu aşağıdaki gibi yazılmaktadır:

$$\Delta y_{i,t} = \alpha_i + \rho_i y_{i,t-1} + d_0 \bar{y}_{t-1} + \sum_{j=0}^p d_{i,j} \Delta \bar{y}_{t-j} + \sum_{j=1}^p \delta_{i,j} \Delta y_{i,t-j} + \varepsilon_{i,t} \quad (3.7)$$

Denklem (3.7)'teki CADF regresyonu durağanlığın sınanmasında kullanılmaktadır.

Buradan hareketle durağanlığın sınamasında kullanılan hipotezler ise, şu şekilde yazılmaktadır:

$$\begin{aligned} H_0: p_i &= 0, (\text{tüm } i\text{'ler için}) & (\text{Seri durağan değildir.}) \\ H_1: \begin{cases} p_i < 0, (i = 1, 2, \dots, N_i) \\ p_i = 0, (i = N_{i+1}, N_{i+2}, \dots, N) \end{cases} & (\text{Seri durağandır.}) \end{aligned}$$

CADF test istatistiği (t -istatistiği) ise şu şekilde hesaplanmaktadır:

$$t_i(N, T) = \frac{\Delta y_i' \bar{M}_w y_{i-1}}{\hat{\sigma}_i \sqrt{y_{i-1}' \bar{M}_w y_{i-1}}} \quad (3.8)$$

Denklem (3.8)'deki CADF test istatistiğinin formülünde yer alan tanımlamalar Pesaran (2007)'de detaylı olarak verilmiştir. CADF birim kök testinde, hesaplanan CADF istatistiği ile paneli oluşturan her bir yatay kesit için bireysel durağanlık sınanabilirken, her bir yatay kesite ait CADF birim kök test istatistiklerinin ortalamaları alınarak

genişletilen Cross Sectionally Im, Pesaran ve Shin (CIPS) istatistiği ile de, panelin geneli için durağanlık sınanabilmektedir.

Bu doğrultuda panelin geneli için durağanlık sınamasında kullanılan CIPS istatistiği şu şekilde hesaplanmaktadır:

$$CIPS(N, T) = \bar{\tau} = N^{-1} \sum_{i=1}^N t_i(N, T) \quad (3.9)$$

Burada, $t_i(N, T)$, her bir i . yatay kesit birimi için hesaplanan CADF istatistiklerini ifade etmektedir. Dolayısıyla bu eşitlik aşağıdaki gibi de yazılabilmektedir:

$$CIPS = N^{-1} \sum_{i=1}^N CADF_i \quad (3.10)$$

Hesaplanan CADF test istatistikleri ve CIPS test istatistiği, mutlak değerce tablo kritik değerinden büyükse, $H_0: p_i = 0$ boş hipotezi reddedilmektedir*. Bu durumda hem tüm yatay kesit birimlerinin, hem de panelin genelinin durağan olduğuna karar verilmektedir. Ayrıca, CADF birim kök testi, $N > T$ veya $T > N$ olmak üzere her iki durumda da kullanılabilmekte, yatay kesit boyutunun ve zaman boyutunun küçük olduğu durumlarda da tutarlı sonuçlar vermektedir (Pesaran, 2007; Altıntaş & Mercan, 2015; Koçbulut & Altıntaş, 2016).

7. ANALİZ SONUÇLARI

Bu başlık altında, çalışmanın uygulaması olan, trafik kazaları ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki için yapılan analiz sonuçları yer almaktadır. İlk adımda çalışmada kullanılan değişkenlerin tanımlayıcı istatistikleri verilmiştir. İkinci adımda değişkenlere ait birimler arası korelasyon testi ve durağanlık testi sonuçları verilmiştir. Son adımda ise YGPR modeli tahmin edilmiş ve sonuçlar ortaya konmuştur.

* İlgili kritik değerler Pesaran (2007)'de yer almaktadır.

7.1. Tanımlayıcı İstatistikler

OECD ülkelerinde meydana gelen trafik kazaları ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkide kişi başına düşen GSYİH düzeyinin rolü, YGPR modeli ile incelenmiştir. Modelde kullanılan değişkenlere ait tanımlayıcı istatistikler Tablo 3.1’de verilmiştir.

Tablo 3.1 Tanımlayıcı İstatistikler

	<i>Trafik Kazalarının Sayısı</i>	<i>Kişi başına düşen GSYİH (\$)</i>
Ortalama	143.291,96	31.575,71
Standart Sapma	350.976,98	11.612,01
Maksimum	2.275.000.00	65.083,26
Minimum	687,00	8.575,30
Gözlem Sayısı	682	682

Tablo 3.1’ de görüldüğü üzere, ülke bazında meydana gelen trafik kaza sayısına ve kişi başına düşen GSYİH değişkenlerine ait ortalama değerleri sırasıyla 143.291,96 ve 31,575,71 \$ bulunmuştur. Trafik kazalarının en fazla meydana geldiği ülke 2.275.000 trafik kazası ile ABD iken, trafik kazalarının en az meydana geldiği ülke 687 trafik kazası ile İzlanda’dır. Kişi başına düşen GSYİH düzeyinin en yüksek olduğu ülke 65.083,26 \$ ile Norveç iken, kişi başına düşen GSYİH düzeyinin en düşük olduğu ülke 8.575,30 \$ ile Letonya’dır.

7.2. Birimler Arası Korelasyon Test Sonuçları

Trafik kazaları ve ekonomik büyüme arasındaki doğrusal olmayan ilişkide kişi başına düşen GSYİH düzeyinin rolünün incelendiği bu çalışmada öncelikle paneli oluşturan yatay kesitler (ülkeler) arasındaki korelasyon incelenmiştir. Birimler arası korelasyonun olup olmadığının test edilmesi bir sonraki aşamada yapılacak olan birim kök testlerinin seçimi konusunda önem taşımaktadır.

Dolayısıyla bu çalışmada, birimler arası korelasyonun varlığı, LM , CD_{LM} , CD ve LM_{adj} testleri ile incelenmiştir. LM , CD_{LM} , CD ve LM_{adj} test istatistiklerine ait sonuçlar Tablo 3.2’de verilmiştir.

Tablo 3.2 Birimler Arası Korelasyon Test Sonuçları

	<i>LnTKS</i>	<i>LnKBGSYIH</i>
<i>LM</i>	4.154,503***	7.771,178***
<i>CD_{LM}</i>	119,967***	238,562***
<i>CD</i>	43,729***	84.633***
<i>LM_{adj}</i>	119,229***	237,824***

*, ** ve *** sırasıyla %10, %5 ve %1 anlamlılık seviyelerini göstermektedir. Burada, *LM*: Breusch & Pagan 1980 testini, *CD_{LM}* : Pesaran 2004 *CD_{LM}* testini, *CD*: Pesaran 2004 *CD* testini ve *LM_{adj}*: Sapması düzeltilmiş *CD* testini ifade etmektedir.

Tablo 3.2’de trafik kaza sayısı ve kişi başına düşen GSYİH düzeyi serilerine ilişkin test istatistikleri incelendiğinde birimler arası korelasyonun olduğunu söyleyen H_1 alternatif hipotezi, birimler arası korelasyonun olmadığını söyleyen H_0 boş hipotezine karşı kabul edilmiştir. Sonuç olarak, serilerde ve modelde birimler arasında korelasyon bulunmakta ve ülkelerden herhangi birine gelen bir şok, diğer ülkeleri de etkilemektedir.

7.3. Birim Kök Testi Sonuçları

Birimler arası korelasyonun olup olmadığı tespit edildikten sonraki aşamada, serilerin durağanlığının incelenmesi gerekmektedir. Bu çalışmada serilerde ve modelde birimler arası korelasyonun varlığı tespit edildiği için durağanlık sınavasında, Pesaran (2007)’nın geliştirdiği literatürde sıklıkla kullanılan ve ikincil kuşak panel birim kök testlerinden olan CADF birim kök testi kullanılmıştır. CADF birim kök testine ait sonuçlar Tablo 3.3’te verilmiştir.

Tablo 3.3 Pesaran (2007) CADF Birim Kök Test Sonuçları

	Sabitli			Sabitli-Trendli				
	Test İst.	Kritik Değerler			Test İst.	Kritik Değerler		
		%1	%5	%10		%1	%5	%10
<i>LnTKS</i>	-2.059*	-2.230	-2.110	-2.040	-4.692***	-2.730	-2.610	-2.540
<i>LnKBGSYIH</i>	-2.527***	-2.230	-2.110	-2.040	-2.858***	-2.730	-2.610	-2.540

*, ** ve *** sırasıyla %10, %5 ve %1 anlamlılık seviyelerini göstermektedir.

Tablo 3.3’ü incelediğimizde serilerin birim kök içermediğini söyleyen H_1 alternatif hipotez, serilerin birim kök içerdiğini söyleyen H_0 boş hipotezine karşı kabul edilmiştir. Bu durum, trafik kaza sayısı ve kişi başına düşen GSYİH düzeyi serilerinin seviyesinde durağan ($I(0)$) olduklarını göstermektedir.

7.4. Yumuşak Geçişli Panel Regresyon (YGPR) Sonuçları

YGPR analizinde kullanılacak değişkenlerin yatay bağımlılığı incelendikten ve düzey değerlerinde durağan oldukları tespit edildikten sonra, YGPR analizinin ilk aşaması olan model belirleme aşamasına geçilmiştir. Bu aşamada doğrusallık testi yapılmakta yani doğrusal model, doğrusal olmayan modele karşı test edilmektedir. Çalışmada, doğrusallığın test edilmesi için Wald (LM_W), Fisher (LM_F) ve Benzerlik Oranı (LRT) test istatistikleri hesaplanmış ve sonuçlar Tablo 3.4’ te verilmiştir.

Tablo 3.4 Doğrusallık Testi Sonuçları

Eşik Değişkeni ($LnKBGSYIH$)	
H_0 : Doğrusal Model H_1 : En az bir eşik değişkenine sahip YGPR Modeli	
LM_W	109,795*** (0,000)
LM_F	124,723*** (0,000)
LRT	119,713*** (0,000)

*, ** ve *** sırasıyla %10, %5 ve %1 anlamlılık seviyelerini göstermektedir. Parantez içleri p olasılık değerlerini göstermektedir.

Tablo 3.4’te LM_W , LM_F ve LRT test istatistikleri, modelin doğrusal olduğunu gösteren H_0 boş hipotezini %1 anlamlılık seviyesinde reddetmektedir. Başka bir ifadeyle, LM_W , LM_F ve LRT için hesaplanan p olasılık değerleri $p < 0,05$ şeklindedir. Dolayısıyla, modelin doğrusal olmayan en az bir eşik değişkenine sahip YGPR modeli olduğunu söyleyen H_1 alternatif hipotezi kabul edilmiştir. Yani trafik kazaları ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkide kişi başına düşen GSYİH düzeyinin rolü için doğrusal modellerin kullanılmasının uygun olmayacağı tespit edilmiştir.

İlk aşamada doğrusallık hipotezi reddedildiği için YGPR analizinin bir sonraki aşamasında, YGPR modelinde yer alan geçiş fonksiyonunun sayısının belirlenmesi, başka bir ifade ile uygun rejim sayısına karar verilmesi gerekmektedir. Bu aşamada bir geçiş fonksiyonunun varlığını gösteren $H_0: r = 1$ boş hipotezi, en az iki geçiş fonksiyonunun varlığını gösteren $H_1: r = 2$ alternatif hipotezine karşı test edilerek, uygun rejim sayısı belirlenmektedir. Uygun rejim sayısının belirlenmesinde de LM_W , LM_F ve LRT testleri kullanılmaktadır. Bu bağlamda uygun rejim sayısını belirlemek için hesaplanan LM_W , LM_F ve LRT testlerine ait sonuçlar Tablo 3.5’te verilmiştir.

Tablo 3.5 Uygun Konum Parametre Sayısının Bulunması

Eşik Değişkeni ($LnKBGSYIH$)	
$H_0 : r = 1$ vs $H_1 : r = 2$	
LM_W	0,004 (0,953)
LM_F	0,003 (0,954)
LRT	0,004 (0,953)

Tablo 3.5'te LM_W , LM_F ve LRT test istatistikleri anlamsız bulunmuştur. Başka bir ifadeyle, LM_W , LM_F ve LRT için hesaplanan p olasılık değerleri $p < 0,05$ olmadığı için, modelin bir geçiş fonksiyonuna sahip olduğunu söyleyen $H_0 : r = 1$ boş hipotezi kabul edilmektedir. Yani modelin bir eşik etkisi içerdiği tespit edilmiş ve iki rejimli YGPR modeli ile tahmin edilmesine karar verilmiştir.

YGPR analizinin son aşaması ise tahmin aşamasıdır. Bu bağlamda, Trafik kazaları ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkide kişi başına düşen GSYİH düzeyinin rolü, iki rejimli YGPR modeli ile tahmin edilmiş ve tahmin sonuçları Tablo 3.6'da verilmiştir.

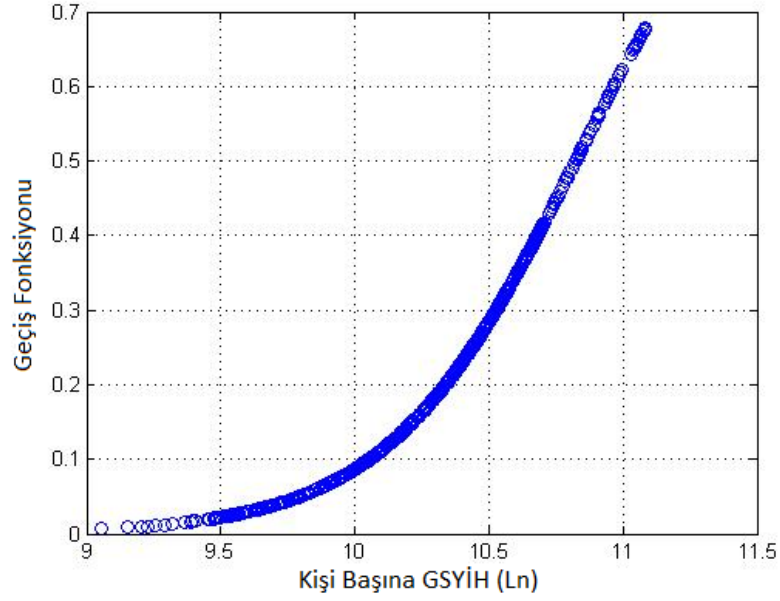
Tablo 3.6 YGPR Modeli Tahmin Sonuçları

Eşik Değişkeni ($LnKBGSYIH$)	Katsayılar
$LnKBGSYIH_1$	0,792*** (0,168)
$LnKBGSYIH_2$	-0,839*** (0,072)
Konum Parametresi, c	10,919
Geçiş Parametresi, γ	2,734

*, ** ve *** sırasıyla %10, %5 ve %1 anlamlılık seviyelerini göstermektedir. Parantez içerisindeki değerler heteroskedasitiye karşın modifiye edilmiş standart hataları göstermektedir.

Tablo 3.6'yı incelediğimizde; modelde eşik değişkeni olarak kullanılan kişi başına düşen GSYİH düzeyine ilişkin katsayı yani konum (eşik) parametresi $c = 10,919$ (55.215,55 \$) ve geçiş (düzleştirme) parametresi $\gamma = 2,734$ olarak hesaplanmıştır. Konum parametresi c , rejimi ikiye bölen katsayı değerini göstermektedir. Düzleştirme parametresi γ 'nin düşük değerler alması, rejimler arası geçiş hızının yavaş olduğunu yani rejim değişiminin yumuşak bir şekilde gerçekleştiğini ifade etmektedir. Dolayısıyla tahmin edilen YGPR modeli, EPR modeline indirgenememektedir.

Trafik kazaları ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkide rejim değişiminin yavaş ve yumuşak bir şekilde gerçekleştiği ve bir zaman süreci gerektirdiği Grafik 3.1’de gösterilmiştir.



Grafik 3.1 Kişi başına düşen GSYİH’ya İlişkin YGPR Modeli ile Elde Edilen Tahmini Geçiş Fonksiyonu

Kaynak: Yazar tarafından MATLAB programı ile elde edilmiştir.

Tablo 3.6’ da kişi başına düşen GSYİH düzeyinin 10,919’un (55.215,55 \$) altında olduğu ilk rejimde kişi başına düşen GSYİH düzeyine ilişkin tahmin edilen eğim katsayısı (β_0), %1 anlamlılık seviyesinde $\beta_0 = 0,792$ olarak bulunmuştur. Kişi başına düşen GSYİH düzeyinin 10,919’un (55.215,55 \$) üstünde olduğu ikinci rejimde ise, kişi başına düşen GSYİH düzeyine ilişkin tahmin edilen eğim katsayısı ($\beta_0 + \beta_1$), %1 anlamlılık seviyesinde $\beta_0 + \beta_1 = -0.047$ olarak bulunmuştur.

Birinci bölümde bahsedildiği gibi, YGPR modellerinde parametre tahminlerinin işaretleri yorumlanmakta ve bağımsız değişkenin bağımlı değişken üzerindeki etkisinin pozitif mi yoksa negatif mi olduğu söylenmektedir. Bu doğrultuda, eğim katsayılarının işaretinin ilk rejimde pozitif, ikinci rejimde ise negatif değer alması OECD ülkelerinde meydana gelen trafik kazaları ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin belirli bir eşik düzeyinin, yani kişi başına düşen GSYİH düzeyinin altında pozitif yönlü olduğunu,

zerinde ise negatif yönlü olduğunu göstermektedir. Bu bağlamda literatür kısmında yer alan çalışmalarla, bu çalışmanın sonuçları uyumludur.

Dolayısıyla, bu çalışma, trafik kazaları ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin doğrusal olmadığı ve kişi başına düşen GSYİH düzeyinin önemli bir rol oynadığı tezini doğrulamaktadır.



SONUÇ

Ekonometrik analizlerde genellikle iktisadi değişkenler arasındaki ilişkilerin doğrusal bir süreç izlediği varsayılarak ve doğrusal regresyon teknikleri kullanılarak modelleme yapılmaktadır. Bu varsayımı dikkate alarak modelleme çalışmaları yapmak, analizlerde doğru, tutarlı, yansız ve etkin sonuçlara ulaşmayı engellemektedir. Çünkü gerçek hayatta doğrusal süreçlerin izlediği yapılarda dışarıdan gelen planlı ya da plansız bir müdahale sonucu kırılmalar meydana gelebilmektedir. Bu kırılmalarda doğrusal süreç izlediğini varsaydığımız değişkenler arasındaki ilişkileri doğrusal süreçten saptırabilmektedir ve doğrusal bir süreçten sapma gösteren değişkenler arasındaki ilişkiyi incelerken doğrusal regresyon tekniklerinin kullanılması doğru bir yaklaşım değildir. Bu nedenle, değişkenler arasındaki ilişkilerin doğrusal olmadığını varsayarak, doğrusal regresyon tekniklerini de kapsayan doğrusal olmayan regresyon tekniklerinin kullanılması gerekmektedir.

Bu çalışmada doğrusal olmayan panel regresyon modelleri ele alınmıştır. Doğrusal olmayan panel regresyon modelleri olarak; Eşikli Panel Regresyon (EPR) Modelinin, Eşikli Dinamik Panel Regresyon (EDPR) Modelinin ve Yumuşak Geçişli Panel Regresyon (YGPR) modelinin kavramsal ve kuramsal çerçevesi açıklanmış ve YGPR modeli üzerine bir uygulama yapılmıştır. Bu kapsamda çalışmada, OECD ülkelerinde 1996-2017 yılları arasında meydana gelen trafik kazaları ve ekonomik büyüme ilişkisi ele alınmış ve kişi başına düşen GSYİH düzeyinin rolü, YGPR modeli ile incelenmiştir. Modelde, trafik kazalarını temsilen yıllık trafik kaza sayısı bağımlı değişken olarak ve ekonomik büyümeyi temsilen 2011 yılı sabit fiyatlarla yıllık kişi başına düşen GSYİH (\$) düzeyi bağımsız değişken olarak kullanılmıştır. Burada kişi başına düşen GSYİH (\$) düzeyi SAGP göre ele alınmıştır ve modelin eşik değişkeni olarak belirlenmiştir.

Çalışmanın ilk adımında, YGPR modellerinin kurulabilmesi için değişkenlere yönelik analizler yapılması gerekmektedir. Bu nedenle çalışmada kullanılan değişkenler arasında birimler arası korelasyonun varlığını incelemek için Breusch-Pagan LM , Pesaran CD_{LM} , Pesaran CD ve Pesaran, Ullah ve Yamagata LM_{adj} testleri uygulanmıştır. Trafik kaza sayıları ve kişi başına düşen GSYİH düzeyine ilişkin serilerde birimler arası

korelasyon olmadığını ifade eden H_0 boş hipotezi reddedilmiştir. Dolayısıyla yatay kesit birimleri arasında bir korelasyonun söz konusu olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Çalışmanın ikinci adımında, durağanlık sınamaları yapılmıştır. Durağanlık sınamaları birimler arası korelasyon olmadığını ve birimler arası korelasyon durumlarına göre ikiye ayrılmaktadır. Birimler arası korelasyon olmaması durumunda, durağanlık birincil kuşak panel birim kök testleri ile sınanırken, birimler arası korelasyon durumunda ikincil kuşak panel birim kök testleriyle sınanmaktadır. Çalışmada birimler arası korelasyon tespit edildiği için Pesaran (2007)'nin geliştirdiği, yatay kesit birimlerinin heterojen ve birimler arası korelasyonun olması durumunda, yapısal kırılmaları da dikkate alan CADF ikincil kuşak panel birim kök testi kullanılmıştır. Sonuçlar doğrultusunda trafik kaza sayıları ve kişi başına düşen GSYİH düzeyine ilişkin serilerin birim kök içerdiğini söyleyen H_0 boş hipotezi reddedilmiştir. Dolayısıyla serilerin seviyesinde ($I(0)$) durağan oldukları bulunmuştur.

Çalışmanın son adımında ise; iki rejimli YGPR modeli tahmin edilmiştir. Doğrusallık testi YGPR analizinde ilk aşamadır. İlk aşamada doğrusal model, doğrusal olmayan modele karşı test edilmiştir. Doğrusallık testi için LM_w , LM_F ve LRT test istatistikleri kullanılmıştır. Test istatistikleri, modelin doğrusal olduğunu söyleyen H_0 boş hipotezini %1 anlamlılık seviyesinde reddetmektedir. Dolayısıyla trafik kazaları ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkide kişi başına düşen GSYİH düzeyinin rolü için doğrusal olmayan modellerin kullanılması gerektiğine karar verilmiştir. YGPR analizinin ikinci aşamasında uygun rejim sayısı belirlenmiştir. Bunun için bir eşik etkisinin olduğunu söyleyen H_0 boş hipotezi, en az iki eşik etkisinin olduğunu söyleyen H_1 alternatif hipotezine karşı doğrusallık testinde kullanılan LM_w , LM_F ve LRT testleri ile sınanmıştır. Burada bir eşik etkisinin olduğunu söyleyen H_0 boş hipotezi reddedilememiştir. Yani YGPR modeli bir eşik etkisi içermektedir. Dolayısıyla, YGPR analizinin son aşamasında trafik kazaları ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki iki rejimli YGPR modeli ile tahmin edilmiştir. YGPR modelinin sonuçlarına göre, kişi başına düşen GSYİH düzeyine ait tahmin edilen eşik parametresi $c = 10,919$ yani 55.215,55 \$ olarak bulunmuştur. Kişi başına düşen GSYİH düzeyinin 10,919'un altında yani 55.215,55 \$ daha düşük olduğu ilk rejimde kişi başına düşen GSYİH düzeyine ilişkin tahmin edilen eğim katsayısı (β_0), %1 anlamlılık seviyesinde istatistiksel olarak anlamlı ve $\beta_0 = 0,792$

pozitif olarak bulunmuştur. Kişi başına düşen GSYİH düzeyinin 10,919'un üstünde olduğu yani 55.215,55 \$ fazla olduğu ikinci rejimde ise, kişi başına düşen GSYİH düzeyine ilişkin tahmin edilen eğim katsayısını gösteren ($\beta_0 + \beta_1$) değeri, %1 anlamlılık seviyesinde istatistiksel olarak anlamlı ve $\beta_0 + \beta_1 = -0.047$ negatif olarak bulunmuştur. YGPR modellerinde parametre tahminlerinin sadece işaretleri yorumlanmaktadır. Dolayısıyla kişi başına düşen GSYİH düzeyi, eşik parametresinin altında olduğu durumda trafik kazaları artış eğilimi gösterirken, üstünde olduğu durumda trafik kazaları azalış eğilimi göstermektedir. Yani kişi başına düşen GSYİH düzeyinin düşük olması, trafik kazaları üzerinde artırıcı bir etkiye sahiptir. Bu durum, bireylere olduğu kadar ülke ekonomilerine de maddi ve manevi zararlar vermektedir. Diğer bir deyişle elde edilen bulgular, kişi başına düşen GSYİH düzeyinin, trafik kazalarının azalmasında veya artmasında önemli bir faktör olduğunu göstermektedir.

Ülkelerin nüfusları her geçen gün artmakta, gelişen ülke ekonomileriyle beraber ulaşım önem kazanmaktadır. Ulaşım kapasitesinin artması, trafik hacmini ve beraberinde trafik yoğunluğunu arttırmakta, araç sayısında yaşanan artış ile birlikte karayolunda trafik kazalarında artış meydana gelmekte, trafik güvenliği tehlikeye girmekte ve sorunlarının çözümlenmesini zorunlu kılmaktadır. Ülkelerin gelişmişlik düzeyleri, trafik kazalarının azaltılması ve trafik güvenliği ile doğru orantılı olup trafik kazalarını azaltan stratejilerin uygulanması açısından önemlidir. Bu nedenle, ülkelerin kişi başına düşen GSYİH düzeyleri beraberinde gelişmiş alt yapı ve gelişmiş araçların kullanımını arttıracığından trafik kazalarını azaltan önemli parametrelerden biridir.

Türkiye geliştirmekte olan bir ülke olmasına ve kişi başına düşen GSYİH düzeyi artmasına rağmen trafik kazalarında mevzuat eksikliği, kurallara uymamak ve uygulamadan kaynaklanan sebeplerden dolayı azalış çok az görülmektedir. Bu sorunun çözümü için aşağıdaki strateji ve eylem planları hayata geçirilmelidir:

- Trafik kurallarına uymayanlarla ilgili cezaların caydırıcı olması,
- Otopark yönetmeliğinin acilen hayata geçirilmesi,
- Üç senede bir sürücü belgesi sahipleri için psikiyatri testinin zorunlu hale getirilmesi veya sürücü belgesi almadan önce sağlık ile ilgili raporların bu hassasiyetlere uygun verilerek sürücü kaynaklı trafik kazalarının sayısının azaltılması,

- Araçların muayene dönemlerinde kontrollerin ve denetimlerin teknik açıdan arttırılarak araç kusurlarının yol açtığı trafik kazalarını azaltılması,
- Sürücü belgesine el koyma kıstaslarının arttırılarak sürücülerin daha dikkatli sürüş yapmalarının sağlanması,
- Önce yaya gibi ve benzeri projelerin artırılarak trafik bilincinin topluma yaygınlaştırılması,
- Tüm eğitim kademelerinde trafik bilincinin oluşması ve farkındalığın artması için dersler, etkinlikler, seminerler ve konferansların ülke çapında tüm eğitim kurumlarına yaygınlaştırılması,
- Gelişmiş ülkelerdeki trafik alt yapısı ve Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS) teknolojilerinin ülkemizde kullanımını yaygınlaştırmak için aşağıdaki alt eylem planlarının uygulamaya geçirilmesi,
 - AUS Türkiye mimarisini güncellenmesi,
 - AUS Türkiye strateji ve eylem planlarını güncellenmesi,
 - Yerel ve merkezi yönetimlerin bu strateji ve eylem planlarına uymasının sağlanması,
 - Trafik ile ilgili tüm yönetim birimlerinin(EGM, KGM, HGM, Bakanlık, AUS Türkiye, Yerel Yönetim Birimleri(UKOME)) akıllı ulaşım çatısı altında tek bir merkezden yönetilmesi için gerekli mevzuatın hazırlanması,
 - Mevcut alt yapının rehabilite edilerek yol ve trafik güvenliğinin arttırılması,
 - Yeni yapılan otoyollarda AUS teknolojilerinin etkin biçimde kullanılması ve ülke çapına yaygınlaştırılması,
 - Toplu ulaşımın cazibesinin artırılarak kişisel araç kullanımının azaltılması,
 - Ulaşımın kolay ve erişilebilir olması için kentiçi yollarda da AUS teknolojilerinin kullanımını yaygınlaştırmak için yerel yönetimlere destek sağlanması,

Bu çalışmaların yapılması ve sağlam temeller üzerine oturtulması durumunda;

- Trafik sorunları azalacak
- Bireylerde trafik bilinci oluşacak
- Sürücüler ve yayalar için güvenli trafik ortamı hazırlanacak

ve dolayısıyla trafik kazaları büyük ölçüde azalacaktır.

Trafik kazalarının azaltılması ve trafik güvenliği ile ilgili stratejilerin gelişimi açısından ülkelerin gelişmişlik düzeyleri ve gelir farklılıklarının da büyük bir önem taşıdığı görülmektedir. Bu nedenle ülkelerin kişi başına düşen GSYİH düzeylerini arttırıcı politikalar izlemesi gerekmektedir.

Son olarak trafik kazaları ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki ile ilgili daha kapsamlı çalışmaların yapılabilmesi için GSYİH parametresinin yanında, modelleme yapılırken trafik kazalarını etkileyen diğer parametrelerinde kullanılması daha güvenilir sonuçların elde edilmesinde önem taşıyacaktır. Dolayısıyla bu durum, trafik güvenliğinin sağlanması ve kazaların azaltılması için yapılacak politikalarda, yetkili mercilerin doğru kararlar ve önlemler almalarını sağlayacaktır.

KAYNAKÇA

- AFAD. (2019). *AFAD Açıklamalı Afet Yönetimi Terimleri Sözlüğü*. Ağustos 2, 2019 tarihinde AFAD: <https://www.afad.gov.tr/aciklamali-afet-yonetimi-terimleri-sozlugu> adresinden alındı
- Akdağ, İ. (2019). *Türkiye'deki Trafik Kazaları İle Ekonomik Kalkınma Arasındaki İlişkinin Analizi (1995 - 2017)*. Diyarbakır: Dicle Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İktisat Anabilim Dalı.
- Akgüngör, A. P., & Doğan, E. (2008). Smeed ve Andreassen Kaza Modellerinin Uygulaması: Farklı Senaryo Analizleri. *Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 23(4), 821-827.
- Akıncı, G. Y., & Akıncı, M. (2019). İstikrardan İstikrarsızlığa: Finansal İstikrarsızlık Hipotezi Çerçevesinde Finansal Kalkınma-Ekonomik Büyüme İlişkileri Üzerine. *Finans Politik & Ekonomik Yorumlar*, 56(649), 191-213.
- Allegret, J.-P., Couharde, C., Coulibaly, D., & Mignon, V. (2014). Current Accounts and Oil Price Fluctuations in Oil-Exporting Countries: The Role of Financial Development. *Journal of International Money and Finance*, 47, 185-201. doi:10.1016/j.jimonfin.2014.06.002
- Alptekin, D., Aladağ, Ç. H., & Alptekin, B. (2017). Trafiğe Kayıtlı Araç Sayısı, Gerçekleşen Kaza Sayısı ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişkinin Analiz Edilmesi: Türkiye Örneği. *Uluslararası Trafik ve Ulaşım Güvenliği Dergisi*, 3(1), 5-11.
- Altıntaş, H., & Mercan, M. (2015). AR-GE Harcamaları ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: OECD Ülkeleri Üzerine Yatay Kesit Bağımlılığı Altında Panel Eşbütünleşme Analizi. *Ankara Üniversitesi Siyasal Bilgiler Fakültesi Dergisi*, 70(2), 345-376.
- Altun, Ş., & Sarioğlu, C. (2006). *Türk Popüler Tarihinde İlkler*. Alfa Yayınları.
- Arellano, M., & Bover, O. (1995). Another Look at The Instrumental Variable Estimation of Error-Components Models. *Journal of Econometrics*, 68(1), 29-51. doi:10.1016/0304-4076(94)01642-D
- Aslanidis, N., & Xepapadeas, A. (2006). Smooth Transition Pollution-Income Paths. *Ecological Economics*, 57(2), 182-189. doi:10.1016/j.ecolecon.2005.04.002
- Atalay, A., Tortum, A., & Çodur, Y. M. (2014). Faktör Analizi Kullanılarak Trafik Kazalarının Modellenmesi . *Uluslararası Trafik ve Ulaşım Güvenliği Dergisi*, 1(1), 35-54.
- Aydemir, H., & Çubuk, M. K. (2016). Karayollarının Türkiye'de Genel Durumunun Araştırılması İle Yaşanan Değişimler ve Gelecek Strateilerine Dair Tavsiyeler. *Gazi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 128-146. <https://dergipark.org.tr/download/article-file/303151> adresinden alındı

- Aydın, C. (2017). Türkiye'de Bölgesel Enflasyonun, Bölgesel İşsizlik ve Büyüme Üzerine Etkisi: Panel Yumuşak Geçişli Regresyon Yaklaşımından Yeni Kanıtlar. *Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 15(3), 114-131. doi:10.11611/yead.333793
- Aydın, C., Akıncı, M., & Yılmaz, Ö. (2016). Ekonomik Büyüme Dinamizmini Enflasyon Ne Zaman Engeller?: Yükselen Ekonomiler Üzerine Bir Dinamik Panel Eşik Modeli. *Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 18(3), 748-761.
- Aydın, C., Darıcı, B., & Kutlu, Ş. Ş. (2019). Ekonomik Büyüme Çevre Kirliliğini Azaltır mı? *Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 7(2), 191-196.
- Aydiner, M. (2016). Türkiye'nin İhracatına Etki Eden Kur Dalgalanma Eşik Değer Tahmini. *Ekonomi ve Yönetim Araştırmaları Dergisi*, 5(1), 114-131.
- Bagherinabel, E. (2014). *Trafik Kazalarının Zaman Serisi Analizi İle Değerlendirilmesi*. Zonguldak: Bülent Ecevit Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Halk Sağlığı Anabilim Dalı.
- Bai, J. (1997). Estimating Multiple Breaks One at a Time. *Econometric Theory*, 13(3), 315-352.
- Baltagi, B. H., & Pesaran, M. H. (2007). Heterogeneity and Cross Section Dependence in Panel Data Models: Theory and Applications Introduction. *Journal Of Applied Econometrics*, 22(2), 229-232. doi:10.1002/jae.955
- Bayrakdar, P., & Camkesen, N. (1997). Kaza Alan Analizi Yardımı ile Kazaların Gerçek Nedenlerinin Saptanması. II. *Ulaşım ve Trafik Kongresi-Sergisi* (s. 351-357). Ankara: TMMOB Makine Mühendisleri Odası. <https://docplayer.biz.tr/15603392-Alan-analizi-yontemi-ele-kazalarin-gercek-nedenlerinin-saptanmasi.html> adresinden alındı
- Beeck, E. F., Borsboom, G. J., & Mackenbach, J. P. (2000). Economic Development And Traffic Accident Mortality In The Industrialized World, 1962-1990. *International Journal of Epidemiology*, 29(3), 503-509. doi:10.1093/ije/29.3.503
- Bessec, M., & Fouquau, J. (2008). The Non-Linear Link Between Electricity Consumption and Temperature in Europe: A Threshold Panel Approach. *Energy Economics*, 30(5), 2705-2721. doi:10.1016/j.eneco.2008.02.003
- Bishai, D., Quresh, A., James, P., & Ghaffar, A. (2006). National Road Casualties and Economic Development. *Health Economics*, 15(1), 65-81. doi:10.1002/hec.1020
- Bocutoğlu, E. (2012). *Makro İktisat: Teoriler ve Politikalar*. Trabzon: Murathan Yayınevi.
- Bougueroua, M., & Carnis, L. A. (2016). Economic Development, Mobility and Traffic Accidents in Algeria. *Accident Analysis & Prevention*, 92, 168-174. doi:10.1016/j.aap.2016.03.016

- Breusch, T. S., & Pagan, A. R. (1980). The Lagrange Multiplier Test and Its Applications to Model Specification in Econometrics. *The Review of Economic Studies*, 47, 239-253. doi:10.2307/2297111
- Bülbül, H. (2018). *Finansal Kriz Modelleri Çerçevesinde Türkiye'nin Kriz Öngörü Modelinin Geliştirilmesi*. İstanbul: Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Büyükdenez, A. (2018). *Teknoloji Yoğunluğuna Göre Dış Ticaret Ve Kur İlişkisi: Panel Veri Analizi*. Ankara: Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Caner, M., & Hansen, B. E. (2004). Instrumental Variable Estimation of a Threshold Model. *Econometric Theory*, 20(5), 813-843. doi:10.1017/s0266466604205011
- Cengiz, F. (2013). *Trafik ve İlk Yardım Ders Notu*. Ankara: MEB Haya Boyu Öğrenme Genel Müdürlüğü Yayınları Açıköğretim Okulları Ders Notları Dizisi.
- Chan, K. S. (1993). Consistency and Limiting Distribution of The Least Squares Estimator of a Threshold Autoregressive Model. *The Annals of Statistics*, 21(1), 520-533. doi:10.1214/aos/1176349040
- Chang, C.-L., Khamkaew, T., & McAleer, M. (2009). A Panel Threshold Model of Tourism Specialization and Economic Development. *Available at SSRN 1496324*.
- Chang, T., & Chiang, G. (2007). Threshold Effect of Debt_to_GDP Ratio on GDP per Capita with Panel Threshold Regression Model: The Case of OECD Countries. Feng Chia University Department of Finance.
- Chang, T., Kang, S., & Chiang, G. (2010). Exploring an Efficient Investment Regime: The Case of SP100 Companies. *International Review of Financial Analysis*, 19(2), 134-139. doi:10.1016/j.irfa.2010.01.002
- Chang, T.-H., Huang, C.-M., & Lee, M.-C. (2009). Threshold Effect of The Economic Growth Rate on The Renewable Energy Development from a Change in Energy Price: Evidence from OECD Countries. *Energy Policy*, 37(12), 5796-5802. doi:10.1016/j.enpol.2009.08.049
- Charemza, W. W., & Deadman, D. F. (1997). *New Directions in Econometric Practice, Second Edition*. Edward Elgar Publishing.
- Chen, G. (2014). Association Between Economic Fluctuations and Road Mortality in OECD Countries. *The European Journal of Public Health*, 24(4), 612-614. doi:10.1093/eurpub/cku014
- Chen, Y.-S., Shih, C.-Y., & Chang, C.-H. (2013). Explore The New Relationship Between Patents and Market Value: a Panel Smooth Transition Regression (PSTR) Approach. *Scientometrics*, 98(2), 1145-1159. doi:10.1007/s11192-013-1110-9

- Cheng, C.-H., & Wu, P.-C. (2013). Nonlinear Earnings Persistence. *International Review of Economics and Finance*, 25, 156-168. doi:10.1016/j.iref.2012.07.003
- Colletaz, G., & Hurlin, C. (2006). Threshold Effects in the Public Capital Productivity: An International Panel Smooth Transition Approach. *Document de Recherche du Laboratoire d'Economie d'Orléans*, 1-42. <https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00008056/document> adresinden alındı
- Coşkun, M., Ocaklı, H., Saz, G. Z., & Demir, İ. (2002). Türkiye'de Trafik Eğitimi ve Jandarmanın Durumu. Trafik Güvenliği Kongre Yayınları. Mart 20, 2020 tarihinde <http://www.trafik.gov.tr/kurumlar/trafik.gov.tr/Arsiv/SiteAssets/Yayinlar/Bildiriler/pdf/A6-91.pdf> adresinden alındı
- Çodur, M. Y. (2012). *Trafik Kaza Tahmin Modelleri: Erzurum İli Çevre Karayolları İçin Uygulamalar*. Erzurum: Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü: İnşaat Mühendisliği Anabilimdalı.
- Dadgar, I., & Norström, T. (2016). Short-term and Long-term Effects of GDP on Traffic Deaths in 18 OECD Countries, 1960–2011. *Journal of Epidemiology and Community Health*, 71(2), 146-153. doi:10.1136/jech-2015-207138
- Dalgıç, B. (2011). *İthalat Aracılığıyla Teknoloji Yayılımları: Türkiye İmalat Sanayi Örneği*. Ankara: Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Delatte, A.-L., Fouquau, J., & Portes, R. (2017). Regime-Dependent Sovereign Risk Pricing During the Euro Crisis. *Review of Finance*, 21(1), 363-385. doi:10.1093/rof/rfw050
- Delatte, A.-L., Gex, M., & López-Villavicencio, A. (2012). Has The CDS Market Influenced The Borrowing Cost of European Countries During The Sovereign Crisis? *Journal of International Money and Finance*, 31(3), 481-497. doi:10.1016/j.jimonfin.2011.10.008
- Dijk, D. v., Teräsvirta, T., & Franses, P. H. (2002). Smooth Transition Autoregressive Models - A Survey of Recent Developments. *Econometric Reviews*, 21(1), 1-47. doi:10.1081/etc-120008723
- Eitrheim, Ø., & Teräsvirta, T. (1996). Testing The Adequacy of Smooth Transition Autoregressive Models. *Journal of Econometrics*, 74(1), 59-75. doi:10.1016/0304-4076(95)01751-8
- Enu, P. (2014). Road Traffic Accidents and Macroeconomic Conditions in Ghana. *Social and Basic Sciences Research Review*, 2(9), 374-393.
- Espinoza, R., Leon, H., & Prasad, A. (2012). When Should We Worry About Inflation? *The World Bank Economic Review*, 26(1), 100-127. https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/15342/wber_26_1_100.pdf?sequence=1 adresinden alındı

- Eygü, H. (2018). Trafik Kazalarını Etkileyen Faktörlerin Yapısal Eşitlik Modeli İle İncelenmesi. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 17(66), 837-850. <https://dergipark.org.tr/download/article-file/455302> adresinden alındı
- Fouquau, J., Hurlin, C., & Rabaud, I. (2008). The Feldstein-Horioka Puzzle: a Panel Smooth Transition Regression Approach. *Economic Modelling*, 25(2), 284-299. doi:10.1016/j.econmod.2007.06.008
- González, A., Teräsvirta, T., & Dijk, D. v. (2005). Panel Smooth Transition Regression Model and an Application to Investment Under Credit Constraints. *Work in progress, January 2005*. Stockholm School of Economics.
- González, A., Teräsvirta, T., & Dijk, D. v. (2005). Panel Smooth Transition Regression Models. *Working Paper Series in Economics and Finance, No. 604*. The Economic Research Institute, Stockholm School of Economics.
- González, A., Teräsvirta, T., Dijk, D. v., & Yang, Y. (2017). Panel Smooth Transition Regression Models. *CREATES Research Paper*, 1-47. https://econ.au.dk/fileadmin/site_files/filer_oekonomi/Working_Papers/CREATES/2017/rp17_36.pdf adresinden alındı
- Göçer, İ., Mercan, M., & Hotunluoğlu, H. (2012). Seçilmiş OECD Ülkelerinde Cari İşlemler Açığının Sürdürülebilirliği: Yatay Kesit Bağımlılığı Altında Çoklu Yapısal Kırılmalı Panel Veri Analizi. *Maliye Dergisi*(163), 449-467.
- Gövdeli, T., & Direkçi, T. B. (2018). Petrol Tüketimi ve Büyüme: OECD Ülkelerine İlişkin Panel Veri Analizi. *Gaziantep University Journal of Social Sciences*, 17(4), 1574-1585.
- Greene, W. H. (2012). *Econometric Analysis Seventh Edition*. Pearson Education.
- Güloğlu, B., & İvrendi, M. (2010). Output Fluctuations: Transitory or Permanent? The Case of Latin America. *Applied Economics Letters*, 17(4), 381-386. doi:10.1080/13504850701735880
- Güloğlu, B., & Nazlıoğlu, Ş. (2013). Enflasyonun Tarımsal Fiyatlar Üzerindeki Etkileri: Panel Yumuşak Geçiş Regresyon Analizi. *Siyaset, Ekonomi ve Yönetim Araştırmaları Dergisi*, 1(1), 1-20. <http://www.siyasetekonomiyonetim.org/index.php/sevad/article/view/18/4> adresinden alındı
- Güriş, S., & Çağlayan, E. (2013). *Ekonometri Temel Kavramlar*. İstanbul: Der Yayınları.
- Hansen, B. E. (1996). Inference When a Nuisance Parameter Is Not Identified Under the Null Hypothesis. *Econometrica*, 64(2), 413-430. doi:10.2307/2171789
- Hansen, B. E. (1999). Testing for Linearity. *Journal of Economic Surveys*, 13(5), 551-576. doi:10.1111/1467-6419.00098

- Hansen, B. E. (1999). Threshold Effects in Non-dynamic Panels: Estimation, Testing, and Inference. *Journal of Econometrics*, 93(2), 345-368. doi:10.1016/s0304-4076(99)00025-1
- Hansen, B. E. (2000). Sample Splitting and Threshold Estimation. *Econometrica*, 68(3), 575-603. doi:10.1111/1468-0262.00124
- Harb, N. (2016). *A Study on the Non-Linearity Hypothesis Between Various Macroeconomic Variables and Economic Growth in Developing Countries*. İngiltere: University of Leicester School of Business Economics Division.
- Hsiao, C. (2003). *Analysis of Panel Data Second Edition*. United Kingdom: Cambridge University Press.
- İstanbul Büyükşehir Belediyesi İtfaiye Daire Başkanlığı. (2008). *Trafik Kazaları Eğitim Kitabı*. İstanbul, Bahçelievler, Türkiye: İstanbul Büyükşehir Belediyesi İtfaiye Daire Başkanlığı. http://itfaiye.ibb.gov.tr/img/111834432020__399591327.pdf adresinden alındı
- Iwata, K. (2010, Aralık 9). "The relationship between traffic accidents and economic growth in China". *Economic Bulletin*, 30(4).
- İzgi, V. (2019). *Doğrudan Yabancı Sermaye Yatırımları ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Panel Eşik Değer Analizi*. Nevşehir: Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İktisat Anabilim Dalı.
- Jansen, E. S., & Teräsvirta, T. (1996). Testing Parameter Constancy and Super Exogeneity in Econometric Equations. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 58(4), 735-763. doi:10.1111/j.1468-0084.1996.mp58004008.x
- Karagül, M. (2014). Kalkınma Sürecinde Üretim Faktörlerinin Yeniden Tanımlanması. *Leges Ekonomik ve Hukuk Araştırmaları Dergisi*(1), 1-11.
- Karayolları Trafik Kanunu. (1983, Ekim 18). *Karayolları Trafik Kanunu İkinci Bölüm, Madde: 3 Kanun No: 2918, Sayı: 18195*. Mevzuat: <https://www.mevzuat.gov.tr/MevzuatMetin/1.5.2918.pdf> adresinden alındı
- Karayolları Trafik Yönetmeliği. (1997, Temmuz 18). *Karayolları Trafik Yönetmeliği İkinci Bölüm, Madde: 3 Resmi Gazete Yayın Tarih: 18.07.1997, Sayı: 23053 Mükerrer*. Mevzuat: <http://www.mevzuat.gov.tr/Metin.Aspx?MevzuatKod=7.5.8182&MevzuatIliski=0&sourceXmlSearch=Karayollar%C4%B1%20trafik%20y%C3%B6netmeli%C4%9Fi> adresinden alındı
- Karhan, G., & Güdelci, E. N. (2017). Gelir Dağılımı ve Ekonomik Kalkınma (Kuznet's Hipotezi): Yumuşak Geçişli Panel Regresyon (PSTR) Analizi. *Journal Of Social And Humanities Sciences Research*, 4(15), 2143-2148.

- Karpat, G., & Yılmaz, V. (2002). Türkiye'deki Trafik Kazalarının Oluş Şekillerinin, Kazanın Olduğu Yerdeki Trafik, Aydınlatma ve Yol Durumuna Göre İller Bazında İncelenmesi. *Uluslararası Trafik ve Yol Güvenliği Kongresi* (s. 1-9). Ankara: Gazi Üniversitesi. Trafik Hizmetleri Başkanlığı: <http://www.trafik.gov.tr/kurumlar/trafik.gov.tr/Arsiv/SiteAssets/Yayinlar/Bildiriler/pdf/C5-61.pdf> adresinden alındı
- Kartal, M., Kutlar, A., & Beğen, A. (2011). Lojistik Regresyon Tekniği İle Trafik Kazalarını Etkileyen Risk Faktörlerinin İncelenmesi: Sivas, Kayseri Ve Yozgat Örneği. *Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 7(2), 45-68.
- Kavkler, A., Mikek, P., Böhm, B., & Boršič, D. (2007). Nonlinear Econometric Models: The Smooth Transition Regression Approach.
- Kaygısız, Ö., Düzgün, Ş., Akın, S., & Çelik, Y. (2012). *Coğrafi Bilgi Sistemleri Kullanılarak Trafik Kazalarının Zamansal Ve Mekânsal Analizi*. Ankara: Trafik Araştırma Merkezi Müdürlüğü.
- Koçbulut, Ö., & Altıntaş, H. (2016). İkiz Açıklar ve Feldstein-Horioka Hipotezi: OECD Ülkeleri Üzerine Yatay Kesit Bağımlılığı Altında Yapısal Kırılmalı Panel Eşbütünleşme Analizi. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*(48), 145-174.
- Koçbulut, Ö., & Altıntaş, H. (2019). Doğrudan Yabancı Yatırımlar ve Ekonomik Büyüme: OECD Ülkeleri için Panel Eşik Değer Analizi. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*(54), 89-113.
- Koçbulut, Ö., & Barış, S. (2016). Avrupa Birliği Ülkelerinde İhracat ve Doğrudan Yabancı Yatırımların Kadın İstihdamı Üzerindeki Etkisi: Panel Veri Analizi. *Aydın İktisat Fakültesi Dergisi*, 1(2), 22-39. <https://dergipark.org.tr/en/pub/aifd/issue/28229/299721> adresinden alındı
- Kopits, E., & Cropper, M. (2005). Traffic Fatalities and Economic Growth. *Accident Analysis & Prevention*, 37(1), 169-178. doi:10.1016/j.aap.2004.04.006
- Korkmaz, Y. (2005). *Türkiye Karayollarında Meydana Gelen Trafik Kazalarının Çoklu Regresyon Analizi İle Modellenmesi*. Kırıkkale: Kırıkkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Anabilim Dalı.
- Kremer, S., Bick, A., & Nautz, D. (2013). Inflation and Growth: New Evidence From a Dynamic Panel Threshold Analysis. *Empirical Economics*, 44(2), 861-878. doi:10.1007/s00181-012-0553-9
- Lamadrid-Contreras, A., & Ramírez-Rondán, N. R. (2018). Panel Models with Two Threshold Variables: The Case of Financial Constraints. *Peruvian Economic Association, Working Paper No. 128*.

- Lee, C.-C., & Chiu, Y.-B. (2011). Electricity Demand Elasticities and Temperature: Evidence From Panel Smooth Transition Regression with Instrumental Variable Approach. *Energy Economics*, 33(5), 896-902. doi:10.1016/j.eneco.2011.05.009
- Luukkonen, R., Saikkonen, P., & Teräsvirta, T. (1988). Testing Linearity Against Smooth Transition Autoregressive Models. *Biometrika*, 75(3), 491-499. doi:10.2307/2336599
- Mekky, A. (1985). *Effects of rapid increase in motorization levels on road fatality rates in some rich developing countries*. Benghazi, Libya: Garyounis University Faculty of Engineering Department of Civil Engineering.
- Menyah, K., Nazlıoğlu, Ş., & Wolde-Rufael, Y. (2014). Financial Development, Trade Openness and Economic Growth in African Countries: New Insights from a Panel Causality Approach. *Economic Modelling*, 37, 386-394. doi:10.1016/j.econmod.2013.11.044
- Murat, B. (2010). *Hukuki Ve Cezai Sorumluluk Açısından Trafik Kazaları Ve Trafik Kazalarının Tespitinde Yeni Bir Model Önerisi*. Ankara: Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Murat, Y. Ş., & Şekerler, A. (2009). Trafik Kaza Verilerinin Kümelendirme Analizi Yöntemi ile Modellenmesi. *İMO Teknik Dergi*(311), 4759-4777.
- Nişanyan, S. (2018). *Nişanyan Sözlük & Çağdaş Türkçenin Etimolojisi*. Liber Plus Yayınları.
- Ocaktan, M. E. (2017, Ocak 31). *Kazalar ve Halk Sağlığı Açısından Önemi*. Açık Arşiv Ankara: <http://acikarsiv.ankara.edu.tr/browse/31719/ES%C4%B0N%20OCAKTAN%20%20KAZALAR%20VE%20HALK%20SA%C4%9ELI%C4%9EI%20A%C3%87ISINDAN%20%C3%96NEM%C4%B0%20OCAK%202017.pdf?showadresinden%20alindi>
- OECD. (2019). Infrastructure investment (Indicator). doi:10.1787/b06ce3ad-en
- OECD. (2020). Road Accidents (Indicator). doi:10.1787/2fe1b899-en
- Omay, T., Eyden, R. v., & Gupta, R. (2017). Inflation-Growth Nexus: Evidence From a Pooled CCE Multiple Regime Panel Smooth Transition Model. *Empirical Economics*, 54(3), 913-944. doi:10.1007/s00181-017-1237-2
- Öz, B., Özkan, T., & Lajunen, T. (2010). An Investigation of The Relationship Between Organizational Climate and Professional Drivers' Behaviours. *Safety Science*, 1484-1489.
- Özçoban, D. (2019). *Dış Ticaret Hadlerinin Ekonomik Büyüme Üzerindeki Etkisinde Enflasyonun Rolü: Türkiye Uygulaması*. Bandırma: Bandırma Onyedli Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

- Pesaran, M. H. (2004). *General Diagnostic Tests for Cross Section Dependence in Panels* (No: 1240). Institute of Labor Economics (IZA). https://www.researchgate.net/profile/Hashem_Pesaran/publication/5135424_General_Diagnostic_Tests_for_Cross_Section_Dependence_in_Panels/links/0912f5102adaa7ec9d000000.pdf adresinden alındı
- 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. doi:10.1002/jae.951
- Pesaran, M. H. (2015). *Time Series and Panel Data Econometrics*. Oxford University Press.
- Pesaran, M. H., Smith, L., & Yamagata, T. (2013). Panel Unit Root Tests in The Presence of a Multifactor Error Structure. *Journal of Econometrics*, 175(2), 94-115. doi:10.1016/j.jeconom.2013.02.001
- Pesaran, M. H., Ullah, A., & Yamagata, T. (2008). A Bias-Adjusted LM Test of Error Cross-Section Independence. *Econometrics Journal*, 11(1), 105-127. doi:10.1111/j.1368-423X.2007.00227.x
- Saplıoğlu, M., & Karaşahin, M. (2006). Coğrafi Bilgi Sistemi Yardımı İle Isparta İli Kentiçi Trafik Kaza Analizi. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 12(3), 321-332. <http://oaji.net/articles/2014/1486-1417080356.pdf> adresinden alındı
- Seleteng, M., Bittencourt, M., & Eyden, R. v. (2013). Non-Linearities in Inflation-Growth Nexus in The SADC Region: A Panel Smooth Transition Regression Approach. *Economic Modelling*, 30, 149-156.
- Sungur, İ., Akdur, R., & Piyal, B. (2014). Türkiye'deki Trafik Kazalarının Analizi. *Ankara Medical Journal*, 14(3), 114-124.
- Şahin, M. (2018). *Evrimsel İktisat Bakış Açısıyla Teknoloji Transfer Göstergelerinin Asimetrik Bilgi Altında Doğrusal Olmayan Panel Veri Analizi*. İstanbul: Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Şen, Y. S. (2013, Haziran 5). Türkiye ve Dünyada Trafik Kazası Nedenleri, Alınabilecek Önlemler Ve İlgili İstatistikler. *Üretim Yönetimi Makale Ödevi*. İstanbul: Beykent Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Yönetimi Anabilim Dalı İşletme Yönetimi Bilim Dalı. Kasım 1, 2019 tarihinde https://www.academia.edu/4439520/T%C3%BCrkiye_ve_D%C3%BCnyada_Trafik_Kazas%C4%B1_Nedenleri_AI%C4%B1nabilecek_%C3%96nlemler_ve_%C4%B0lgili_%C4%B0statistikler adresinden alındı
- Şengül, A. (2015). *Trafik Kazalarında Gerçek Verilerin Oluşturulması ve Trafik Kazalarının Önlenmesine Yönelik Etkin Eğitim Faaliyetlerinin İncelenmesi*. İstanbul: Bahçeşehir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

- Tataloğlu, F. Y. (2018). *Panel Zaman Serileri Analizi*. İstanbul: Beta Basım Yayım Dağıtım A.Ş.
- Tekkol, B. (2019). *Enerji Tüketiminin Ekonomik Büyüme Üzerindeki Etkisinde Enerji Verimliliğinin Rolü: Türkiye Örneği*. Bandırma: Bandırma Onyedİ Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Teräsvirta, T. (1994). Specification, Estimation, and Evaluation of Smooth Transition Autoregressive Models. *Journal of the American Statistical Association*, 89(425), 208-218. doi:10.2307/2291217
- Teräsvirta, T., & Granger, C. W. (1993). *Modelling Nonlinear Economic Relationships*. Oxford University Press.
- TÜİK. (2019). Karayolu Trafik Kaza İstatistikleri, 2018. <http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=30640> adresinden alındı
- Türk Dil Kurumu Sözlükleri. (2019). *Türk Dil Kurumu Sözlükleri*. Ağustos 1, 2019 tarihinde <http://sozluk.gov.tr/> adresinden alındı
- Türlüoğlu, E. (2019). *Türkiye'de Ekonomik Büyüme Dinamikleri: Ekonomik Büyüme ve Dış Ticaret İlişkisi Nedensellik Analizi*. Edirne: Trakya Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Tüzüntürk, S. (2007). Panel Veri Modellerinin Tahmininde Parametre Heterojenliğinin Önemi: Geleneksel Phillips Eğrisi Üzerine Bir Uygulama . *İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 21(2), 1-14.
- Uçar, N. (2013). *Doğrusal Olmayan Panel Veri Modellerinde Eşbütünleşme Testleri*. Ankara: Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Ünsal, E. M. (2014). *Mikro İktisat Genişletilmiş 10.Baskı*. Ankara: BigBang Yayınları.
- Varol, T. (2019). *Panel Birim Kök Testleriyle Cari İşlemler Dengesi Yakınsamasının Sınanması: OECD Ülkeleri*. Edirne: Trakya Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Vinayagathan, T. (2013). Inflation and Economic Growth: A Dynamic Panel Threshold Analysis for Asian Economies. *Journal of Asian Economics*, 31-41. doi:10.1016/j.asieco.2013.04.001
- Wang, Q. (2015). Fixed-Effect Panel Threshold Model Using Stata. *The Stata Journal*, 15(1), 121-134. doi:10.1177/1536867x1501500108
- Wang, R., Gong, J., Wang, Y., Chen, H., Chen, S., & Wang, Q. (2017). Relationship Between Gross Domestic Product and Accident in China. *Journal of Safety Studies*, 3(1), 19-26. doi:10.5296/jss.v3i1.10571

- Washington, S. P., Karlaftis, M. G., & Mannering, F. L. (2003). *Statistical and Econometric Methods For Transportation Data Analysis*. Florida, Boca Raton, ABD: Chapman & Hall / CRC ~ Taylor & Francis Group. academicstaff.uk.ac.ir/sanaseralavi/file/3983 adresinden alındı
- WHO. (2018). *Global Status Report On Road Safety*, Yayın Tarihi: 07.12.2018. https://www.who.int/violence_injury_prevention/road_safety_status/2018/en/ adresinden alındı
- Yağcı, S. (2016). *İktisadi Büyüme Teorileri: 1980 Sonrası Türkiye'de Makroekonomik Değişkenlerin İktisadi Büyümeye Etkisi*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Yannis, G., Papadimitriou, E., & Folla, K. (2014). Effect of GDP Changes on Road Traffic Fatalities. *Safety Science*, 63, 42-49. doi:10.1016/j.ssci.2013.10.017
- Yılancı, V. (2012). *Yumuşak Geçişli Panel Regresyon Modelleri ve E7 Ülkelerinde Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezinin Sınanması*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Yıldırım, F. (2019). *Panel Birim Kök Testleri ile Enerji Tüketiminin Durağanlığının İncelenmesi*. Sakarya: Sakarya Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Yıldırım Keser, H., Ay, S., & Çetin, I. (2018, Temmuz). Ulaştırma Karayolları: Türkiye'deki Gelecek Beklentileri. *TESAM Akademi Dergisi*, 5(2), 63-93. <https://dergipark.org.tr/download/article-file/528401> adresinden alındı
- Yusuff, M. A. (2015). Impact Assessment of Road Traffic Accidents on Nigerian Economy. *Journal of Research in Humanities and Social Science*, 3(12), 8-16.